

URBAN VISUALISATION
& MANAGEMENT GMBH



UVM
SYSTEMS



City**GRID**[®]
2025

Copyright © 2001 - 2025
UVM Systems GmbH

CITY
HANDBUCH
Grundlagen

GRID[®]

Inhalt

1.	Einführung	4
2.	Produkte	5
3.	Installation	6
3.1.	Systemvoraussetzungen	6
3.2.	Installation der CityGRID® Software.....	7
3.2.1.	Installation CityGRID® Datenbank.....	7
3.2.2.	Installation Programmodule (Administrator, Modeler, etc.)	7
3.3.	Installation der Lizenzen.....	7
3.3.1.	Am Lizenzserver	7
3.3.2.	Am Clientrechner	8
3.4.	Update der Software	10
3.5.	Datenbank Update	10
4.	Gebäudesemantik in CityGRID®	12
4.1.	Modell	12
4.2.	Unit	12
4.3.	Objekt	12
4.4.	Elementkomplex.....	13
4.5.	Element.....	13
5.	Beschreibung des Flächenbildungsalgorithmus	14
5.1.	Flächenbildung von CityGRID® Elementen.....	14
5.1.1.	Dach/Decke.....	14
5.1.2.	Fassade	14
5.1.3.	Vertikale Dachflächen	15
5.1.4.	Boden	15
5.1.5.	Dachüberhang.....	15
5.1.6.	Allgemeines Element.....	15
5.2.	Röhren (z.B. U-Bahn-Tunnel).....	15
5.3.	Überbauungen und Abzugskörper	16
5.3.1.	Aussparungsobjekt.....	16
5.3.2.	Boot'sches Objekt	16
5.4.	Solid.....	17
5.5.	Gebundene Dachdetails.....	17
5.6.	Durchdringungsauflösung	17
5.6.1.	Optionen der Durchdringungsauflösung	18
6.	Versionsverwaltung	21
6.1.	Bearbeitungsversionen.....	21
6.2.	Historische Versionen.....	21
7.	Spezielle Beziehungen von Polylinien/Polygonen	23
7.1.	Master/Slave Beziehungen.....	23
7.2.	2D Beziehungen.....	23

8.	Texturierung 	24
8.1.	Richtlinien zur Aufnahmen von Fassadenfotos 	25
8.2.	Sichtbarkeitsanalyse	25
9.	Glossar – die wichtigsten Begriffe zum Nachlesen	27
10.	Kontakt	29

Aufnahme Deckblatt: Brasov, Romania, Dan Novac, Pixabay

1. Einführung

Welcher Stadtplaner oder Architekt hat sich nicht schon oft gewünscht, gewisse Bereiche eines Planungsgebiets in 3D darstellen zu können, ohne aufwändige Luftbilder und Fotomontagen anfertigen zu müssen?

Mit den **CityGRID**[®]-Produkten haben sie das effizienteste System zur Modellierung und Darstellung von Gebäuden in 3D mit fotorealistischen Oberflächentexturen, das derzeit am Markt existiert. Die Bereiche, die sie benötigen, können fortlaufend von Stadtvermessungsbehörden aktualisiert werden und ermöglichen dem Planer jederzeit ein reales Umgebungsmodell für sein Planungsobjekt zu bekommen. Sie können Ihren Auftraggebern oder Anrainern spielend leicht zeigen, wie ein geplantes Objekt im Kontext mit seiner realen Umgebung wirkt und welche neuen Ein- und Ausblicke sich daraus ergeben.

Das 3D-Stadtmodell liefert eine realitätskonforme, vollständige und geodätisch exakte Beschreibung des urbanen Umfeldes. Mit der Aufnahme, Vermessung, dreidimensionalen Rekonstruktion, Modellierung, Verwaltung und Visualisierung von Gebäuden und Infrastruktur wird eine neue Perspektive eröffnet. Die Serviceorientierung der Stadtverwaltung wird verstärkt. Aufgaben können mit verbesserter Qualität, schneller, kostengünstiger und bürgerfreundlicher erfüllt werden.

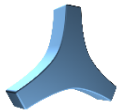
Das City**GRID**[®] Stadtmodell ist:

- ▲ realitätskonform
- ▲ aktuell
- ▲ leicht erfassbar
- ▲ erweiterbar
- ▲ vielfältig nutzbar
- ▲ GIS kompatibel

Der City**GRID**[®] ist ein modernes Hilfsmittel für die Planung, Simulation und Visualisierung im bebauten Gebiet. Durch die dreidimensionale Darstellung werden stadtrelevante Daten anschaulich und in einer auch für Fachfremde zugänglichen Form aufbereitet. Die Informationsvisualisierung trägt entscheidend dazu bei, dass Projektvorlaufzeiten verkürzt und Entscheidungsgrundlagen verbessert werden.

2. Produkte

Folgende Produkte gehören zur CityGRID® -Familie:



CityGRID® Manager

Ein Datenbank-basiertes Managementsystem (Oracle oder SQL Server) zur Verwaltung von Gebäudemodellen ganzer Stadtteile oder Städte. Die Datenbank bildet die Basis für das Arbeiten mit CityGRID® Modeler und Builder. Der CityGRID® Manager arbeitet im Hintergrund und stellt Funktionalität für alle Module von CityGRID® zur Verfügung, besitzt selbst aber keine Benutzeroberfläche.



CityGRID® Administrator

Ist ein Hilfsprogramm für die Datenadministration. Es können CAD-Daten in ein standardisiertes XML-Format konvertiert und in die Datenbank importiert werden. Ebenso können die Daten in verschiedene Formate exportiert werden. Die Verwaltung der Stadtmodelldaten wird ebenso wie Spezialfunktionen, etwa die automatische Gebäudetexturierung, über dieses Administrationsprogramm gesteuert.



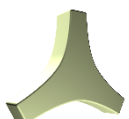
CityGRID® Modeler

Dient Stadtplanern und Stadtverwaltungen zur Erstellung und Fortführung von Gebäudemodellen ganzer Stadtteile oder Städte. Der Modeler kann auf Basis einer Datenbank arbeiten (CityGRID® Manager) oder auf Basis von Dateien in einem standardisierten XML-Format. Der CityGRID® Modeler ist in den Editionen Inspector, Editor und Texture erhältlich. Die Edition CityGRID® Modeler Inspector stellt die einfachste Variante, mit dem geringsten Leistungsumfang dar. Die Edition Editor stellt sämtliche Editierwerkzeuge von CityGRID®, einschließlich des Flächenbildungsalgorithmus zur Verfügung und in der Edition Texture sind die Texturierungsfunktionen von CityGRID® gebündelt. Alle Module zusammenstellen die Vollversion des CityGRID® Modelers dar.



CityGRID® Builder

Ermöglicht Planern, Entwürfe in das bestehende Stadtmodell zu integrieren, Visualisierungen verschiedener Planungsvarianten zu erzeugen und am Ende eine für den CityGRID® Scout optimierte Szene zu erstellen.



CityGRID® Scout

Ermöglicht interaktive Virtual Reality Visualisierungen mit besonders realistischer Darstellung des Straßenraums und der Vegetation. Er ermöglicht die Wirkung von Entwürfen im Kontext zur Umgebung real zu simulieren.



CityGRID® Solid

Ist ein Modul zur Aufbereitung von Stadtmodelldaten für den 3D Druck. Die zu druckenden Gebiete werden maßstäblich verkleinert, auf Bauraumgröße geschnitten, ausgehöhlt und das Flächennetz wasserdicht aufbereitet. Das Ergebnis kann direkt an einen 3D Drucker geschickt werden.

3. Installation

3.1. Systemvoraussetzungen

Empfohlene (optimale) Hardware:

1. Prozessor (CPU)
Intel Core i9-13900K/KF (13. Generation) oder AMD Ryzen 9 7950X3D
Diese Prozessoren bieten eine hohe Anzahl von Kernen und Threads, was für Multitasking und rechenintensive Aufgaben wie Rendering von Vorteil ist.
(Mindestens i7/Ryzen 7)
2. Arbeitsspeicher (RAM)
64 GB DDR5-5600
Mit 64 GB oder mehr können Sie problemlos mehrere Anwendungen gleichzeitig ausführen und auch mit komplexen Szenen arbeiten.
(Mindestens 32GB)
3. Grafikkarte (GPU)
NVIDIA GeForce RTX 4080 oder AMD Radeon RX 7900 XTX
Eine dedizierte Grafikkarte ist für die 3D-Visualisierung und das Rendering unerlässlich. Achten Sie auf eine Karte mit viel Speicher (12 GB oder mehr) und einer hohen CUDA-Kern-Anzahl (bei NVIDIA) oder Streamprozessoren (bei AMD).
(Mindestens 8GB dedizierter Speicher)
4. Festplatte (SSD)
2 TB NVMe PCIe 4.0 SSD + 4 TB HDD
Eine schnelle NVMe-SSD sorgt für kurze Ladezeiten von Programmen und Projekten. Eine zusätzliche HDD mit viel Speicherplatz ist für die Archivierung großer Dateien sinnvoll.

Erforderliche vorinstallierte Software:

- **Betriebssystem:** Windows 10 oder höher /64-Bit
- **Datenbankverwaltungssysteme:**
 - **Oracle** (Version 11g und höher)
 - **Microsoft SQL Server** (Version 2017 und höher, für den datenbankgestützten Administrator)
 - **PostgreSQL** (Version 15.3 und höher)
- **Modellierungs- und Datenverarbeitungssoftware:**
 - Autodesk 3D Studio Max Version 2023 +; Basisprogramm für Modeler und Builder plugins.
 - FME 2022 + als Basisprogramm für den CityGRID® FME Reader/Writer.
Diese Version wurde auf 3ds Max 2025 entwickelt und getestet.



Hinweis: Falls bei der CityGRID® Installation 3D Studio Max und 3D Studio Max Design gefunden werden, wird in Max Design bevorzugt.

3.2. Installation der CityGRID® Software

3.2.1. Installation CityGRID® Datenbank

Für den Betrieb der CityGRID® Datenbank wird ein Datenbankmanagementsystem von Oracle, PostgreSQL oder Microsoft SQL Server benötigt. Dieses DBMS ist durch den IT Support des Kunden bereitzustellen und vor zu konfigurieren. Insbesondere das Anlegen eines Tablespace, sowie des Benutzers mit entsprechenden Rechten (Lesen, Schreiben, Schemaaktualisierung, Import, Export, Erstellung von Views, Triggern, Sequences, Materialized Views) wird vorausgesetzt. Das Anlegen des CityGRID® -Schemas selbst, wird durch Einspielen von SQL-Dateien, die von UVM Systems bereitgestellt werden, durchgeführt.



***Hinweis:** Beim Anlegen einer neuen Datenbank unter MSSQL ist die Auswahl eine Case Sensitive Collation, z.B. Latin1_General_100_CS_AS, zwingend notwendig!*

3.2.2. Installation Programmmodule (Administrator, Modeler, etc.)

Die CityGRID® Module werden über das Installer-Paket `CityGRID Software_de.exe` installiert. Im Zuge des Setups erkennt das Paket vorhandene Hostprogramme (Autodesk 3D Studio Max und FME) automatisch und integriert CityGRID® als Plugin darin. Weiters sorgt das Setup für die Installation aller notwendigen Fremdmodule, die zum Betrieb von CityGRID® benötigt werden. Dies gilt insbesondere auch für die CodeMeter Lizenz-Software.



