

Interaktive Landschaftsentwicklung

Potenziale von Computervisualisierungen in partizipativen Planungsprozessen zur Lenkung der Landschaftsentwicklung am Beispiel der UNESCO Biosphäre Entlebuch (Schweiz)

This article discusses the potential of interactive landscape visualizations as instruments to improve public participation in the management of landscape change. It suggests that landscape visualizations may communicate planning subjects more comprehensively than two-dimensional maps, but the use of these techniques raises new questions on their perception, interaction and integration within the planning process. These open questions are the subject of the EU-project VisuLands, which is applying landscape visualizations to current planning tasks in the Swiss UNESCO Biosphere Reserve in Entlebuch. As part of a case study, settlement patterns, attacks on spruce forests by bark beetles and agricultural development trends were chosen as topics for exploring the strengths of visualization techniques. The technical possibilities of various degrees of realism, different stages of interactivity and integrated representations of indicators are discussed. In conclusion, it is proposed that complementing participation methods with landscape visualization techniques can offer benefits for all stakeholders who are involved in planning decisions.

Seit Ende der 1960er-Jahre finden partizipative Planungsansätze zunehmende Verbreitung. Das Ziel eines partizipativen Planungsansatzes ist die breite Beteiligung der Öffentlichkeit an Entscheidungsprozessen. Diese Tendenz kann unter dem Schlagwort «Betroffene zu Beteiligten machen» zusammengefasst werden.

Die wesentliche Grundlage für die Partizipation in der Planung ist die Kommunikation planerischer Inhalte. Die Wahl des Kommunikationsmediums ist hierbei entscheidend. Leider werden in der Planungspraxis auch heute noch zu meist zweidimensionale Formen der Repräsentation gewählt. Diese Pläne sind

jedoch nicht unbedingt das geeignetste Mittel der Wahl, wenn es darum geht, räumliche Zusammenhänge verständlich aufzuzeigen.

Durch die Weiterentwicklung der Modellsimulation in Kombination mit der beginnenden Verbreitung von Video wurden bereits um 1970 exemplarisch partizipative Planungsansätze mit Visualisierungen von 3D-Stadtmodellen kombiniert. Führend war damals das Environmental Simulation Laboratory an der University of California in Berkeley. Diese Ansätze fanden im Bereich der Stadtplanung etwa ab Anfang der 1970er-Jahre zunehmend auch in Europa ihre Verbreitung (Markelin & Fahle 1979).

Nachfolgend wird auf die Rolle von 3D-Visualisierungen zur Partizipation bei der Landschaftsentwicklung eingegangen. Es werden Faktoren präsentiert, die Einfluss auf die Qualität des Mitwirkungsprozesses haben. Des Weiteren werden Möglichkeiten von 3D-Landschaftsvisualisierungen als neues Medium zur Beteiligung sowie weiterer Forschungsbedarf im Hinblick auf die Entwicklung von Visualisierungsinstrumenten erläutert. Anschliessend wird ein beispielhafter Entwicklungsablauf anhand des Projektes VisuLands aufgezeigt und es werden Anwendungsmöglichkeiten an konkreten Beispielen für das Untersuchungsgebiet, die UNESCO Biosphäre Entlebuch, beschrieben.

1. Partizipation und 3D-Landschaftsvisualisierung

1.1 Partizipation

Nachdem sich die anfängliche Partizipationseuphorie in den 1980er-Jahren merklich abgekühlt hatte, bekam die Partizipationsdiskussion in den 1990er-Jahren vor allem durch die AGENDA21-Prozesse wieder neuen Aufschwung, wird doch im Rahmen der AGENDA21 die Beteiligung der Betroffenen an den Entscheidungsprozessen als eine der Grundvoraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung genannt. Und während sich der öffentliche Sektor im Rahmen des New Public Management, d.h. einer reformierten «schlankeren» Verwaltung, tendenziell auf eine abneh-

mende Zahl an Kontrollaufgaben konzentriert, wächst parallel die Zahl öffentlicher und privater Akteure, die in Planungen einbezogen werden wollen oder müssen, kontinuierlich an. Angesichts dieser Entwicklungen ist es nicht verwunderlich, dass partizipative Planungsansätze derzeit wieder ein Revival erleben.

Oft wird darüber allerdings vergessen, dass Partizipation ein überaus komplizierter Prozess ist und dass die Qualität partizipativer Planungsverfahren von einer ganzen Reihe Faktoren abhängt: Wer wird beteiligt, was ist der Gegenstand der Beteiligung und wie wird informiert, beteiligt und kooperiert (Selle 2000)? Die Frage nach den Prozessen, Mitteln und Instrumenten der Partizipation, also danach, «wie» die Beteiligung abläuft, steht im Folgenden im Mittelpunkt der Betrachtung.

Linder et al. (1992) geben eine Übersicht über die Indikatoren für den Mitwirkungsprozess:

- Planungsstufe: abstrakt oder detailliert,
- Zeitpunkt der Information: früh oder spät,
- Informationskanäle: direkt oder indirekt,
- Konfliktdarstellung: ja oder nein,
- Kommunikation: Fachsprache oder Laiensprache,
- Prozessuale Rückkopplung: iterative oder einmalige Mitwirkung.

Im Vorfeld eines Partizipationsverfahrens ist abzuklären, (1) zu welchem Zeitpunkt weitere Akteure einbezogen werden, (2) welcher Abstraktionsgrad gewählt wird und (3) ob eine kontinuierliche Mitwirkung angestrebt wird oder nicht. Es ist ferner zu beachten, dass in Mitwirkungsverfahren und -modellen ein direkter Zusammenhang zwischen der Art der Informationsvermittlung und dem Mitwirkungsengagement besteht (vgl. Linder et al. 1992): Je abstrakter, je später, je zurückhaltender und je abschliessender informiert wird, umso weniger ist die Bevölkerung bereit, aktiv in der Planung mitzuwirken. Damit wird deutlich, dass die Wahl eines geeigneten Kommunikationsmittels ein partizipatives Planungsverfahren ganz entscheidend beeinflussen kann.

1.2 Computergestützte 3D-Landschaftsvisualisierung als neues Medium im Partizipationsprozess

Der Begriff «Visualisierung» bezeichnet die Kommunikation von Informationen durch bildliche Darstellungen. Visualisierungen werden eingesetzt, um komplexe Sachverhalte und Zusammenhänge möglichst einfach und anschaulich darzustellen. Diese Aufgabe ist in der Landschaftsplanung von zentraler Bedeutung, da die Rahmenbedingungen im Allgemeinen äusserst komplex sind, aber gleichzeitig die Diskussionen und Entscheidungen im Planungsprozess das Verständnis dieser Rahmenbedingungen voraussetzen.

