

**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:** CyberCity Modeler und TerrainView : Werkzeuge zur Visualisierung von 3D-Stadt- und Werksmodellen

**Autor:** Beck, Michael / Steidler, Franz

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-235798>

### **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:** 04.04.2026

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

# CyberCity Modeler und TerrainView – Werkzeuge zur Visualisierung von 3D-Stadt- und Werksmodellen

Virtuelle 3D-Stadt- und Werksmodelle nehmen im Geodatenmarkt eine immer grössere Bedeutung ein. Der an der ETH Zürich ursprünglich begonnene CyberCity Modeler wurde von CyberCity AG weiterentwickelt. Mit den Produkten TerrainView und CityView der ViewTec AG können die mit dem CyberCity Modeler generierten Daten in Echtzeit visualisiert werden.

*Les modèles virtuels 3D pour des villes et des ouvrages sont d'une importance grandissante sur le marché des données géoréférencées. Le CyberCityModeler, initialement commencé à l'EPF Zürich, a été développé par CyberCity AG. Avec les produits TerrainView et CityView de ViewTec AG, les données générées avec le CyberCityModeler peuvent être visualisées en temps réel.*

I modelli virtuali tridimensionali delle città e delle campagne assumono una rilevanza sempre maggiore nel mercato geomatico. Il CyberCity Modeler, inizializzato presso il Politecnico di Zurigo è stato ulteriormente sviluppato dalla CyberCity SA. Con i prodotti TerrainView e CityView della ViewTec SA è possibile visualizzare in tempo reale i dati generati con il CyberCity Modeler.

zur Bestimmung von Antennenstandorten, Versicherungen zur Beurteilung von Gefahren bei gefährlichen Transporten oder Naturkatastrophen.

Virtual Reality (VR) Systeme werden in der heutigen Zeit zur «Echtzeit-Visualisierung» dreidimensionaler Sachverhalte in verschiedenen Gebieten wie beispielsweise Chemie, Medizin, Simulation, Konstruktion, Design und Architektur erfolgreich eingesetzt. Nur wenige dedizierte Forschungsprototypen befassen sich mit der interaktiven räumlichen Darstellung grosser geographischer Datenmengen. Diese Systeme sind weder generisch noch portabel und oft nur auf einer wirtschaftlich unrentablen Grafik-Superworkstation lauffähig. Das VR System, das in diesem Beitrag vorgestellt wird, bietet neu die Möglichkeiten der Echtzeitdarstellung grosser Geländedatenbasen auf kostengünstigen Hardware-Plattformen. Konventionelle Geographische Informationssysteme, welche auf einem Datenbanksystem beruhen, bieten eine Vielzahl von Operationen auf geographischen Daten an, ohne das in einem Virtual Reality

M. Beck, F. Steidler

## 1. Einführung

In stark zunehmendem Umfang verlangen viele Disziplinen wie Stadt- und Regionalplanung, Telekommunikation, Umweltwissenschaften, Versicherungswesen, Tourismusindustrie, Denkmalschutz, etc. nach 3D-Daten städtischer und ländlicher Bereiche in digitaler und strukturierter Form. Das System dient Architekten, Stadt- und Verkehrsplanern zur Visualisierung ihrer Objekte in der natürlichen Umgebung und zur Berechnung von Immissionen und damit zur Verhinderung von Einsparungen. Weiterhin hilft es Tourismusmanagern zur Darstellung von Sehenswürdigkeiten, Restaurants und Hotels. Energieversorger benötigen es zur optimalen Ausrichtung von Solarzellenanlagen, Mobilfunkbetreiber

