

# Landschaftswandel gestern - heute - morgen: Ein digitaler Ansatz zur Visualisierung

Eckart LANGE

## 1 Landschaftswandel und Landschaftsbild einst und jetzt

Bis auf wenige Ausnahmen ist die Landschaft der Schweiz eine im Verlauf von Jahrhunderten anthropogen geprägte Kulturlandschaft, die ständigen Veränderungen unterworfen war und ist. Bereits in prähistorischer Zeit, aber "mindestens seit dem letzten Interglazial" (FRANZ 1979, S. 425) war der Alpenraum besiedelt. Vom Menschen relativ unbeeinflusste Bereiche sind daher nur noch in hochalpinen Zonen anzutreffen.

Bis zur industriellen Revolution vollzogen sich die Landschaftsveränderungen und die damit verbundenen Veränderungen des Landschaftsbildes in gemächlichen Schritten. Der Mensch und die von ihm mit bescheidenen Mitteln betriebene extensive Bewirtschaftung trugen sogar zur ökologischen Bereicherung der Landschaft bei. Durch die kleinteilige landwirtschaftliche Nutzung entstand eine abwechslungsreiche Landschaft bäuerlichen Charakters mit einem kleinräumigen Mosaik von vielfältigen Lebensräumen. Diese Lebensraumvielfalt erreichte in Mitteleuropa zu Beginn der industriellen Revolution (ca. 1800-1850) ein Maximum (PLACHTER 1991).

Erst mit dem Einsetzen der Industrialisierung vor ca. 150 Jahren und den zunehmenden technischen Möglichkeiten eines Eingreifens durch den Menschen läßt sich ein drastisch beschleunigter Wandel beobachten (LANDOLT 1982), der seit den fünfziger Jahren dieses Jahrhunderts sogar noch an Geschwindigkeit zunimmt (vgl. dazu EWALD 1978). Viele naturnahe oder natürliche Ökosystemtypen sind inzwischen verschwunden oder durch Außeneinflüsse mehr oder weniger stark beeinträchtigt. Als Hauptursache ist in diesem Zusammenhang vor allem die starke Ausdehnung des Siedlungsgebietes mit der damit verbundenen Zunahme der Verkehrsflächen seit dem Ende des zweiten Weltkriegs zu nennen. KOEPEL (1991, S. 91) errechnet für die Schweiz, basierend auf der Auswertung von Stichproben, einen durchschnittlichen Flächenverbrauch durch neue Bauten und Anlagen bzw. flächenhafte Besiedlung von 1355 ha pro Jahr.

Hinzu kommen Veränderungsprozesse, die mit der Flurbereinigung einhergingen, wie Wegebau, wasserbauliche Maßnahmen, Drainage, Rodungen etc. So wurden z.B. allein in der Schweiz seit 1950 mehr als sechs Millionen Obstbäume gefällt (SCHWAR-

ZE & ZEH 1984) - größtenteils vom Staat subventioniert.

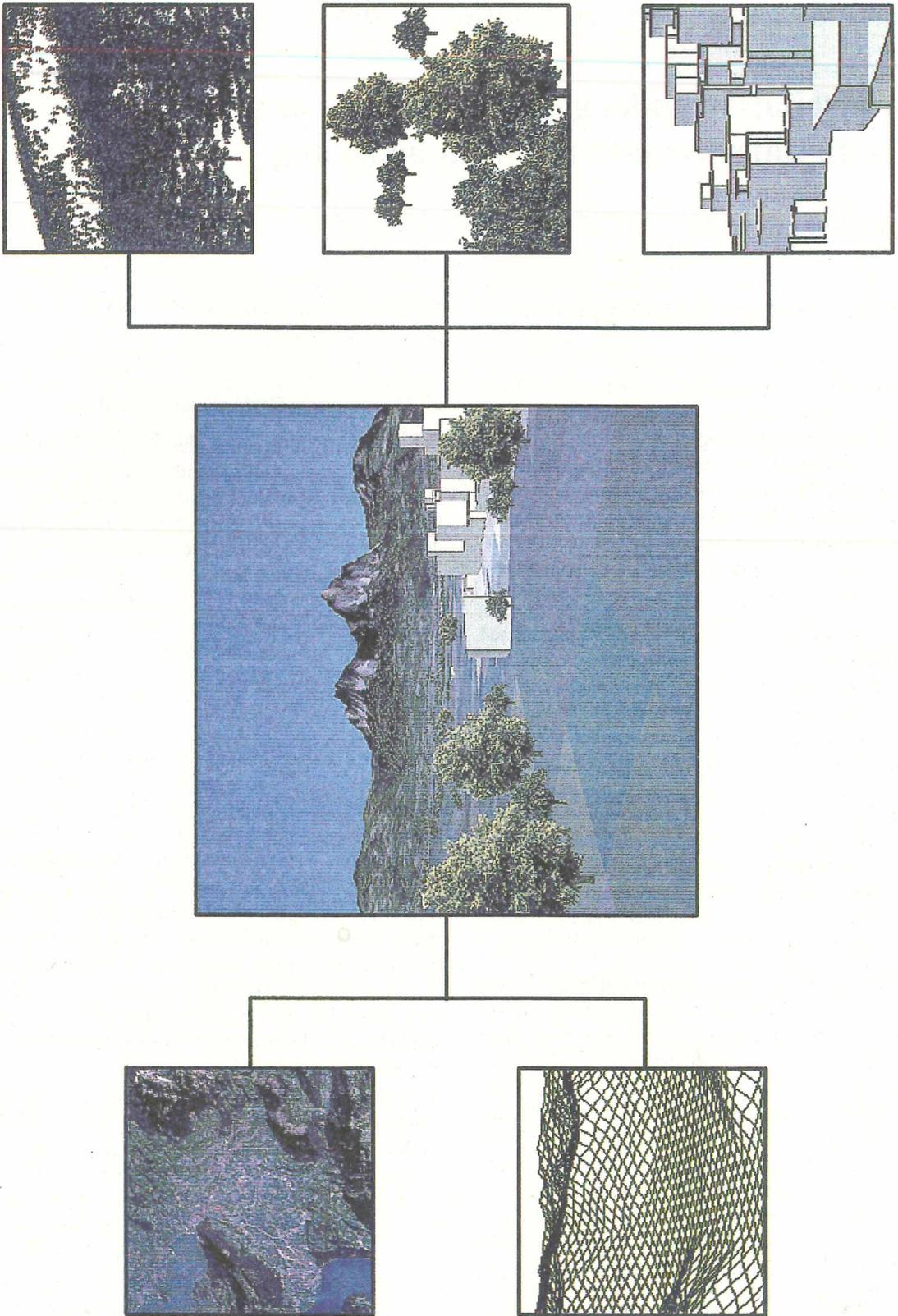
## 2 Computergestützte visuelle Simulation

In Anlehnung an die Definition von SHEPPARD (1989) kann die visuelle Simulation ganz allgemein als perspektivische oder dreidimensionale Darstellung eines Landschaftsausschnitts bezeichnet werden. Neben traditionellen Techniken wie dem Modellbau oder der Perspektivzeichnung, die schon seit Jahrhunderten bekannt sind, werden seit ein paar Jahren auch computergestützte Visualisierungstechniken in der Planung eingesetzt (z.B. KANEDA et al. 1989; GEYMAYER et al. 1991; HEHL-LANGE & LANGE 1993).