Zusätzlich haben Visualisierungen in der Planung die Funktion, Ideen und Entwürfe auf den Raum zu beziehen, um eine visuelle Bewertung von Eingriffen in die natürliche und/oder gebaute Umwelt zu ermöglichen. Damit kommt der Visualisierung eine Schlüsselrolle zu, denn erst durch sie können z.B. die Auswirkungen eines Planungsvorhabens auf das Landschaftsbild beurteilt werden.

Mit Hilfe von Geografischen Informationssystemen (GIS) lassen sich vielfältige (Geo-)Daten verwalten, verknüpfen und analysieren. Daher können GIS-basierte Landschaftsvisualisierungen im Vergleich zu herkömmlichen Plänen, Zeichnungen und Modellen zum einen komplexere Datengrundlagen einbeziehen (Input), zum anderen bieten sie vielfältigere Möglichkeiten zur Visualisierung von Daten (Output). Nach Ervin (2003:8) ist GIS-basierte Visualisierungssoftware die Schnittstelle zwischen computergestützten Modellen und menschlicher Urteilskraft: «Complex internal representations, making best use of computational tools and techniques, coupled with more simple external representations, calibrated for the human mind-eye inferential system, are the best possible way to combine human intelligence with computer-based models.»

Weil 3D-Computervisualisierungen eine veränderte Wahrnehmung von der Öffentlichkeit präsentierten Planungen und Entwicklungen bewirken, ist zu vermuten, dass sich dies auch im planerischen Entscheidungsprozess niederschlägt. Es stellen sich daher Fragen zur Schnitt-

stelle zwischen 3D-Landschaftsvisualisierungen und den Nutzerinnen und Nutzern. Wie werden computergenerierte Landschaftsvisualisierungen wahrgenommen, wie interagieren die Benutzerinnen und Benutzer mit ihnen und welche Rolle spielt das Visualisierungs-Medium im Planungsprozess (Bishop et al. 2001; Ervin 2001)?

- *Wahrnehmung von 3D-Landschaftsvisualisierungen:* Angesichts der gegenwärtigen technischen Möglichkeiten stehen als wichtige Frage die «Grenzen des Realismus» (Lange 2001) im Zentrum oder, anders ausgedrückt, wie viel Realismus ist für landschaftsbezogene Planungsentscheidungen notwendig (Appleton & Lovett 2003)? In Ergänzung zu den immer wirklichkeitstreuere anmutenden fotorealistischen Computer-visualisierungen werden daher auch zunehmend Computertechniken zur abstrahierten Wiedergabe von Landschaft erforscht (Deussen 2003).

- *Interaktion mit 3D-Landschaftsvisualisierungen:* Im Idealfall geht die inhaltliche Selbstbestimmung der Planungsakteure mit deren Kontrolle über die Visualisierungstechnik einher. Das bedeutet, wenn der Partizipationsprozess über die Stufe der Information hinausgehen und eine echte Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger am Entscheidungsprozess bieten soll, müssen auch die zu Grunde liegenden Beteiligungsinstrumente über rein deskriptive Informationsangebote hinausgehen. Durch die Interaktion mit realen Geo-, Modell- und Planungsdaten könnte in diesem Zusammenhang ein gemeinsamer Lernprozess initiiert werden, an dessen Ende die Bürgerinnen und Bürger die Planungsszenarien selbst mitgestaltet haben. Dynamische Technologien, mit deren Hilfe der Standort des Betrachtenden und die Perspektive frei gewählt werden können oder die sogar die Veränderung der virtuellen Landschaft erlauben, sind bereits technisch möglich. Neben der Wahrnehmung von computergenerierten Landschaften ist daher zu untersuchen, wie die Betrachterinnen und Betrachter mit den Bildern und Animationen interagieren.

- *Darstellung räumlich-funktionaler Zusammenhänge:* Gerade in der Land-

schaftsplanung besteht ein grosses Defizit darin, dass bei lokalen Akteuren und der Bevölkerung oft ein relativ geringes Verständnis für landschaftliche Massnahmen vorhanden ist. Eine anschauliche Darstellung von nicht sichtbaren komplexen Sachverhalten wie räumlich-funktionalen Beziehungen in der Landschaft ist aber ein wichtiges Medium zur Partizipation der Öffentlichkeit bei der Landschaftsentwicklung. Die Integration entsprechender ökonomischer, ökologischer und sozialer Indikatoren würde insgesamt die Bewertung von Planungen erleichtern und zur Steigerung der Akzeptanz von Handlungsalternativen beitragen.

Die Sichtbarmachung solcher Indikatoren könnte auf zwei Arten gelöst werden. Entweder es werden Tabellen, Diagramme und Abbildungen mit dem 3D-Landschaftsmodell verknüpft oder es werden die nichtvisuellen Indikatoren über mathematische Modelle in visuelle Indikatoren übersetzt. Technisch sind beide Formen der Integration von Indikatoren erst ansatzweise in den aktuellen Versionen kommerzieller GIS-Software [1] implementiert und auch methodisch fehlt es bisher noch an Erfahrungen, wie die Verknüpfung von Indikatoren und Visualisierung gestaltet werden kann. Zusammen mit den Fragen zur Wahrnehmung von und Interaktion mit 3D-Landschaftsvisualisierungen wird dieses Thema derzeit am Netzwerk Stadt und Landschaft NSL der ETH Zürich im Rahmen des EU-Projektes «VisuLands» anhand eines Fallbeispiels näher untersucht.

2. Entwicklung von Visualisierungsinstrumenten für eine aktive Landschaftsentwicklung

2.1 EU-Projekt VisuLands

Vor dem Hintergrund, dass es bis jetzt noch keine geeigneten Visualisierungsinstrumente zur Partizipation der Bevölkerung bei der Landschaftsentwicklung gibt, ist das EU-Projekt VisuLands ins Leben gerufen worden. Es hat sich zum Ziel gesetzt, neue Visualisierungsinstrumente zu entwickeln, die einen Diskussionsprozess zwischen den verschiedenen Nutzern einer Landschaft ermögli-

chen. Sie sollen Planende und Bevölkerung bei der Bewertung der Ergebnisse landschaftlicher Planungsstrategien unterstützen.

Grundvoraussetzung ist dabei eine detaillierte Analyse der Beziehungen zwischen visuellen Qualitäten und anderen Landschaftsfunktionen wie beispielsweise ökologischen, sozioökonomischen, kulturellen und ästhetischen Funktionen, denn für die Akzeptanz nachhaltiger Landnutzungskonzepte ist ein Ausgleich wirtschaftlicher, ökologischer und sozialer Interessen entscheidend.