***Hinweis:** Das CityGRID® Setup lässt sich auch als Silent-Installation über Kommandozeile installieren. Dazu ist das Installer-Paket mittels Parameter „/quiet“ zu starten. Der Parameter „/help“ ruft die Kurzanleitung mit allen verfügbaren Installationsoptionen auf.*



***Hinweis:** Aktuelle und ältere CityGRID® Versionen lassen sich über die Homepage www.uvm.com beziehen.*






***Hinweis:** Für ein vollständiges CityGRID® Setup müssen die Programmdateien ins Installationsverzeichnis (typischerweise C:\Programme\CityGRID) sowie in den Ordner „Gemeinsamen Dateien“ kopiert werden. Außerdem schreibt das Setup Einträge in die Windows Registrierungsdatei, sowie in die Pfadvariable. Das Setup ist daher mit einem Benutzer durchzuführen, der über die erforderlichen Rechte verfügt.*

3.3. Installation der Lizenzen

3.3.1. Am Lizenzserver

Der Lizenzserver ist im Allgemeinen nicht gleichzeitig ein Clientrechner, es ist aber ausdrücklich nicht untersagt einen solchen als Lizenzserver zu verwenden.

1. Installieren Sie die Server-Software von CodeMeter auf dem Lizenzserver. Das Setuppaket kann direkt von CodeMeter, oder der UVM Systems Homepage www.uvm.com bezogen werden. Folgen Sie den Anweisungen des Installationspakets. Die Codemeter-Runtime steht für unterschiedliche Betriebssysteme bereit, bitte wählen Sie das für Ihren Lizenzserver passende Installer-Paket aus!
2. Stecken Sie den USB Lizenz-Dongle an einen freien USB Port
3. Nach erfolgreicher Installation erscheint das CodeMeter-Symbol  im Infobereich der aktiven im Hintergrund geöffneten Programme und Dienste Ihrer Windows Taskleiste. 
4. Klicken Sie das CodeMeter-Symbol  mit der rechten Maustaste an und wählen Sie im erscheinenden Kontextmenü den Eintrag **WebAdmin**. Es öffnet sich der Standard-Web Browser mit der CodeMeter Startseite.

- Wählen Sie den Reiter **Einstellungen** → **Server** → **Server-Zugriff**.

The screenshot shows the CodeMeter WebAdmin interface. The top navigation bar includes 'Dashboard', 'Container', 'Lizenz-Monitor', 'Diagnose', 'Einstellungen', and 'Infos'. The 'Einstellungen' menu is open, showing options for 'Basis', 'Server', and 'Erweitert'. The 'Server' option is selected, leading to the 'Server-Zugriff' page. On the left, a box displays server status: 'Aktueller Server: MAGNI', 'IP Adresse: 192.168.60.195', 'Betriebssystem: Windows 10', 'Server-Startzeit: 2019-05-21 08:48:09', 'Server-Version: Version 6.60b of 11. May 2018 (Build 2884)', and 'Runtime-Version: 6.60b'.

- Setzen Sie den Radio-Button bei Netzwerk-Server auf **Aktivieren**. Im Feld Netzwerk Port ist gegebenenfalls eine alternative Portnummer zu setzen, sollte das vorgeschlagene Port für die Client-Server-Kommunikation nicht geeignet sein.

The screenshot shows the 'Server-Zugriff' configuration page in CodeMeter WebAdmin. It features two sections: 'Netzwerk-Server' and 'CmWAN Server'. In the 'Netzwerk-Server' section, the 'Aktivieren' radio button is selected, and the 'Netzwerk Port' is set to 22350. The 'CmWAN Server' section has 'Deaktivieren' selected. At the bottom, there are buttons for 'Übernehmen' and 'Standard wiederherstellen'. A note at the bottom states: '(*) Änderungen erfordern einen CodeMeter-Neustart'.

- Kontrollieren Sie ob der *Netzwerk Port* von anderen Rechnern in Ihrem Netzwerk erreichbar ist, und ändern Sie diesen gegebenenfalls auf einen freigegebenen. Bei Unklarheiten ersuchen wir Sie mit Ihrer IT-Abteilung Kontakt aufzunehmen.



Hinweis: Bei einer gegebenenfalls aktivierten Firewall muss die Kommunikation über das angegebene Port freigegeben werden.

- Starten Sie den Serverrechner neu.





Hinweis: Der Lizenzserver muss sich in regelmäßigen Abständen mit einem CodeMeter Zeitserver verbinden können, um die zertifizierte Zeit aktualisieren zu können. Ist die zertifizierte Zeit älter als 7 Tage, verliert die Lizenz ihre Gültigkeit.

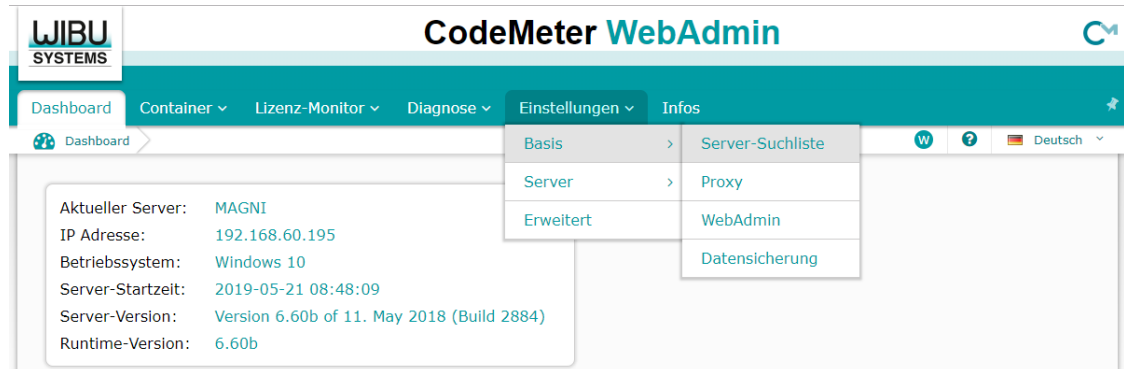
Für vertiefende Informationen verweisen wir auf die Online Hilfe von CodeMeter, die über WebAdmin erreichbar ist. Als CityGRID® Kunde können sie sich jederzeit auch an den Codemeter-Support bei Problemen mit der Lizenzierung der CityGRID® Software wenden.

3.3.2. Am Clientrechner

- Installieren Sie das CityGRID® Softwarepaket auf dem gewünschten Clientrechner. Im Zuge der Installation wird die Client-Lizenzsoftware CodeMeter von WIBU Systems installiert. Nach erfolgreicher

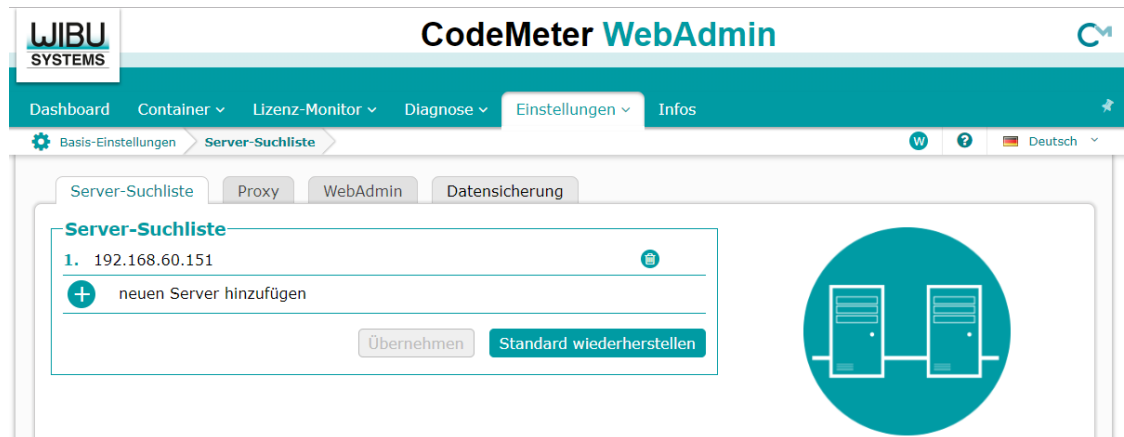
Installation erscheint das CodeMeter Symbol  im Infobereich der aktiven im Hintergrund geöffneten Programme und Dienste.

2. Klicken Sie das CodeMeter Symbol  mit der rechten Maustaste an und wählen Sie im erscheinenden Kontextmenü den Eintrag **WebAdmin**. Es öffnet sich der Standard-Web Browser mit der CodeMeter Startseite
3. Wählen Sie den Reiter **Einstellungen** → **Basis** → **Server Suchliste**.



The screenshot shows the CodeMeter WebAdmin interface. The top navigation bar includes 'Dashboard', 'Container', 'Lizenz-Monitor', 'Diagnose', 'Einstellungen', and 'Infos'. The 'Einstellungen' menu is open, showing 'Basis', 'Server', and 'Erweitert'. The 'Basis' sub-menu is selected, showing 'Server-Suchliste', 'Proxy', 'WebAdmin', and 'Datensicherung'. On the left, system information is displayed: 'Aktueller Server: MAGNI', 'IP Adresse: 192.168.60.195', 'Betriebssystem: Windows 10', 'Server-Startzeit: 2019-05-21 08:48:09', 'Server-Version: Version 6.60b of 11. May 2018 (Build 2884)', and 'Runtime-Version: 6.60b'.

4. Klicken Sie auf neuen Server hinzufügen um die IP-Adresse zum Lizenzserver festzulegen.



The screenshot shows the 'Server-Suchliste' page in CodeMeter WebAdmin. The 'Einstellungen' menu is open to 'Erweitert'. The 'Server-Suchliste' sub-menu is selected. The page shows a list of servers with one entry: '1. 192.168.60.151'. Below the list is a '+ neuen Server hinzufügen' button. At the bottom of the list area are 'Übernehmen' and 'Standard wiederherstellen' buttons. A large circular icon with two server racks is on the right.



Hinweis: Durch Setzen der Server Suchliste wird CodeMeter angewiesen nur unter den angegebenen Adressen nach Lizenzen zu suchen. Dadurch lässt sich insbesondere bei großen Netzwerken die Zugriffszeit signifikant reduzieren. Wird an keiner der angegebenen Adressen eine gültige Lizenz gefunden, lässt sich CityGRID® nicht starten!

5. Klicken Sie auf Übernehmen um die Einstellungen zu sichern.
6. Kontrollieren Sie ob unter **Einstellungen** → **Erweitert** jenes Port angegeben ist, das am Lizenzserver spezifiziert wurde.



The screenshot shows the 'Erweiterte Netzwerk-Einstellungen' page. It contains three input fields: 'Netzwerk Port:' with value '22350', 'Netzwerk-Wartezeit:' with value '100' and unit 'Sekunden', and 'UDP-Antwortzeit:' with value '1000' and unit 'Millisekunden'. A 'Bearbeiten' button is at the bottom right. A note at the bottom states: 'Änderungen erfordern einen CodeMeter-Neustart'.