Mittels computergestützter visueller Simulation kann durch die Verbindung eines digitalen Geländemodells mit simulierten Objekten eine vollständig digitale Repräsentation der Landschaft erzielt werden. Bei der dynamischen Simulation (Begriff nach ZUBE 1987) ist es sogar möglich, über die dritte Dimension hinaus die Illusion der Bewegung im Raum zu erzeugen, und Animationen entweder Real-Time am Computer anzuschauen oder Frame-by-Frame auf Video aufzuzeichnen. Dynamische Simulationen können wegen der großen Rechenintensität nur auf einer sehr schnellen Hardware mit spezieller Visualisierungssoftware (siehe DANAHY 1991) durchgeführt werden.

Im vorliegenden Beispiel setzt sich die synthetische Landschaft zusammen aus einem digitalen Geländemodell, über das ein Satellitenbild gelegt wird, sowie aus Bäumen und Gebäuden, die durch das sogenannte Template Matching-Verfahren, auf deutsch "kartographische Mustererkennung", generiert werden.

Die Geländeoberfläche der gesamten Schweiz ist heute flächendeckend als sogenanntes RIMINI-Modell im 250m-Raster erfaßt. Wegen der relativ groben Maschenweite ist das Bundesamt für Landestopographie inzwischen daran, das sogenannte DHM25 (DHM = Digitales Höhenmodell) zu erstellen - ein aus der Landeskarte 1: 25000 abgeleitetes Höhenmodell, das sowohl als Basismodell in Form von vektorisierten Höhenkurven und Seekonturen sowie digitalisierten Einzelkoten erhältlich ist bzw. auch als daraus abgeleitetes Matrixmodell im 25m-Raster (RICKENBACHER 1992). Bisher sind diese Daten jedoch noch nicht flächendeckend für die



**Abbildung 1**

**Visuelle Simulation, Elemente des digitalen Modells der Landschaft: Satellitenbild, digitales Geländemodell DHM25, Wald, Einzelbäume, Gebäude**



**Abbildung 2**

**Blick vom Grossen Mythen (1899 m) auf den Talraum Brunnen/Schwyz: Reale Landschaft**



**Abbildung 3**

**Blick vom Grossen Mythen (1899 m) auf den Talraum Brunnen/Schwyz: Simulierte Landschaft**

ganze Schweiz verfügbar; allerdings ist bis auf wenige Bereiche des eigentlichen Alpenraums die Bearbeitung abgeschlossen.

Das digitale Geländemodell des weiteren Untersuchungsraums deckt bei einer Auflösung von 25m eine Fläche von 35km x 24km ab. Darüber kann durch Texture Mapping lagerichtig ein Satellitenbild positioniert werden. Das verwendete Landsat TM

Bild wurde hierfür von 30m Auflösung auf 25m Auflösung hochgerechnet.

Die genaue digitale Erfassung des Baumbestands auf der Grundlage der Topographischen Karte 1:25000 ist manuell eine äußerst aufwendige Arbeit. Mit Hilfe des Template Matchings, einer digitalen Bildverarbeitungstechnik, läßt sich dieser Prozeß automatisieren (STENGELE 1993). Hierfür dient

die digitale "Pixelkarte" des Bundesamts für Landestopographie als Datenquelle. Sämtliche Informationen einer analogen topographischen Karte sind auch in der digitalen Version enthalten. Um die gewünschte Information extrahieren zu können, müssen entsprechend der in der Karte verwendeten Signatur sogenannte "Templates" kreiert werden. Templates sind vordefinierte Muster mit bestimmten Charakteristika, auf deren Vorhandensein die Karte fast völlig automatisch überprüft wird. Im vorliegenden Beispiel liegt die Erkennungsrate bei ca. 95%.

3D-Objekte wie Bäume und Gebäude können in PolyTRIM (Visualisierungssoftware vom Centre for Landscape Research an der University of Toronto) direkt und weitgehend automatisch aus 2D-Daten erzeugt werden (HOINKES & LANGE 1995). Hierfür werden die durch das Template Matching-Verfahren gewonnenen 2D-Punktdaten der Bäume und die 2D-Vektoren der Gebäudeumrisse in das geographische Informationssystem ARC/INFO eingelesen. Dort werden die Daten mit einem Attribut versehen, das einen Punkt als Insertionspunkt für ein Baumpolygon bezeichnet bzw. in dem die Gebäudehöhe eingetragen wird. In PolyTRIM werden anschließend die eingelesenen ARC/INFO Daten, referenziert durch das geladene Geländemodell, auf die entsprechende Höhe gesetzt.

Die Baumdarstellung erfolgt zuerst in Form eines einfachen Polygons auf das durch Texture Mapping entsprechend des aus der digitalen Karte herausgelesenen Vegetationstypus die jeweilige Baumtextur aufgetragen wird. Eine solche Texture Map ist ein digitales Bild von z.B. 256 x 256 Pixeln, das repetitiv auf die Baumpolygone aufgetragen wird. Das Texture Mapping setzt voraus, daß durch Masking-Techniken das Bild des Baumes isoliert dargestellt wird. D.h. alle Farbpixel, die nicht zur eigentlichen Baumtextur gehören, wie z.B. der Hintergrund, vor dem der Baum steht, müssen in schwarze Pixel umgewandelt werden, um das Texture-Mapping durchführen zu können.

Die Texturen der einzelnen Bäume stehen jeweils repräsentativ für die Symbole, die vom Bundesamt für Landestopographie in einer Topographischen Karte verwendet werden. D.h. die Generalisierung der Karte findet sich auch in der simulierten Landschaft wieder.

