Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 99 (2001)

Heft: 7

Artikel: Lawinenschutz und Landschaftsbild : Beurteilung der Auswirkungen alternativer Massnahmen mit Hilfe der 3D-Visualisierung

Autor: Boesch, Matthias / Tribelhorn, Christian / Lange, Eckart

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-235800

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Lawinenschutz und Landschaftsbild: Beurteilung der Auswirkungen alternativer Massnahmen mit Hilfe der 3D-Visualisierung

M. Boesch, Ch. Tribelhorn, E. Lange

Der Lawinenschutz ist eine wichtige Voraussetzung für die Nutzung des Alpenraums durch den Menschen. Bisher stehen bei Lawinenschutzprojekten Fragen der technischen Wirksamkeit und der Wirtschaftlichkeit im Vordergrund. Technische Lawinenschutzmassnahmen wie der Bau eines Lawinenleitdammes stellen jedoch potenziell einen massiven Eingriff in die Landschaft dar, da es sich stets um grosse und auffällige Bauwerke handelt. Sich aufgrund von Plänen die möglichen Auswirkungen auf das Landschaftsbild vorzustellen, ist äusserst schwierig. In dieser Arbeit wird daher die Technik der 3D-Visualisierung eingesetzt, um die Landschaftsveränderungen, die sich durch den Bau eines Lawinenleitdammes ergeben, aufzuzeigen. Am Beispiel eines geplanten Lawinenleitdammes in Reckingen im Wallis werden verschiedene Projektvarianten visualisiert. Die digitalen 3D-Visualisierungen werden anschliessend dazu verwendet, mittels einer Umfrage zu beurteilen, wie der Landschaftseingriff von der Lokalbevölkerung und von Ortsfremden empfunden wird.

La protection contre les avalanches est une condition importante pour l'utilisation de la région alpestre par l'homme. Jusqu'à présent, dans les projets de protection contre les avalanches, des questions de l'efficacité technique et de la rentabilité prévalaient. Les mesures techniques de protection contre les avalanches tels que la construction de digues permettant de conduire les avalanches représentent cependant un impact massif sur le paysage car il s'agit toujours d'ouvrages très grands et voyants. Il est très difficile de se représenter, sur la base de plans, les effets possibles sur l'image du paysage. C'est pourquoi dans ce travail, la technique de la visualisation 3D est utilisée afin de démontrer les modifications du paysage inhérents à la construction d'une digue de conduite des avalanches. A l'aide de la digue de conduite à Reckingen, en Valais, plusieurs variantes de projets sont visualisées. Enfin, les visualisations digitales 3D sont utilisées afin de savoir, sur la base d'une enquête, comment la population locale et des personnes étrangères ressentent l'impact sur le paysage.

La protezione dalle valanghe è un presupposto essenziale per lo sfruttamento dell'area alpina da parte dell'uomo. Finora i progetti dei ripari contro le valanghe mettevano prevalentemente l'accento su questioni legate all'efficienza e alla redditività tecnica. Tuttavia, le misure di protezione dalle valanghe – come la costruzione di una diga convogliatrice – comportano un ingente intervento sul paesaggio, vista l'entità dell'opera. Partendo dalla planimetria è estremamente difficile immaginarsi l'impatto sul paesaggio. Per questo motivo, si ricorre alla visualizzazione tridimensionale per illustrare gli impatti paesaggistici risultanti dall'erezione di una diga convogliatrice di valanghe. Partendo dalla costruzione di un'opera di questo genere a Reckingen in Vallese sono state visualizzate diverse varianti del progetto. Le visualizzazioni 3D digitali sono state successivamente utilizzate, tramite un sondaggio, per valutare la percezione della popolazione locale e di persone esterne in relazione all'impatto paesaggistico.

