

# Laserscanning in der Raumplanung

Heinz BUSCH & Jürg LÜTHY

Heinz Busch, Swissphoto AG, Abt. GeoSolutions, Dorfstrasse 53, CH-8105 Regensdorf, heinz.busch@swissphoto.ch  
Dipl. Ing. Jürg Lüthy, Swissphoto AG, Abt. GeoSolutions, Dorfstrasse 53, CH-8105 Regensdorf, juerg.luethy@swissphoto.ch

## 1 DIGITALE GELÄNDEMDELLE FÜR DIE SCHWEIZERISCHE KATASTERVERMESSUNG

### 1.1 Informationen zum Projekt

Im Zusammenhang mit der Bereinigung der landwirtschaftlichen Nutzflächen entstehen mit Lasertechnologie im Auftrag des Bundesamtes für Landestopographie und im Rahmen der Katastervermessung ein digitales Terrainmodell („DTM-AV“), ein digitales Oberflächenmodell („DOM“), ein digitales Orthophoto (DOP „Swissimage“) sowie automatisch generierte Waldgrenzen (AWG). Das DTM ist das Abbild des Grund und Bodens. Das DOM stellt die obere umhüllende Fläche aller auf dem Boden stehenden Objekte wie Gebäude, Bäume, Wälder etc. dar. Die Geländemodelle werden bis auf eine Höhe von 2000 m.ü.M. erstellt und erstrecken sich beinahe über die ganze Schweiz. In Kantonen, in denen bereits eigene, zum Teil photogrammetrisch erhobene Höhenmodelle aufgebaut wurden, wird eine Integration dieser vorhandenen Modelle in die neuen Geobasisdaten angestrebt. Ziel ist ein landesweites homogenes Terrainmodell für die Katastervermessung.

Die Daten von DOM und DTM wurden mit Laserscanning-Technologie erfasst und weisen folgende Charakteristiken auf: die Höhengenaugigkeit (einfache Standardabweichung) an einer beliebigen Stelle des DTM bzw. von Strukturelementen im DOM (Gebäude, Brücken) ist ca.  $\pm 0.3$  m, der mittlere Punktabstand beträgt im DOM 1.1 m, im DTM 1.3 m. Die Befliegung fand in den laubfreien Monaten statt, so dass das DTM auch in den Wäldern eine hohe Punktdichte aufweist.

Nachdem nun Datensätze aus verschiedenen Regionen produziert, verifiziert und für die Nutzung freigegeben worden sind, konnten in den vergangenen Monaten erste Erfahrungen mit den neuen Modellen gesammelt werden. Dabei hat sich gezeigt, dass von diesen qualitativ hochstehenden Geobasisdaten verschiedenste Anwendungen, insbesondere in der Raumplanung, profitieren können. Das Papier soll deshalb Beispiele zu verschiedensten Anwendungen präsentieren, die dank den neuen Geobasisdaten effizienter, umfassender und vielfach auch kostengünstiger betrieben werden können.