Im Projekt VisuLands werden deshalb folgende Teilziele verfolgt:

- Entwicklung von Visualisierungsinstrumenten zur Bewertung von Szenarien der Landschaftsentwicklung;
- Erhebung von quantitativen Indikatoren zur Einstufung der verschiedenen Landschaftsfunktionen;
- Entwicklung von visuellen Präferenzmodellen für europäische Landschaften;
- Analyse des Potenzials, die Bewertung von visuellen Qualitäten mit anderen Landschaftsfunktionen zu verknüpfen;
- Effektivitätskontrolle der Visualisierungsinstrumente hinsichtlich der Kommunikation der Ergebnisse politischer und planerischer Entscheidungen zur Landschaftsentwicklung;
- Nutzung der Projektergebnisse und -instrumente zur Entwicklung von Schulungsmaterial und Richtlinien für Planer/Planerinnen und Bevölkerung.

2.2 Methodisch-technisches Schema der 3D-Landschaftsvisualisierung

Inzwischen werben zahlreiche Softwarepakete mit der Möglichkeit einer 3D-Landschaftsvisualisierung. Unter technischen Gesichtspunkten lassen sich diese danach unterscheiden, ob mit ihnen fotorealistiche Standbilder oder Echtzeitumgebungen produziert werden, welchen Detailgrad sie bieten und ob GIS-Daten importiert werden können. Beim heutigen Stand der Technik sind die höchsten Detaillierungsgrade, wie sie zur Darstellung von Vordergrunddetails notwendig sind, noch auf Standbilder beschränkt. Es zeichnet sich jedoch ab, dass sich der Detaillie-

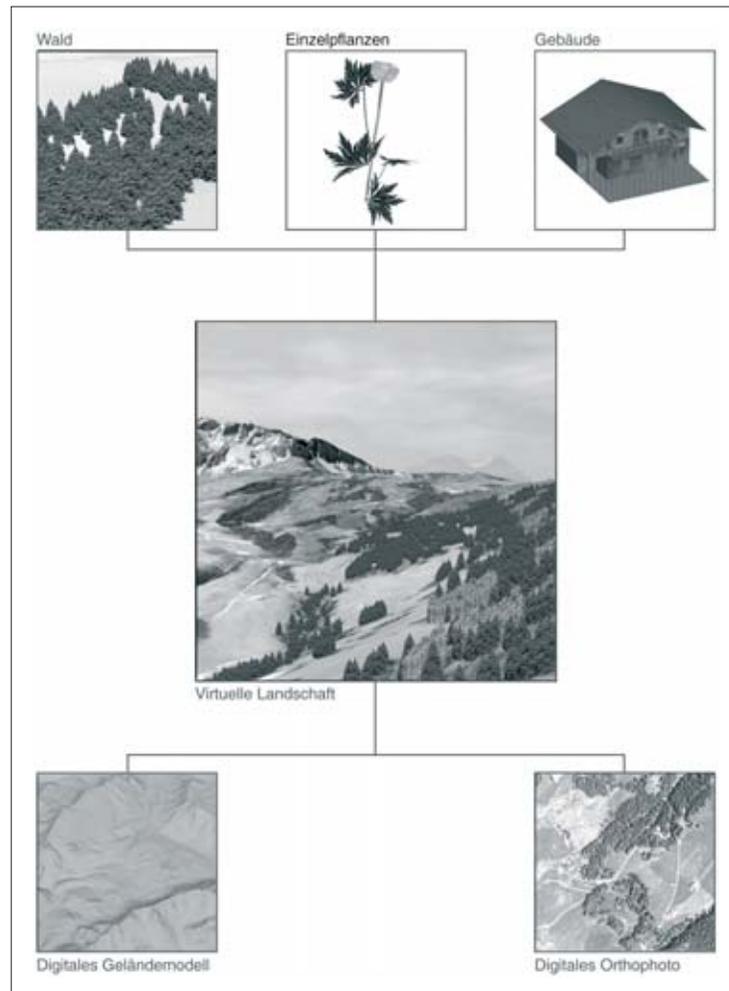


Abb. 1: Elemente zur Erstellung virtueller Landschaften (nach Lange 1999).

Quellen: Höhenmodell und Orthophoto:
© Kanton Luzern, GIS-Koordinationsstelle;
3D-Objekte: Schroth/Wissen 2003.

rungsgrad von Echtzeitsimulationen immer weiter an die Qualität fotorealistiche Standbilder annähern wird und dass immer mehr Softwarepakete sowohl den Export von Standbildern als auch von Echtzeitformaten unterstützen. Von besonderer Bedeutung für die 3D-Landschaftsvisualisierung im Planungsbereich ist aber in erster Linie die Kompatibilität zu gängigen GIS-Systemen, da dies die Voraussetzung für die Verarbeitung von Geodaten ist.

Die Basis für jedes 3D-Landschaftsmodell ist ein Digitales Höhenmodell (DHM) zur Wiedergabe der Topografie. Auf das Höhenmodell werden Orthofotos oder Satellitenbilder als Geotextur projiziert (sog. «Draping»). Zusätzlich können Gebäude- und Vegetationsobjekte als Billboards oder als 3D-Modelle eingefügt werden. Bei Billboards handelt es sich um Fotografien, die auf ebene Flächen, z.B. ein senkrecht stehendes Rechteck, projiziert werden. 3D-Modelle dagegen geben die Form der Objekte als dreidimensionales Netz aus

Polygonen näherungsweise wieder. Auf die einzelnen Polygone können dann verschiedene Oberflächen, so genannte Texturen, gelegt werden. Darüber hinaus lassen sich noch eine Vielzahl anderer Daten in die Visualisierung einbinden, z.B. atmosphärische Bedingungen wie Witterung und Licht, Simulationsdaten etc. (Achleitner et al. 2003, Ervin 2001). Letztere sind insbesondere zur Darstellung nicht sichtbarer Indikatoren erforderlich.

In GIS-basierten Visualisierungsprogrammen können die 3D-Objekte dann Flächen oder Punkten zugewiesen werden, und die Software verteilt sie entsprechend. Das Forschungsprojekt Lenné3D [2] arbeitet an einem verfeinerten Verfahren zur Darstellung von Pflanzengesellschaften, bei dem die räumlichen Eigenschaften verschiedener Pflanzengemeinschaften in prozentuale Pflanzenverteilungen übersetzt werden. Auf der Basis von Vegetationskartierungen können die Einzelpflanzen dann nach den zuvor ermittelten Verteilungs-

algorithmen automatisch in Pflanzengemeinschaften kombiniert werden (Deussen 2003). In Abbildung 1 sind die wesentlichen Elemente zur Erstellung einer 3D-Landschaftsvisualisierung aufgezeigt.

2.3 Untersuchungsgebiet – Die UNESCO Biosphäre Entlebuch

Die Visualisierungsinstrumente werden im Rahmen des Projektes VisuLands beispielhaft für unterschiedliche europäische Gebiete entwickelt und von den jeweiligen End-Nutzern getestet. Im Folgenden wird das Untersuchungsgebiet in der Schweiz vorgestellt und auf die potenziellen Anwendungsbereiche des Instruments in diesem Gebiet eingegangen.