Abb. 1 zeigt zur Verdeutlichung die für eine visuelle Simulation verwendeten Elemente des digitalen Modells der Landschaft: Satellitenbild, digitales Geländemodell DHM25, Wald, Einzelbäume, Gebäude. Am Beispiel des Blickes vom Großen Mythen (1899 m) auf den Talraum Brunnen/Schwyz sind in Abb. 2 und 3 eine reale und eine simulierte Landschaft gegenübergestellt.

### 3 Der Untersuchungsraum

Am konkreten Beispiel des Talraums Brunnen/Schwyz am Vierwaldstättersee soll über den Wandel seit den 50er Jahren hinaus versucht werden, aufzu-

zeigen, welche künftigen Entwicklungsrichtungen für den Untersuchungsraum von Bedeutung sein könnten.

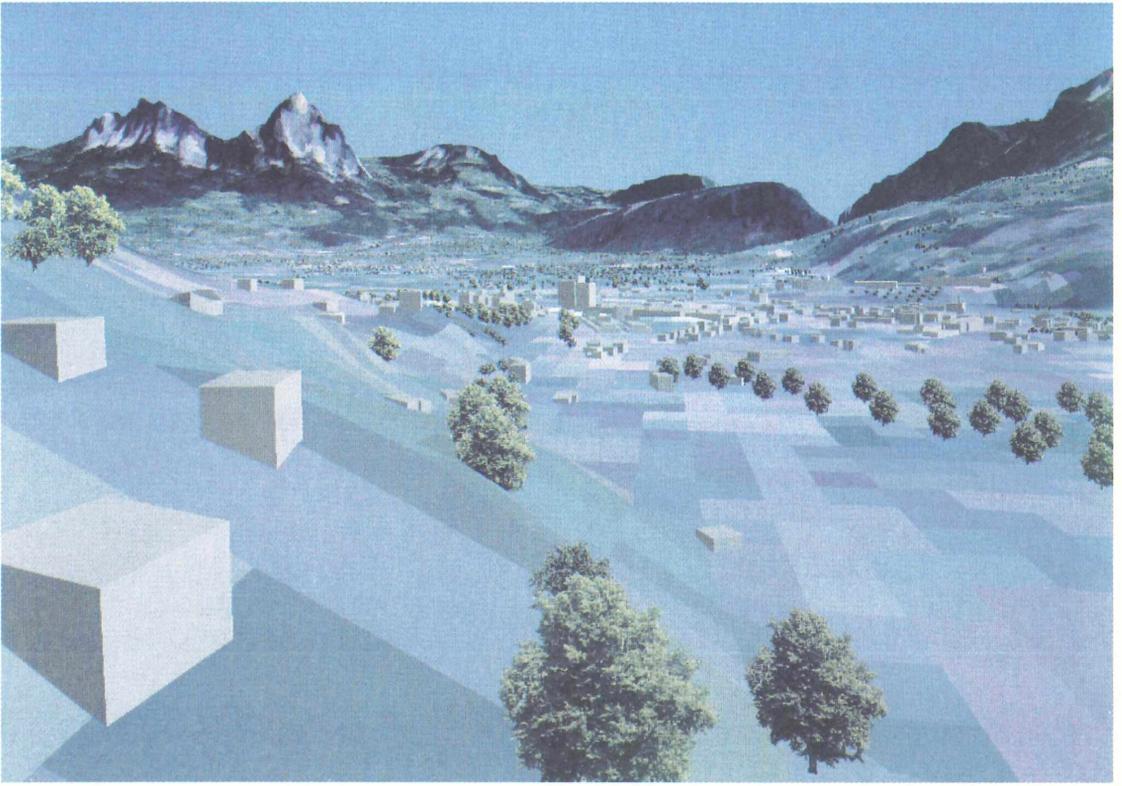
Vergleicht man Kartenausschnitte des Raums Brunnen/Schwyz in der Innerschweiz über einen längeren Zeitraum hinweg, so ist festzustellen, daß die Landschaft z.T. ganz erheblichen Veränderungen unterworfen war. Zwar erfüllte dieser Landesteil der Schweiz schon seit dem Mittelalter eine wichtige Transitfunktion zwischen Deutschland und Italien, doch bis zur Eröffnung der Axenstrasse im Jahr 1865 und zur Fertigstellung der Gotthardbahn im Jahr 1882 (GRIEDER 1981) war dafür keine aufwendige und raumbeanspruchende Infrastruktur nötig. Nicht zuletzt wegen der günstigen Lage, aber auch wegen der landschaftlichen Schönheit, kamen neben Künstlern und Gelehrten auch der europäische Hochadel, wie z.B. Königin Viktoria von England und Ludwig II. von Bayern (SCHOECK & SCHOECK 1991), an den Vierwaldstättersee. Noch um die Jahrhundertwende war Brunnen ein "klassischer" Urlaubsort der bürgerlichen Schicht. Dem Baedeker Reiseführer von 1905 zufolge handelte es sich bei Brunnen damals sogar um einen der meistbesuchtesten Orte in der Schweiz überhaupt.

Im Gegensatz zu anderen Gemeinden, die zur damaligen Zeit schon von touristischer Bedeutung waren wie z.B. Davos oder Grindelwald (siehe MESSERLI 1989) und ebenfalls ein starkes Siedlungswachstum zu verzeichnen hatten, spielt der Fremdenverkehr in Brunnen vergleichsweise keine große Rolle mehr. Mit der starken Siedlungsentwicklung seit ca. 1950 und dem Bau der Nationalstrasse N4 in den 70er Jahren beschränkt sich der Tourismus in Brunnen heutzutage fast nur noch auf seenahe Bereiche. Der übrige Talraum um Brunnen/Schwyz ist großteils ein Opfer der heutigen Mobilität geworden, durchzogen von einem Netz aus Bahnlinie und Straßen.

Abb. 4 und 5 zeigen einen computersimulierten Vergleich von Brunnen/Schwyz Ende der 50er Jahre und heute.

