

Der Einsatz von Laserscanning und Photogrammetrie zur Dokumentation des urbanen Straßenraumes

Gerald FORKERT

DI Dr. Gerald FORKERT: No Limits IT GmbH; Email: gerald.forkert@nolimits.at

1 DER CITYGRID SCANNER ALS UNIVERSELLE MULTISENSOR AUFNAHMEPLATTFORM

Die Technologie des 3D Laserscanning stellt eine ideale Ergänzung zu den bewährten photogrammetrischen Aufnahmeverfahren dar. Besonders die seit dem letzten Jahr verfügbaren Laserscanner, die mit geodätischer Genauigkeit arbeiten, lassen eine signifikante Effizienzsteigerung bei der Nahbereichsvermessung erwarten. Um die erhofften Rationalisierungseffekte zu erreichen, bedarf es neuer Aufnahme- und Auswerteverfahren die der räumlichen bildhaften Datenerfassung gerecht werden.



Abb. 1: CityGRID Scanner und Detail der Sensorik

Speziell für die Erfassung des urbanen Straßenraumes entwickeln die Firmen No Limits und Geodata das fahrzeuggestützte Multi Sensor System „CityGRID Scanner“. Dieses System vereint einen 3D Laserscanner, mehrere hochauflösende Digitalkameras und einen GPS Empfänger auf einer kalibrierten drehbaren Plattform.

Der CityGrid Scanner wird in zwei Modi betrieben, im dynamischen zur Erfassung der Fassaden und im Stop&Go zur Erfassung der Elemente des Straßenraumes.

2 DER DYNAMISCH MODUS ZUR FASSADENERFASSUNG

Bei einer typischen Aufnahmefahrt im dynamischen Modus wird mit dem CityGRID Scanner an Ecken und Kreuzungen angehalten und die Fassadengeometrie durch einen Flächenscan erfasst. Die Fassaden dazwischen werden aus der Fahrt durch Photos so aufgenommen, dass sich eine fünffache Überlappung ergibt. Der Scanner arbeitet während der Fahrt im Zeilenmodus

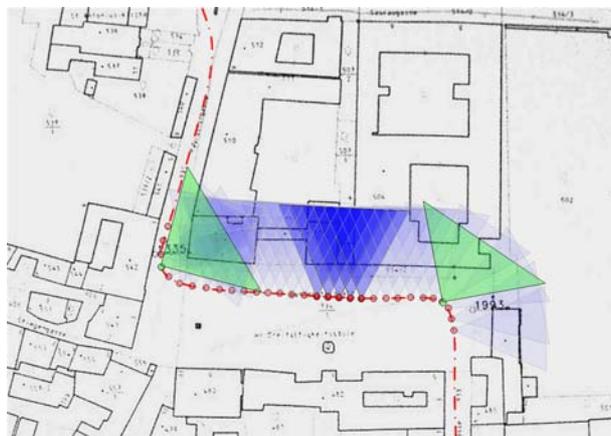


Abb 2: Beispiel für eine Aufnahmefahrt des CityGRID Scanners:
Blau – Stereophotos, Grün – Flächenscans, Rot – Trajektorie



Abb. 3 Serie von Bildaufnahmen aus dem dynamischen Mode

Für die automatisierte Orientierung können Satelliten gestützte Navigationssysteme nicht genutzt werden, da GPS in engen Gassen nicht mehr zuverlässig arbeitet. Es ist daher notwendig, die Orientierung mittels Passlinien und -punkten durchzuführen. Diese Passinformationen werden in den Photos mit Hilfe teilautomatischer Matching-Routinen bestimmt. Um die Aufnahmezeit des Laserscanners kurz zu halten, können die Scans auf jeweils eine Zeile beschränkt werden („Zeilenscan“ im Gegensatz zum sonst üblichen Flächenscan). Bei liegend eingebautem Scanner werden so quasi laufend die Gebäudegrundrisse erfasst – diese Information kann zur „Abstützung“ der automatisierten Bildorientierung verwendet werden.