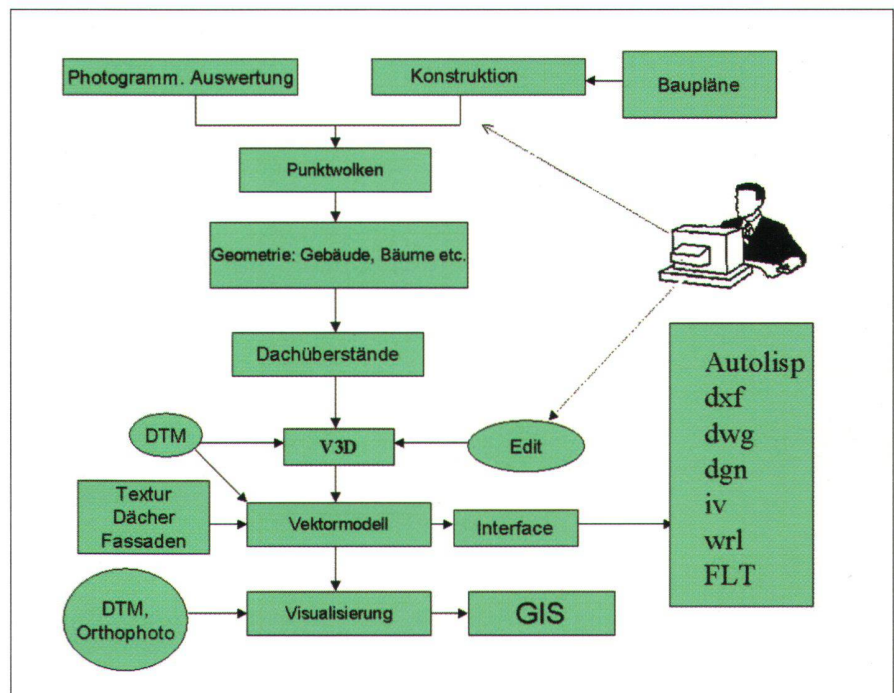


Abb. 1: Datenfluss zur Generierung und Visualisierung von 3D-Stadtmodellen.

System gewünschte «Echtzeitverhalten» für den Zugriff auf mehrdimensionale Daten zu bieten. Mit dem VR System *TerrainView Cyber Motion GIS* wird neu die Möglichkeit aufgezeigt, intuitiv auf GIS Datenbanken zugreifen zu können.

## 2. Datenfluss des CyberCity Modelers (CCM)

[CyberCity01]

Folgende Arbeitsschritte sind erforderlich zur Generierung der 3D-Modelle:

1. Erfassen der Geometrie aus photogrammetrischen Stereomodellen
  2. Kontrollieren und ggf. Editieren
  3. Verschneiden der Trauflinien mit dem Digitalen Geländemodell
  4. Dachüberstände: Verschneiden von Grundrissen mit den Dächern
  5. Anbringen der Texturen der Dächer
  6. Anbringen der Texturen der Fassaden
  7. Anbringen der Texturen des Geländes
- Abbildung 1 zeigt den Datenfluss.

### 2.1 Erfassung der Geometrie aus photogrammetrischen Stereomodellen

Dieses Verfahren wurde bereits in Grün, Steidler, Wang (2000) ausführlich beschrieben. Bei der Datenerfassung wer-

den die Einzelpunkte des Objekts nach zwei Typen entsprechend ihrer Funktion und Struktur kodiert: Dachbegrenzungspunkte und innere Punkte. Es liegt in der Verantwortung des Operateurs, den Detaillierungsgrad je nach Aufgabenstellung selbst zu bestimmen. Die gemessenen Punkte werden automatisch strukturiert und zu Flächen umgewandelt. Als Ergebnis liefert der CCM sämtliche Oberflächenbeschreibungen und speichert die Daten objektweise im internen V3D-Format.

Abbildung 2 zeigt die Benutzeroberfläche des CyberCity Modeler.

### 2.2 Kontrollieren und ggf. Editieren

Die 3D-Modelldaten können je nach den Anforderungen auch editiert werden, wobei einige Editierfunktionen auch automatisch ablaufen können. Es stehen über 20 Editierfunktionen zur Verfügung. Darunter fallen Funktionen wie Rechtwinkligkeit, Anhalten von gleichen Höhen der Traufen- und Firstlinien, Parallelität von Trauf- mit Firstlinien, Verschieben von sich überschneidenden Objekten und von Einzelobjekten, Einrechnen von Punkten in Linien (2D- oder 3D), Kopieren von Gebäuden, Einrechnen von Kreisen, Idealisierung von Standardformen etc.

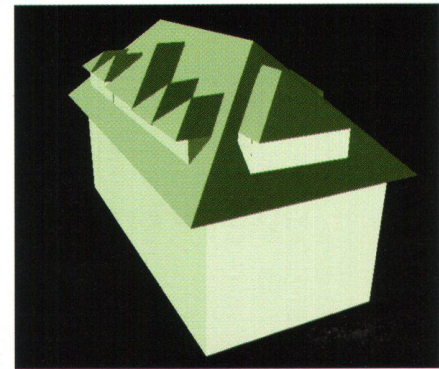


Abb. 3: Generierung von Dachüberständen.