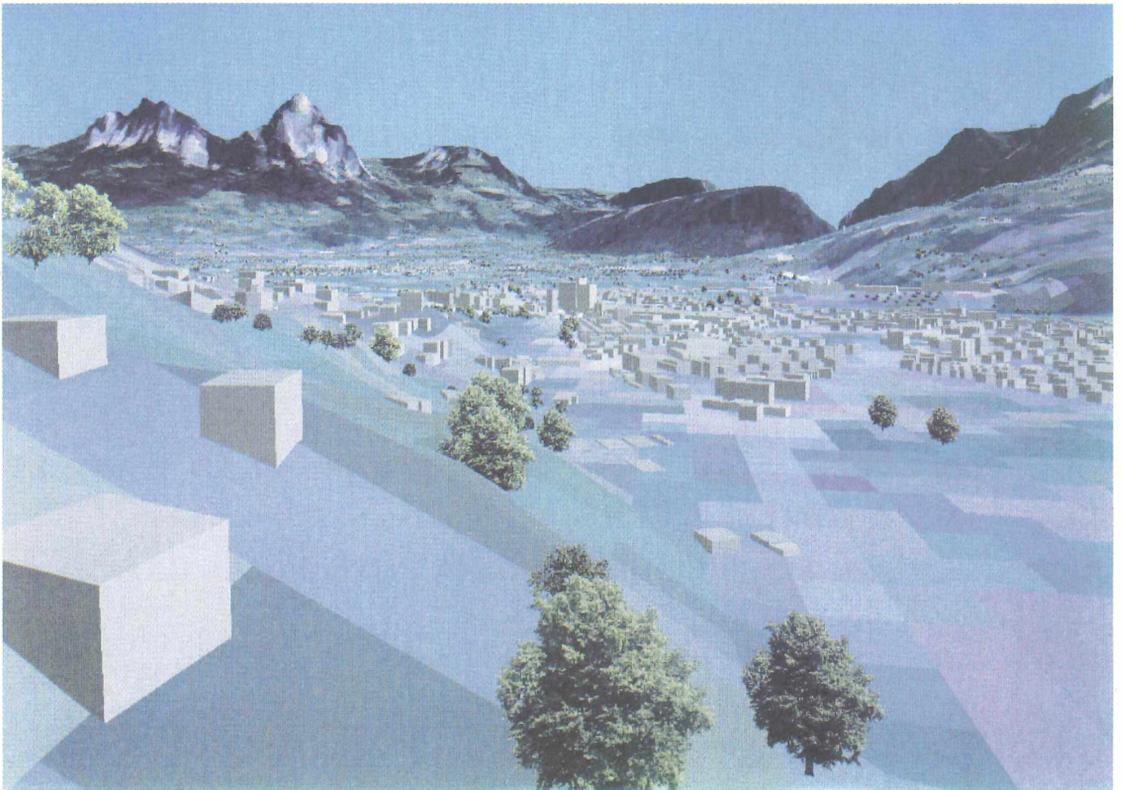
### 4 Mögliche zukünftige Veränderungen: Großräumig

Glaut man einer in Planerkreisen zu gewisser Berühmtheit gekommenen Studie über die zukünftige räumliche Entwicklung in Europa (BRUNET 1989), so läßt sich leicht feststellen, daß die Schweiz inmitten der bzw. einer prognostizierten europäischen Hauptentwicklungssachse ("Blue Banana") liegt, die sich von Südengland, Nordfrankreich, Belgien, dem Westen Deutschlands über die Schweiz nach Norditalien erstreckt. Die Schweiz, die politisch gesehen als einziges Land in Zentraleuropa nicht zur Europäischen Union gehört, liegt also wirtschaftlich gesehen ganz zentral in Europa. Wegen dieser zentralen Lage ist die Schweiz - speziell die Innerschweiz - ein klassisches Transitland, das unter dem stetig wachsenden Transitverkehr zu leiden hat. Bis zum Jahr 2010 wird sogar von ungefähr einer Verdoppe-