Das von der No Limits IT GmbH in Kooperation mit dem VRVIS entwickelte automatische Orientierungsverfahren beruht auf Verknüpfungspunkten die sich durch den Schnitt von horizontalen und vertikalen Kanten ergeben, und nutzt die Information über identische Fluchtpunkte für die automatische korrekte Zuordnung der Punkte zwischen den Photos. Voraussetzung für dieses Verfahren ist die Aufnahmeanordnung im „Bildflug“ Stil.

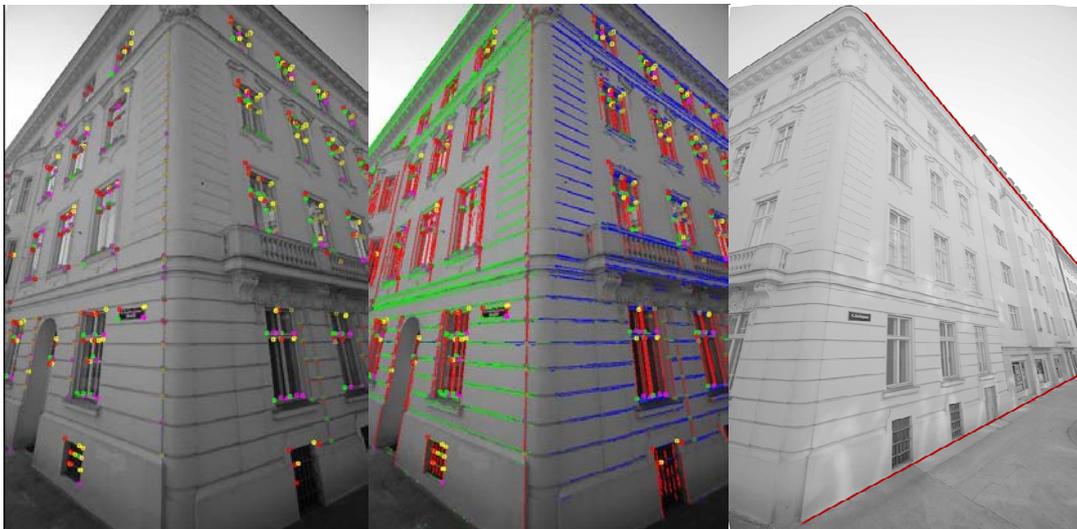


Abb. 4 Bildorientierung: automatische Detektion der Points of Interest und Fluchpunkterkennung anhand paralleler Linien

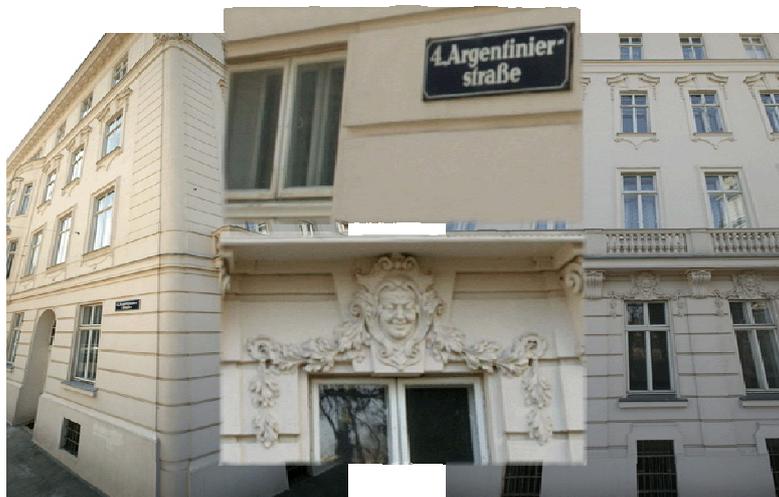


Abb. 5 Hochauflösende Imagesensoren ermöglichen die detailreiche Fassadenerfassung