Ausgangslage

Der Alpenraum wird heute sehr intensiv genutzt. Das erklärte Ziel der Schweizerischen Raumordnungspolitik ist es, die ganzjährige Besiedlung des Berggebietes zu ermöglichen (BRP 1996). Das teilweise dramatische Ausmass der Lawinenereignisse der vergangenen Winter hat deutlich gemacht, dass Massnahmen des Lawinenschutzes von zentraler Bedeutung für die Minimierung der Naturgefahren sind. Bei Projekten technischer Lawinenschutzmassnahmen stehen bisher primär Fragen der technischen Wirksamkeit und der Wirtschaftlichkeit im Vordergrund. Erstaunlicherweise spielt die Beurteilung der visuellen Auswirkungen in diesem Zusammenhang nur eine sehr marginale Rolle, obwohl gerade eine intakte Landschaft einen wesentlichen Stützpfeiler für den Tourismus in den Alpen darstellt.

Am Beispiel des geplanten Lawinenleitdamms für die Löuwene-Lawine in Reckingen im Wallis (Situation s. Abb. 1 und 2) wird die Technik der 3D-Visualisierung eingesetzt, um den Einfluss eines solchen Bauwerkes auf das Landschaftsbild im Voraus aufzeigen und beurteilen zu können. Es handelt sich dabei um einen 350 m langen und 6 m hohen Leitdamm, der den nordöstlichen Teil des Dorfes Reckingen schützen soll. Exakte Detail- und Ausführungspläne lagen zu diesem frühen Zeitpunkt in der Planung noch nicht vor.

3D-Visualisierung

Die 3D-Visualisierung erfolgte mit dem am Centre for Landscape Research an der University of Toronto entwickelten Programm PolyTRIM. Durch die Integration der vier Komponenten Geländemodell, Orthophoto, Gebäude und Vegetationsobjekte lässt sich ein virtuelles Landschaftsmodell erzeugen. Für die effiziente Generierung dieser Komponenten soll-

Abb. 1: Reckingen mit Weiler Löwwigadme (Bildmitte).

Abb. 2: Auslaufgebiet der Löuwene-Lawine.

ten die Datengrundlagen möglichst digital vorliegen.

Das Geländemodell baut auf dem DHM25 des Bundesamtes für Landestopographie auf. Es handelt sich um ein DHM mit 25 m Rasterweite, das durch Digitalisieren der Höhenkurven der Landeskarten 1:25 000 entstanden ist. Die Genauigkeit im Alpenraum wird mit 5 bis 8 m angegeben (L+T 2001).

Für den eigentlichen Bereich des geplanten Projekts und der untersuchten Varianten reicht die Genauigkeit des DHM25 nicht aus. Ergänzend dazu wurde daher aus den Höhenkurven des Übersichtsplanes 1:5000, die in einer Äquidistanz von 10 m vorliegen, ein Raster-DHM mit einer Maschenweite von 5 m gerechnet.

Über das modellierte Terrain können anschliessend digitale Bilddaten, die in Orthoprojektion vorliegen müssen, gelegt werden.

In der Umgebungszone wurde ein LANDSAT TM-Satellitenbild mit einer von 30 m auf 25 m hochgerechneten Auflösung verwendet. Im eigentlichen Untersuchungsbereich wurde ein Orthophoto (Swissphoto) mit einer Auflösung von 1 m und einer Lagegenauigkeit von 1–3 m verwendet (Swissphoto 2001).

PolyTRIM kann über eine Schnittstelle zum ARC/INFO–Export-Format aus der Grundfläche eines Hauses und der Information über die Gebäudehöhe automatisch ein einfaches Massenmodell mit Dächern erzeugen. Für eine möglichst lagegenaue Erfassung der Gebäudegrundrisse sollten zusätzlich zum Übersichtsplan die Grundbuchpläne verwendet werden.

Der Realitätsgrad der einfachen Geometrien der Baukörper kann durch das Applizieren von Gebäudetexturen stark gesteigert werden (Lange 1999). Für die Mehrzahl der im Modell enthaltenen Gebäude wurde, im Sinne einer geotypischen Textur (s. Suter 1997), das Bild eines typischen Walliser Wohnhauses verwendet. Nur für die sich direkt am geplanten Lawinenleitdamm befindende Häusergruppe Löwwigadme wurde eine vor Ort aufgenommene Textur eines typischen Stadels verwendet.