7. Wechseln Sie auf den Lizenzserver indem Sie im WebAdmin Fenster links unten das Feld Aktueller Server klicken. Wählen Sie aus der Liste den Lizenzserver aus.

Zusätzliche WebAdmin-Einstellungen

Aktueller Server: localhost (127.0.0.1)



Hinweis: Erscheint der Lizenzserver nicht in der angegebenen Liste, entfernen Sie den Eintrag in der Server-Suchliste und wiederholen Sie den Vorgang. Die Liste enthält nur dann Einträge, wenn an den angegebenen IP-Adressen Codemeter-Lizenzen gefunden werden!

- Kontrollieren Sie über **Lizenz-Monitor** → **Alle Lizenzen** die verfügbaren Lizenzen am Lizenzserver. Die angezeigten Lizenzen variieren je nach den lizenzierten CityGRID® Modulen.

Product Code	Name	Feature Map	Lizenz-Anzahl	Belegt	Verfügbar
1	-	-	1	0	1
2	CityGRID Manager	0x3f	1	0	1
3	CityGRID Modeler	0x1	20	0	20
4	CityGRID Planner	0x3	20	0	20
5	CityGRID Builder	-	20	0	20
6	CityGRID Scout	-	1 (local)	0	1
7	-	-	100	0	100
8	-	-	1	0	1
9	CityGRID Builder Online	0x0	10	0	10

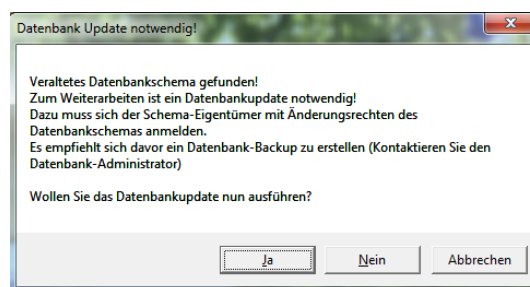
- Schließen Sie den Web Browser.
- Starten Sie CityGRID®.
- Wiederholen Sie die Schritte für jeden Clientrechner auf dem CityGRID® installiert werden soll.

3.4. Update der Software

Updates der Software werden fortlaufend erstellt. Für die Neuinstallation muss die Software im Allgemeinen nicht deinstalliert werden, sondern es kann einfach das aktuelle Installer-Paket ausgeführt werden. Anschließend kann ein Update der Datenbank notwendig werden (siehe folgenden Abschnitt).

3.5. Datenbank Update

Bei Funktionserweiterungen muss gelegentlich das Datenbank-Schema erweitert werden. Dies geschieht automatisch durch eine neue Version des CityGRID® Administrators oder Modelers. Falls dies notwendig ist, wird bei der Datenbank-Anmeldung darauf hingewiesen:



Falls Sie das Update durchführen wollen, erscheint das Datenbank-Anmeldungs Fenster erneut. Damit wird die Möglichkeit geboten, sich im Namen eines anderen Datenbank-Benutzers anzumelden, da für das Update meist

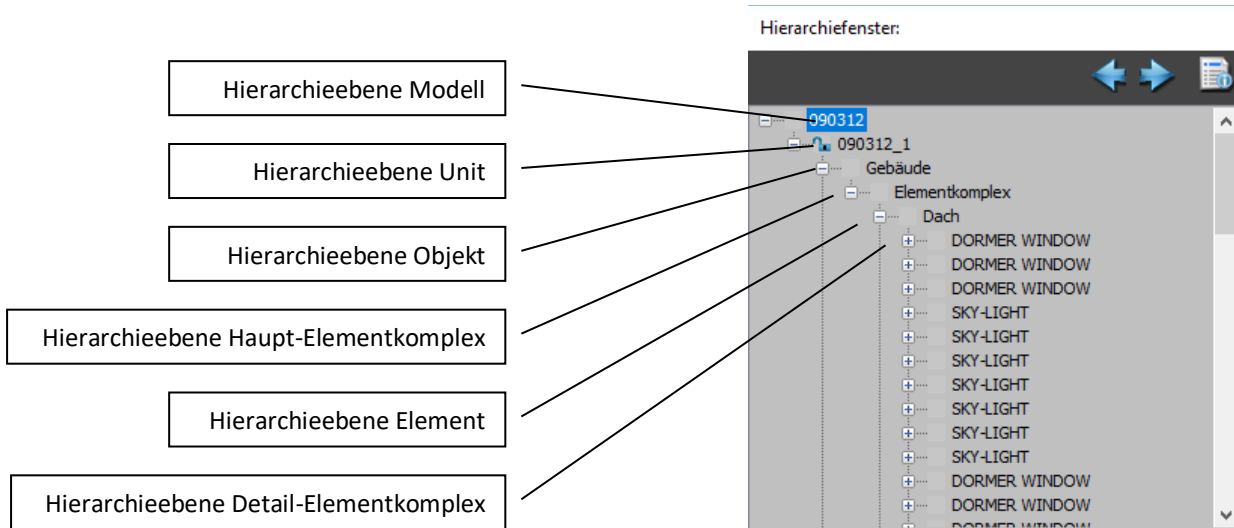
Berechtigungen erforderlich sind, Spalten zu Tabellen hinzuzufügen, neue Tabellen oder Prozeduren etc. anzulegen und ggf. auch Tabellen oder Prozeduren etc. zu löschen.



Hinweis: Es wird empfohlen, vor dem Datenbank-Update eine Sicherung der Datenbank anzulegen.

4. Gebäudesemantik in CityGRID®

Gebäudemodelle werden in CityGRID® logisch zu Komplexen zusammengefasst. Die mehrstufige Hierarchie von Gebäudekomplexen wird im Folgenden beschrieben. Diese Hierarchiestufen werden im Fenster der geladenen Units (CityGRID® Modeler) wiedergegeben:



4.1. Modell

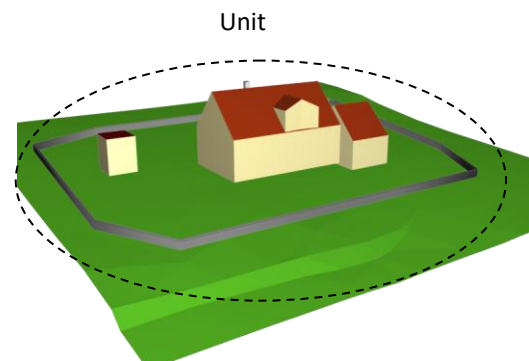
Ein Modell ist eine logische Zusammenfassung beliebig vieler Units. Umgekehrt kann eine Unit zu beliebig vielen Modellen gehören.

Modelle sollen in der Datenbank Version des Modeler die Bearbeitung erleichtern, indem jede beliebige Gruppe von Units schnell zu einem Modell zusammengefasst werden kann und Modelle leicht auch wieder gelöscht werden können. Das Löschen von Modellen ändert nichts an den Units, sie gehen dabei nicht verloren.

4.2. Unit

Eine Unit ist eine Einheit im verwaltungstechnischen Sinn. Sie umfasst alle Gebäude (und Neben-gebäude), die beispielsweise zu einem Grundstück gehören (z.B. Wohngebäude, Garage, etc.).

Eine Unit besteht aus mindestens einem, ansonsten aber beliebig vielen Objekten.

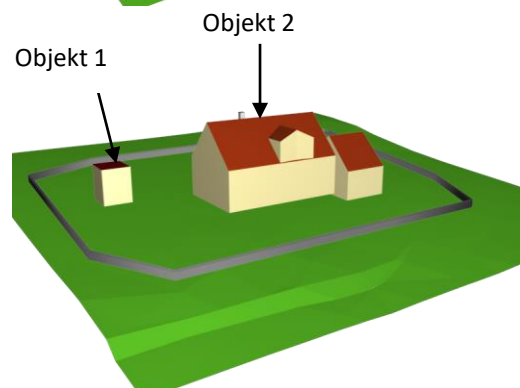


4.3. Objekt

Ein Objekt ist ein freistehendes Gebäude/Bauwerk. Jedes Objekt ist Teil von genau einer Unit. Objekte einer Unit sind im Allgemeinen baulich getrennt.

Das Objekt hat eine vordefinierte Objektklasse (z. B. Gebäude, Unterirdisches Objekt, Bool'sches Objekt etc.).

Aussparungsobjekte sind spezielle Objekte, die verwendet werden um Überbauungen (Passagen, Durchfahrten etc.) zu modellieren. Sie kommen immer nur mit mindestens einem Objekt der Klasse Gebäude vor. Jedes Objekt besteht aus mindestens einem, ansonsten aber beliebig



vielen Elementkomplexen.

4.4. Elementkomplex

Ein Elementkomplex ist eine Gruppe von Elementen, die zusammen einen Volumen-Körper beschreiben. Jeder Elementkomplex ist Teil von genau einem Objekt.

Ein Elementkomplex kann entweder ein Hauptkörper eines Objekts sein (Haupt-Elementkomplex) oder ein Aufsatz auf ein Element (Detail-Elementkomplex, z.B. Gauben, etc.).

Ein Objekt hat mindestens einen Haupt-Elementkomplex.

Ein Detail-Elementkomplex wird vielfach auch als Kind-Elementkomplex bezeichnet, der einem Eltern-Element zugeordnet ist.

Haupt-Elementkomplexe gehören zum Level of Detail 2, während seine Kinder meist dem Level of Detail 3 angehören.

Jeder Elementkomplex kann einen frei wählbaren Namen haben (z.B. Gaube, Schornstein, ...)

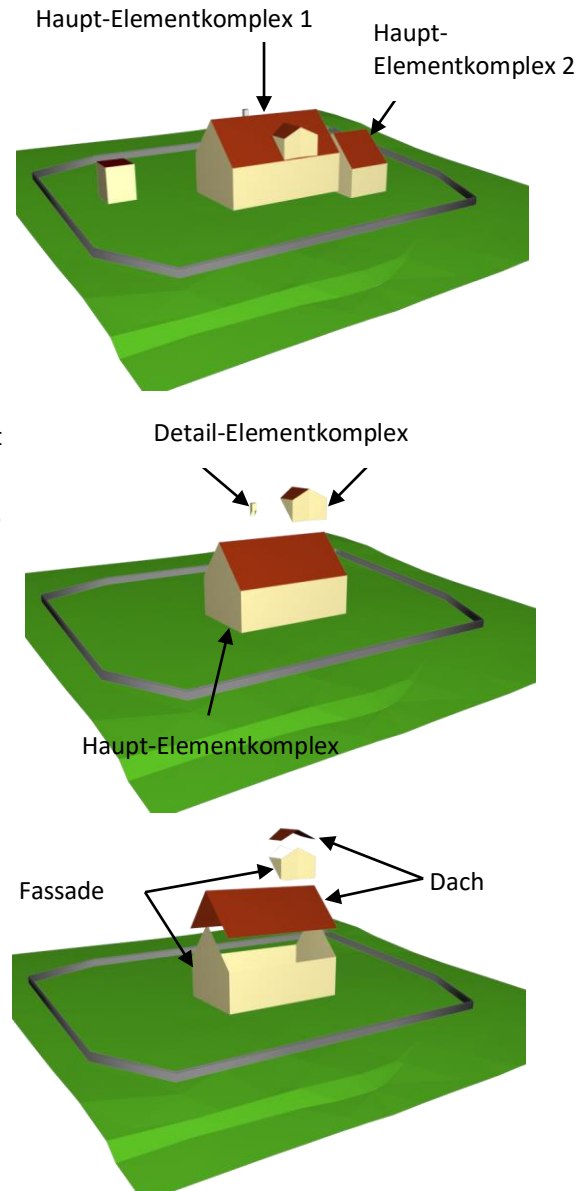
4.5. Element

Ein Element ist ein Teil eines Elementkomplexes und beschreibt die Oberfläche eines Teils des Körpers (z.B. Dach, Decke, Fassade, Dachüberhang, Boden). Jedes Element hat seine eigenen Flächenbildungsvorschriften, die im Abschnitt 5 beschrieben werden.