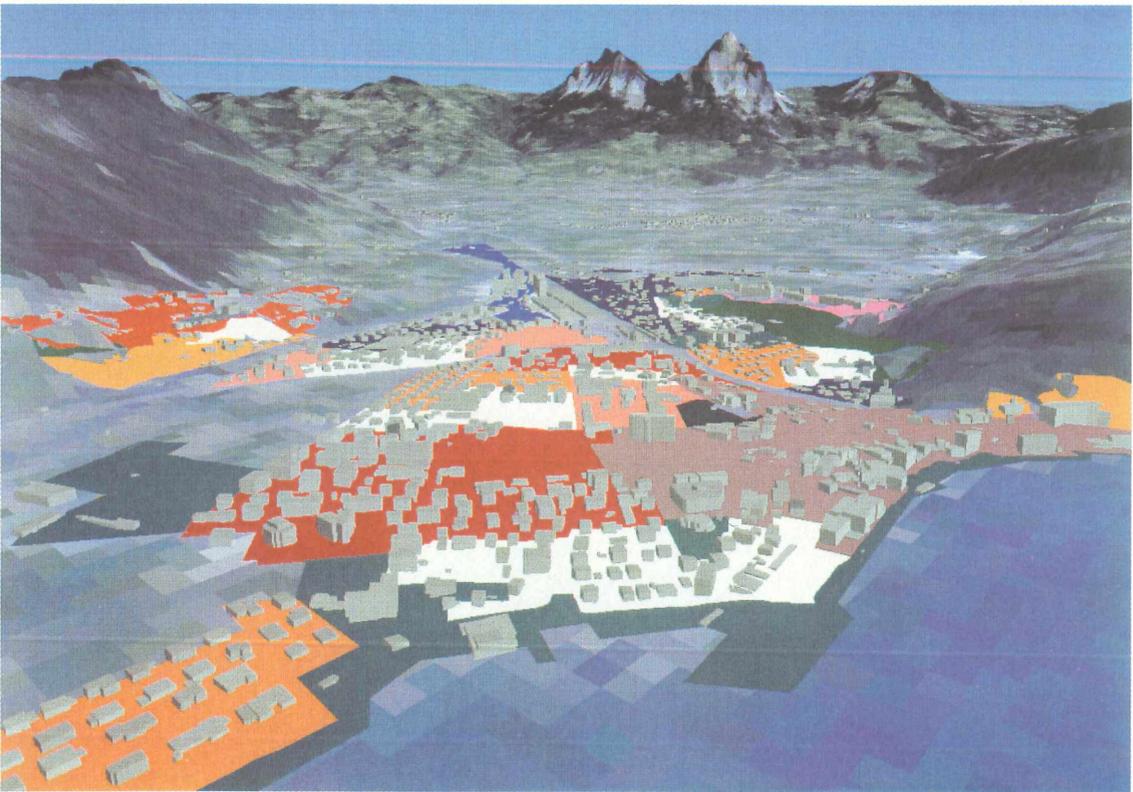
**Abbildung 4**

**Brunnen/Schwyz Ende der 50er Jahre**



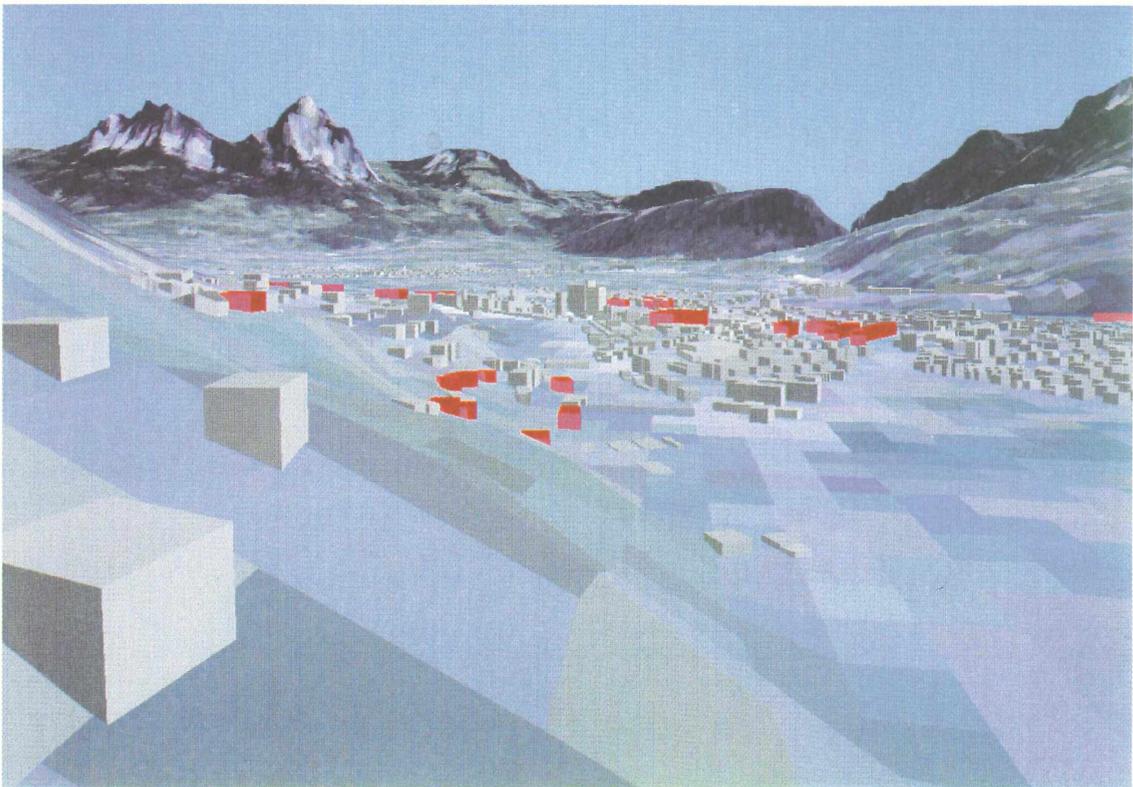
**Abbildung 5**

**Brunnen/Schwyz heute**



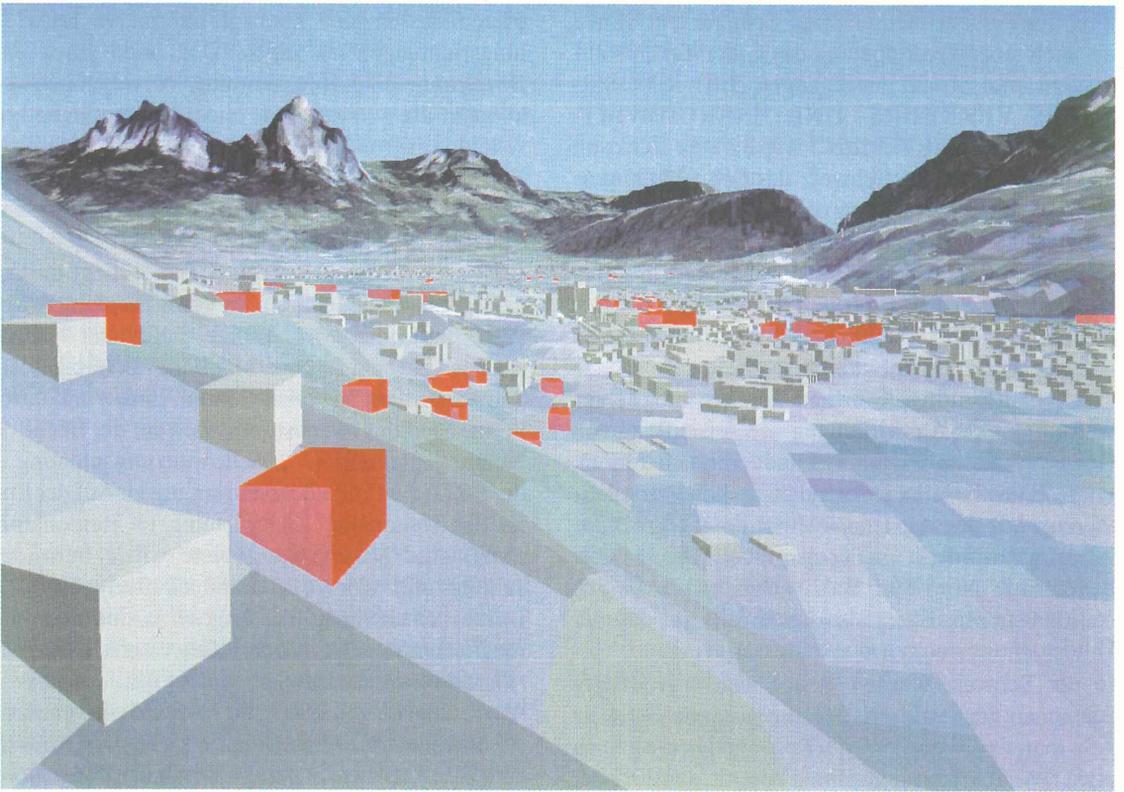
**Abbildung 6**

**Ist-Zustand mit Nutzungsplanung: Relativ viele Baulücken, die zukünftig bebaut werden könnten**



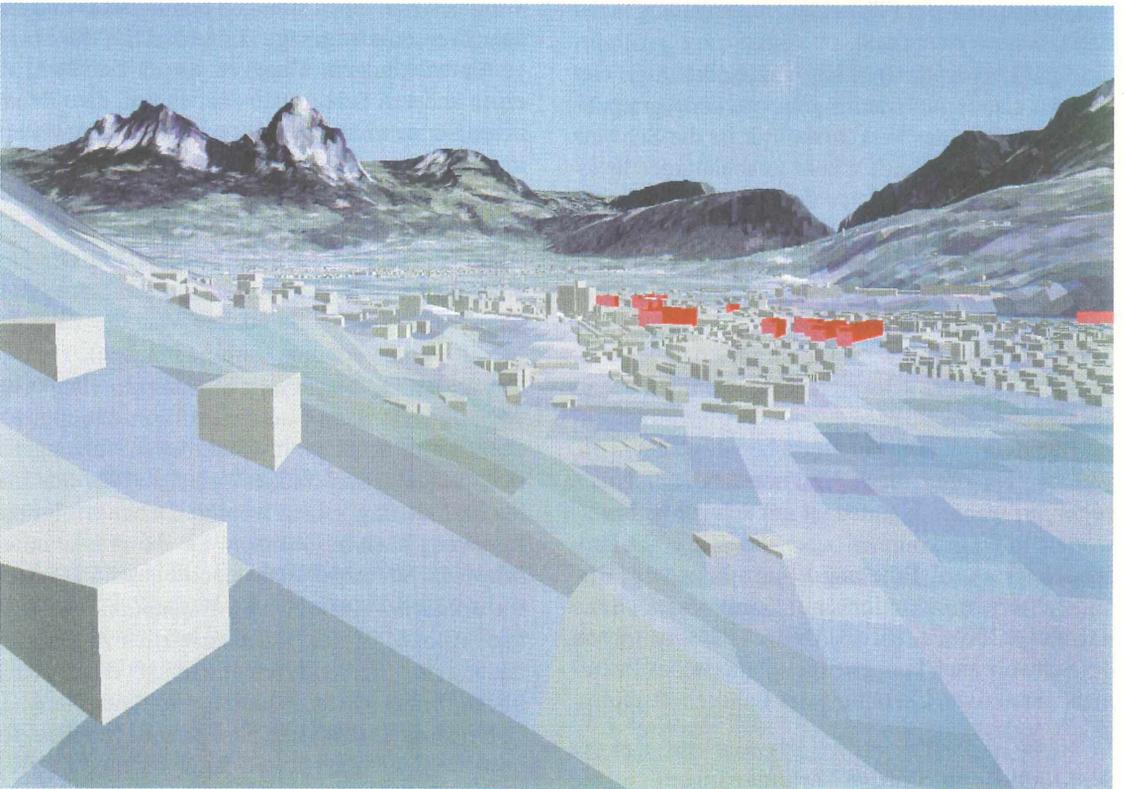
**Abbildung 7**

**Szenario "Umsetzung Nutzungsplanung"**



**Abbildung 8**

**Szenario "Aufweichung Raumplanungsgesetz"**



**Abbildung 9**

**Szenario "Innere Verdichtung"**

lung des Personenverkehrs auf Schiene und Straße als auch einer Verdoppelung des Güterverkehrs auf Schiene und Straße ausgegangen (EIDGENÖSSISCHES VERKEHRS- UND ENERGIEWIRTSCHAFTSDEPARTEMENT 1992). Als Reaktion darauf wird von der Schweiz das Schnellbahnprojekt "AlpTransit" verfolgt, das weitestgehend in einem Tunnel von Arth-Goldau durch das Untersuchungsgebiet bis in den Süden nach Lugano verläuft.

Neben den direkt sichtbaren Auswirkungen, die solch ein Großprojekt während der Bauphase zwangsläufig mit sich bringt, könnten möglicherweise indirekte Auswirkungen wie Ansiedlung von Gewerbe etc. zu weiterem Landverbrauch führen. Diese Hypothese ist jedoch dahingehend zu relativieren, daß der AlpTransit zwar ein bedeutendes Infrastrukturprojekt ist, doch gibt es bereits eine bedeutende Nord-Süd Bahnverbindung und eine Nationalstrasse. Es ist also keinesfalls so, daß der Untersuchungsraum neu erschlossen wird.

In der Schweiz wurden bisher relativ großzügig Bauzonen ausgewiesen. Für die gesamte Schweiz geht man davon aus, daß die Bauzonen heute erst zu etwa 50% überbaut sind. Hinzu kommt, daß 30% der besiedelten Fläche außerhalb der Bauzone liegen (GABATHULER et al. 1990). Die Werte für die Überbauung der Bauzonen dürften im Untersuchungsraum etwas höher sein als im Landesdurchschnitt. Dennoch werden mit großer Wahrscheinlichkeit diese Flächen für einen relativ langen Zeitraum ausreichen, ohne die bestehende Nutzungsplanung (entspricht der Flächennutzungsplanung in der BRD) ändern zu müssen.