Das Schwierigste und Aufwändigste an einem dreidimensionalen Landschaftsmodell ist die Realisierung von Vegetationselementen. Diese sind in der Natur geprägt von enormer Vielfalt, von scheinbar zufälliger Anordnung und von komplizierten, unregelmässigen Formen. Hervorragende Beispiele der Visualisierung von Vegetation finden sich bei Deussen et al. (1998), Prusinkiewicz und Lindenmayer (1996) oder auch bei Greenworks (2001).

In PolyTRIM wird ein graphisch effizienter Ansatz verfolgt. Auf eine quadratische, senkrecht stehende Scheibe wird das Photo eines Baumes als Textur gelegt. Dieses sogenannte Billboard ist drehbar und richtet sich immer frontal zum Betrachter aus. Die Darstellung grösserer Vegetationsbestände erfolgt in PolyTRIM automatisch durch das Einlesen von ARC/INFO covers (s. Hoinkes und Lange 1995). Abschliessend kann die virtuelle Landschaft in Form von Einzelbildern, Filmsequenzen oder auch in Echtzeitnavigation präsentiert werden.

Grenzen der 3D-Visualisierung

In den vergangenen Jahren hat sich eine enorme Entwicklung in der 3D-Visualisierung hinsichtlich des Realitätsgrads in der Landschaftsvisualisierung abgespielt (vgl. Lange 1999). Der Grad der Realitätsnähe kann aber nicht beliebig gesteigert werden, denn die Vielfalt, die Komplexität, und der Detailreichtum der Natur sind beinahe unerschöpflich (vgl. Mandelbrot 1983). Die photorealistische Modellierung einer Wiese bedingt beispielsweise,

dass nahezu jeder einzelne Grashalm modelliert werden muss (vgl. Deussen et al. 1998).
Besondere Schwierigkeiten treten bei der Visualisierung der Dynamik der Natur auf. Hierzu sind vor allem jahreszeitliche Veränderungen, die Darstellung von Menschen und Tieren, rasch wechselnde atmosphärische Stimmungen aber auch verschiedene Zustandsformen des Wassers zu zählen.

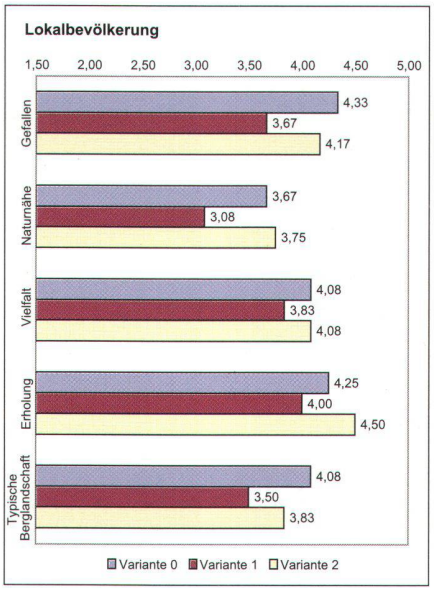
Variantenstudium

Wenn einmal das virtuelle Landschaftsmodell erstellt ist, können mit verhältnismässig geringem Aufwand alternative Gestaltungsvarianten in das Modell integriert werden.
Für die Beurteilung des Projekts wurden drei Varianten erarbeitet:

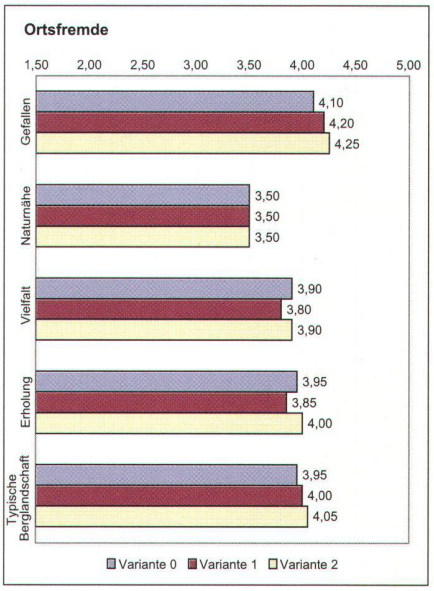
Ist-Zustand (Variante 0):
Der Ausgangszustand dient als Referenzgrösse für die beiden anderen Varianten.