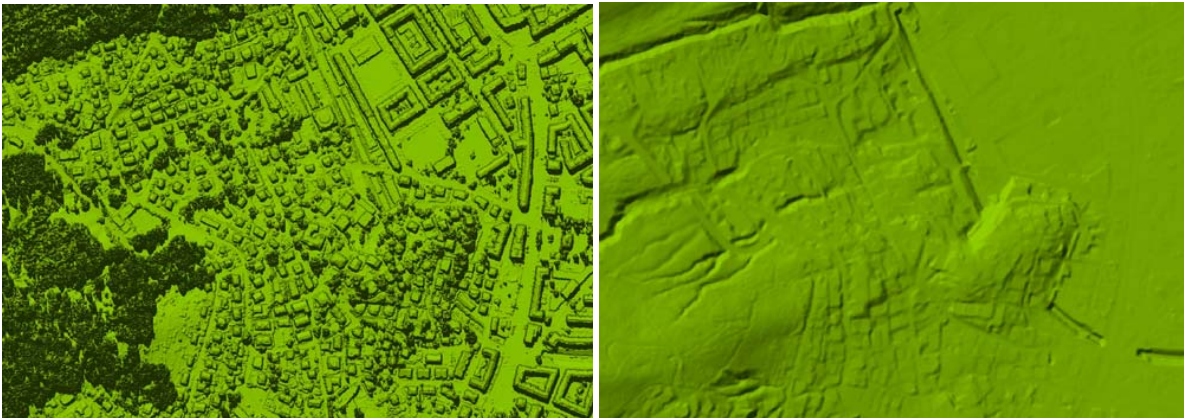


Abbildung 15: Beispiele von DOM bzw. DTM

## 1.2 Übersicht abgeleiteter Datensätze

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick welche Produkte aus den neuen Geobasisdaten abgeleitet werden können:

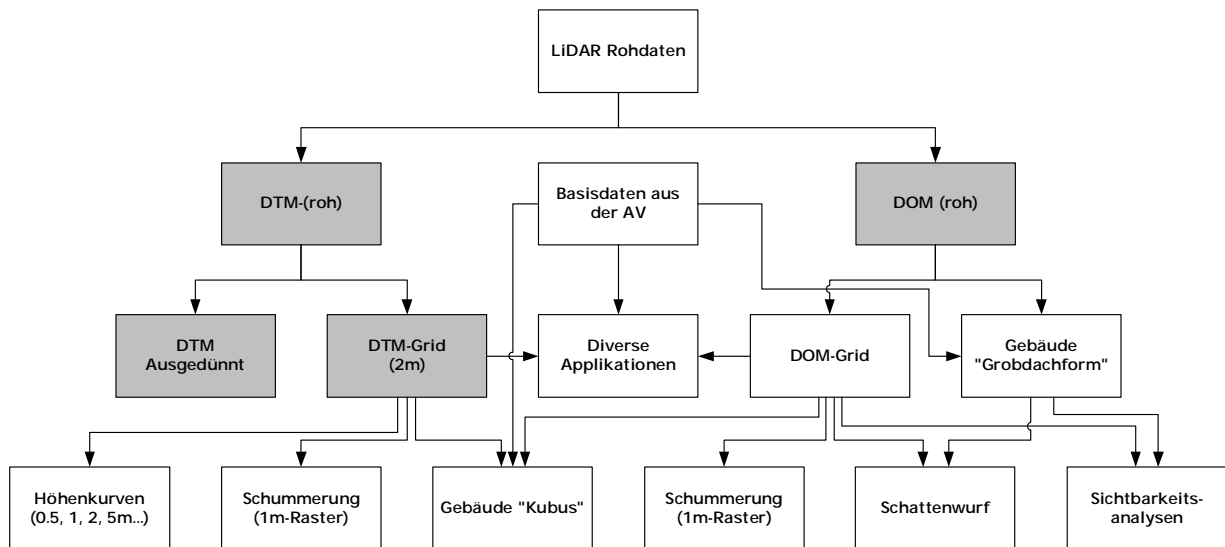


Abbildung 16: Geobasisdaten und daraus abgeleitete Produkte

Die grau hinterlegten Boxen zeigen die Höhenmodelle, welche vom Bundesamt für Landestopographie im Rahmen des Projekts Landwirtschaftliche Nutzflächen (LWN) offiziell verkauft werden. Die wichtigsten aus dem DTM abgeleiteten Datensätze sind Höhenkurven und Geländeschummerungen. Für verschiedene Arten von Gebäudemodellen werden die DTM Daten gebraucht, um den Gebäudefußpunkt festzustellen. Aus dem DOM lassen sich folgende wichtige Daten ableiten: hochauflösender Rasterdatensatz, Gebäudemodelle (tlw. in Kombination mit Situationsdaten der AV), Geländeschummerungen, Sichtbarkeiten.