Abb. 6 3D Fassadenmodell und Orthophoto aus dynamischer Aufnahmefahrt des CityGRID Scanner

3 DER STOP AND GO BETRIEB ZUR STRAßENRAUMERFASSUNG

Im Stop&Go Betrieb, erfasst das System von einem Standpunkt aus die gesamte sichtbare Umgebung. Zur Reduktion der durch parkende PKW verursachten Sichtbehinderung erfolgt die Aufnahme aus einer Arbeitshöhe von 4m über Grund. Die effektive Aufnahmeentfernung liegt bei maximal 100m, in der Praxis ist eine Aufstellung alle 20 bis 50m erforderlich, um eine typische urbane Straßenszene lückenlos zu dokumentieren.

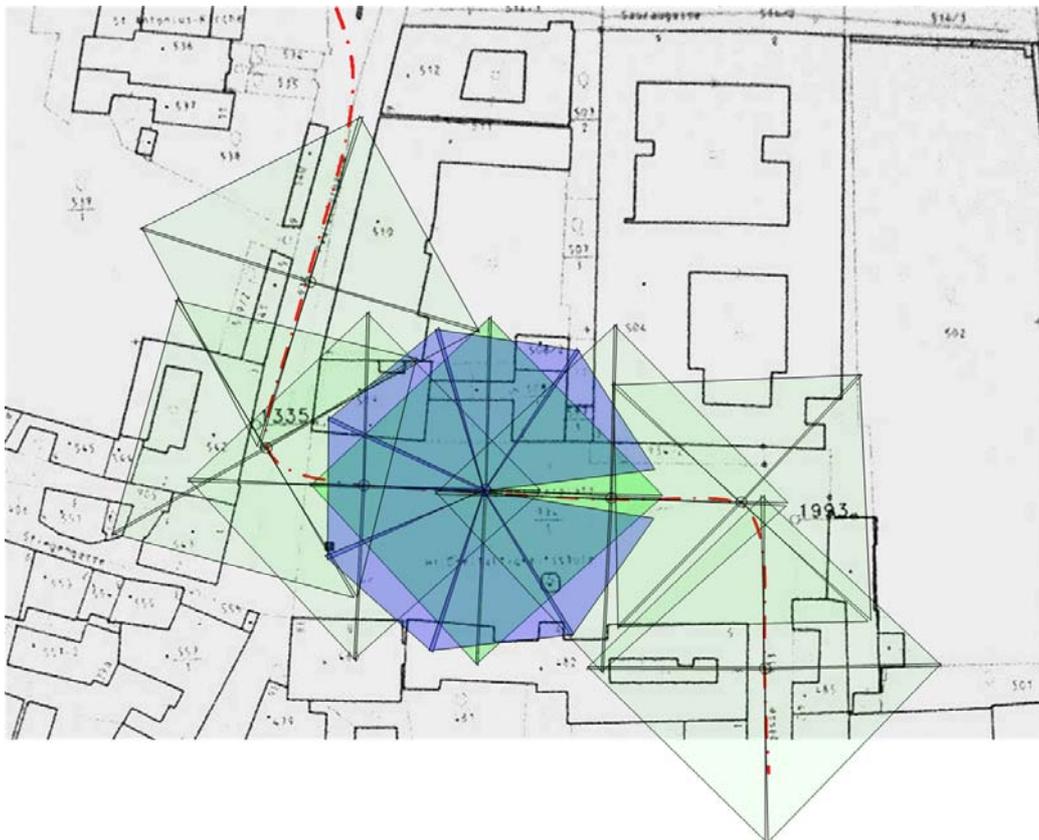


Abb : Beispiel für eine Aufnahmen des CityGRID Scanners: im Stop an Go Betrieb:
Durch die spezielle Anordnung der Sensorik erfolgt die Aufnahme der gesamten Hemisphäre.