### 2.3 Verschneiden der Trauflinien mit dem Digitalen Geländemodell

Als Option können die Trauflinien mit dem Digitalen Geländemodell verschritten werden. Die senkrechten Flächen bilden die Wände. Dieser Schritt wird mit dem CCM automatisch durchgeführt. Das DTM muss als Raster vorliegen.

### 2.4 Dachüberstände: Verschneiden von Grundrissen mit den Dächern

Falls die Grundrisse der Gebäude zur Verfügung stehen, können diese den Dächern zugeordnet und mit ihnen verschritten werden. Dadurch erhält man die Dachüberstände, wie in Abbildung 3 gezeigt. Diese Funktion läuft automatisch oder schrittweise ab.

### 2.5 Anbringen der Texturen der Dächer

Die Dachtexturen können mit Hilfe des CCM automatisch angebracht werden. Die Dachumringungspolygone werden hierzu ins Luftbild projiziert und die darin liegenden Texturpixel auf das 3D-Modell transformiert. Die Orientierungsparameter der Luftbilder müssen hierfür bekannt sein.

### 2.6 Anbringen der Texturen der Fassaden

Um der Realität von 3D-Stadt- oder Werksmodellen besonders nahe zu kommen, können Fassadenbilder angebracht werden. CCM erlaubt auf einfache Art die Integration der Fassadenbilder. Die notwendigen Arbeitsschritte sind Photogra-

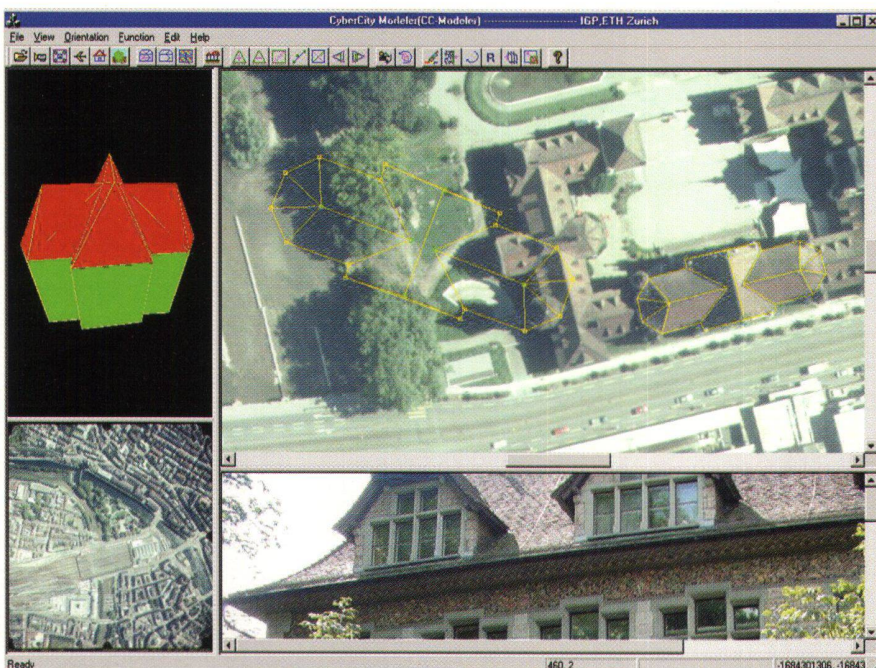


Abb. 2: Benutzeroberfläche des CCM.