## 2 DIE ANWENDUNGSGEBIETE

Grundsätzlich erfüllen die nun vorhandenen Geobasisdaten die Anforderungen vieler Anwendungen hinsichtlich Genauigkeit, Auflösung, Homogenität und Aktualität. Die Applikationen, welche am stärksten von dieser Datenqualität profitieren können, sollen im folgenden kurz dargestellt werden:

- Katastervermessung:  
Basisdaten Ebene Höhe, 3D-Gebäude und Kunstbauten, Höhenlinien, Schummerung des Übersichtsplanes
- Landwirtschaft:  
Hangneigung, Exposition, Sonneneinstrahlung
- Emissionsausbreitung:  
Lärm, Elektromog, Luftschadstoffe
- Naturgefahren:  
Überflutungs- und Erosionsanalyse, Simulation von Murgängen etc.
- Bodenkunde, Geologie:  
Analyse der topographischen Kleinstrukturen
- Raumplanung:  
Städte- und Ortsplanung, Denkmalpflege, Planen und Beurteilen von Bauprojekten, Architektur, Beschattungsanalysen, Landschaftsmodelle, 3D-Visualisierungen
- Planung/Projektierung:  
Strassen, Bahnen, Überbauungen (keine Detailprojektierungen)
- Immobilienwesen:  
Lagebeurteilung, Sichtbarkeiten, 3D-Visualisierungen
- Geomarketing:  
Standortmarketing, Wirtschaftsförderung, Location Based Services
- Tourismus:  
Sichtbarkeiten, Visualisierungen, 3D-Routen/-Visualisierungen
- Simulationssysteme:  
Flug- und Fahrsimulationen, 3D-Visualisierungen

## 2.1 Katastervermessung

Im Datenmodell der schweizerischen Katastervermessung ist das Thema Geländemodell in der Ebene „Höhe“ eingegliedert. Aktuell wird die Ebene in den meisten Kantonen mit reduzierter Priorität behandelt. Der Höhendatensatz besteht aus DHM25-Daten (digitales Höhenmodell mit 25m Maschenweite), welches punktuell verbessert wurde. Auch wenn die neuen Geobasisdaten die geforderten Genauigkeiten nicht in allen Toleranzstufen (insbesondere innerstädtische Bereich) erfüllen, kann nun die Ebene „Höhe“ mit einem flächendeckenden, homogenen und aktuellen Datensatz abgedeckt werden.

Künftig werden immer mehr Forderungen über 3D-Daten an die Katastervermessung herangetragen, sei es für Zusatzinformationen über Gebäude (Baukubatur, Dachlandschaften, Stockwerke etc), aber auch Informationen über den Aufbau des Untergrundes (Lage von Leitungen, vertikale Ausdehnung von Bauwerke/Tiefgaragen). In diesem Bereich kann sich die Vermessung mit dem Aufbau und der Nachführung von Gebäudemodellen und den zugehörigen Adressen als Partner für die kommende 3D-GIS-Generation positionieren.

Die Katastervermessung ist aber nicht nur eine „disziplinbezogene Datensammlung“, sondern soll und muss die Basis für verschiedenste Applikationen mit Raumbezug bilden. Die neuen Höhendaten können insbesondere in die Übersichtspläne einfließen. Die neue Generation „Übersichtspläne“ in den Massstabsreihen 1:5'000 – 1:10'000 wird aus den Katasterdaten abgeleitet und mit den Höheninformationen aus dem DTM ergänzt: Höhenkurven und Geländeschummerung. Bei der Schummerung ist allerdings darauf zu achten, dass die kartographische Qualität (Lesbarkeit, Detaillierungsgrad) nicht leidet.

