

**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:** 96 (1998)

**Heft:** 5

**Artikel:** Virtualisierung von Bauprojekten

**Autor:** Knob, Alexander

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-235438>

### **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:** 14.01.2026

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

# Virtualisierung von Bauprojekten

Die Virtualisierung von Bauvorhaben ist ein sehr effizientes Werkzeug, einen wirklichkeitsnahen visuellen Eindruck ihres künftigen Einflusses auf die Umgebung zu erhalten. Gegenüber einem physikalischen – gezwungenermassen verkleinerten – Modell wird die Virtualisierung im Masstab 1:1 erstellt; der Beobachter befindet sich somit im Modell und betrachtet das Geschehen nicht, wie im Falle eines Sperrholz- oder Gipsmodells, nur aus der Vogelschauerspektive. Seit kurzem erlauben zudem Höchstleistungs-Grafiksysteme extrem kurze Bildaufbauzeiten, die ein freies, ruckfreies Bewegen im virtuellen Modell möglich machen. Die Technologie wird anhand eines Auftrages für das Nationalstrassenbüro des Kantons Waadt beleuchtet.

*The Virtualisierung of building projects is a very efficient tool to receive a realitynear visual impression of their future influence on the environment. In relation to a physical – reduced under duress – model the Virtualisierung on a scale 1:1 is created; the observer is thus in the model and does not regard the happening not, as in the case of a plywood or a giving model, only from the bird's eye view. Since to short permit high-performance graphics systems extremely short frame build-up, which make a free, moving without jerking in the virtual model possible. The technology is lit up on the basis a job for the national route of fice of the canton de Vaud.*

La virtualisation de projets de construction est un outil très efficace pour obtenir une impression visuelle réaliste de leur impact futur sur l'environnement. Par rapport aux maquettes physiques, la virtualisation permet d'obtenir des maquettes à l'échelle 1:1; ainsi l'observateur se trouve donc entouré par la maquette et non en situation de vol d'oiseau. Depuis peu de temps, des stations graphiques de haute performance permettent en outre, grâce à une mise au point des images extrêmement courte, le parcours libre et fluide sur la maquette virtuelle. Nous présentons cette technique à l'aide d'un mandat réalisé pour le service des autoroutes du canton de Vaud.

*La virtualizzazione dei progetti di costruzione è uno strumento estremamente utile per riuscire a visualizzare gli oggetti progettati, in modo pressoché reale, nell'ambiente circostante. Rispetto ai modellini, la virtualizzazione permette di lasciare gli oggetti nella scala 1:1. Questo significa che l'osservatore si ritrova «nell'oggetto» e non osserva il tutto – come nel caso di un modellino in compensato o gesso – dalla prospettiva a volo d'uccello. Le nuove stazioni grafiche ad alte prestazioni permettono di spostarsi liberamente nel modello virtuale, con tempi di ricostruzione delle immagini molto brevi. La tecnologia di supporto è presentata qui di seguito, basandosi su un mandato conferito dall'ufficio delle strade nazionali del Canton Vaud.*

A. Knob

Die Konzipierung virtueller Welten mit voller Interaktivität ist eine junge Disziplin, die bis zum Anfang der neunziger Jahre weltweit nur von einigen wenigen grossen Unternehmen beherrscht wurde; die hierzu notwendigen Rechenleistungen füllten damals noch Säle mit Elektronik, und Projekte in dieser Technologie waren sehr kostenintensiv. Dementsprechend

waren die möglichen Anwendungsgebiete fast ausschliesslich auf teure Ausbildungssimulatoren für Piloten von Luft- und Raumfahrt, sowie für Einsätze in der Wehrtechnik begrenzt. Inzwischen hat sich die Lage mit dem Erscheinen kostengünstigerer Grafik-Höchstleistungsstationen grundlegend geändert, was sich auch im stetigen Ausweiten der Anwendungen, die diese Disziplin abdeckt, niederschlägt.

Die interaktive Virtualisierung wird nun auch in der virtuellen Prototypentwicklung, dem GIS und sogar in der Promotion eingesetzt, wobei der synthetische Anschein virtueller Welten gegenüber einer realistischen Darstellung immer mehr in den Hintergrund tritt. Die folgenden Beispiele behandeln ein mögliches Einsatzgebiet der virtuellen Prototypierung, nämlich die optische Umweltverträglichkeitsanalyse eines künftigen, umstrittenen Autobahnabschnittes am Westufer des Neuenburgersees.