Jeder Elementkomplex hat zumindest ein Element und darf folgende Element-Kombinationen haben (von oben nach unten): 0 oder 1 Dach- oder Decke-Element, beliebig viele Fassade-Elemente, 0 oder 1 Boden-Element. 0 oder 1 Vertikale Dachflächen-Element. Zwischen Fassade- und Dach/Decke-Elementen können Dachüberhang-Elemente stehen.

Dach- bzw. Decke-Elemente dürfen Detail-Elementkomplexe haben.

Das Element ist Träger von Geometrie.



5. Beschreibung des Flächenbildungsalgorithmus

Die Effizienz des Modellierens und Fortführens von Gebäudemodellen verdankt das System CityGRID® dem Prinzip, die Oberfläche („boundary representation“) der Modelle automatisch aus dem Kantenmodell („wireframe representation“) abzuleiten. Dabei müssen die wichtigen formgebenden Kanten modelliert werden, zusätzliche Kanten entstehen durch den Flächenbildungsalgorithmus automatisch.

Die Hauptaufgabe des Modellierers ist es, das Kantengerüst zu editieren, bis der Flächenbildungsalgorithmus ein korrektes Gebäudemodell generiert. Dieses Liniengerüst wird in der Datenbank/XML-Datei verwaltet und kann in einem Reambulierungszyklus angepasst werden. Dies erlaubt die Fortführung des Stadtmodells auf effiziente Weise.

Es kommt ein speziell für Gebäudemodellierung angepasster 3D-Flächenbildungsalgorithmus zum Einsatz. Für das Dach, die Fassade, den Dachüberhang, für Detailelemente und für Überbauungen eines Gebäudes werden unterschiedliche Flächenbildungsvorschriften eingesetzt. Generell werden alle Linien verwendet, die innerhalb des Umfassungspolygons (z.B. Traufe) liegen. Linien im Hilfslinienlayer und auf nutzerdefinierten Layern werden nicht berücksichtigt.

Die Flächenbildung stützt sich im Allgemeinen stark auf eine vertikale Extrusionsrichtung. Für Elemente, die eine lokale „vertikale“ Richtung besitzen, die von der globalen vertikalen Richtung abweicht, muss die Extrusionsrichtung eingestellt werden, bzw. wird im Falle der Bindung von Detail- an die Haupt-Elementkomplexen aus den vorhandenen Flächen abgeleitet.

Im Zuge des Flächenbildungsprozesses werden einige Aktionen der Konsistenzprüfung und ggf. Korrektur durchgeführt:

- Zusätzliche Knoten werden eingefügt, falls notwendig (z.B. bei Linien innerhalb eines Elements, die sich (in 2D oder 3D) schneiden).
- Die Topologie von Bruchkanten wird überprüft.
- Fehlende Master/Slave-Beziehungen werden gesetzt.
- Fehlende Elemente werden generiert (z.B. Dachüberhang, aber auch fehlende Fassaden).
- Ident laufende Segmente in geschlossenen Polygonen auf den Layern äußeres Begrenzungspolygon, Fassadenoberkante und Traufe Innenhof werden erkannt und auf einen eigenen Layer mit Namen „unused“ & Layernamen verschoben, bzw. automatisch entfernt, wenn es sich nur um eine einfache Selbstüberschneidung mit einem Segment handelt.

Auf die meisten der Korrekturmaßnahmen wird der Benutzer durch Warnung aufmerksam gemacht.

5.1. Flächenbildung von CityGRID® Elementen

5.1.1. Dach/Decke

Das Element „Dach“ oder „Decke“ wird durch Triangulation innerhalb der Traufenlinie gebildet, wobei Firstlinien und weitere Dachlinien als Zwangskanten verwendet werden. Die Traufenlinie muss ein geschlossenes Polygon sein. Innenhof-Traufen bilden Aussparungsflächen der Triangulation. Bruchkanten erlauben die Modellierung senkrechter Flächen des Daches.

Die Flächenbildungsvorschrift erlaubt auch invertierte Flächen, bei denen die Flächennormale nach unten schaut. (z.B. bei der Decke von Aussparungsobjekten).

5.1.2. Fassade

Die Flächen des Elements „Fassade“ des Gebäudes entstehen auf zweierlei Arten:

- Extrusion:
 - durch Extrusion der Fassadenoberkante senkrecht nach unten und durch
 - Verschnitt mit dem Geländemodell:

Die derart abgeleitete Fassadenunterkante folgt nicht dem exakten Verschnitt mit dem Gelände, sondern läuft horizontal in der Höhe des tiefsten Schnittpunkts mit dem Gelände. Dadurch entstehen Fassadenrechtecke, was die Texturierung vereinfacht. Fassaden werden auch für Innenhöfe gebildet.

Falls das Gebäude nicht innerhalb des Bereichs des Geländemodells liegt, werden die Fassaden mit 50 m Höhe erzeugt. Ein korrektes Geländemodell sollte unbedingt vorliegen, bevor die Modellierung mit CityGRID® begonnen wird.

- Verschnitt mit dem Elternelement:

Die derart abgeleitete Fassadenunterkante folgt dem exakten Verschnitt mit dem Elternelement.

- Triangulation:

dazu muss ein geschlossenes Polygon im Layer „Fassadenunterkante“ vorhanden sein. Die Flächen entstehen durch Triangulierung eines „Schlauchs“ bzw. einer Röhre zwischen den Polygonen Fassadenoberkante und Fassadenunterkante.

5.1.3. Vertikale Dachflächen

Senkrechte Flächen im Dach, die typischerweise durch ein Bruchkantensystem gebildet werden, verbleiben nicht bei den übrigen Flächen des Daches, sondern werden zu einem Element „Vertikale Dachflächen“ zusammengefasst. Dieses Element besteht nur aus den senkrechten Dachflächen, hat sonst aber keinerlei Linieninformation, und kann auch interaktiv keine zugewiesen bekommen. Der Layer äußeres Begrenzungspolygon muss aus datentechnischen Gründen angelegt werden, es befinden sich darauf aber keine Linieninformationen.

Standardmäßig werden alle vertikalen Dachflächen in der Fassadenfarbe dargestellt, wodurch ein gefälliger Eindruck des Gebäudes erzeugt wird. Vertikale Dachflächen sind von der automatischen Dachtexturierung ausgenommen und können als eigenständige Elemente texturiert werden.

5.1.4. Boden

Oberirdische Gebäude besitzen meist kein Element Boden. Falls jedoch ein Boden vorhanden ist, wird dieser ähnlich wie Dächer trianguliert, wobei die Flächennormale der Dreiecke invertiert wird. Für Elementkomplexe mit Fassade und Boden müssen die Fassadenunterkante des Elements Fassade und das Begrenzungspolygon des Elements Boden ident sein und in einer Master/Slave-Beziehung stehen (siehe 5.7).

Elementkomplexe von unterirdischen Objekten sollten mit Boden-Element modelliert werden.

5.1.5. Dachüberhang

Falls die Fassadenoberkante und die (äußere oder innere) Traufenlinie des Daches nicht ident sind, werden zwischen diesen Polygonen Dachüberhangflächen generiert. Die Flächennormalen schauen nach unten.

5.1.6. Allgemeines Element

3D Objekte, für die keine nähere Information vorhanden ist werden als „allgemeines Element“ gespeichert. Sie entstehen beispielsweise bei der Konversion mittels BLOB Konvertierungsmager oder durch den CityGRID®Writer in FME. Das Allgemeine Element kann im Element Eigenschaftsfenster in jeden anderen Elementtyp umgewandelt werden.

5.2. Röhren (z.B. U-Bahn-Tunnel)

Röhren werden in derselben Element-Struktur modelliert, auch wenn die Namen der Elemente in diesem Fall nicht zutreffend sind. Die Außenwand der Röhre ist ein Element vom Typ „Fassade“, die Deckflächen (falls vorhanden) sind Elemente vom Typ „Decke“ und „Boden“.

5.3. Überbauungen und Abzugskörper

Um Einschnitte in 3D Gebäude modellieren zu können stehen in CityGRID® zwei Objektklassen zur Verfügung, das Aussparungsobjekt und das Bool'sche Objekt. Beide Objekte werden in derselben Element-Struktur modelliert wie ein normales Gebäude. Erst durch Setzen der entsprechenden Objektklasse (siehe Handbuch Modeler) interpretiert der Flächenbildungsalgorithmus den gebildeten Körper als inversen Raum und adaptiert die Flächen der zugehörigen Unit dementsprechend.

Damit die Flächenbildung eines Gebäudes ein oder mehrere Abzugskörper berücksichtigen kann, muss es zwischen den Abzugskörpern und zumindest einer Fassadenoberkante eines Dachelements der gemeinsamen Unit eine Verschnittsituation geben. Andernfalls sind die Abzugskörper nicht flächenwirksam.

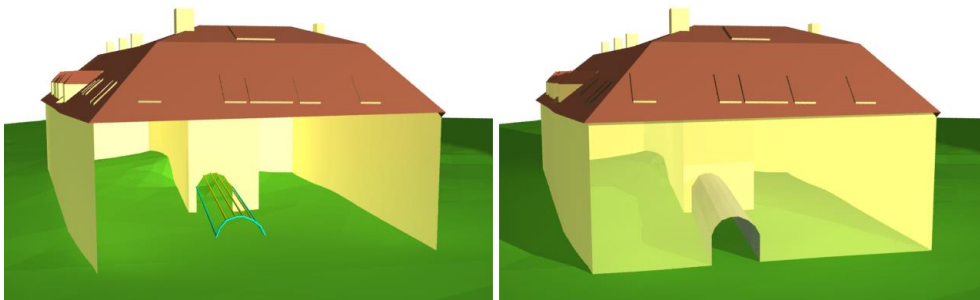


Hinweis: Aussparungsobjekte sind in der Flächenbildung schneller zu verarbeiten, dafür aber nicht so universell einsetzbar.