Von jedem Aufnahmestandpunkt liegt nun ein photographisch und zugleich räumliches Abbild der realen Umgebung vor, das aus 5 sektoralen Laserscans und 10 hochauflösenden digitalen Photographien besteht. Zur Auswertung dieser Daten wurde der „CityGRID Analyser“ entwickelt. Dieses CAD gestützte System ermöglicht die Interpretation von Elementen im Photo, die aufgrund der vom Laserscanner stammenden räumlichen Information sofort georeferenziert werden. Spezielle Algorithmen ermöglichen die automatisierte Auswertung von linienhaften Elementen der Straßenoberfläche und von Freileitungen über dem Straßenraum.

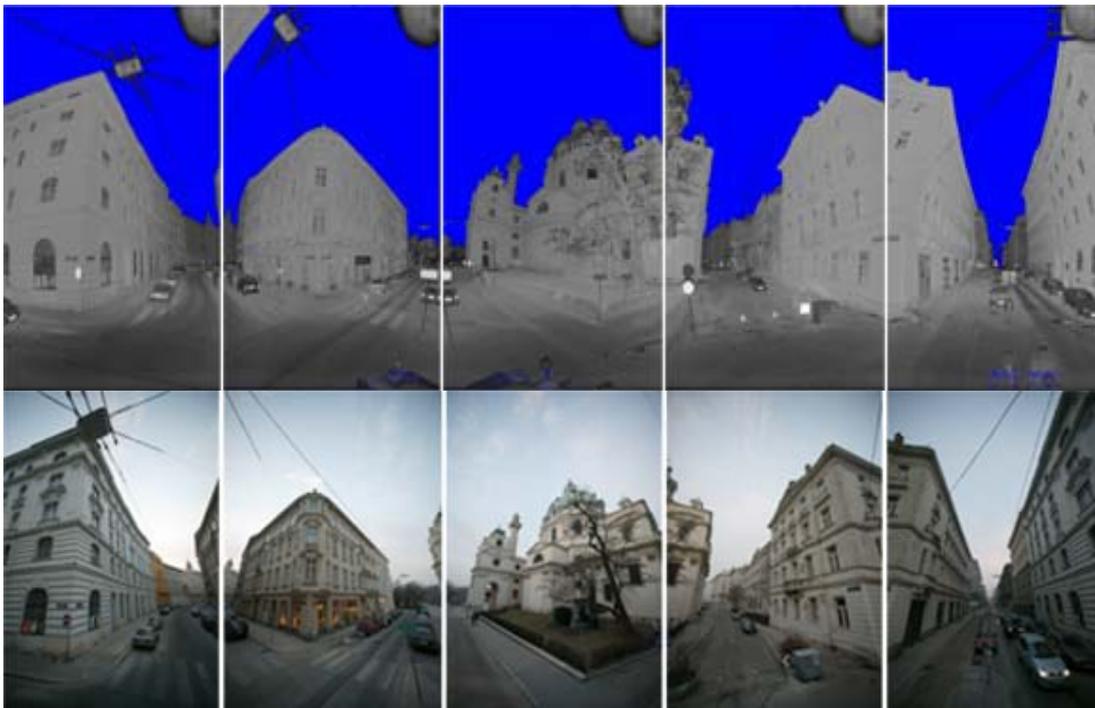