## Virtuelle interaktive Umgebung – was ist das eigentlich?

Verrichten wir auf unserem gewohnten PC Textverarbeitung oder administrative Arbeiten, so kann das Bild auf dem Bildschirm mit der Sicht auf ein virtuelles Blatt Papier oder auf einen virtuellen Bürotisch, also einen zweidimensionalen Arbeitsplatz, in Verbindung gebracht werden. Nichts hält uns jedoch davon ab, einen dreidimensionalen Arbeitsraum zu definieren, in dem wir uns in den sechs Freiheitsgraden bewegen können, wobei hier der Bildschirm dem Ausblick des Betrachters in eben diese virtuelle Umgebung entspricht. Damit der Rechner ein realistisches Abbild dieser virtuellen Welt widergeben kann, muss er zunächst Kenntnis der Geometrie der in diesem Raum befindlichen Objekte und ihrer Lage zueinander haben. Diese Parameter – aber auch andere wie Materialbeschaffenheit, Reflektionsgrad, Textur u.a.m. – werden dem Rechner mit Hilfe eines spezialisierten Modellierprogrammes, ähnlich einer CAD-Software, mitgeteilt. Einige dieser Elemente – wie die Geometrien und Materialien – sind schon in der herkömmlichen Planung vorgegeben und können in das Modellierprogramm importiert werden. Andere – Texturen, Vegetation, usw. – müssen zusätzlich erzeugt und in das dreidimensionale Modell integriert werden; wir sprechen hier von der Konzipierung einer virtuellen Umgebung. Dabei werden Oberflächen beliebiger Form, insbesondere für interaktive



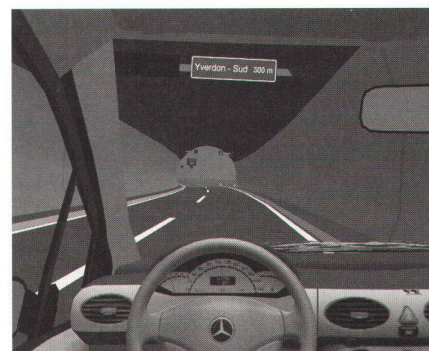
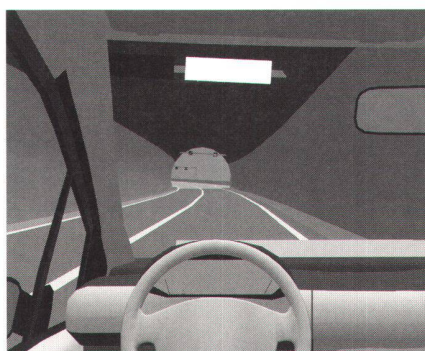
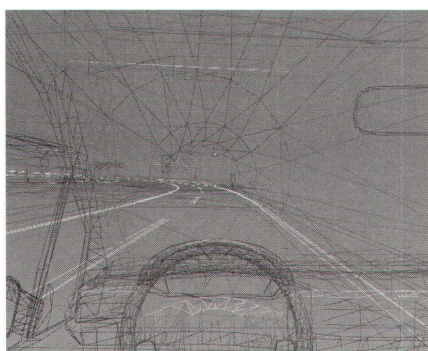


Abb 1: Virtualisierter Tunnel de Pomy (A1) mit Ausblick aus Personenwagen. Drahtgittermodell (a), solid (b), texturiert (c).

Applikationen, durch Dreiecke (ebene Elementarflächen) verschiedener Abmessungen angenähert, damit die Berechnung der Objekte auf einfachere mathematische Operationen zurückgeführt werden kann.

Sobald dem Rechner die Koordinaten des Augenpunktes und die Blickrichtung des Betrachters vorgegeben worden sind, kann er das Abbild sämtlicher modellierten Objekte und somit die virtuelle Umgebung des Betrachters berechnen und auf dem Bildschirm darstellen. Die Berechnungen beinhalten u.a. die perspektivische Verzerrung der Objekte und ihre Verdeckung untereinander. Zusätzliche Elemente wie Schattenwurf und Reflektionen tragen zu einem realistischen Effekt bei.

Nachdem ein Bild wie beschrieben synthetisiert worden ist, kann eine neue Blickrichtung des Betrachters vorgegeben und berechnet werden. Bedingung für eine Interaktivität – ein freies sich Bewegen in der virtuellen Umgebung – ist, dass die oben beschriebenen, komplexen Berechnungen innerhalb maximal einer Zehntelssekunde durchgeführt werden, d.h. es müssen minimal 10, für eine ruckfreie Bewegung 25 Bilder pro Sekunde berechnet und auf den Bildschirm geschrieben werden können. Es liegt auf der Hand, dass bei virtuellen Umgebungen komplexer Beschaffenheit für eine volle Interaktivität ausserordentlich hohe Rechenleistungen benötigt werden.

An einer konkreten Anwendung soll die oben beschriebene Prozedur verdeutlicht werden. In Abbildung 1a ist in einer Drahtgitterstruktur ein im künftigen Tun-

nel de Pomy (A1) fahrender Personenwagen dargestellt. Man beachte die enorme Anzahl der Dreiecke (im Blickfeld sind es an die 11 000), die alle für ein einziges Bild berechnet werden müssen. In Abbildung 1b ist der entsprechende Ausblick, diesmal mit den realistischen Verdeckungen und in Abbildung 1c schliesslich die texturierten Polygone zu sehen.