Eine entscheidende Wirkung auf die künftige Gestalt des Landschaftsraums geht von der Agrarpolitik aus. Wie in der Verkehrspolitik ist die Schweiz auch in der Agrarpolitik kein unabhängiger Inselstaat. Mit dem Inkrafttreten des WTO-Abkommens (vormals GATT) im Juli 1995 ist abzusehen, daß die bisher äußerst massiv subventionierte Landwirtschaft zukünftig vermehrt einem stärkeren ökonomischen Druck ausgesetzt sein wird. Es kann daher davon ausgegangen werden, daß im Zuge der Umstrukturierung der schweizerischen Landwirtschaft aus Rentabilitätsgründen vermutlich eine große Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe stillgelegt wird. Welcher Nutzung diese "frei"werdenden Flächen zugeführt werden könnten ist nur schwer zu beantworten. In Frage kommen beispielsweise Wald, Brache, Naturschutz, Erholung / Freizeitnutzung. Bisher fehlen hierzu nicht nur Zielvorstellungen (BUND SCHWEIZER PLANER 1994), es gibt in der Schweiz auch kein griffiges planerisches Instrument zur aktiven Gestaltung des Landschaftsraums.

## 5 Mögliche zukünftige Veränderungen: Lokal

Mit Hilfe von Szenarien, die sich in dieser Phase der Studie auf die Darstellung eines Spektrums von möglichen Veränderungen in der Bebauung konzen-

trieren, lassen sich künftige alternative Entwicklungsrichtungen aufzeigen. D.h. ohne durch eine Bewertung eine Entscheidung vorwegzunehmen, könnten die Szenarien als leicht verständliche Entscheidungsgrundlage für die künftige räumliche Entwicklung herangezogen werden. Szenarien stehen im Gegensatz zur Prognose, die nach der wahrscheinlichsten künftigen Entwicklung fragt.