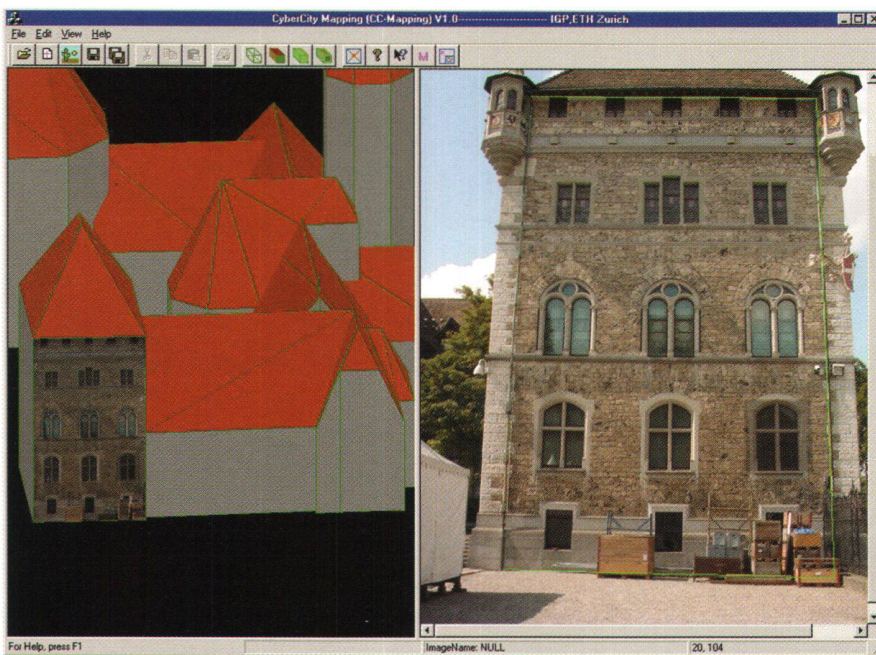


Abb. 4: Anbringen von Fassadenphotos mit CCM.

phieren, Editieren, Anbringen und Konvertieren.

#### Photographieren:

Die Fassadenphotos werden mit einer Digitalkamera aufgenommen. Man sollte sich auf ein Bild pro Fassade beschränken und das Photo senkrecht auf die Fassade ausrichten. Auch soll vermieden werden, dass sich so wenig wie möglich Hindernisse wie Bäume, Autos, Menschen etc. zwischen Aufnahmestandpunkt und Fassade befinden. Durch solches Vorgehen kann später hoher Editieraufwand vermieden werden.

Es lässt sich dennoch in der Praxis oft nicht verhindern, dass pro Fassade mehrere Aufnahmen gemacht werden müssen, da der Abstand vor dem Objekt meist begrenzt ist. Diese Aufnahmen sollten sich so überlappen, dass einige Punkte auf beiden Bildern identisch und leicht wieder erkennbar sind.

#### Editieren:

Verbleibende Hindernisse im Bild müssen ggf. entfernt werden. Dies geschieht durch Nachbearbeitung mit kommerziellen Bildverarbeitungsprogrammen (Photoshop etc.). Bei «mehnteiligen» Fassaden werden die einzelne Bilder entzerrt, edi-

tiert, in der Farbe aufeinander abgestimmt und zusammengesetzt. Vom gesamten Arbeitsgang zur Generierung der 3D-Stadtmodelle ist dieser Teil der aufwändigste, da hier die manuelle Bearbeitung nicht zu vermeiden ist.

#### Anbringen (Mappen):

Liegt nach der Editierung pro Fassade jeweils ein entzerrtes Bild vor, wird dieses auf der entsprechenden Seite des 3D-Modells angebracht. Dies geschieht mit dem CyberCity Modeler oder dem CyberCity Mapper (Erweiterungsmodul von CCM, s. Abb. 4). Es wird wegen der besseren Übersichtlichkeit das gesamte 3D-Modell dargestellt. Die zu mappenden Fassaden können frei ausgewählt, bereits gemappte Fassaden angezeigt und abgefragt werden. Die zu mappende Fassade wird ausgewählt und im Photo durch 4 oder mehrere Punkte (im Perspektivbild oder im Grundriss) identifiziert. Die Entzerrung findet automatisch statt.

## 3. Visualisierung

### 3.1 CityView

Zur Konvertierung und optimalen Darstellung von aus CCM generierten V3D Daten eignet sich die Software *CityView*

[ViewTec01]. Wenn tausende von Gebäuden auf einem Standard PC interaktiv visualisiert werden müssen, so ist eine Optimierung der Objektdarstellung zwingend erforderlich. *CityView* bietet mit speziellen Importwerkzeugen die Möglichkeit für eine Performance-optimierte Darstellung einer Vielzahl von Gebäuden. *CityView* bietet die Möglichkeit zur Generierung verschiedener Auflösungsstufen (LOD) an, um eine verzögerungsfreie Visualisierung zu ermöglichen. Distanzbezogen werden verschiedene Objektetails wie Bäume, Texturen, etc. dargestellt. In der Abbildung 5 wird der *CityView* Importdialog für V3D Daten gezeigt.