5.3.1. Aussparungsobjekt

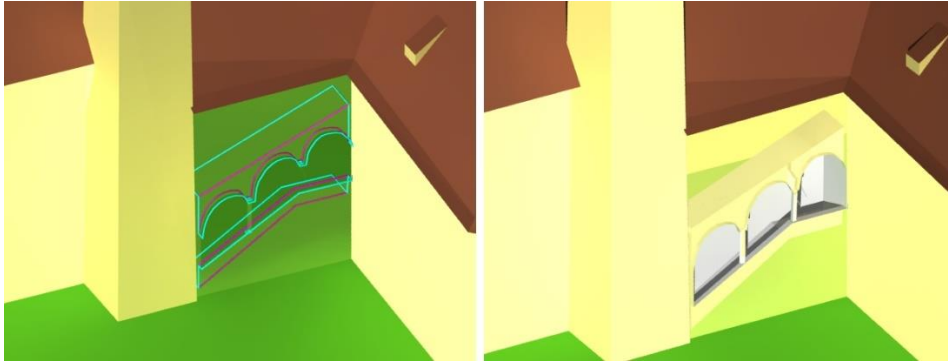
Steht ein Aussparungsobjekt unter einem Objekt, werden die Fassaden an dieser Stelle nur bis zu diesem Aussparungsobjekt extrudiert. Die Decke des Aussparungsobjekts wird mit invertierten Flächennormalen gebildet. Das gleiche gilt für Fassaden des Aussparungsobjekts. Allerdings werden nur solche Fassadendreiecke erstellt, die nicht unter der Fassade darüber liegender Hauptfassaden liegen. Dadurch werden etwa Einfahrten freigestellt.

Aussparungsobjekte wirken nur auf extrudierte Fassaden und somit stets bis zum Verschnitt mit dem Gelände bzw. dem Ende einer bodenlos extrudierten Fassade. Falls dem Fassadenelement eine Fassadenunterkante und allfällig ein Bodenelement angehängt wurden, kann das Aussparungsobjekt nicht angewandt werden. Ebenso wenig kann ein Aussparungsobjekt selbst über ein Bodenelement verfügen.



5.3.2. Bool'sches Objekt

Bool'sche Objekte funktionieren gleich wie Aussparungsobjekte, haben im Vergleich zu diesen aber die Fähigkeit Böden zu berücksichtigen und auf alle CityGRID® Elemente, egal ob sie extrudiert oder trianguliert wurden, zu wirken. Sowohl bei Objekten der gemeinsamen Unit als auch bei sich selbst werden Böden in der Flächenbildung angewandt. Dadurch eignen sich Bool'sche Objekte um Löcher in Gebäude zu integrieren (z. B. Arkadenaufgang) bzw. um übereinander gestapelt zu werden (z. B. Loggien). Alle Flächen des Bool'schen Objekts werden mit invertierten Flächennormalen gebildet.



5.4. Solid

Bei der Konversion von Daten vom Datentyp Solid mittels BLOB Konvertierungsmanager oder FME CityGRID®Writer wird das Flächennetz erhalten und als Elementtyp Solid vorgehalten. Solids sind typischerweise allseits geschlossene (wasserfeste) 3D Objekte.

5.5. Gebundene Dachdetails

Für Dachdetails können Elemente in ein schlankes Liniengerüst und entsprechende Extrusions-richtungen für die Flächenbildung umgewandelt werden. In diesem Fall haben sie kein geschlossenes Traufenpolygon und meist eine sekundäre (z.B. horizontale) Extrusionsrichtung. Dadurch wird der Verschnitt mit der Elterndachfläche korrekt gebildet.

5.6. Durchdringungsauflösung

CityGRID® bildet Flächen standardmäßig aus dem Liniengerüst der Gebäudemodelle (vgl.5). Je nach Genauigkeit der zu Grunde liegenden Auswertung können sich dadurch Gebäude(teile) überlappen und zur Bildung von Flächen im inneren eines anderen Baukörpers führen. Um diese, zumeist unerwünschten, Flächen zu entfernen steht die Durchdringungsauflösung zu Verfügung. Dabei handelt es sich um eine Erweiterung des Flächenbildungsalgorithmus, die auf das Flächennetz von Gebäude angewandt wird und innenliegende Flächen(teile) erkennt und entfernt.



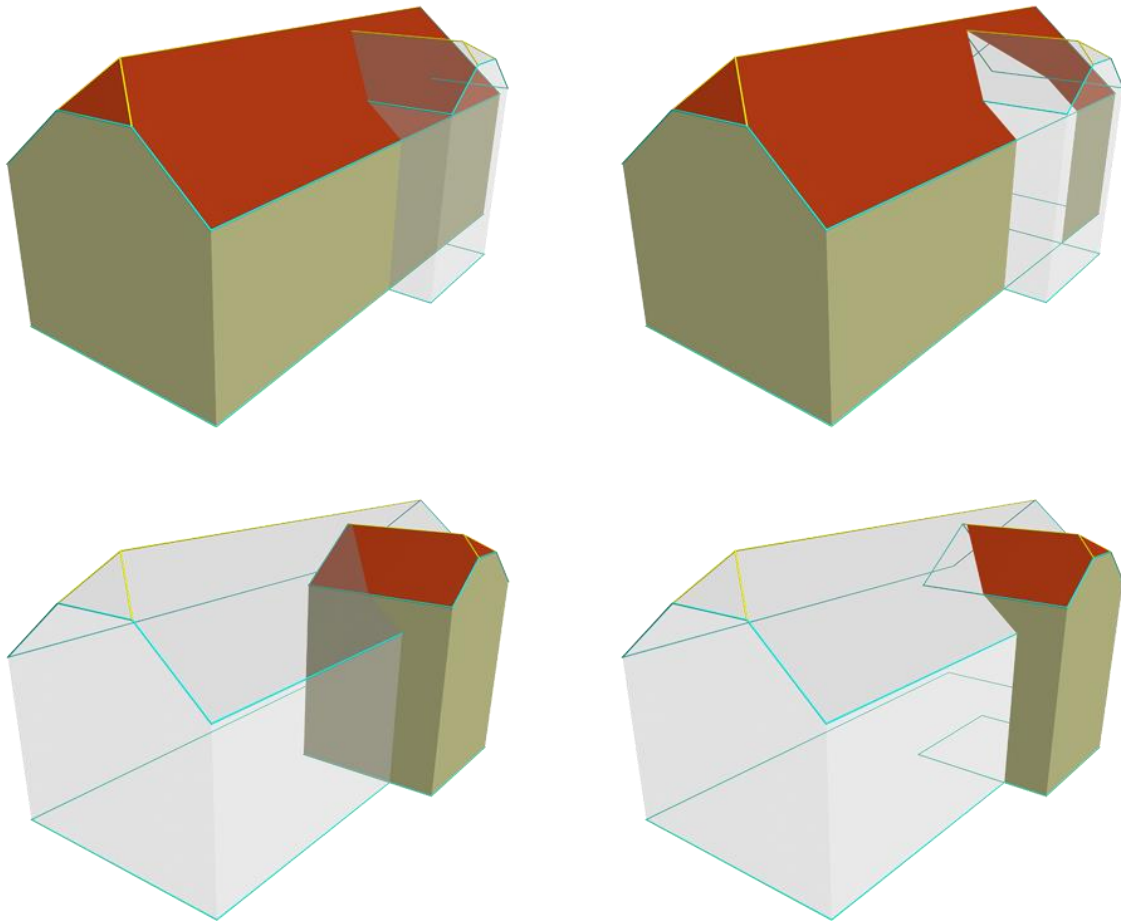
Hinweis: Die Durchdringungsauflösung wirkt rein auf das Flächennetz von Gebäuden. Das Liniengerüst erfährt durch diese Methode der Flächenbildung keinerlei Veränderung. Da nur die Flächen betrachtet werden, kann die Durchdringungsauflösung auf triangulierte CityGRID® Gebäude ebenso angewandt werden, wie auf eingefrorene Flächennetze (BLOBs).

Wird die Durchdringungsauflösung bei triangulierten Gebäuden deaktiviert, entsteht das ursprüngliche Flächennetz aus den Strukturlinien des Gebäudes erneut, bei eingefrorenen Flächennetzen hingegen ist die Durchdringungsauflösung irreversibel.



Beispiel:

Nachstehende Abbildungen zeigen die Veränderungen am Flächennetz durch die Durchdringungsauflösung. Die linke Spalte stellt die Elementkomplexe einer Unit ohne, die rechte Spalte mit aktivierter Durchdringungsauflösung dar. Da es sich um eine Flächenoperation handelt, bleibt das Liniengerüst unverändert. Somit kann auch der Zustand vor der Durchdringungsauflösung wiedergestellt werden.



Bei der Durchdringungsauflösung werden alle Flächen einer Unit auf Elementkomplex-Ebene miteinander in 3D verschnitten um jede vorhandene Schnittkante zu finden. Die gefundenen Schnittkanten werden dann in die Flächenbildung als Zwangskante einbezogen um das Flächennetz für das Entfernen der unerwünschten Teile vorzubereiten. Schließlich erfolgt die Untersuchung für jedes Flächendreieck, ob es innerhalb oder außerhalb eines anderen Körpers liegt. Je nach aktivierte Option der Durchdringungsauflösung führt diese Analyse zum Entfernen oder Behalten der Dreiecksflächen.

Für die korrekte Funktionsweise der Durchdringungsauflösung ist es erforderlich, dass die Flächen der untersuchten Gebäudekomplexe (Elementkomplexe) einen Körper bilden, da andernfalls die innerhalb/außerhalb Untersuchung nicht stattfinden kann. Falls keine Bodenflächen vorhanden sind, geht die Durchdringungsauflösung von einem horizontal gelagerten Boden aus, und ermittelt sich zur Laufzeit die fehlenden Bodenflächen aus der Unterkante der Fassadenflächen.

5.6.1. Optionen der Durchdringungsauflösung

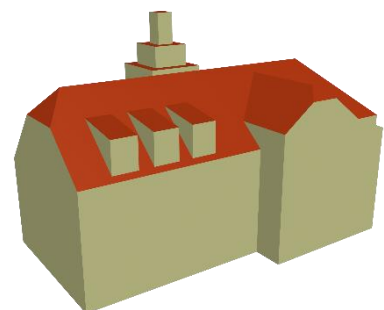


Hinweis: Die nachstehenden Abbildungen zeigen die Innenansicht der nebenstehenden Unit und die Auswirkung der jeweiligen Option der Durchdringungsauflösung auf das Flächennetz.

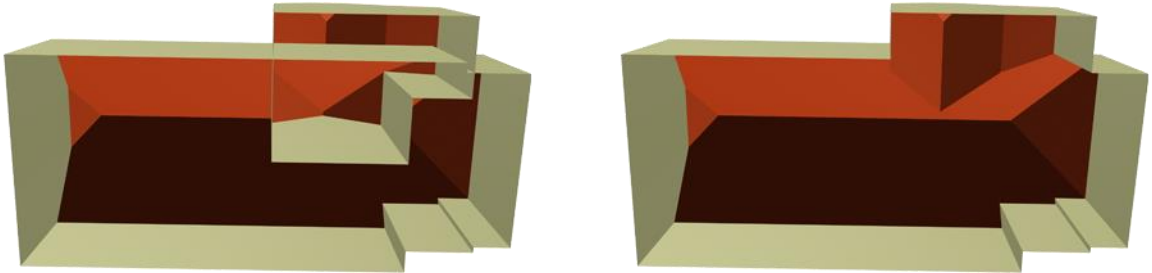
Zur Steigerung der Übersichtlichkeit zeigen manchen Abbildungen nicht das komplette Flächennetz oder stellen Kombinationen mehrerer Optionen der Durchdringungsauflösung dar.