Den hier vorgestellten drei Szenarien liegt die Annahme zugrunde, daß ein weiteres Siedlungswachstum stattfinden wird. Einige mehr oder weniger strenge - bis nahezu unverbindliche - Schutzgebietskategorien werden berücksichtigt. Einem unkontrollierten Siedlungswachstum stehen auf der Ebene der Nutzungsplanung (= Flächennutzungsplanung in der BRD) die Freihaltezonen entgegen. Auf der Ebene der kantonalen Richtplanung (= Regionalplanung) sind Naturschutzgebiete sowie besonders schöne und wertvolle Landschaften geschützt. Durch verschiedene Bundesgesetze sind desweiteren Flachmoore/Hochmoore, Gewässerschutzgebiete / Grundwasserschutzzonen, Fruchtfolgeflächen, Wald sowie Gebiete geschützt, die im Bundesinventar der schützenswerten Landschaften (BLN) enthalten sind. Wird all dies im geographischen Informationssystem überlagert, ergibt sich daraus eine Fläche, die fast den gesamten Talraum Brunnen/Schwyz beinhaltet (zu einem ähnlichen Resultat bezüglich der Handlungsspielräume im Bündner Rheintal kommen BÄCHTOLD et al. 1995). Nur Kategorien wie z.B. Freihaltezonen, Naturschutzgebiete, Flachmoore/Hochmoore, Grundwasserschutzzonen und Wald besitzen einen strengen Schutzstatus und sind daher vereinfacht gesagt "Tabubereiche" für künftige Entwicklungen. Dagegen ist in Gebieten, die einen anderen Schutzstatus aufweisen, eine Bebauung unter gewissen Voraussetzungen ohne weiteres möglich. So z.B. im sogenannten "BLN-Gebiet", das einen weit geringeren Schutzstatus aufweist als ein Landschaftsschutzgebiet der BRD.

Abbildung 6 zeigt den Ist-Zustand mit der Nutzungsplanung des Talraums Brunnen/Schwyz: Es liegen relativ viele Baulücken vor, die zukünftig bebaut werden könnten (farbige Flächen).

Das Szenario "Umsetzung Nutzungsplanung" (vgl. Abb. 7) sieht darauf aufbauend vor, daß alle Flächen, die als bebaubar in der aktuellen Nutzungsplanung ausgewiesen sind, entsprechend der maximalen Ausnutzung bebaut werden. Daher erfolgt eine Bebauung auch in Gebieten, die durch eine relativ schwache Schutzgebietskategorie geschützt sind.

Im Szenario "Aufweichung Raumplanungsgesetz" (vgl. Abb. 8) ist das Bauen zusätzlich zu einer Bebauung im Siedlungsgebiet, gemäß einer augenblicklich diskutierten Änderung des Raumplanungsgesetzes, auch außerhalb der Bauzone möglich. Danach wäre es in der Landwirtschaftszone möglich, die nicht mehr für die Landwirtschaft benötigten Gebäude zur Erzielung eines Ergänzungseinkommens für Gewerbe und Wohnen zu nutzen bzw. weitere Gebäude zu erstellen (RODEWALD 1994). Damit wäre eines der Hauptziele der Raumplanung,

nämlich die Trennung zwischen Siedlungs- und Nichtsiedlungsgebiet, in Frage gestellt.

Gemäß dem Szenario *"Innere Verdichtung"* (Konzentration) (vgl. Abb. 9) soll versucht werden, das bebaute Gebiet räumlich zu konzentrieren und eventuell auch höhere Ausnutzungsziffern zuzulassen. Bisher nicht bebaute Flächen sollen geschont werden. Diejenigen Gebiete, die nur einen sehr schwachen Schutzstatus aufweisen, werden nicht bebaut. Falls bestimmte Bereiche wieder aus der Nutzungsplanung herausgenommen werden, wäre dies je nach Erschließungsgrad u.U. jedoch mit Entschädigungszahlungen an die Grundstückseigentümer verbunden.

## 6 Schlußfolgerungen

Die Landschaft ist einem steten Wandel unterworfen. Speziell manche Bereiche der Alpen haben stark unter einem Qualitätsverlust als Lebensraum zu leiden, was in direkter Relation zum Anstieg des Transitverkehrs steht. Es handelt sich dabei nicht unbedingt um eine lineare Entwicklung, die sich durch einfache Extrapolation unter Berücksichtigung der Entwicklung in der Vergangenheit in die Zukunft projizieren läßt. Ohne sich ausschließlich auf eine einzige Entwicklungsrichtung festlegen zu müssen, läßt sich durch Szenarien ein gewisses Spektrum an Optionen aufzeigen, wie das Erscheinungsbild der Landschaft künftig aussehen könnte. Trotz der deutlichen Unterschiede in den drei Szenarien, stellt jeder dieser skizzierten Wege eine mögliche zukünftige Entwicklung dar.

Durch das Aufzeigen von Alternativen wird eine gemeinsame Diskussionsgrundlage geschaffen. Die Visualisierungen können so den Entscheidungsprozeß unterstützen, indem sie den Dialog zwischen den Planern und den betroffenen Bürgern fördern. Voraussetzung für einen effizienten Einsatz ist allerdings, daß die visuelle Simulation frühzeitig in den Planungsprozeß integriert wird. Dies erscheint besonders sinnvoll auf der Ebene der Nutzungsplanung, da dort die Bürgerbeteiligung fest verankert ist.

Basierend auf einer in der Komplexität reduzierten Darstellung lassen sich mit Hilfe der computergestützten visuellen Simulation verschiedene Phasen der räumlichen Entwicklung der Landschaft vergleichen - sowohl retrospektiv als auch prospektiv. Innerhalb dieser synthetischen Landschaft kann sich der Betrachter völlig frei bewegen, ohne auf einen bestimmten vorgegebenen Standpunkt festgelegt zu sein. Dies fördert ein besseres Verständnis für räumliche Zusammenhänge. Obwohl der Modellierungsprozeß schon bis zu einem gewissen Grad automatisiert werden kann, ist die Visualisierung größerer Städte (vgl. GRUBER et al. 1995) oder ganzer Landschaften (vgl. LANGE 1994) heute noch mit einem gewissen technischen und zeitlichen Aufwand verbunden. Gerade raumrelevante Disziplinen wie z.B. die Landschaftsplanung und die Raumplanung sollten sich in der Darstellung ihrer Ziele nicht auf zwei

Dimensionen beschränken - die reale Welt ist dreidimensional.

## Zusammenfassung

Die Landschaft besteht nicht nur aus statischen Formen und Strukturen. Sie ist vor allem auch durch eine starke Dynamik geprägt. Gerade in den letzten Jahrzehnten hat sich die Landschaft jedoch schneller verändert als jemals zuvor. Dennoch sind einzelne Veränderungen über einen kurzen Zeitraum betrachtet oft nur schwer erkennbar.