Klassischer Leitdamm (Variante 1):
Diese Variante ist im Sinne einer typischen Gestaltung eines Leitdammes ausgeführt. Sie ist gekennzeichnet durch gerade Linienführung, gleichbleibendes Normalprofil und durch monotone Bepflanzung der Böschung mit Gras.

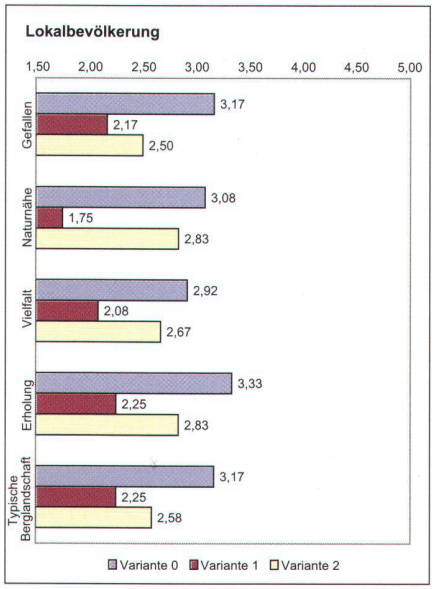
Bepflanzter Leitdamm (Variante 2):
In der Variante 2 soll aufgezeigt werden, wie der Damm durch eine einfache Bepflanzung mit Gehölzen besser in die Landschaft eingegliedert werden könnte. Die Form des Dammes ist dabei identisch mit jener von Variante 1. Die Aussenseite und an wenigen Stellen auch die Innenseite (Lawinenseite) wird mit Sträuchern bepflanzt. Im oberen Bereich des Dammes wird ein lockerer Waldbestand bis zum Weiler Löwwigadme angestrebt. Ziel dieser Massnahmen ist es, die strengen geometrischen Formen und die monotone Wirkung des Dammes zu durchbrechen. Dabei ist zu beachten, dass der Damm aus lawinentechnischer Sicht seine Aufgabe nach wie vor erfüllen kann.



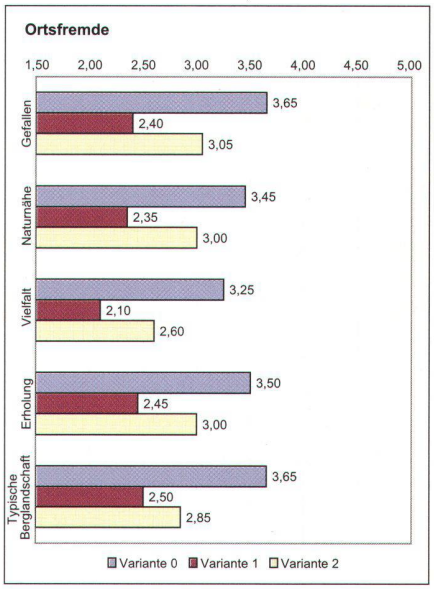
Tab. 1: Ergebnis der Befragung (Reckingen, Übersicht): Lokalbevölkerung.



Tab. 2: Ergebnis der Befragung (Reckingen, Übersicht): Ortsfremde.



Tab. 3: Ergebnis der Befragung (Reckingen, Bereich Löwwigadme): Lokalbevölkerung.



Tab. 4: Ergebnis der Befragung (Reckingen, Bereich Löwwigadme): Ortsfremde.