Links ist die Unit ohne, rechts mit Durchdringungsauflösung dargestellt.

- Haupt-Elementkomplex mit Haupt-Elementkomplex:

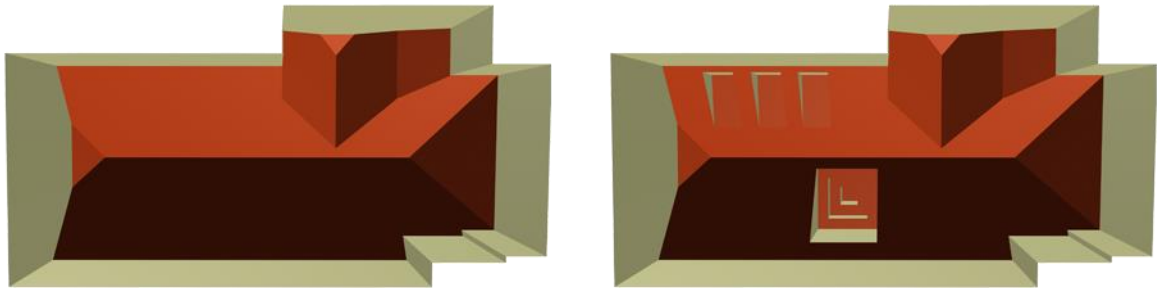


Alle Haupt-Elementkomplexe werden mit allen Haupt-Elementkomplexen innerhalb einer Unit verschnitten. Kommen Flächen eines Elementkomplexes, innerhalb eines anderen Elementkomplexes zu liegen, werden diese eliminiert. Es werden stets die Flächen des niedrigeren Elementkomplexes entfernt. Falls die Elementkomplexe gleiche Höhe aufweisen, entscheidet der Zufall, von welchem Elementkomplex die Flächen entfernt werden.



- Haupt-Elementkomplex mit Detail-Elementkomplexen (alle LoDs):

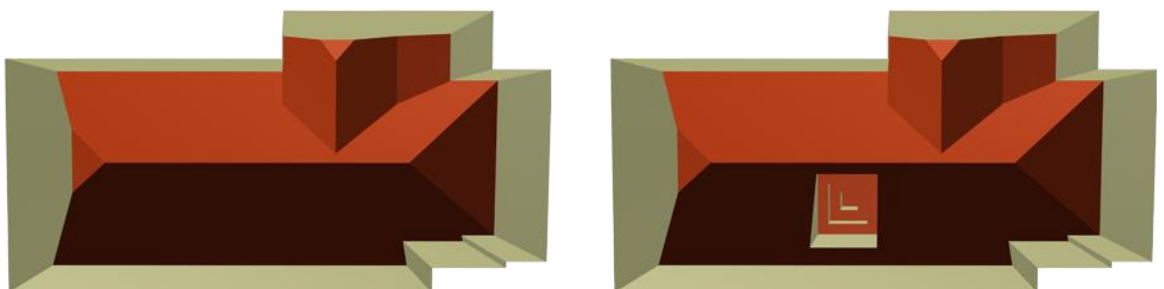
Alle Haupt-Elementkomplexe werden mit allen Detail-Elementkomplexen innerhalb desselben Objekts verschnitten. Flächen der Haupt-Elementkomplexe die unter Detail-Elementkomplexen liegen werden entfernt.



Hinweis: Automatisch abgeleitete LoD 2 Repräsentationen der Unit in der Datenbank verschließen die freigestellten Löcher im Haupt-Elementkomplex wieder, wenn der zugehörige LoD 3 Detail-Elementkomplex nicht vorhanden ist.

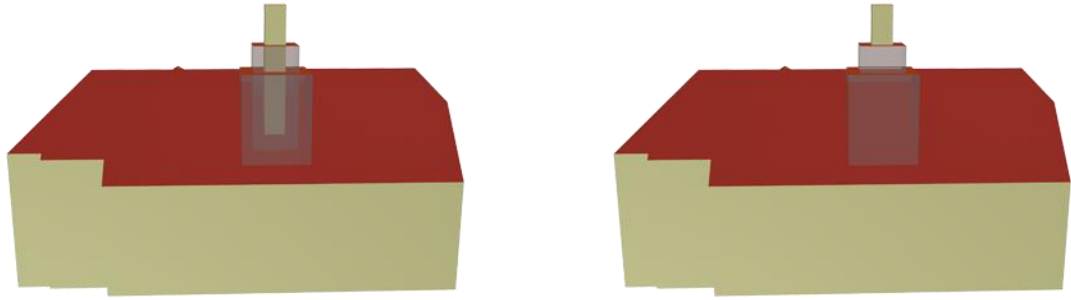
- Haupt-Elementkomplex mit Detail-Elementkomplex (nur LoD 2):

Arbeitet analog zur zuvor beschriebenen Option, mit dem Unterschied, dass nur Detail-Elementkomplexe im LoD2 betrachtet werden und den bedeckten Raum am Haupt-Elementkomplex freistellen Flächen unter LoD3 Detail-Elementkomplexen hingegen bleiben unverändert.



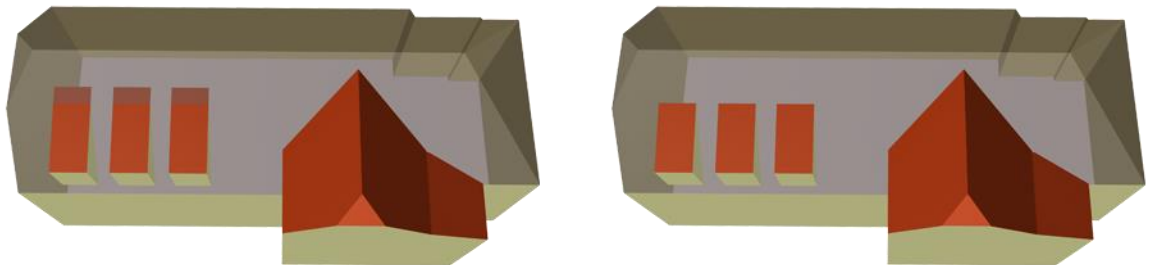
- Detail-Elementkomplex mit Detail-Elementkomplex:

Untersucht Detail-Elementkomplexe eines Haupt-Elementkomplexes auf gegenseitige Verschnittsituationen und bereinigt diese.



- Detail-Elementkomplex mit Haupt-Elementkomplex

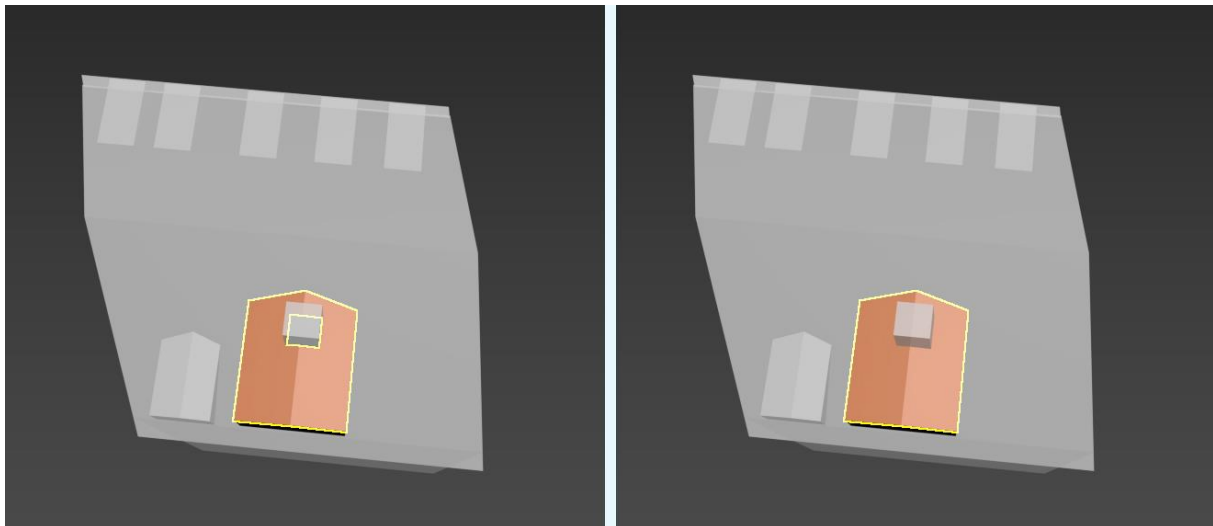
Alle Detail-Elementkomplexe werden mit allen Haupt-Elementkomplexen innerhalb desselben Objekts verschnitten. Ragen Flächen von Detail-Elementkomplexen in den Haupt-Elementkomplex ein, so entfernt die Durchdringungsauflösung diese und sorgt für einen exakten Verschnitt der Detail-Elementkomplexflächen mit dem Haupt-Elementkomplex.



Die Durchdringungsauflösung wird durch Setzen der gewünschten Optionen in den Modulen CityGRID® Administrator, CityGRID® Modeler oder CityGRID® FME Writer (de-)aktiviert.

- Detail-Elementkomplex mit Detail-Elementkomplex (LoD <=>)

Wenn ein LoD3 Detail ein LoD2 Detail berührt, werden mit dieser Option die betroffenen Flächen des LoD3 Details eliminiert, während die Flächen des LoD2Details erhalten bleiben. Details desselben LoD eliminieren ihre Flächen gegenseitig.



6. Versionsverwaltung

Eine Unit kann in beliebig vielen Versionen in der Datenbank gespeichert werden. Jede Version hat die folgenden Daten:

- Laufende Nummer: Die Versionen werden in Abhängigkeit ihrer Entstehung in der Datenbank nummeriert.
- Status:
 - eingecheckt: der normale Status einer Version (in der Abbildung mit einem Strich gekennzeichnet.)
 - ausgecheckt: die Version ist zur Bearbeitung ausgecheckt
 - gesperrt: die Version ist als ungültig deklariert und nicht mehr zugänglich
 - abgerissen: die Version hat keine Geometrie. Die früheren Versionen der Unit bleiben aber in der Datenbank erhalten.
- Klasse:
 - Bearbeitungsversion
 - historische Version
- Start- und Enddatum (nur für historische Versionen relevant)
- Info (beliebiger Kommentar)

Nummer	Status	Klasse	Startdatum	Enddatum	Info
8	Ausgecheckt	Bearbeitun...			
7	-	Historische ...	04.09.2011 00...		Texturizing
6	-	Bearbeitun...			Roof details added
5	-	Bearbeitun...			New building
4	-	Historische ...		01.05.2010 00...	Torn down
3	-	Bearbeitun...			Texturizing
2	-	Bearbeitun...			Roof details added
1	-	Bearbeitun...			Main roof corrected
0	-	Bearbeitun...			Created by XML-Import

6.1. Bearbeitungsversionen

Neue Versionen sind (zunächst) immer Bearbeitungsversionen. Nur eine solche kann den Status ausgecheckt haben (und auch nur dann, wenn sie die letzte Version ist), damit sie bearbeitet werden kann. Im Rahmen der Modellierung können die verschiedenen Bearbeitungsstände (z.B. Hauptdach modelliert, Details hinzugefügt, texturiert, etc) als verschiedene Versionen abgespeichert werden.