Die computergestützte visuelle Simulation ist ein in der Darstellungsart gemeinsamer Nenner, auf dessen Basis die Vergangenheit, die Gegenwart und die Zukunft vergleichbar nebeneinander gestellt werden können. So können nicht nur scheinbar schleichende Veränderungen der Vergangenheit, sondern auch mögliche Veränderungen der Zukunft in Form von Szenarien aufgezeigt und durch die "Zeitraffer"-Darstellung drastisch vor Augen geführt werden.

## Anmerkung

Kartengrundlage und Höhenmodell DHM25: © Bundesamt für Landestopographie (D - 2310)

## Literatur

BÄCHTOLD, H.-G.; GFELLER, M.; KIAS, U.; SAUTER, J.; SCHILTER, R. & SCHMID, W.A. (1995): Grundzüge der ökologischen Planung. Methoden und Ergebnisse dargestellt an der Fallstudie Bündner Rheintal. - ETH Zürich, ORL-Bericht 89.

BRUNET, R. (1989): Les villes "européennes": Rapport pour la DATAR. La Documentation Française. - Paris, 79 S.

BUND SCHWEIZER PLANER (1994): Revision RPG. Überlegungen zur Vernehmlassung. - Informations-Faltblatt.

DANAHY, J. (1990): Irises in the Landscape. - in: MCCULLOUGH, M.; MITCHELL, W. & PURCELL, P. (eds.): The Electronic Design Studio, MIT Press, Cambridge, Mass., S. 363-376.

EIDGENÖSSISCHES VERKEHRS- UND ENERGIEWIRTSCHAFTSDEPARTEMENT (1992): NEAT: Die Neue Eisenbahn-Alpentransversale. - Bern, 16 S.

EWALD, K. (1978): Der Landschaftswandel: Zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften im 20. Jahrhundert. - Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, Berichte Nr. 191.

FRANZ, H. (1979): Ökologie der Hochgebirge. - Ulmer, Stuttgart, 495 S.

GABATHULER, C.; DE TOMMASI, R.; SCHWEIZER, M.; HOENKE, M. & WÜEST, H. (1990): Siedlungsbegrenzung Schweiz - Möglichkeiten und Grenzen einer Siedlungsentwicklung nach innen. - NFP "Boden", Liebefeld - Bern, 169 S.

- GEYMAYER, B.; PRANTL, M.; MÜLLER-SEELICH, H. & TABATABAI, B. (1991):  
Animation of Landscapes Using Satellite Imagery. - Proc. Eurographics 91, POST, F.H. & BARTH, W. (eds.), Elsevier, North-Holland, S. 437-446.
- GRIEDER, K. (1981):  
100 Jahre Gotthardbahn (1882-1982): Von der Pionier zur Neuzeit. - Schaffhausen, Meier, 76 S.
- GRUBER, M.; MEISSL, S. & BÖHM, R. (1995):  
Das dreidimensionale digitale Stadtmodell Wien. Erfahrungen aus einer Vorstudie. - VGI, 1 + 2, S. 29-36.
- HEHL-LANGE, S. & LANGE, E. (1993):  
Landschaft heute Landschaft morgen? Computergestützte visuelle Simulation in der Umweltverträglichkeitsprüfung. - in: KOHLER, A. & BÖCKER, R. (Hrsg.): Die Zukunft der Kulturlandschaft, Weikersheim, Margraf, S. 187-194.
- HOINKES, R. & LANGE, E. (1995):  
3D for free. Toolkit expands visual dimensions in GIS. - GIS World Vol.8, No.7, S. 54-56.
- KANEDA, K.; KATO, F.; NAKAMAE, E.; NISHITA, T.; TANAKA, H. & NOGUCHI, T. (1989):  
Three Dimensional Terrain Modelling and Display for Environmental Assessment. - SIGGRAPH 89, Computer Graphics 23, 3, S. 207-214.
- KOEPPEL, H.-D. (1991):  
Landschaft unter Druck. - Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt f. Umwelt, Wald u. Landschaft, Bern, 154 S.
- LANDOLT, E. (1982):  
Geschützte Pflanzen in der Schweiz. 3. Aufl., SBN, Basel, 215 S.
- LANGE, E. (1994):  
Integration of computerized visual Simulation and visual Assessment in environmental Planning. - Landscape and Urban Planning 30, S. 99 -112.
- MESSERLI, P. (1989):  
Mensch und Natur im alpinen Lebensraum: Risiken, Chancen, Perspektiven. - Haupt, Stuttgart, 368 S.
- PLACHTER, H. (1991):  
Naturschutz. UTB 1563. G. Fischer Verlag, Stuttgart, 463 S.
- RICKENBACHER, M. (1992):  
Das digitale Höhenmodell DHM25 und seine möglichen Anwendungen in der amtlichen Vermessung. - VPK, 12, S. 735-737.
- RODEWALD, R. (1994):  
Öffnung für das Bauen im Landwirtschaftsgebiet - ein Bumerang für alle? - Schweiz. Stiftung f. Landschaftsschutz, Bern, 25 S.
- SCHOECK, E. & SCHOECK, G. (1991):  
Der Urnersee im Wandel der Zeit: Malerei, Grafik, Text. Katalog zur gleichnamigen Ausstellung vom 7.-28. Juli 1991 im Seehotel Waldstätterhof in Brunnen Schwyz. - Schwyzer Hefte, 52, 48 S.
- SCHWARZE, M. & ZEH, W. (1984):  
Landschaft und natürliche Lebensgrundlagen. Anregungen für die Ortsplanung. - Bundesamt für Raumplanung, Bundesamt für Forstwesen, Bern, 81 S.
- SHEPPARD, S. R. J. (1989):  
Visual simulation, a user's guide for architects, engineers, and planners. - New York, Van Nostrand Reinhold, 215 S.
- STENGELE, R. (1993):  
Kartographische Mustererkennung durch Template Matching. ETH Zürich, Berichte d. Inst. f. Geodäsie und Photogrammetrie, Nr. 230.
- ZUBE, E. H.; SIMCOX, D.E. & LAW, C.S. (1987):  
Perceptual Landscape Simulations: History and Prospect. - Landscape Journal, Vol. 6, No. 1, S. 62-80.

**Anschrift des Verfassers:**

Dipl.-Ing. Eckart Lange  
Institut für Orts-, Regional- und Landesplanung der ETH Zürich  
ETH-Hönggerberg  
CH-8093 Zürich

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [4\\_1995](#)

Autor(en)/Author(s): Lange Eckart

Artikel/Article: [Landschaftswandel gestern - heute - morgen: Ein digitaler Ansatz zur Visualisierung 111-120](#)