Abb. 7 Bildaufnahmen und korrespondierende Laserscans einer Rundum Aufnahme

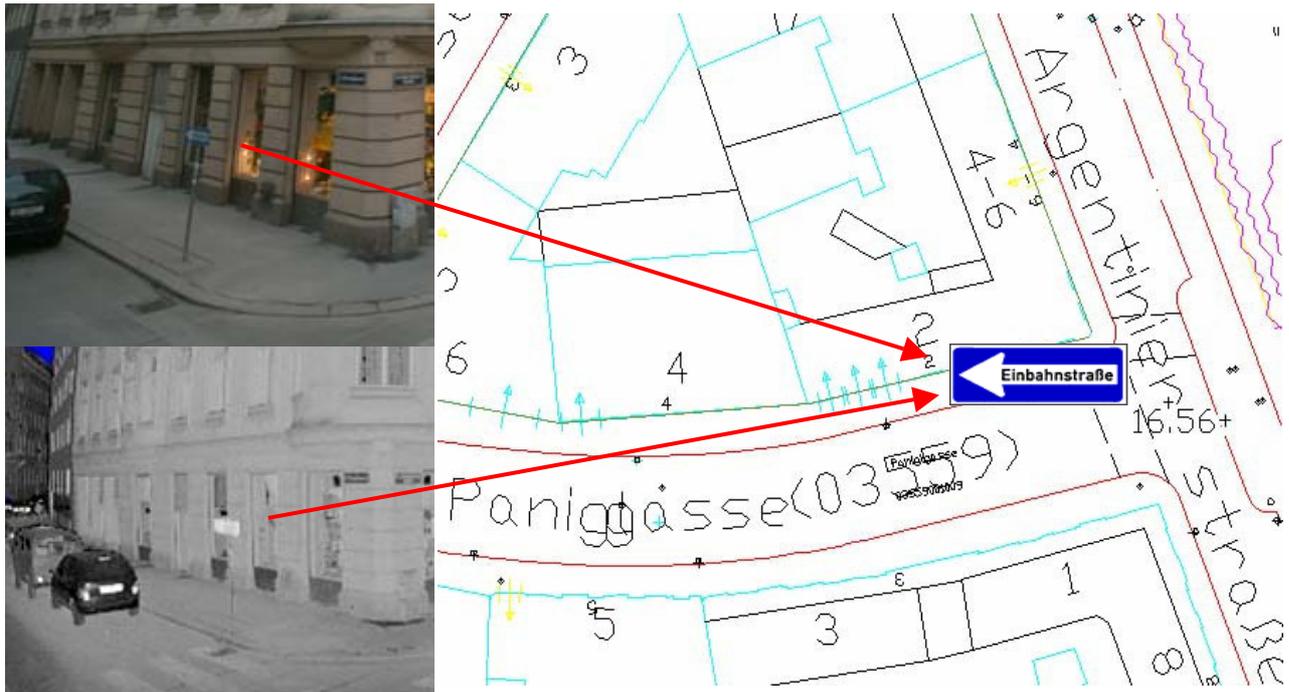


Abb 8 Erfassung und Positionierung von Verkehrszeichen aus der Rundum Aufnahme

Neben den Elementen des Straßenraumes können relevante Gebäudelini­en, z.B. das aufstrebende Mauerwerk, Fassadenoberkanten, Traufenlinien, Balkonkanten, etc. ausgewertet werden. Dabei ist aufgrund der Regelmäßigkeit von Gebäuden ein hoher Automatisierungsgrad erzielbar, wenn Gebäudegrundrisse aus dem kommunalen GIS übernommen werden können. Die ausgewerteten Struktur­linien der Gebäude ermöglichen die automatische Generierung von Fassadenmodellen im CityGRID Modeler.