Verschiedene Optionen können beim Importieren der V3D ASCII Datei gewählt werden. Bei dem Geometrietool kann bestimmt werden, ob Wand- oder Dachtexturen und die entsprechenden Geometrien importiert werden sollen. Beim LOD Tool können die verschiedenen Distanzen zum Wechseln der Auflösungsstufen angegeben werden. Beim LOD1 erscheinen zum Beispiel alle Texturen und Gebäudedetails bis in eine Entfernung von 300 Metern. Zwischen 300 und 600 Metern werden die Texturen ausgeblendet, aber sämtliche Gebäudedetails gezeigt. Beim LOD3 werden zwischen 600 und 1500 Metern nur noch untexturierte, stark ver-

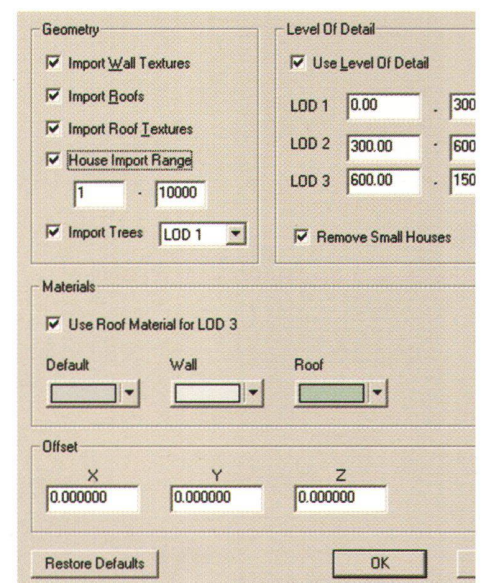
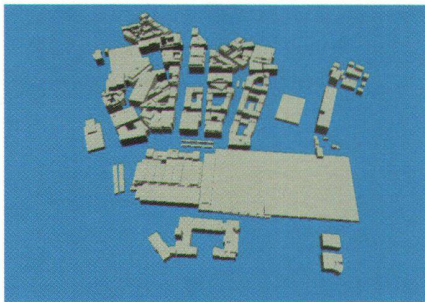
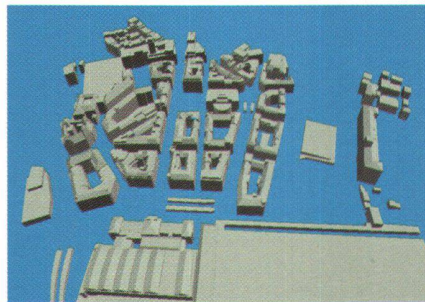


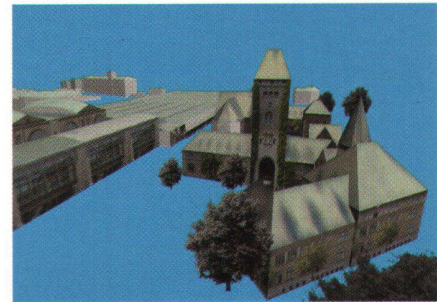
Abb. 5: Importdialog *CityView* für V3D-Daten.



LOD 3: Nur die Bounding Boxes werden dargestellt.



LOD2: Die Dachstrukturen werden zusätzlich geladen.



LOD1: Die Texturen werden appliziert und die Bäume werden dargestellt.

Abb. 6: CityView: Hauptbahnhof von Zürich in verschiedenen Auflösungsstufen.

einfache Gebäudemodelle dargestellt. Ab 1500 Metern werden keine Gebäude mehr dargestellt. Kleine Gebäude können beim LOD3 zusätzlich ausgeblendet werden. In der Abbildung 6 wird der Hauptbahnhof von Zürich in verschiedenen Auflösungsstufen dargestellt.

Da CityView auch ein Visualisierungswerkzeug ist, können die Gebäudedaten mit verschiedenen Visualisierungsmodi exploriert werden. Flugpfade können einfach editiert, abgespielt und gespeichert werden.