6.2. Historische Versionen

Falls ein Gebäude fertig modelliert ist, kann die eingetragene Version zu einer historischen Version umgewandelt werden. Für historische Versionen ist das Start- und Enddatum (Creation Date, Termination Date) relevant.

Ein nicht gesetztes Startdatum entspricht „existiert seit immer“.

Ein nicht gesetztes Enddatum heißt „existiert noch immer“

Für alle historischen Versionen einer Unit sollte die historische Zeitreihe korrekt sein, d.h. keine Version hat ein Startdatum, das weiter in der Vergangenheit liegt, als das Enddatum der Vorgängerversion.

Die verschiedenen Module von CityGRID® bieten dann die Möglichkeit, Units zu einem bestimmten historischen Zeitpunkt zu laden oder zu exportieren.



Beispiel:

Nummer	Status	Klasse	Startdatum	Enddatum	Info
8	Ausgecheckt	Bearbeitun...			
7	-	Historische ...	04.09.2011 00...		Texturizing
6	-	Bearbeitun...			Roof details added
5	-	Bearbeitun...			New building
4	-	Historische ...		01.05.2010 00...	Torn down
3	-	Bearbeitun...			Texturizing
2	-	Bearbeitun...			Roof details added
1	-	Bearbeitun...			Main roof corrected
0	-	Bearbeitun...			Created by XML-Import

Buttons: Laden, Sperren, Entsperrern, Details..., Schließen

Alle Versionen (Dropdown), Korrigieren

In der obigen Abbildung wird ein fiktives Beispiel der Versionsgeschichte einer Unit gezeigt. Die Versionen sind entsprechend ihrer Entstehungsgeschichte nummeriert. Die Versionen 0 bis 2 beinhalten verschiedene Ausbaustufen der Modellierung. Am 1. Mai 2010 wurde das Gebäude abgerissen. Die Version 3 beinhaltet den fertig modellierten Zustand als historische Version mit unbekanntem Erbauungsdatum und 01.05.2010 als Abbruchdatum.

Der anschließende Neubau auf diesem Grundstück hat wieder ein paar Bearbeitungsversionen. Die Version 6 beinhaltet den fertig modellierten Zustand als historische Version mit Startdatum (Erbauungsdatum) 04.09.2011.

Danach gibt es noch eine weitere ausgecheckte Bearbeitungsversion.

Während historische Versionen für eine Zeitspanne gültig sind, bieten die CityGRID® Softwaremodule das Laden der historischen Version zu einem bestimmten Zeitpunkt an. Beispielsweise liefert eine Abfrage der historischen Version zum 01.01.2000 die Version mit der Nummer 3.

7. Spezielle Beziehungen von Polylinien/Polygonen

Die speziellen Beziehungen zwischen Polylinien erleichtern das Modellieren der Linien unter Beibehaltung von Bedingungen zwischen ihnen. Einerseits müssen die Umfahungspolygone aneinandergrenzender Elemente ident (3D-ident) sein, damit zwischen Elementen kein Loch entsteht (Master/Slave-Beziehungen). Andererseits müssen Bruchoberkanten und Bruchunterkanten, die einen senkrechten Abbruch am Dach beschreiben, lagemäßig (2D) ident bleiben.

7.1. Master/Slave Beziehungen

Geschlossene Begrenzungspolygone von Elementen können in Master/Slave Beziehung mit Polygonen benachbarter Elemente stehen. In einem solchen Fall wird die Geometrie der Polygone ident gehalten. Dadurch kann gewährleistet werden, dass bei der Flächenbildung kein Loch zwischen den Flächen der Elemente entsteht.



***Beispiel:** Die Traufe eines Dach-Elements und die Fassadenoberkante eines Fassaden-Elements stehen in einer Master/Slave-Beziehung. Ändert man etwas an der Geometrie der Traufe, ändert sich auch die Geometrie der Fassadenoberkante.*

Die Richtung der Beziehung ist zweitrangig, d.h. es ist auch erlaubt den Slave zu editieren, wodurch sich auch sein Master (und infolgedessen ev. auch andere Slaves des Masters) ändert.

Folgende Linientypen können in einer M/S-Beziehung stehen:

- äußeres Begrenzungspolygon (Traufe, Fassadenoberkante, Umfahung eines Bodenelements)
- innere Aussparungspolygone (Innenhof-Traufen, Fassadenoberkanten im Innenhof, innere Polygone eines Bodenelements)
- Fassadenunterkanten



***Hinweis:** Fehlende Master/Slave-Beziehungen werden meist beim Triangulieren automatisch gesetzt.*

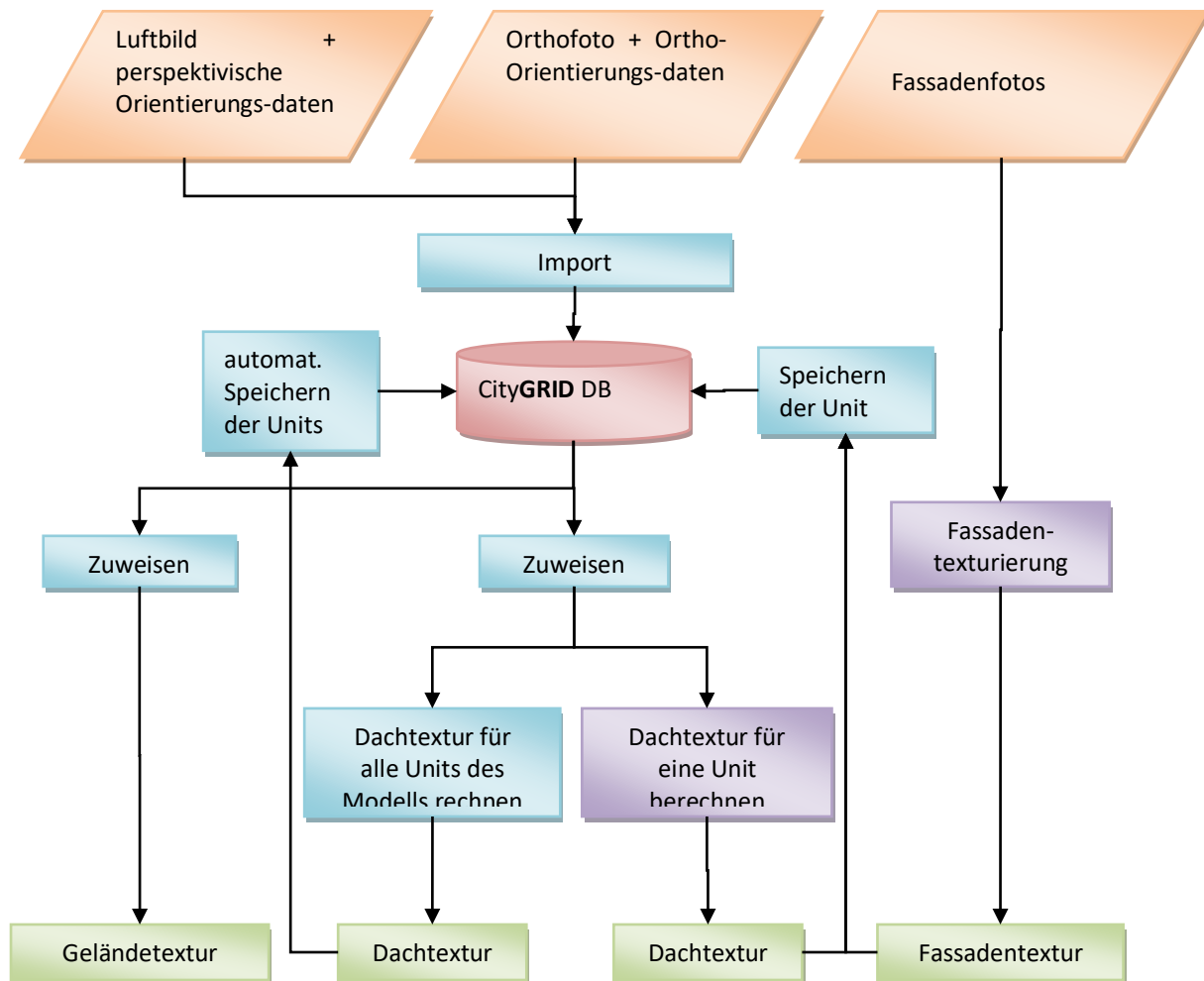
Spezialfall Dachüberhang: Falls die Traufe des Daches und die Fassadenoberkante (teilweise) nicht ident laufen und eine M/S-Beziehung zwischen ihnen eingeführt wird, entsteht im Zuge der Flächenbildung automatisch ein neues Element für den Dachüberhang. Das äußere Begrenzungspolygon des Dachüberhang-Elements erhält eine M/S-Beziehung mit der Traufe des Daches, das innere Aussparungspolygon erhält eine M/S-Beziehung mit der Fassadenoberkante.

7.2. 2D Beziehungen

Zwischen Bruchkanten, die einen senkrechten Abbruch am Dach beschreiben, bestehen 2D-Beziehungen. Die Bruchoberkante und Bruchunterkante wird dadurch immer lageident gehalten. Für ein korrektes Triangulationsergebnis müssen alle Knoten von Bruchkanten 2D-mäßig übereinstimmen.

8. Texturierung T

Fotorealistische Textur kann auf alle Gebäudeflächen sowie auf das Geländemodell aufgebracht werden. Die folgende Skizze zeigt den Workflow für das Texturieren von Gelände, Dächern und Fassaden:



Dach und Gelände werden automatisch texturiert, nachdem das Texturfoto mit korrekten Orientierungsparametern in die Datenquelle importiert worden ist und dem Modell zugewiesen wird. Die Fassadentextur wird interaktiv angebracht.

Die Geländetextur wird immer zur Laufzeit berechnet, während die Dachtextur und Fassadentextur für jede Unit berechnet und mit der Unit gespeichert wird.

Die Dachtextur wird automatisch ermittelt und kann im Texturtool für jede Unit einzeln berechnet werden; wobei die Texturkoordinaten angepasst und korrigiert werden können, falls die Orientierungsparameter und/oder das Gebäudemodell nicht genau genug sind; oder für alle Units eines Modells in einem Schritt.

Fassadenorthofotos werden mittels ebener Entzerrung im Zuge der Fassadentexturierung im Texturtool generiert. Die jeweiligen Fotos werden geladen, der entsprechenden Fassade einer Unit zugewiesen und durch das Speichern der Unit in der Datenquelle abgelegt.



Hinweis: Das Ändern des Dachtexturbildes des Modells ändert daher zunächst nichts an der Dachtextur der Units. Erst wenn die Dachtexturen der Units neu berechnet werden, wird das neue Bild übernommen. Hingegen wird ein neues Geländetexturbild direkt verwendet.