Beurteilung der Varianten: Befragung

Die nach der beschriebenen Methodik erstellten Visualisierungen werden in einer Umfrage verwendet, um Fragen aus zwei Themenbereichen zu beantworten. Zum einen geht es um die ästhetische Beurteilung des Leitdammes. Es soll untersucht werden, wie gravierend der durch den Bau des Dammes bedingte Landschaftseingriff von einer Gruppe von Versuchspersonen empfunden wird. In einem weiteren Schwerpunkt wird besonderes Augenmerk auf die Präsentationsmodi (statisch/dynamisch, s. z.B. McKechnie 1977) gelegt, also auf die Art und Weise, wie ein 3D-Modell am besten dem Publi-

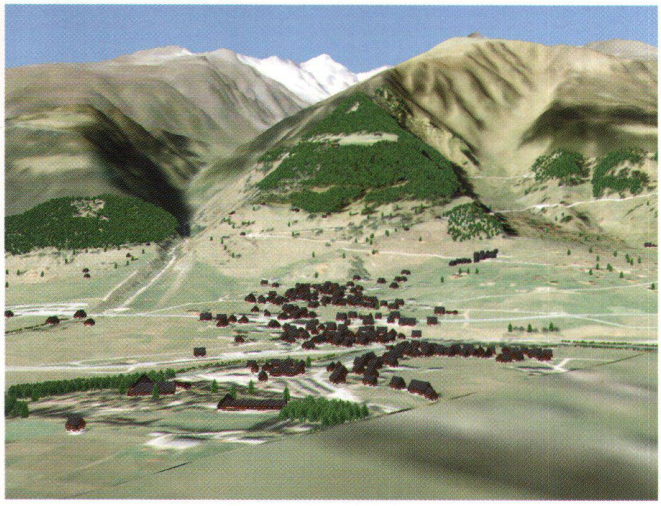


Abb. 3: Reckingen, Übersicht Ist-Zustand (Variante 0).

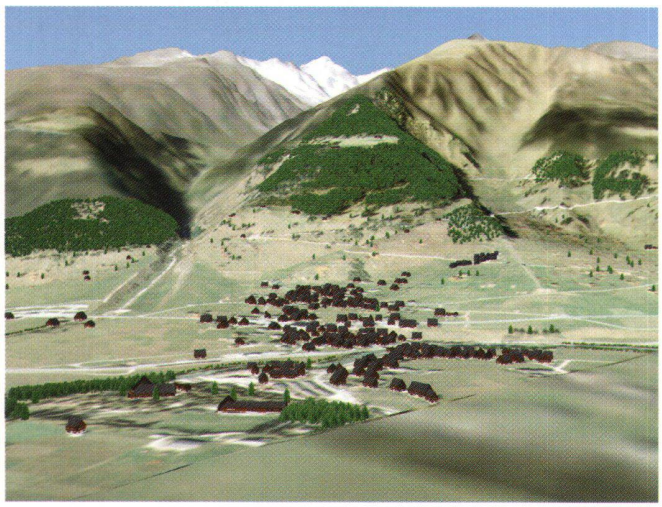


Abb. 4: Reckingen, Übersicht klassischer Leitdamm (Variante 1), Bildmitte rechts.

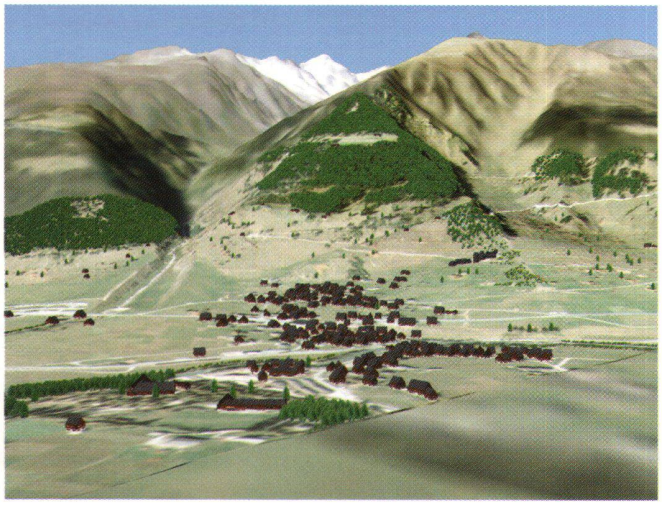


Abb. 5: Reckingen, Übersicht bepflanzter Leitdamm (Variante 2), Bildmitte rechts.