Im Haupttal zwischen Luzern und Bern erstreckt sich die Region Entlebuch, die sich als eine Kulturlandschaft mit Besonderheiten von (inter-)nationaler Bedeutung auszeichnet. In der schönen und vielfältigen, agrarisch geprägten Landschaft finden sich wertvolle Habitate für Pflanzen und Tiere wie beispielsweise Karstgebiete, ausgedehnte Wälder und Moore, die in der Schweiz einmalig sind. Rechnet man alle national geschützten Gebiete zusammen, so decken diese heute mehr als die Hälfte des Entlebuchs ab.

Eine weitere Besonderheit dieser Region ist ihre Auszeichnung als UNESCO Biosphäre. Erstmals in der Geschichte der Biosphärenreservate entschieden hierbei die Bürgerinnen und Bürger über den Beitritt einer Region. In einem partizipativen Prozess wurde ein Grundkonzept erarbeitet und im September 2000 votierten die acht Entlebucher Gemeinden für die Anmeldung. Bereits ein Jahr später wurde das Entlebuch von der UNESCO als erstes Biosphärenreservat der Schweiz gemäss Sevilla-Strategie anerkannt (Ruoss et al. 2002).

Die Sevilla-Strategie geht davon aus, dass in grossräumigen Gebieten kleine Flächen als Kernzonen einem totalen Schutz unterworfen werden, grössere Flächen als Pflegezonen genutzt und der Rest als Entwicklungszone gefördert wird, wobei insgesamt die Grundsätze der Nachhaltigkeit einzuhalten bzw. anzustreben sind (Ruoss & Schaaf 1998).

Damit ist das Entlebuch zu einer Modellregion ernannt worden, in der die Erhaltung von Natur und Landschaft, die Stärkung der Regionalwirtschaft, der Einbezug der Bevölkerung in die Gestaltung ihres Lebens-, Wirtschafts- und Erholungsraumes sowie Forschung und Bildung im Vordergrund stehen (Ruoss et al. 2002).

In der UNESCO Biosphäre Entlebuch (UBE) soll beispielhaft gezeigt werden, wie computergestützte Visualisierungsinstrumente in partizipative Planungsprozesse implementiert werden können. Dazu werden die im Entlebuch bereits etablierten partizipativen Strukturen genutzt wie z.B. Foren oder Arbeitsgruppen. Die dort erarbeiteten Ideen und konkreten Fragestellungen der Beteiligten werden aufgegriffen und dienen als Basis für die Entwicklung der Instrumente. Durch wiederholtes Testen der Visualisierungen durch die Beteiligten soll nach und nach eine Anpassung der Instrumente an die Nutzerbedürfnisse erfolgen.

2.4 Anwendung der Visualisierungsinstrumente auf Fragestellungen in der UNESCO Biosphäre Entlebuch

Als aktuelle Anwendungsbeispiele sind die Siedlungsentwicklung in Sörenberg, die Borkenkäferschäden in den Fichtenbeständen des Entlebuchs sowie die zukünftige Entwicklung der Landwirtschaft in den Moorlandschaften ausgewählt worden. Der räumliche Fokus liegt dabei auf dem Raum Sörenberg, dem Südteil der Gemeinde Flühli-Sörenberg, welcher eine grosse Fläche der Kernzone sowie einen Teil der Pflegezone des Biosphärenreservats umfasst.

2.4.1 Siedlungsentwicklung in Sörenberg

Der Ort Sörenberg ist vom Tourismus geprägt. Ab den 1950er-Jahren entstanden in dem früher sehr kleinen Kurort zahlreiche Ferienhaussiedlungen, die das Siedlungsgebiet vergrösserten und das heutige Ortsbild mitbestimmen (Bosart 1985). Auch gegenwärtig besteht in Sörenberg noch Nachfrage nach Zweitwohnungen, ausserdem ist aus

regionalökonomischer Sicht die Entwicklung der lokalen Hotellerie wünschenswert. Ferner gibt es Überlegungen, einen grösseren Veranstaltungsort, u.U. in Verbindung mit einem Naturinformationszentrum, in Sörenberg zu errichten. Die verbliebenen Siedlungsflächenpotenziale sind allerdings sehr begrenzt. Da das Tal in der Vergangenheit wiederholt von Murgängen betroffen gewesen ist, müssen die entsprechenden Gefahrengebiete offen gehalten oder mit Brems- und Leitelementen gesichert werden.

Computergestützte Visualisierungsinstrumente können in Zusammenhang mit der Siedlungsentwicklung einen grossen Beitrag zur Bewertung der Veränderung des Siedlungsbildes und der Landschaft leisten, da Gebäudevisualisierungen bereits verhältnismässig etabliert und hoch entwickelt sind. Die aus der Architekturvisualisierung kommenden Technologien sind bislang aber nur selten zur Landschaftsbildbewertung herangezogen worden, stattdessen wird dort meist mit Fotomontagen gearbeitet. Da heute aber auch die GIS-basierte Visualisierung von Landschaften mit hoher Komplexität möglich ist, bietet sich eine Verknüpfung von Landschafts- und Architekturvisualisierung an. Aufbauend auf einem beidseitigen Wissenstransfer sollte es möglich sein, die zukünftige Siedlungsentwicklung Sörenbergs aus verschiedenen Perspektiven und über den Lauf der Zeit zu visualisieren. Neue Bauzonen und potenzielle Standorte für Hotelbauten oder ein Veranstaltungszentrum können damit interaktiv visualisiert und im Hinblick auf ihren visuellen Einfluss auf das künftige Landschafts- und Siedlungsbild verglichen werden.

Ein Beispiel dafür, wie die technische Umsetzung aussehen kann, ist das «Konzeptinstrument» (siehe Abb. 2), das für den Einsatz in einer sehr frühen Planungsphase gedacht ist. Es soll die Nutzerinnen und Nutzer von Visualisierungen in der Bewertung unterschiedlicher Entwicklungsszenarien unterstützen. Dazu können einzelne Indikatoren mit Hilfe eines Schiebereglers gewichtet werden, wodurch die Zahl der zu verteilenden Landschaftsobjekte wie z.B. Siedlung und Wald verändert wird. So



Abb. 2: Design-Studie für ein Visualisierungsinstrument zur interaktiven Gewichtung von Indikatoren zur Siedlungsentwicklung [3].
Quelle: Interface-Design © Schroth & Wissen 2003; Geodaten © Kanton Luzern, GIS-Koordinationsstelle.

werden auf einfache Weise die Zusammenhänge zwischen der Gewichtung unterschiedlicher Prioritäten und den Konsequenzen für die Landschaftsentwicklung dargestellt.