Damit die mit CityView aufbereiteten Gebäude in einem realistischen Gelände visualisiert werden können, wird eine zusätzliche Visualisierungssoftware benötigt. Im folgenden Abschnitt wird diese näher vorgestellt.

### 3.2 TerrainView

TerrainView ist ein Virtual Reality basiertes geografisches Informationssystem (VRGIS), mit interaktiver Benutzerschnittstelle [ViewTec01]. Es erlaubt die freie Navigation des Benutzers innerhalb und ausserhalb eines selektierten geografischen Geländes und bietet Standard GIS-Funktionalität (Anfragen, Analyse) durch eine 3D-Datenbank. Datenbankeigenschaften können direkt durch Klicken in die perspektivische Landschaft dargestellt werden. Die Verwaltung dieser GIS Information wie Gebäudedaten, demografische Werte, Katasterdaten, etc. wurde über eine Schnittstelle zum Topobase Produkt [c-plan01] realisiert.

Die Sichtbarkeitsfunktion ist ein natürlicher und integrierter Bestandteil der

Benutzerschnittstelle. Auf der Basis der TerrainView Anwendung wurden mit geringem Aufwand verschiedene VR Applikationen entwickelt. Die Verwendung von Standardsoft- und Hardwarekomponenten war bei der Realisierung der Virtual Reality Applikation TerrainView von zentraler Bedeutung.

Die Architektur von TerrainView wurde so ausgelegt, dass das VR System in der Lage ist, grosse geographische Gebiete (Schweiz, Deutschland, Europa, etc.) auf einem PC mit dem Betriebssystem Windows zu explorieren.

Damit eine hohe Interaktivität der VR-Benutzerschnittstelle erreicht wurde, muss-

ten verschiedene Optimierungen durchgeführt werden. Die dynamische Verwaltung des Terrains zur Laufzeit konnte durch eine Aufteilung der Geländedatenbasis in Mosaikteile und deren verzögerungsfreies Nachladen zur Laufzeit realisiert werden.

Die Anzahl Polygone in der zu visualisierenden Szene muss minimal sein und zum anderen darf das Bildmaterial für die Texturierung nicht zu gross sein. TerrainView bietet hierzu Unterstützung durch die «Level of Detail» (LOD) Verwaltung an. Mehrere distanzabhängige Auflösungsstufen können so in Abhängigkeit zum Betrachterstandort verwaltet werden. Je



Abb. 7: TerrainView-Applikation nach dem Aufstarten<sup>1</sup>.

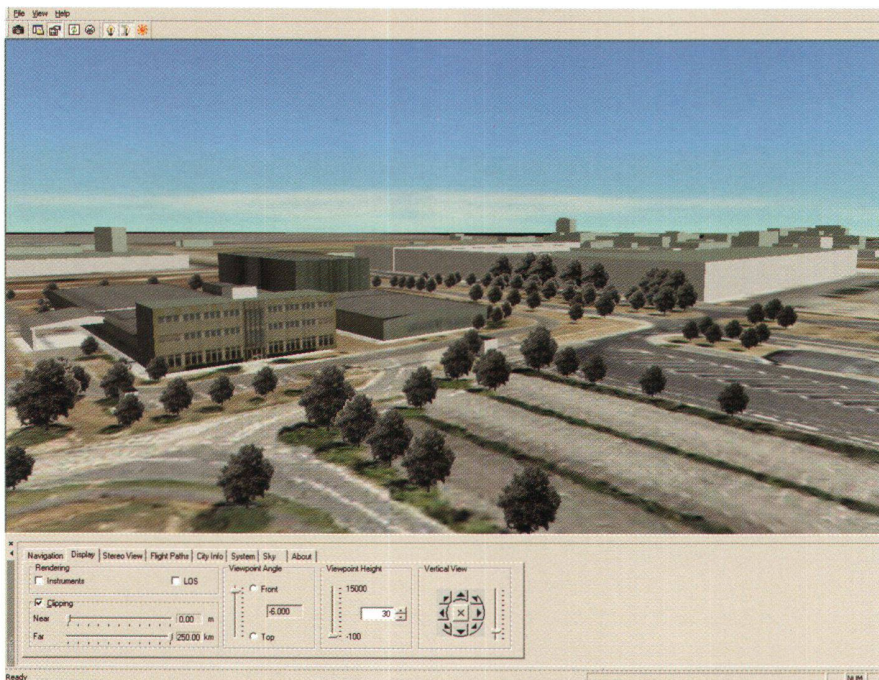


Abb. 8: Verschiedene mit CCM konstruierte und mit CityView aufbereitete 3D-Gebäude in TerrainView.