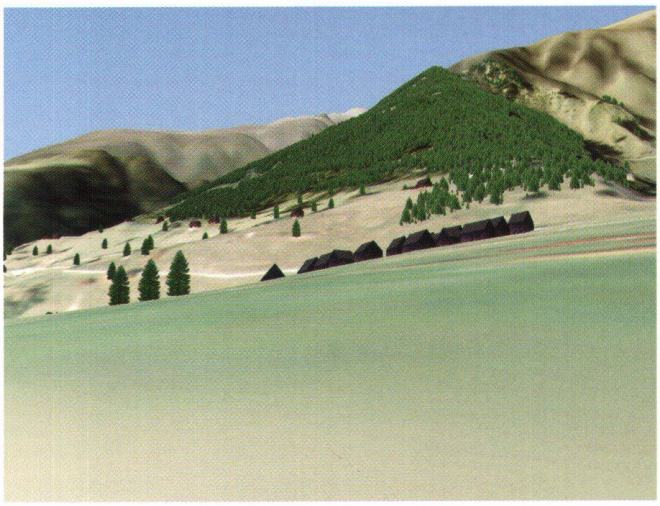


Abb. 6: Reckingen, Bereich Löwwigadme, Ist-Zustand (Variante 0).

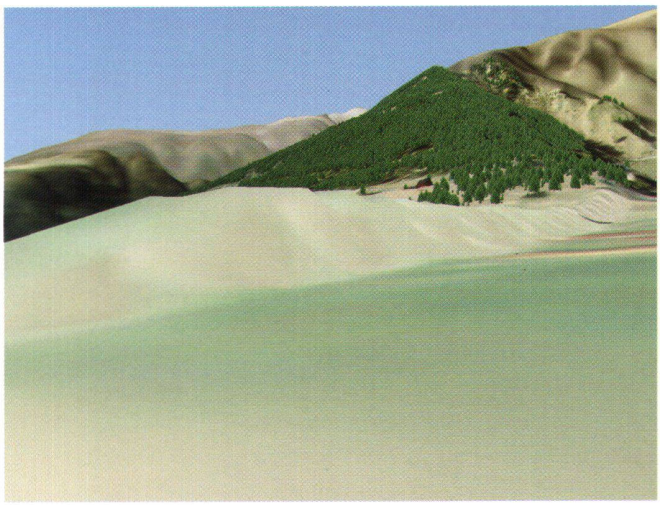


Abb. 7: Reckingen, Bereich Löwwigadme, klassischer Leitdamm (Variante 1).

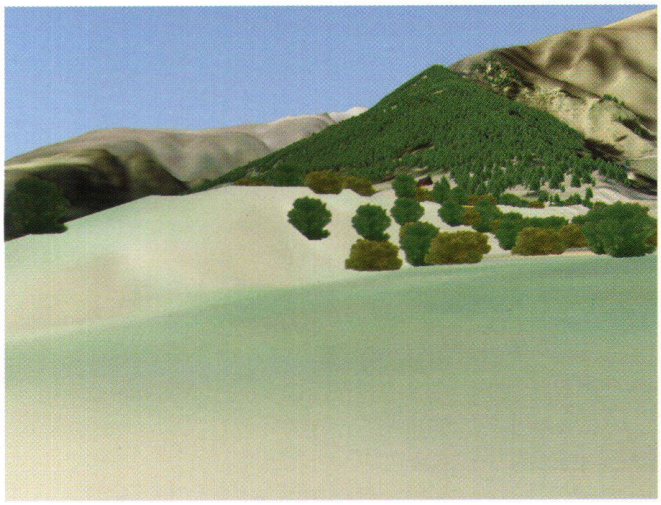


Abb. 8: Reckingen, Bereich Löwwigadme, bepflanzter Leitdamm (Variante 2).

kum gezeigt wird. Die Landschaftswahrnehmung ist ein subjektiver und auch kulturell bestimmter Prozess, wobei durchaus von bestimmten Präferenzmustern ausgegangen werden kann. Hier ist beispielsweise die Vorliebe für Wasser oder auch für bewegtes Gelände zu nennen. Andererseits ist der Grad der Betroffenheit und der Kenntnisstand über ein bestimmtes Projekt ein nicht zu vernachlässigender Faktor bei der Landschaftsbewertung.