2.4.2 Auswirkungen des Borkenkäferbefalls von Fichtenbeständen auf das Landschaftsbild

Ein weiteres Thema, das im Kontext des Fallbeispiels Entlebuch behandelt wird, ist durch die diesjährige Trockenheit ausgelöst worden. Sie hat eine erneute Massenvermehrung des Borkenkäfers (*Ips typographus*) begünstigt, die in Fichtenbeständen ein grossflächiges Absterben der Bäume nach sich zieht. Besonders stark betroffen sind vor allem die Gebiete der Alpen und Voralpen.

Das Ausmass eines verstärkten Befalls in den nächsten Jahren wird stark von der Witterung, der Erholung der trockenheitsgestressten Fichten und von den getätigten Waldschutzmassnahmen abhängen (Phytosanitärer Beobachtungs- und Meldedienst 2003).

Es gibt unterschiedliche Strategien, auf den Borkenkäferbefall zu reagieren. Eine Massnahme besteht darin, befallene Bäume noch vor dem Ausflug der neuen Käferpopulation aus dem Wald zu entfernen. Eine andere ist eher auf das Belassen der toten Bäume im Bestand ausgerichtet. Beim Entscheid, welche Massnahmen getroffen werden, sind viele Faktoren zu berücksichtigen. So können durch Räumung z.B. zusätzliche Nachteile wie Baum- oder Bodenschäden entstehen. Die Holznutzung

muss auf die Marktbedürfnisse und die Transportkapazitäten abgestimmt werden. In Gebieten mit potenziellen Naturgefahren wie Hangrutsch, Steinschlag oder Murgang können selbst tote Bäume einen besseren Bodenschutz darstellen als kahle Flächen und nicht zuletzt begünstigen sie auch das Bodenklima für die natürliche Verjüngung. Zudem entwickeln sich im Holz dürre Bäume die natürlichen Feinde des Borkenkäfers, die sich sehr schnell vermehren und die Borkenkäfer wesentlich effektiver bekämpfen können, als es der Mensch vermag (Kantonsforstamt Luzern 2003b). Im Kanton Luzern werden deshalb die befallenen Bäume stehen gelassen und eine Wiederbewaldung der Schadflächen unterstützt, indem Waldbesitzer verpflichtet werden, den Aufwuchs zu schützen und zu fördern. Ziel ist der Aufbau standortgerechter, struktur- [4] und artenreicher Wälder, die sowohl in ökologischer als auch in ökonomischer Hinsicht risikoärmer und damit (im forstwirtschaftlichen Sinne) nachhaltiger sind (Kantonsforstamt Luzern 2003a).

Diese Vorgehensweise stösst bei der Bevölkerung nicht nur auf Zustimmung. Ein Problem bereitet vor allem das Erscheinungsbild der bewaldeten Hänge im Entlebuch, an denen an vielen Stellen nicht mehr frisches Grün, sondern unansehnliches Braun dominiert (siehe Abb. 3) (Joss 2003). Abgestorbene Waldpartien werden von den meisten Menschen als unattraktiv und bedrohlich empfunden, wodurch z.B. auch der Erholungswert für Erholungsuchende, Sportler oder Feriengäste stark geschmälert wird (Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft 2003).

Andererseits betont Suda (2003) den Gewöhnungseffekt. Gemäss seiner Untersuchung über den Nationalpark Bayerischer Wald stellten sich Befürchtungen, dass die Urlauber auf Grund des hohen Totholzanteils die Region meiden würden, als weitgehend unbegründet heraus.

Bisher mangelt es oft an Akzeptanz und Verständnis für diesen natürlichen Prozess des Absterbens von Bäumen und für einen naturnahen Waldbau. Mit Hilfe der 3D-Visualisierung sollen dieser Prozess veranschaulicht und mögliche



Abb. 3: Abgestorbene Fichten (helle Waldbereiche) kennzeichnen die Ausbreitung des Borkenkäfers (Fotos O. Aschwanden, Bearb. U. Wissen).



Abb. 4: 3D-Visualisierung der Auswirkung des Borkenkäferbefalls (oben: Juni 2003, unten: August 2003).

Quelle: Orthophoto und Höhenmodell
© Kanton Luzern, GIS-Koordinationsstelle.

Entwicklungsszenarien aufgezeigt werden. Dabei bilden die Verwendung GIS-basierter Kartierungen der Schadflächen, die Modellierung einer möglichen weiteren Ausbreitung des Borkenkäfers sowie Angaben über den potenziellen Aufwuchs auf den Flächen unter verschiedenen Rahmenbedingungen eine fundierte Grundlage für die Darstellung des zukünftigen Waldbildes. Die Verknüpfung mit weiteren Parametern wie z.B. dem ökonomischen, ökologischen und sozialen Nutzen verschiedener Entwicklungen ist hilfreich für eine umfassende Bewertung der Szenarien. Der wesentliche Vorteil der Visualisierungsinstrumente liegt hier in der Möglichkeit, die räumlich-funktionalen Zusammenhänge deutlicher aufzuzeigen. Nicht sichtbare komplexe Sachverhalte werden so leichter kommunizierbar. Ziele sind letztlich eine weniger emotionale Diskussion unterschiedlicher Ak-

teure und die Förderung der Umsetzung von naturnahen Waldbaumassnahmen.

2.4.3 Entwicklung der Landwirtschaft in den Moorlandschaften

Wie auch in der übrigen Schweiz hat die bäuerliche Bodennutzung im Entlebuch über Jahrhunderte zu dessen charakteristischem Landschaftsbild wesentlich beigetragen. Es dominieren hier von jeher Viehzucht und Milchwirtschaft (Gemeinde Flühli 1986). Im Raum Sörenberg ist die Berglandwirtschaft bzw. Alpwirtschaft der älteste und wichtigste Wirtschaftszweig (Bossart 1985). In den Moorlandschaften des Entlebuch, die einen Hauptteil der Pflegezone des Biosphärenreservats ausmachen, wird weitgehend eine standortgerechte und damit nachhaltige Land- und Forstwirtschaft betrieben. Heute obliegt den Landwirten des Entlebuches zudem die Pflege der in der Kernzone der UBE

liegenden schützenswerten Lebensräume wie Moore, Schluchtwälder, Auen und Karstlandschaften (Kanton Luzern 2002).

Die weitere Entwicklung der Landwirtschaft in Sörenberg ist vor allem von den politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen abhängig. Der anhaltende Trend der Globalisierung und Liberalisierung wird die traditionelle Landwirtschaft noch stärker als bisher unter Druck setzen. Man rechnet mit einer vermehrten Betriebsaufgabe v.a. im Nebenerwerbsbereich sowie einer verstärkten Bewirtschaftungsaufgabe in Grenzertragslagen wie z.B. in Berggebieten (Stremlo et al. 2003).