## Planung im Strassenbau – ein Schulbeispiel der virtuellen Prototypentwicklung

Das Nationalstrassenbüro des Kantons Waadt hat unser Unternehmen im letzten

Jahr mit der Virtualisierung des künftigen Autobahnabschnittes der A5 zwischen Concise und Vaumarcus, am Westufer des Neuenburgersees beauftragt. Es handelt sich dabei um ein besonders kritisches Teilstück, da ein geplanter 800m langer Tunnel aus finanziellen Überlegungen heraus nicht gebaut werden soll und statt dessen die Streckenführung über Tag vorgesehen wurde. Im Rahmen des Vernehmlassungsverfahrens wurde starke Opposition befürchtet, insbesondere aus den Reihen der Einwohner des Weilers «La Raisse», deren Wohnort direkt neben der künftigen über Tag geführten Autobahn gelegen ist.

Nach einer zweimonatigen Entwicklung, die in enger Zusammenarbeit mit dem



Abb 2: Künftiger Autobahnabschnitt der A5 zwischen Concise und Vaumarcus.



kantonalen Nationalstrassenbüro erfolgte – die CAD-Rohdaten der Streckenführung und der benachbarten Geländeabschnitte mussten von der kantonalen Behörde entsprechend aufbereitet werden – ist das virtuelle Modell noch rechtzeitig vor dem Beginn des Vernehmlassungsverfahrens fertig erstellt worden. In Abbildung 2 ist der Ausblick gegen Nord-Ost auf die Autobahn und die komplexe Streckenführung der Kantonsstrasse mit Kreisverkehr sowie auf den Weiler «La Raisse» und den dahinterliegenden Neuenburgersee ersichtlich. Man beachte insbesondere die Texturierung der Landschaft, belegt mit einer orthonormierten Luftaufnahme sowie die aus dem Gelände extrudierten Wälder. Im Laufe des Vernehmlassungsverfahrens wurde das virtuelle Modell interaktiv auf dem Bildschirm den Opponenten vorgeführt. Dabei wurden die folgenden Erfahrungen gemacht:

#### Masstab 1:1:

Im Gegensatz zu einem physikalisch verkleinerten Modell befindet sich der Betrachter *im* Modell und nicht *über* dem Modell in einer Vogelschauerspektive, was eine objektivere Beurteilung der Verhältnisse ermöglicht.

#### Interaktivität:

Die freie Bewegung im Modell erlaubt eine nahtlose und fruchtbare Diskussion; emotionelle Elemente können weitgehend ausgemerzt werden.

#### Qualität der Modellbildung:

Werden bestehende markante, den Opponenten bekannte Objekte (z.B. deren Wohnhäuser) wirklichkeitsgetreu modelliert, so wird die Glaubwürdigkeit des gesamten virtuellen Modelles gemäss dem Motto «seeing is believing» kaum in Frage gestellt. Eine sorgfältige Modellbildung wird daher neben den technischen auch psychologische Aspekte in Betracht ziehen.

Schliesslich sei hier vermerkt, dass das virtuelle Modell zahlreiche emotionelle Vorbehalte gegenüber dem Projekt abbauen konnte, woraus eine geringer als erwartete Anzahl eingereichter Oppositionen resultierte. Die Virtualisierung vermochte den zu Beginn verunsicherten Anwohnern wertvolle Stützpunkte zu vermitteln. Es wurde sogar der Wunsch geäussert, auch andere Abschnitte der künftigen Streckenführung in die Virtualisierung einzubeziehen.

Dr. Alexander Knob  
Vector Technologies SA  
Venoge 7  
CH-1025 St-Sulpice  
e-mail: contact@vectec.ch





**MOTOROLA**

**schnell  
sicher  
kostengünstig**

**Jetzt schon  
ab CHF 315.-  
inkl. MwSt.**

984

**Kurz und bündig informieren. Einschalten, drücken, sprechen. Professionell Regie führen. Die Veranstaltung oder den Auftrag reibungslos durchführen. Das neue Motorola S100/S240 macht's möglich. Handlich, vielseitig und robust. In Anschaffung und im Betrieb besonders günstig. Keine Gesprächsgebühren. Ideal für Vereine, Unterhalt, Bau, Transport, Handwerk usw..**

**Verstanden – Antworten.**

**MOTCOM**  
Communication

Motcom Communication AG  
Herostrasse 9, 8048 Zürich  
Tel. 01-431 90 90, Fax 01-431 90 78  
Schneckelerstrasse 1, 4414 Füllinsdorf  
Tel. 061-901 40 77, Fax 061-901 42 52

**GRATIS-FUNK-KONTAKT**

**JA, ich bin an modernem Sprechfunk interessiert.**

☐ Bitte senden Sie mir das kostenlose **Funk-Info-Paket**.

☐ Senden Sie mir bitte das **Händlerverzeichnis**.

Name/Vorname \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Strasse \_\_\_\_\_

PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

Telefax \_\_\_\_\_

Senden an: Motcom Communication AG, Herostr. 9, 8048 Zürich