Um eine Aussage darüber machen zu können, ob der Landschaftseingriff von der Lokalbevölkerung und Ortsfremden unterschiedlich beurteilt wird, wurde die Umfrage zweimal durchgeführt: Einmal in Reckingen mit Dorfbewohnern (12 Personen) und einmal mit Studenten an der ETH Zürich (20 Personen). Für 18 Bilder und 6 Filmsequenzen musste die Landschaft mittels je fünf Fragen beurteilt werden (Kriterien: Gefallen, Naturnähe, Vielfalt, Erholungseignung, typische Berglandschaft). Die Antwort wurde durch Ankreuzen eines Wertes auf einer 5-stufigen Skala gegeben.

Resultate der Befragung

Inhaltlich zeigte die Umfrage, dass bei der Bevölkerung eine grosse Sensibilisierung für die Problematik der Landschaftsveränderung vorhanden ist. Der Bau eines Lawinenleitdammes wird durchwegs als Verlust an landschaftlicher Schönheit beurteilt. Das Urteil der Dorfbewohner (Lokalbevölkerung) unterscheidet sich nicht wesentlich von jenem der ortsfremden Testpersonen, obwohl sie direkt vom Lawinenrisiko betroffen sind und von der Schutzwirkung des Dammes profitieren. Die Ergebnisse der Umfrage machen deutlich, dass mit den einfachen Gestaltungsmassnahmen, wie sie in Variante 2 vorgeschlagen werden, die Beeinträchtigung der landschaftlichen Schönheit deutlich gemildert werden kann.

Es zeigt sich allerdings auch, dass der Betrachtungsstandort massgeblich die Beurteilung beeinflusst (Abb. 3–5 und 6–8 und Tab. 1–2 und 3–4). Dies kann aufgrund der Bewertung der Bildserie, die den geplanten Leitdamm aus der Distanz zeigt, geschlossen werden. Im Gegensatz zu den Einheimischen beurteilt die Gruppe der Ortsfremden die drei generierten Varianten von diesem Standpunkt aus nicht differenziert. Offenbar fällt also der Damm aus dieser Distanz, z.B. bei einer Wanderung auf der gegenüberliegenden Talseite, den Ortsunkundigen kaum mehr auf.

Speziell durch den Einsatz von Filmsequenzen, anstelle von stehenden Einzelbildern, kommen die Vorteile der 3D-Modellierung, aber auch die Unterschiede in der Beurteilung besonders klar zum Ausdruck. Auch hier zeigt sich, dass diejenige Filmsequenz, die weniger nah am geplanten Projekt vorbeiführt, von den Ortsfremden kaum differenziert beurteilt wird.

Schlussfolgerungen

Grundsätzlich ist es möglich, die Landschaft mit einem hohen Realitätsgrad zu visualisieren (vgl. Lange 1999). 3D-Visualisierungen sind demzufolge auch geeignet für die Darstellung von zukünftigen Landschaftsveränderungen, wie sie beispielsweise durch den Bau eines Lawinenleitdammes entstehen. Es ist daher auch nicht verwunderlich, dass die 3D-Visualisierung auf grosses Interesse bei den Behörden und Entscheidungsträgern stösst. Der nötige Zeitaufwand, die Hard- und Softwareanforderungen sowie der Mangel an qualifizierten Fachleuten stellen jedoch noch Hindernisse dar, die einer grösseren Verbreitung in der planerischen Praxis bislang noch im Wege stehen.

In einem hinsichtlich Management von Naturgefahren mit dem Lawinenschutz verwandten Gebiet, dem Hochwasserschutz, stehen neben den rein technischen Fragen des Hochwasserschutzes seit einigen Jahren auch weitere Aspekte wie das Landschaftsbild, Erhaltung des Ökosystems, Wasserhaushalt und Erholungsqualität im Vordergrund (s. z.B. auch Frossard et al. 1998). Als Beispiel sei die bekannte Reusstalsanierung genannt (Aargau 1979). Es wird sogar von einem eigentlichen Paradigmenwechsel im Hochwasserschutz gesprochen (Egli 1996).