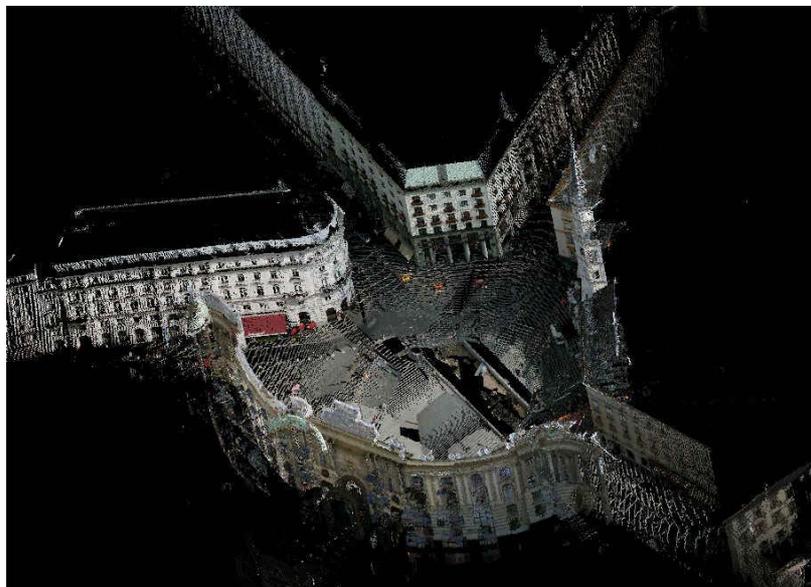


Abb 9 Bild und Geometrieinformation einer einzelnen Rundumaufnahme

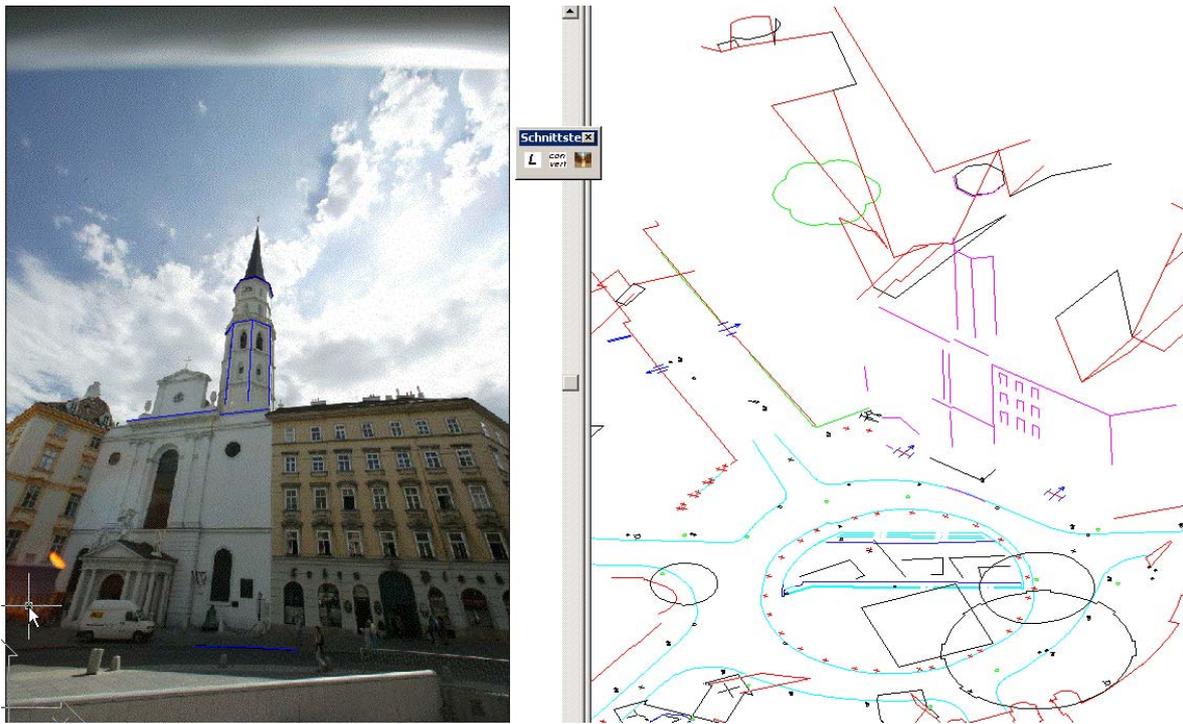


Abb. 10: 3D Linienauswertung im Photo einer CityGRID Scanner-Aufnahme (links), georeferenziertes 3D Ergebnis (rechts)

4 DER CITYGRID SCANNER ZUR ARCHITEKTURDOKUMENTATION.

Für die schnelle Auswertung paralleler rechtwinkliger Fassadenelemente eignet sich die Methode des „Z-codierten True Orthophotos“. Zur Berechnung des „True Orthophoto“ wird aus den Daten des Laserscanners ein Relief generiert. Mit diesem Relief können allerdings, auf die Ansicht bezogen, keine „Überhänge“ dargestellt werden – die Reliefdarstellung wird daher als nur „2,5D“ bezeichnet.