Für den Raum Sörenberg soll mit den Visualisierungsinstrumenten aufgezeigt werden, welche Konsequenzen verschiedene Entwicklungsszenarien haben, die sich aus den aktuellen Trends ableiten lassen. Mögliche Szenarien könnten z.B. die Zusammenlegung von Alpbetrieben, die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung im Hinblick auf die Produktion von qualitativ hochwertigen Nischenprodukten, eine Bewirtschaftung, die auf einen landschaftsorientierten Tourismus abgestimmt ist, sowie die Bewirtschaftungsaufgabe von unprofitablen Alpflächen sein.

Ein Schwerpunkt wird hinsichtlich der Bewertung der Szenarien auf die gesetzlich geforderte nachhaltige moor- und moorlandschaftsverträgliche landwirtschaftliche Nutzung gelegt. Auch hier werden ökonomische, ökologische und soziologische Indikatoren mit eingebunden, die helfen, die komplexen landschaftlichen Zusammenhänge zu erfassen. Dazu sollte das Visualisierungsinstrument eine kombinierte Präsentation von Geodaten, Indikatoren, virtuellen Welten, fotorealistischen Renderings, Animationen, Diagrammen, Texten, Fotos, Illustrationen und 2D-Plänen ermöglichen. Abbildung 5 zeigt eine mögliche Gestaltung der Benutzeroberfläche für die Abfrage dieser Information.

Zielgruppe dieses Interfaces sind alle Planungsakteure, die nicht mit den komplexeren GIS-Interfaces vertraut sind und sich auf intuitive Weise Geodaten

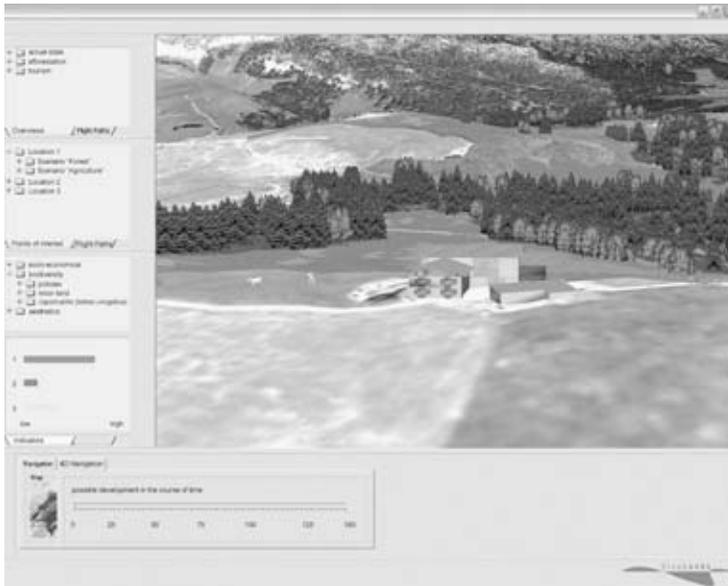


Abb. 5: Design-Studie für die Benutzeroberfläche eines Visualisierungsinstrumentes zur Bewertung von Szenarien auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Ebenen [3].
Quelle: Interface-Design © Schroth & Wissen 2003; Geodaten © Kanton Luzern, GIS-Koordinationsstelle.

anzeigen lassen möchten. Im Menü auf der linken Seite lassen sich unterschiedliche Standpunkte, Szenarien und Indikatoren zur Anzeige auswählen. Das untere Menü enthält die 3D-Navigation sowie einen Zeitbalken, mit dessen Hilfe sich unterschiedliche zeitliche Zustände anzeigen lassen.

3. Diskussion zukünftiger Anwendung von Landschaftsvisualisierungen

Partizipative Planungsverfahren sind immer wieder der Kritik ausgesetzt. Stellvertretend für viele Experten äussert sich Kienast (1991) dahin gehend, dass das Interesse der Bürgerinnen und Bürger mit Ausnahme von Fragen des Verkehrs oder der Bebauung gering sei. Weitere Kritikpunkte, die genannt werden, sind eine vorwiegend durch das Eigeninteresse geprägte Beteiligung und eine «Not-in-my-backyard-Mentalität» (NIMBY) («Ein anvisiertes Gemeinwohl habe ich bisher nie erkennen können», Kienast 1991:183).

Je nach Art und Bedeutung eines Projekts mögen dies sicher generell zutreffende Tendenzen sein. Es muss jedoch betont werden, dass erfolgreiche Partizipation zunächst die Übertragung von Macht im Entscheidungsprozess auf die Bürgerinnen und Bürger voraussetzt (Arnstein 1971). Denn oft ist die mangelnde Motivation der Beteiligten darauf zurückzuführen, dass diese den Eindruck erhalten, ihre Ideen und Ein-

wände hätten keinen Einfluss mehr auf die Planungsentscheidung. Daher muss bereits im Vorfeld die Teilhabe der Bürgerinnen und Bürger an der Entscheidung gesichert sein und auch die Beteiligungsinstrumente müssen auf ein Mitspracherecht hin ausgelegt sein.

Besitzen die Bürgerinnen und Bürger einen grossen Anteil an Mitwirkungs- und Entscheidungskompetenz, so können ihnen Visualisierungen dabei helfen, eigene Vorschläge, Ideen und Visionen zu entwickeln. Im Gegensatz dazu muss aber auch davon ausgegangen werden, dass Bilder zur Manipulation eingesetzt werden. Dies ist z.B. der Fall, wenn den Bürgerinnen und Bürgern keine Entscheidungskompetenz zugestanden wird, aber ihre Zustimmung oder Unterstützung für ein bestimmtes Projekt gewonnen werden soll.

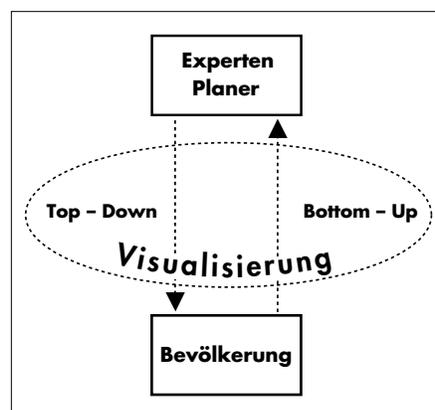


Abb. 6: Visualisierung als Bindeglied im Planungsprozess.

Im Fallbeispiel der UNESCO Biosphäre Entlebuch ist bereits eine hohe Partizipationskultur vorhanden und es ist zu vermuten, dass interaktive 3D-Landschaftsvisualisierungen unter diesen günstigen Bedingungen zu einer qualitativen Verbesserung der partizipativen Planungsprozesse beitragen.