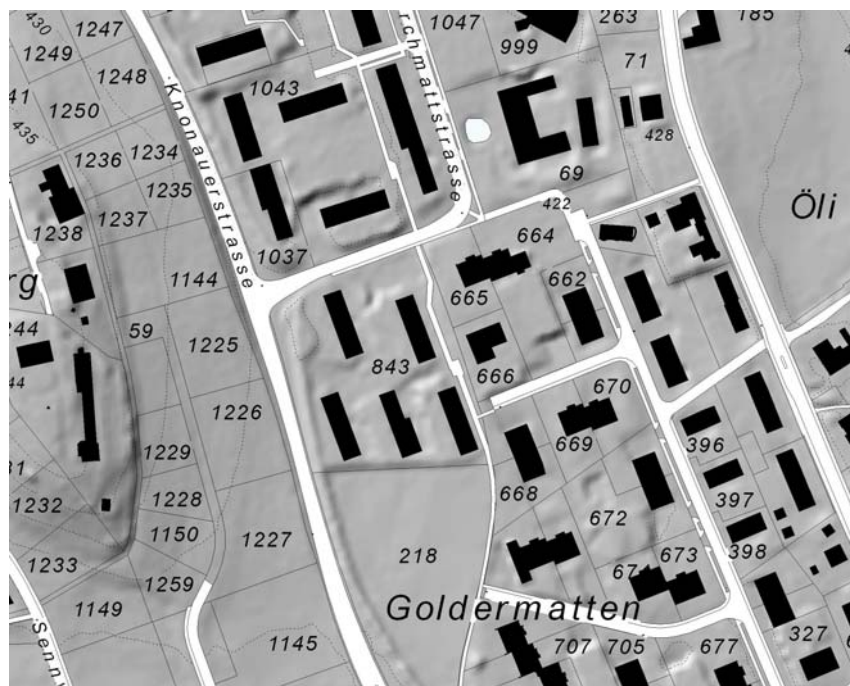


Abbildung 17: Übersichtsplan kombiniert mit Schummerung aus DTM (Reproduziert mit Bewilligung des Vermessungsamtes Kanton Zug)

## 2.2 Lärmschutz und Lärmbekämpfung

1987 ist in der Schweiz die Lärmschutzverordnung (LSV) in Kraft getreten. Seither haben die kantonalen Lärmschutzfachstellen begonnen, die Lärmausbreitung bzw. die -einwirkung mittels Simulationen zu berechnen. Dabei stand jedoch die fehlende Genauigkeit des Terrainmodells sowie Angaben zu Höhen von Bauwerken der Genauigkeit der Simulation und damit der Akzeptanz der Resultate entgegen. Die Simulationen mussten deshalb durch aufwändige Messungen im Feld kalibriert werden. Die höhere Genauigkeit des DTM und die Skalierbarkeit der Äquidistanz kombiniert mit Gebäudehöhen aus dem DOM verbessern die Qualität der Simulation so stark, dass nur noch punktuelle Feldmessungen zur Verifikation der Modellannahmen notwendig sind.