Das Relief kann auch als „Tiefenbild“, mit denselben Bilddimensionen wie das „True Orthophoto“, dargestellt werden und speichert solcherart den Z-Wert für jeden Bildpunkt.

Mit Hilfe einfacher Zusatz-Routinen kann das „Z-coded True Orthophoto“ („ZOP“) in das CAD geladen und räumlich ausgewertet werden. Das im Hintergrund befindliche Tiefenbild ermöglicht es, durch Mausklick an einer beliebigen Stelle des True Orthophotos den zugehörigen Tiefenwert einzustellen.

4.1 Beispiel Rathaus Wien

Bei der Aufnahme der Westfassade des Wiener Rathauses wurde aus den Scanner- und Photodaten nach deren Orientierung Z-kodierte True Orthophotos berechnet.

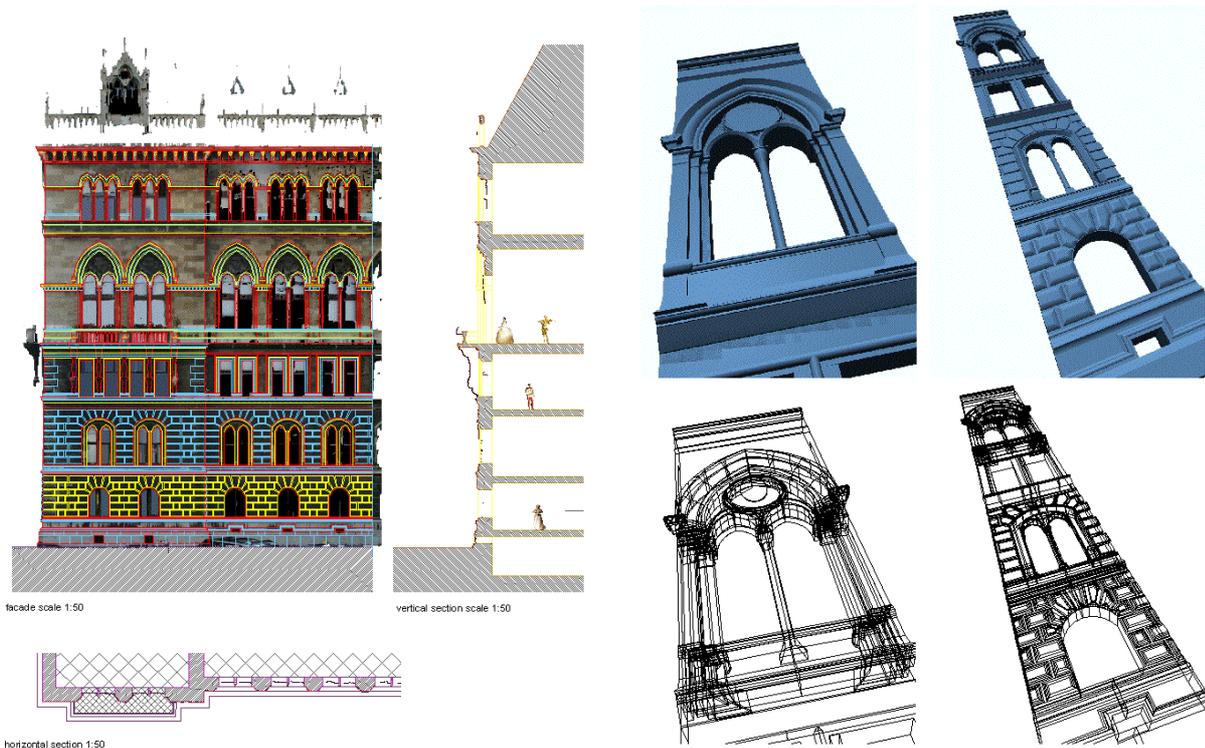


Abb. 11 3D Strichauswertung der Fassade und Detailauswertung einzelner Fassadenelemente