Bei texturieren Gebäuden ist auf den Texturerhaltungsmodus beim Triangulieren zu achten falls nach der Texturierung die Geometrie des Gebäudes modifiziert wird.

In CityGRID® stehen zwei Wege zur Texturierung offen:

- automatisch über orientierte Bilddaten
- interaktiv über Handaufnahmen

Die automatische Texturierung verlangt den Import von orientierten Bilddaten in die Datenquelle, samt nachträglicher Zuweisung zum Arbeitsmodell, der Texturprozess kann im Anschluss daran für alle Units eines Modells oder auch nur für Teile desselben automatisiert ablaufen.

Die interaktive Texturierung erfolgt in CityGRID® auf Elementebene, Unit für Unit. Träger der Texturinformation ist die Fläche, und nicht wie in der Modellierung eine Strukturlinie des Gebäudes. Dabei ist es egal, welchem Element die Fläche zugehörig ist, sodass jede Fläche in CityGRID® auch eine eigenständige Textur tragen kann.

8.1. Richtlinien zur Aufnahmen von Fassadenfotos

Beim Fotografieren von Fassaden für die Fassadentexturierung sollten folgende Richtlinien beachtet werden:

- Eine Fassade sollte mit möglichst wenig Fotos abgedeckt sein. Wenn es aus Platzgründen nicht möglich ist, weit genug wegzugehen, um die Fassade frontal zu fotografieren und trotzdem vollständig abzudecken, empfiehlt es sich ein diagonales Foto zu schießen.
- Je detaillierter die Fassade ist, desto frontaler sollte das Foto gemacht werden. Vorsprünge und Einsprünge, die nicht modelliert sind, können aus diagonalen Fotos nicht heraus gerechnet werden und bleiben in der Textur umgeklappt.
- Fotos sollten wenn möglich von erhöhten Standpunkten gemacht werden. Dadurch können parkende Autos, Sträucher und Teile des Straßenmobiliars in den Bildern vermieden werden. Außerdem sind Umklappeffekte geringer.
- Der Übergang von einem auf das nächste Foto ist nur dann möglich, wenn die Fassadenoberkante an dieser Stelle einen Knoten hat. Dies ist bei einem leichten Knick (oder bei modellierten Vor-/Rücksprüngen) gegeben.

Der letzte Punkt bereitet manchmal Schwierigkeiten. Falls eine lange Fassade keine derartigen Strukturen aufweist und sie sich nicht mit einem Bild abdecken lässt, kann man unter Beachtung nachstehender Voraussetzungen, eine Teilung der Fassade in Fassadenabschnitte vornehmen. Benötigt werden:

- ein (schräges) Foto, das die gesamte Fassade abdeckt (auch wenn es am Ende bereits zu schlechte Qualität zum Texturieren aufweist). Dieses Foto wird nur als Übersichtsfoto und Anhaltspunkt zur Fassadenteilung verwendet.
- mehrere Fotos mit gegenseitiger Überlappung für die Fassadenteilabschnitte.
- eine Fassade mit markanten Elementen, anhand derer die Zuordnung der Detailfotos zum Übersichtsfoto möglich ist.

8.2. Sichtbarkeitsanalyse

Zur visuellen Verbesserung von automatisch aufgebrauchten Texturen kann eine Sichtbarkeitsanalyse in den Texturierungsprozess integriert werden. Dabei erfolgt die Auswahl des bestgeeigneten Texturbildes nicht nur nach den Parametern der Bildorientierung, sondern auch durch die Analyse von Abschattungen benachbarter Objekte in der CityGRID® Datenbank. Das Halten der CityGRID® Units in einer CityGRID® Datenbank ist deshalb eine Grundvoraussetzung für jede Sichtbarkeitsanalyse.

Zur Feststellung von Verschattungssituationen werden für jedes Bild so genannte Tiefenkarten (Depth maps) berechnet. Diese Tiefenkarten speichert die Sichtbarkeitsanalyse an einem, vom Nutzer definierten Ort ab. Einmal berechnete Tiefenkarten können unter gewissen Voraussetzung auch für erneute Sichtbarkeitsanalysen herangezogen werden, was die Rechenzeit verkürzt.

Per Pixel wird die Lage der im Bild sichtbaren Gebäudeflächen berechnet. Die so gewonnenen Informationen ergeben ein Graustufenbild zur visuellen Kontrolle, sowie die eigentliche Tiefenkarte die bei der Auswahl des bestgeeigneten Bildes zum Einsatz gelangt. Ergibt die Analyse der Tiefenkarte, dass eine theoretisch im Bild

komplett abgebildete Fläche durch eine andere ganz, oder teilweise, verdeckt ist, wird das Bild rückgereiht und nur dann zur Texturierung der Fläche verwendet, wenn kein optimaleres Bild gefunden werden kann.

Wird die Sichtbarkeitsanalyse bei der automatischen Texturierung aus Luftbildern aktiviert, entscheidet der Prozess selbständig, ob Tiefenkarten erstellt oder allfällig vorhandene Karten erneut verwendet werden können. Die Kriterien für die Wiederverwendung sind:

- Versionsdatum der Unit älter oder gleich dem Datum der Sichtbarkeitskarte
- Versionsdatum des Bildes älter oder gleich dem Datum der Sichtbarkeitskarte

Wird eines der Kriterien verletzt, ermittelt die Sichtbarkeitsanalyse automatisch eine neue Tiefenkarte für das entsprechende Bild. Bei der automatischen Texturierung aus Mobile Mapping Bilddaten der Firma Cyclomedia obliegt es dem Anwender zu entscheiden, ob vorhandene Sichtbarkeitskarten erneut verwendet, oder neu berechnet werden sollen.



Hinweis: Texturen aus einer früheren automatischen Texturierung, ohne Sichtbarkeitsanalyse haben die Eigenschaft, dass Sie im Falle einer erneuten Texturierung als verdeckungsfrei angehen werden, da eben keine Tiefenkarten vorhanden sind. Dies führt dazu, dass diese Bilder stets bevorzugt werden, selbst wenn im Bildinhalt Verdeckungen sichtbar würden. Um diesem Phänomen begegnen zu können ist die Entfernung der alten Texturen vor der Durchführung einer neuen automatischen Texturierung mit Sichtbarkeitsanalyse empfohlen.

9. Glossar – die wichtigsten Begriffe zum Nachlesen

Arbeitsbereich	Subset aller → Units der → Datenquelle, die innerhalb einer Session mit dem Modeler geladen werden können.
Auswahlobjekte	Umrisse von → Units, um sie graphisch selektieren zu können; werden in den Zeichenfenstern in grau, grün (in der laufenden Session → ausgecheckt) oder rot (in einer anderen Session ausgecheckt) dargestellt.
Auschecken	Erstellen einer neuen Version der → Unit in der → Datenbank zur Bearbeitung. Änderungen können beliebig oft gespeichert werden. Durch → Einchecken wird die Version akzeptiert.
Bindung	Verbindung von Punkten verschiedener → Layer. Bsp.: Falls bei First und Dachlinien die Bindungen aktiv sind: Wenn man den First verschiebt, werden auch alle Punkte der Dachlinien, die auf dem First liegen, mit verschoben, müssen also nicht einzeln nachkorrigiert werden
Bruchkanten	begrenzen vertikale Dachflächen an der Ober- und Unterseite
Datenbank	CityGRID® Modeler verwendet eine Oracle oder SQL Server Datenbank zur Verwaltung von 3D-Daten und → Texturen
Datenquelle	Die Datenquelle ist entweder eine → Datenbank oder eine → XML Datei.
Debug	Fehlersuchmöglichkeit für Programm-Entwickler
DTD	Datenbeschreibungssprache für → XML (D ocument T ype D efinition)
Einchecken	zuvor → ausgecheckte → Unit wird in der → Datenbank wieder in eine stabile Version umgewandelt
Element	Teil eines → Elementkomplexes mit eigener Elementklasse und Flächenbildungstyp. Beinhaltet die Geometriedaten.
Elementkomplex	Kleinster → Komplex. Besteht aus einer Reihe von → Elementen, die gemeinsam einen Körper bilden. Beispiel: Gauben, Kamine. Ein → Objekt besteht aus einem oder mehreren Elementkomplexen
Komplex	Sammelbegriff für einen Teil des Gebäudes (Gebäudekomplex), also entweder ein → Elementkomplex oder ein → Objekt oder eine ganze → Unit
Layer	Linienart, z. B. Haupttraufe, First, Dachlinie, etc.
LoD	„Level of Detail“: Detaillierungsgrad der Anzeige: LoD0 = nur Traufenlinien, LoD1 = Klötzchenmodell, LoD2 = Dachform, LoD3 = Dachdetails (z.B. Gauben, Kamine, ...)
Master	Begrenzungspolygone benachbarter → Elemente können in einer Master/Slave Beziehung stehen, über die diese Elemente geometrisch und logisch zusammenhängen. Ein Master kann mehrere Slaves haben.
Modell	Gruppe von → Units, die bestimmten Bereich abdecken, z. B. alle Häuser einem Stadtviertel in einem Modell zusammengefasst und abrufbar. → Units können in beliebig vielen Modellen integriert sein
Objekt	Zweitkleinster → Komplex in der Komplexhierarchie, mehrere Objekte bilden eine → Unit. Beispiel: Garagen, Nebengebäude, etc. Ein Objekt hat zumindest einen Haupt- → Elementkomplex, der wiederum beliebig viele Detail- → Elementkomplexe haben kann.
Orthobild/Orthofoto	entzerrtes Foto mit orthogonalen Rändern und realen Größenverhältnissen (Parallelprojektion), z.B. Fassadenorthofoto, Luftbild-Orthofoto, etc. Dient als Basis zum Belegen von Oberflächen mit → Texturen
Slave	siehe → Master
Textur	Oberfläche wird zur fotorealistischen Darstellung mit einem Bild belegt, meist einem → Orthofoto.
Triangulieren	Neuberechnen von Dreiecksflächen im Raum

Unit	Gebäude mit ev. Nebengebäude(n), verwaltungstechnische Einheit, wird aus einem oder mehreren → Objekten gebildet. Beispiel: Wohnhaus, Fabriksgebäude, etc.
UnitID	Vom Benutzer frei wählbarer Identifier für eine → Unit. Eindeutig für alle Units in einer → Datenbank. Der ID darf aus Buchstaben und Ziffern bestehen und ist „Case-Sensitiv“, d.h. die Groß- / Kleinschreibung ist zu beachten.
Versionsgeschichte	Dokumentation der Bearbeitungsschritte von → Units. Bei jedem → Auschecken oder Import wird ein neuer Eintrag angelegt
VRML	Datenformat (V irtual R eality M odeling L anguage), erlaubt 3D-Szenen darzustellen. Kann von vielen Programmen gelesen werden
Weld vertices	Fragemeldung von Autodesk VIZ/MAX, ob man einzelne Linien zu einer Polylinie verbinden will. Im Zweifelsfall eher verneinen
XML	Dateiaustauschformat (E Xtensible M arkup L anguage)

10.Kontakt



UVM
SYSTEMS

UVM Systems GmbH

www.citygrid.at

www.uvmsystems.com