Die beeindruckenden Möglichkeiten der Computervisualisierung sollten allerdings nicht dazu führen, dass das neue Medium mit Erwartungen überfrachtet wird, denn den grossen Potenzialen stehen auch gewisse Einschränkungen gegenüber. Noch sind die Einarbeitung in die notwendige Software und die Erstellung von 3D-Landschaftsmodellen sehr arbeitsintensiv, doch es ist damit zu rechnen, dass diese Unzulänglichkeiten in absehbarer Zeit durch weiterentwickelte Softwarepakete und eine zunehmende Automatisierung der Modellierarbeit gelöst werden. Für die interaktive Landschaftsentwicklung sollen folgende Potenziale der 3D-Visualisierungen genutzt und auf ihren sinnvollen Einsatz in der Planungspraxis hin untersucht werden:

- Die Darstellung von Landschaft in unterschiedlichen Abstraktionsgraden bis hin zu fotorealistischen Abbildungen,
- die interaktive Wahl des Standortes, der Perspektive und (unter Einschränkungen) des Zeitpunktes der Visualisierung sowie
- die Visualisierung räumlich-funktionaler Beziehungen über die Integration sichtbarer und nicht sichtbarer Indikatoren.

Nahezu fotorealistische Landschaften lassen sich bereits sehr gut mit dem Computer erzeugen. In diesem Zusammenhang ist zu erwarten, dass prozedurale Techniken [5] in Zukunft eine noch höhere Darstellungsqualität einzelner Landschaftselemente ermöglichen (Hoinckes & Lange 1995; Ervin 2001). Pilotprojekte deuten darauf hin, dass für viele Planungsfragen schon geringe Detaillierungsgrade genügen und dass zu viele Details sogar ablenkend wirken können (Appleton & Lovett 2003). Diese Frage muss unter Einbeziehung sowohl prozeduraler Techniken als auch neuer Techniken zur Abstraktion weiter untersucht werden.

Mit Hilfe einer Sequenz von Einzelbildern, einer so genannten Animation, lassen sich Bewegungen und Veränderungen darstellen. Animationen bieten die Möglichkeit, dass die Betrachterinnen und Betrachter einen beliebigen zu visualisierenden Zeitpunkt auf einer Entwicklungsachse wählen können (Lehmkuhler 2003). Des Weiteren gestatten die heutigen Rechnerleistungen den Nutzerinnen und Nutzern einen höheren Grad an Interaktivität, da nicht mehr alle Landschaftselemente vorausberechnet werden müssen, sondern in Echtzeit veränderbar sind. Dementsprechend ist zu erwarten, dass dynamische Visualisierungen, bei denen der Betrachter Standort und Perspektive frei wählen kann, an Bedeutung gegenüber statischen Bildern gewinnen werden (Lange 2001). Schliesslich ist es bereits heute möglich, dass die Betrachterinnen und Betrachter einzelne Landschaftselemente, z.B. die Vegetation oder die Bebauung, interaktiv in Echtzeit verändern. Es ist zu vermuten, dass interaktive Landschaftsvisualisierungen damit über ihre Funktion als reines Informationsinstrument hinaus auch zu einem Gestaltungsinstrument werden.

Eines der wichtigsten Potenziale von 3D-Landschaftsvisualisierungen liegt sicherlich in der Darstellung nicht sichtbarer Parameter in ihrem räumlichen Bezug (Deussen 2003). Besonders wichtig erscheint die Sichtbarmachung der ökologischen Funktionen und Wirkungen einzelner Nutzungen, da diese räumlich-funktionalen Zusammenhänge bislang nur selten im Planungsverfahren berücksichtigt werden. Über die GIS-Schnittstelle lassen sich dafür GIS-basierte Modelle zu Grunde legen und in 3D visualisieren. Beispielhaft sind an dieser Stelle die Visualisierungen der Funktions- und Wirkungsbeziehungen der Landschaft anhand verschiedener Tierarten zu nennen, bei denen auf die tatsächlich vorhandene Topografie Bezug genommen wird und Daten herangezogen werden, die auf tierökologischen Modellen basieren (Hehl-Lange 2001). Wie bei der Rolle der Interaktivität besteht aber auch bezüglich der Visualisierung nicht sichtbarer Zusammenhänge noch weiterer Forschungsbedarf.

4. Die Kombination ist entscheidend – 3D-Landschaftsvisualisierungen und Partizipation

In der Forschung darf nicht vergessen werden, dass die Nutzer, d.h. Experten und Laien, Planer und Betroffene, und nicht das Instrument im Mittelpunkt stehen. Der Wert der neuen Instrumente wird letztlich gemessen an dem Nutzen, den sie gegenüber herkömmlichen Planungsmedien im Einsatz bei landschaftlichen Entwicklungsprozessen bieten. Für die dargestellten Beispiele stellt die Verbindung aus Partizipation und der Visualisierung von sichtbaren sowie nicht sichtbaren Prozessen einen besonderen Mehrwert dar. Sowohl Methoden zur Partizipation als auch Instrumente zur Landschaftsvisualisierung werden bereits in der Planungspraxis eingesetzt, von besonderem Nutzen ist für die Bürgerinnen und Bürger aber die Kombination aus beidem.

Dank

Diese Arbeit ist Teil des Projektes «VisuLands – Visualization Tools for Public Participation in the Management of Landscape Change», das von der Europäischen Union im Rahmen des Fifth Framework Programme, Quality of Life and Management of Living Resources, und vom Bundesamt für Bildung und Wissenschaft, Bern, gefördert wird. Besonderer Dank gilt auch dem Kanton Luzern für die Bereitstellung der digitalen Daten ihres Geografischen Informationssystems.

Anmerkungen

[1] Beispiele: Imagine VirtualGIS der Firma Erdas, CommunityVIZ der «The Orton Family Foundation» für ArcGIS der Firma ESRI.

[2] <http://www.lenne3d.de>

[3] Demoverionen der Design-Studien können unter http://lrg.ethz.ch/visulands/fs_visulands.html interaktiv getestet werden.

[4] Struktureiche Wälder sind gekennzeichnet durch Phasen unterschiedlicher Entwicklung und unterschiedlichen Wachstums innerhalb des Bestandes, die zu kleinflächigen trupp- oder gruppenweisen Strukturen führen (vgl. Rittershofer 1994).

[5] Visualisierungstechniken, bei denen einzelne Objekte nicht manuell modelliert, sondern auf der Basis von Parametereinstellungen automatisch erzeugt und im Modell verteilt werden.

Literatur

AL-KODMANY, K. (1999): Using Visualization Techniques for Enhancing Public Participation in Planning and Design: Process, Implementation and Evaluation. *Landscape and Urban Planning*, 45, 37–45.

APPLETON, K.; LOVETT, A. (2003): GIS-based Visualisation of Rural Landscapes: Defining "Sufficient" Realism for Environmental Decision-making. *Landscape and Urban Planning*, 65, 117–131.