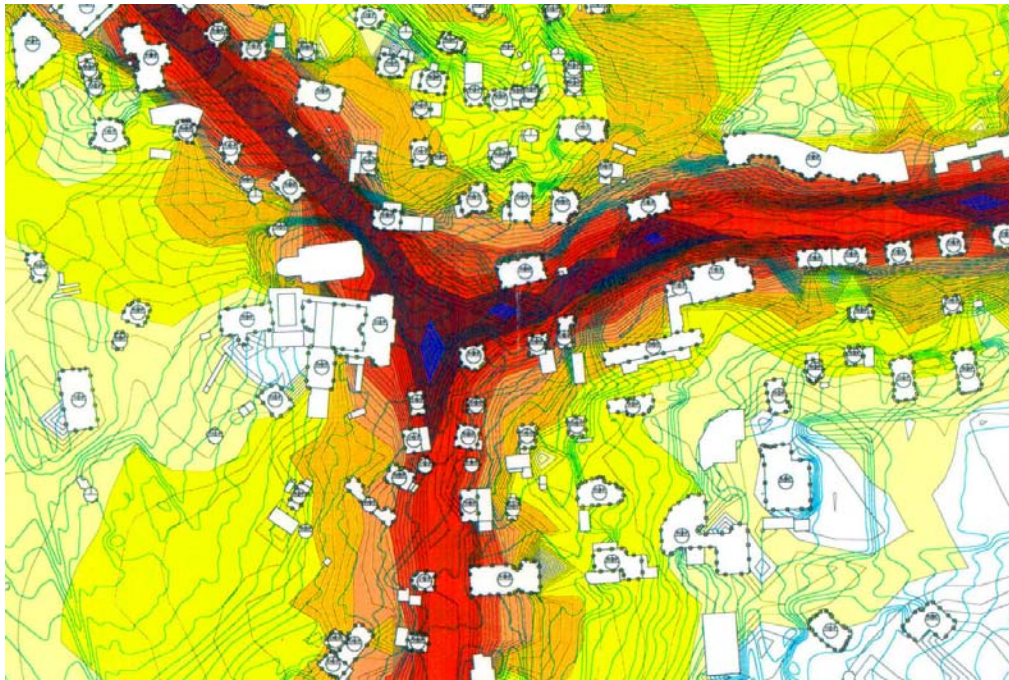


Abbildung 3: Plan der Lärmbelastung, aus einem 3D-Modell berechnet: die Abschattung durch die Gebäude ist gut ersichtlich (Reproduziert mit Bewilligung der Kantonalen Lärmschutzfachstelle Luzern)

### 2.3 Besonnungsanalyse

In der Raumplanung stellt sich immer wieder die Frage, welche Flächen für welche Nutzung auszuscheiden sind. Wie bereits im vorangehenden Kapitel ersichtlich ist Verkehr und Lärm ein Kriterium. Ein weiterer Punkt bei der Beurteilung eines Standortes ist die Besonnung. Während für industrielle und gewerbliche Nutzung auf sonnige Standorte verzichtet werden kann, sind Wohnzonen viel sensibler. Die Besonnung lässt sich mit dem DOM für einen beliebigen Ort und für jeden beliebigen Zeitpunkt rechnen und kann damit die Nutzungsplanung optimieren.

Durch die hohe Auflösung des DOM kann aber auch die Besonnung eines einzelnen Gebäudes analysiert werden: bei Neu- und Umbauten ist die Energiebilanz dank „Energie 2000“ und viel Forschung im Bereich Minergie ein wichtiges Thema. Für die Berechnung der externen Wärmezufuhr liefern Informationen über die potentielle Sonneneinstrahlungsdauer einen wichtigen Beitrag.

Weiter kann die Besonnungsanalyse natürlich auch die Bewertung einer Liegenschaft beeinflussen. Bei einer Feldbesichtigung im Sommer ist für ein potentieller Käufer nicht einfach zu beurteilen, wie hoch die Sonne im Winter steigt und ob das Nachbarhaus damit ein „Hindernis“ darstellt oder eben nicht.



Abbildung 4: Schattenwurf im Sommer – grün, bzw. Winter – grau. (Reproduziert mit Bewilligung des Kantonalen Vermessungsamtes Luzern)

## 2.4 Sichtbarkeitsanalyse

Die dichte Besiedlung der Schweiz erschwert das Baubewilligungsverfahren insbesondere bei Grossprojekten massiv, da bei fast jedem Standort ein oder mehrere Nachbarn das Gefühl haben, vom Projekt tangiert zu werden. Im Gegensatz zu Ausbreitungen von Luftschadstoffen, welche durch schwankende Wetterlagen nicht präzise modelliert werden müssen/können, spielt sich die visuelle Einwirkung mehr als schwarz/weiss-Abfolge. Entweder kann der Bau gesehen werden oder eben nicht. Damit einher geht bei Bauten mit Lärmemissionen auch eine tendenziell höhere Belastung, falls die Sicht zum Objekt nicht verdeckt ist. Die Höhenmodelle können in verschiedenen Kombinationen eingesetzt werden, um die Sichtbarkeit eines Objektes aus jeder Lage zu analysieren. Umgekehrt kann natürlich auch berechnet werden, von wo ein Point of Interest gesehen werden kann, also wo sehe ich das Feuerwerk am besten, von welchem Standpunkt kann ich am meisten Sehenswürdigkeiten einer Stadt sehen?