Auf Basis der ZOP erfolgte im CAD die Kartierung der Ansicht. An typischen Stellen wurden zusätzlich Profile aus den Scannerdaten (in Form eines Tiefenbildes vorliegend) extrahiert und interaktiv überarbeitet.

Schließlich wurde anhand dieser Profile exemplarisch die Möglichkeit von Schnittdarstellungen angedeutet, wobei die Mauerstärken vorerst aus Annahmen stammen.

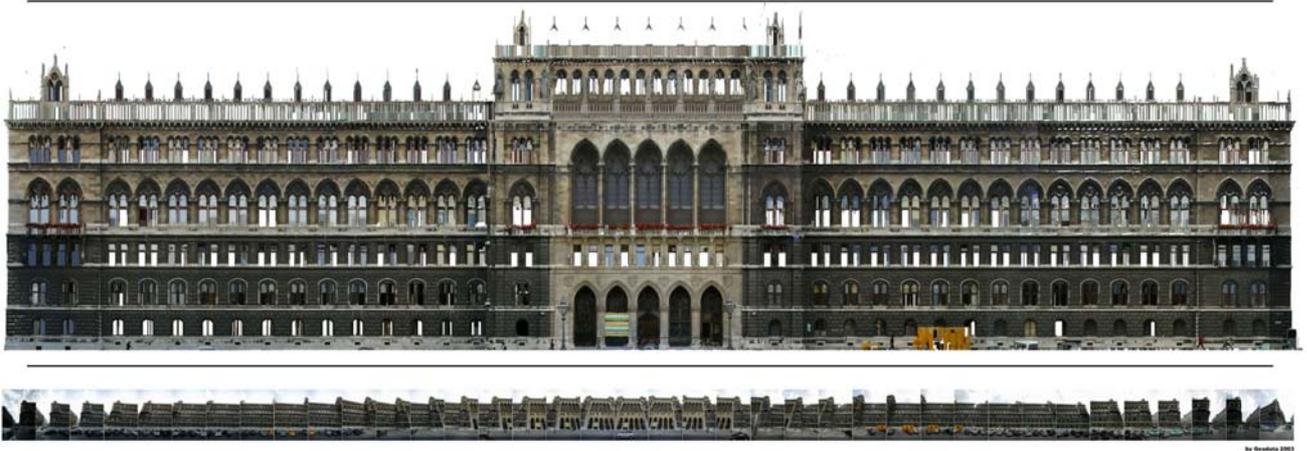


Abb. 12 Westfassade des Wiener Rathauses; Die Auflösung der Aufnahme beträgt 2cm x 2cm, damit ist eine Planausgabe im Maßstab 1:100 möglich.

5 LITERATUR:

- G. Forkert, T. Gaisecker 2002: 3D Rekonstruktion von Kulturgütern mit Laserscanning und Photogrammetrie Vortrag im Rahmen der CultH 2002, vom 13.-15.1. 2002
- H. Holzer, G.Forkert, 2003: Die Erstellung, Verwaltung und Nutzung von 3D-Stadtmodellen mit dem System CityGRID. Vortrag im Rahmen der AGIT 2003, Universität Salzburg vom 2.7. bis 4.7. 2003
- K. Karner, A. Klaus, J. Bauer, C. Zach, 2003: *MetropoGIS: A City Modeling System* Vortrag im Rahmen der CORP 2003, TU-Wien, 25.2. bis 1.3. 2003. (<http://www.corp.at>)