APPLETON, K. et al. (2002): Rural Landscape Visualisation from GIS Databases: a Comparison of Approaches, Options and Problems. *Computers, Environment and Urban Systems*, 26, 141–162.

ARNSTEIN, S. R. (1971): A Ladder of Citizen Participation. In: *Journal of the Royal Town Planning Institute* 57, 176–182.

BISHOP, I. D.; YE, W.-S.; KARADAGLIS, C. (2001): Experiential Approaches to Perception Response in Virtual Worlds. *Landscape and Urban Planning*, 54, 117–125.

BOSSART, P. (1985): Die touristische Erschliessung von Sörenberg (LU) und deren Auswirkungen auf die lebensräumlichen Verhältnisse. *Blätter für die Heimatkunde aus dem Entlebuch*, 55./56. Jahrgang 1982/83, Lizenzatsarbeit im Fach Geografie, 155 S.

DEUSSEN, O. (2003): Computergenerierte Pflanzen. *Technik und Design digitaler Pflanzenwelten*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 287 S.

EIDG. FORSCHUNGSANSTALT FÜR WALD, SCHNEE UND LANDSCHAFT (WSL) (2003): Alles über «den Borkenkäfer»: Der Buchdrucker – der wichtigste Borkenkäfer der Schweiz. <http://www.wsl.ch/forest/wus/entomo/lps/lpsHome-de.ehtml>.

ERVIN, S. (2001): Digital Landscape Modeling and Visualization: a Research Agenda. *Landscape and Urban Planning*, 54, 49–62.

ERVIN, S. (2003): Trends in Landscape Modeling. In BUHMANN, E.; ERVIN, S. (eds.), *Trends in Landscape Modeling* (pp. 2–8). Anhalt: Wichmann, 274 S..

- GEMEINDE FLÜHLI (Hrsg.) (1986): Flühli-Sörenberg 1836–1986. Buchdruckerei Schüpheim AG, 360 S.
- HOINKES, R.; LANGE, E. (1995): 3D for Free. Toolkit Expands Visual Dimensions in GIS. GIS World Vol.8, No.7, 54–56.
- JOSS, M. (2003): Entlebuch: Am Borkenkäfer scheiden sich die Geister. Die gut sichtbaren Schäden nähren die Diskussionen über die Luzerner Strategie. Wochen-Zeitung für das Emmental und Entlebuch, 24.07.2003, Herrmann AG, Langnau, Schweiz, <http://www.wochen-zeitung.ch/index.asp?ArtikelID=7152&RubrikID=1>.
- KANTON LUZERN (2002): Botschaft des Regierungsrates an den Grossen Rat zum Entwurf eines Grossratsbeschlusses über die Staatsbeiträge an den Regionalplanungsverband Biosphärenreservat Entlebuch für die Jahre 2003–2005. http://www.lu.ch/PublicationenCM/pdf/botschaften/b_131.pdf.
- KANTONSFORSTAMT LUZERN (2003a): Borkenkäfer vermehren sich im Berggebiet. Medienmitteilung vom 4. Juni 2003, <http://www.kfa.lu.ch/borkenkaefer-mitteilung-medien-03int.pdf>.
- KANTONSFORSTAMT LUZERN (2003b): Jahrhundertssommer verursacht grosse Schäden im Wald. Medienmitteilung vom 18. September 2003, <http://www.kfa.lu.ch/waldschaeden-2003.pdf>.
- KIENAST, D. (1991): Von der Notwendigkeit künstlerischer Innovation und ihrem Verhältnis zum Massengeschmack in der Landschaftsarchitektur. In: GIROT, C. (Hrsg.) (2000): Textbuch Landschaftsarchitektur 2. Texte Dieter Kienast. 171–185.
- LANGE, E. (1999): Von der analogen zur GIS-gestützten 3D-Visualisierung bei der Planung von Landschaften. GIS Geo-Informationssysteme, Vol. 12, 2, 29–37.
- LANGE, E. (2001): The Limits of Realism: Perceptions of Virtual Landscapes. Landscape and Urban Planning, 54, 163–182.
- LINDER, W. et al. (1992): Mitwirkungsverfahren und -modelle. Vorschläge für eine Mitwirkungspolitik des Bundes nach Art. 4 RPG. Bundesamt für Raumplanung, 130 S.
- MARKELIN, A.; FAHLE, B. (1979): Umweltsimulation. Sensorische Simulation im Städtebau. Schriftenreihe 11, Städtebauliches Institut der Universität Stuttgart. Krämer, Stuttgart, 145 S.
- MUHAR, A. (2001): Three-Dimensional Modelling and Visualisation of Vegetation for Landscape Simulation. Landscape and Urban Planning, 54, 5–17.
- PHYTOSANITÄRER BEOBACHTUNGS- UND MELDEDIENST (PBMD) (2003): Waldschutz Aktuell – 3/2003, 20. August 2003, Phytosanitärer Beobachtungs- und Meldedienst, PBMD, WSL, 8903 Birmensdorf.
- RITTERSHOFER, F. (1994): Waldpflege und Waldbau – Für Studierende und Praktiker. Rittershofer Verlag, Freising, 481 S.
- RUOSS, E. et al. (2002): Grobkonzept Biosphärenreservat Entlebuch. Berichte aus der Region Entlebuch 2, Regionalmanagement BRE, Schüpheim, 57 S.
- RUOSS, E.; SCHAAF, T. (1998): MAB-Programm und Biosphärenreservate der UNESCO – Vom Schutzgebiet zur nachhaltigen Regionalentwicklung: Die Sevilla-Strategie. Regionalmanagement des Projekts Biosphärenreservat Entlebuch (Hrsg.): Berichte aus der Region Entlebuch 1, Tagungsbericht, Symposium Sörenberg/Entlebuch, 28./29. Mai 1998, 93 S.
- STREMLow, M. et al. (2003): Landschaft 2020 – Analysen und Trends. Grundlagen zum Leitbild des BUWAL für Natur und Landschaft. Schriftenreihe Umwelt Nr. 352, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 152 S.
- SUDA, M. (2003): Die Zeit heilt alle Wunden. Wie Touristen sich an Totholzflächen gewöhnen. LWFaktuell, 40, 28–30.

Dr. Eckart Lange
Netzwerk Stadt und Landschaft NSL
Institut für Raum- und Landschaftsentwicklung
ETH Höggerberg
CH-8093 Zürich
lange@nsl.ethz.ch

Olaf Schroth
Netzwerk Stadt und Landschaft NSL
Institut für Raum- und Landschaftsentwicklung
ETH Höggerberg
CH-8093 Zürich
schroth@nsl.ethz.ch

Ulrike Wissen
Netzwerk Stadt und Landschaft NSL
Institut für Raum- und Landschaftsentwicklung
ETH Höggerberg
CH-8093 Zürich
wissen@nsl.ethz.ch