Vielleicht ist auch beim Lawinenschutz bald eine ähnliche Entwicklung zu erwarten. Im vorliegenden Beispiel könnte z.B. eine Variante in Betracht gezogen werden, bei der auch die Form des Dammes verändert wird. Durch eine geschwungene und unregelmässige Linienführung im Grundriss und im Längsprofil könnten die auffallenden, geraden Kanten zusätzlich zur Verwendung von Gehölzen gebrochen werden. Eine solche Variante würde aus landschaftlicher Sicht vermutlich das Optimum darstellen.

Auch wenn genaue Detail- und Ausführungspläne zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht vorlagen, so bietet doch gerade die Arbeit mit 3D-Visualisierungen in einem frühen Planungsstadium die Chance, die zumeist negierten Anliegen des Landschaftsbilds verstärkt zu berücksichtigen. Generell könnten in Zukunft computergestützte 3D-Visualisierungen bei der Projektierung von Lawinenleitdämmen eine wesentliche instrumentelle Hilfestellung für die sorgfältige Gestaltung und Integration eines Projekts in das Landschaftsbild leisten.

Anmerkungen:

DHM25, Vector25 © Bundesamt für Landestopographie (BA013427)

Digitales Orthophoto: swissphoto group

LANDSAT TM Satellitenbild: National Point of Contact / Image Science Group ETH Zürich

Literatur:

Aargau, Regierungsrat, 1979 (Hrsg.): Reusstalsanierung. Kanton Aargau, Aarau.

BRP (Bundesamt für Raumplanung) 1996: Grundzüge der Raumordnung Schweiz. BRP, EJPD, Bern, 73 S.

Deussen, O., P. Hanrahan, B. Lintermann, R. Mech, M. Pharr und P. Prusinkiewicz 1998: Realistic Modeling and Rendering of Plant Ecosystems, SIGGRAPH '98, Orlando, Florida, July 19–24.

Egli, T. 1996: Hochwasserschutz und Raumplanung. Schutz vor Naturgefahren mit Instrumenten der Raumplanung, dargestellt am

Beispiel von Hochwasser und Murgängen. ORL-Bericht; 100. VDF, Zürich, 166 S.

Frossard, P.-A., B. Lachat und L. Paltrinieri 1998: Mehr Raum für unsere Fliessgewässer. Ein Gewinn für Mensch und Natur. Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz 19. Pro Natura, Basel.

Greenworks 2001: www.greenworks.de

Hoinkes, R. und E. Lange 1995: 3D for free. Toolkit expands visual dimensions in GIS. GIS World Vol.8, No.7, 54-56.

Lange, E. 1999: Realität und computergestützte visuelle Simulation. ORL-Berichte Nr. 106, VDF, Zürich, 176 S.

L+T (Bundesamt für Landestopographie) 2001: www.swisstopo.ch

Mandelbrot, B. B. 1983: The Fractal Geometry of Nature. Freeman, New York, 468 S.

McKechnie, G. E. 1977. Simulation Techniques in Environmental Psychology. In: D. Stokols (Editor): Perspectives on Environment and Behavior. Theory, Research, and Applications. Plenum Press, New York, 169–189.

Prusinkiewicz, P. und A. Lindenmayer 1996: The Algorithmic Beauty of Plants. Springer, New York, 228 S.

Swissphoto 2001: www.swissphoto.ch

Suter, M. 1997: Aspekte der interaktiven realtime 3D-Landschaftsvisualisierung. Diss. Uni. Zürich, Remote Sensing Series, vol. 29, 141 S.

Matthias Boesch
Dahliaweg 9
CH-3004 Bern
matthias.boesch@gmx.net

Christian Tribelhorn
Poststrasse 3
CH-8957 Spreitenbach
tribelhorn@gmx.ch

Dr. Eckart Lange
ORL-Institut
ETH Zürich
CH-8093 Zürich-Hönggerberg
lange@orl.arch.ethz.ch
www.orl.arch.ethz.ch/~Lange/eckart.html