näher man beim Objekt ist, um so detaillierter wird die Szene dargestellt. Damit durch das Wechseln verschiedener LODs die adaptiv triangulierten Mosaikflächen an den Kanten keine Löcher aufweisen, müssen sie entsprechend feinmaschig bleiben. Die Texturdaten werden Wavelet-komprimiert und zur Laufzeit in verschiedenen Auflösungsstufen distanzabhängig geladen.

Als Geländedatenbasis dienen digitale Oberflächenmodelle weltweit mit einer Maschenweite von bis zu wenigen Zentimetern. Zur Erhöhung des Realitätsgrades des zu visualisierenden geographischen Gebietes wurden verschiedene Texturkonzepte eingesetzt. Satellitenbilder sowie Luftbilder können in sehr hoher Auflösung in TerrainView verwendet werden. Damit die Geländedatenbasis verschiedenen Benutzern gleichzeitig zur Verfügung gestellt werden kann, wurde zusätzlich eine Webvariante von TerrainView realisiert.

Die Haupteigenschaften von TerrainView sind:

- Geländeverfolgung in konstanter Höhe
- integrierte Fluginstrumente
- automatisches LOD Switching
- verschiedene Flugmodi
- realistische Wetterdarstellung
- direkte Generierung von Bildsequenzen für Digitalfilme
- integrierte 2D-Darstellung für einfache Navigation
- Netzwerkfähigkeit
- erweiterbare Benutzerschnittstelle.

Damit die in CityView aufbereiteten 3D-Gebäudedaten dargestellt werden können, bietet TerrainView eine einfache Importmöglichkeit.

## 4. Schlussfolgerungen

Das Softwarepaket CyberCity Modeler ist sehr gut geeignet zur halbautomatischen Generierung von Stadtmodellen. Durch Anbringen von Texturen für Dächer, Fassaden und Gelände kommen wir der Realität schon sehr nahe. Mit der CityView Applikation können diese Daten für die Darstellung in Echtzeit aufbereitet wer-

den. Das interaktive Visualisierungswerkzeug TerrainView bietet komfortable Möglichkeiten zur Echtzeitbegehung von Stadt- und Werkslandschaften und zur Ansteuerung eines GIS.

### Literatur:

Beck M., WorldView – Ein generisches Virtual Reality Framework für die interaktive Visualisierung grosser geographischer Datenmengen, Dissertation in Informatik an der Universität Zürich, Michael Beck, 1999.

Grün A., Steidler F., Wang X., 2000, CyberCity Modeler – ein System zur halbautomatischen Generierung von 3-D Stadtmodellen, Vermessungsingenieur 8–00.

Grün A., Wang X., 1998: CC-Modeler: A topology generator for 3-D city models. Presented Paper ISPRS Commission IV Symposium on «GIS – between Vision and Application», September 7–10, Stuttgart.

Grün A., Wang X., 1999: CyberCity Spatial Information System (SIS): A new concept for the management of 3D city models in a hybrid GIS. Proc. 20th Asian Conference on Remote Sensing, November, Hongkong, pp. 121–128.

1 Datenmaterial (Höhenmodell und Orthophotos) © Endoxon AG, Luzern.

[ViewTec01]: ViewTec AG, Produktinformationen, <http://www.viewtec.ch>, 2001

[CyberCity01]: Cybercity AG Produktinformation, <http://www.cybercity.ch>, 2001

[c-plan01]: C-Plan AG, Produktinformationen, <http://www.c-plan.ch>, 2001

Dr. Inform. Michael Beck  
ViewTec AG  
Schaffhauserstrasse 481  
CH-8052 Zürich  
beck@viewtec.ch  
www.viewtec.ch

Dr.-Ing. Franz Steidler  
CyberCity AG  
Hohle Gasse 10  
CH-5454 Bellikon  
fsteidler@cybercity.ethz.ch  
www.cybercity.ethz.ch