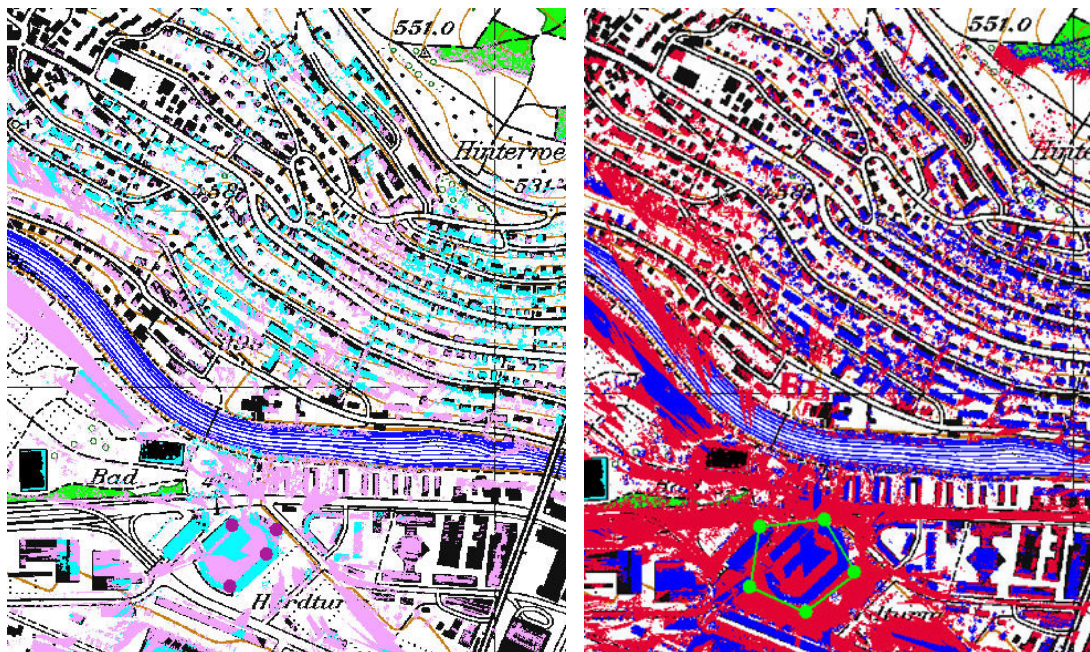


Abbildung 5: Sichtbarkeit alter (links) bzw. neuer Bau. rot teilweise, blau: vollständig sichtbar (Reproduziert mit Bewilligung der swisstopo, BA035772)

## 2.5 Siedlungsmodelle und Stadtplanung

Aus der Kombination von zweidimensionalen Situationsdaten der Katastervermessung mit den neuen digitalen Geobasisdaten DOM und DTM können kostengünstig hochgenaue, dreidimensionale Gebäudemodelle erzeugt werden. Dabei können verschiedene Detaillierungsstufen unterschieden werden:

- Kubus: Hoher Automationsgrad bei der Erstellung, d.h. kostengünstig, aber wegen der mangelnden Dachformen wenig realitätsnah.
- Grobdachform: bei der Erstellung manuelle Bearbeitung erforderlich, realitätsnah
- Detaildachform: Die Dachdetails können entweder photogrammetrisch, terrestrisch oder durch eine zusätzliche Laserbefliegung mit höherer Punktdichte ergänzt werden.

Die Detaillierungsstufen können beliebig kombiniert werden. Das heisst, werden in einer Initialphase Kuben erstellt, kann ihr Detaillierungsgrad später verfeinert werden. Oder anders ausgedrückt, die anfängliche Investition in ein einfaches Modell wird geschützt durch die weitere Verwendung und Verfeinerung des Modells.

Die Gebäudemodelle können in Kombination mit dem DTM und einem Orthophoto (Textur) für Visualisierungen verwendet werden. Bereits günstige Tools bieten die Möglichkeit, beliebige Szenarien zu generieren, so dass Standort, Sichtwinkel und Wetter/Licht der Realität möglichst nahe kommt. Daraus lassen sich Einzelbilder oder aber ein Überflug über ein Gebiet von hohem raumplanerischem Interesse berechnen.



Abbildung 6: Kombination von Gebäudemodellen aus DOM, True Orthophoto und DTM

Neben dieser rein visuellen Anwendung können aus den Gebäudemodellen auch die Volumina gerechnet werden. Dazu sind die Wände mit dem Gelände zu verschneiden und der Gebäudefusspunkt ist zu berechnen. Für den Grundriss des Körpers werden die Daten aus der Katastervermessung verwendet. Je nach Detaillierungsstufe kann eine Abschätzung über das Gebäudevolumen einer ganzen Stadt gerechnet oder eben genauere Angaben pro Einzelgebäude bestimmt werden. Mit den Volumeninformationen wird parzellenscharf oder über eine ganze Zone die Baumassenziffer gebildet. Dabei kann auch zwischen Flach- und Schrägdächern unterschieden werden.

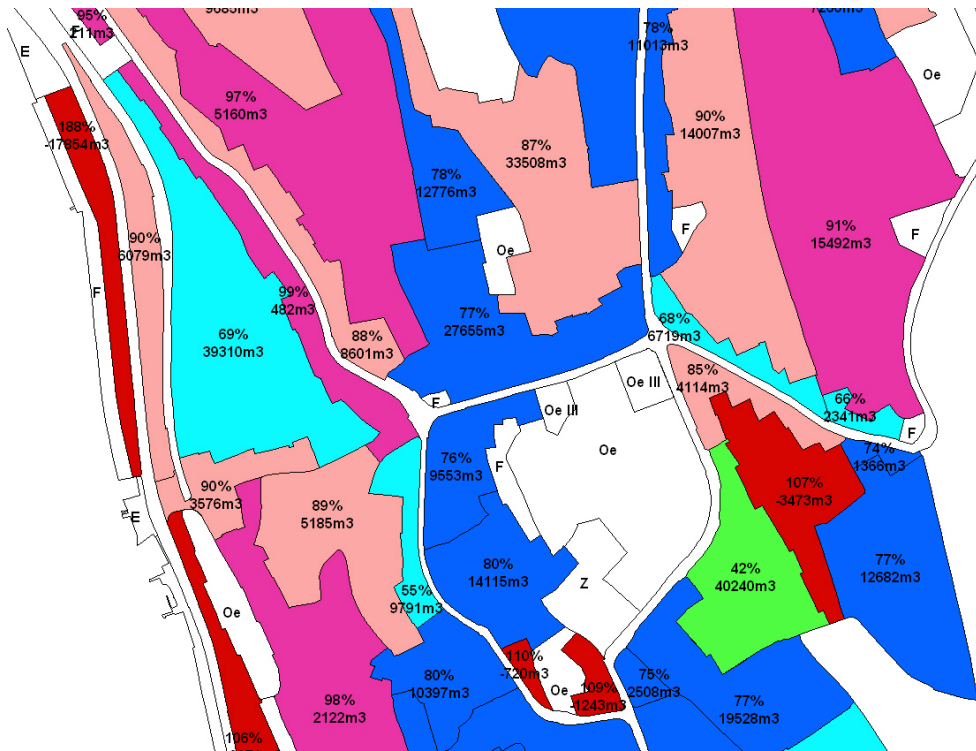


Abbildung 7: Aktueller Bebauungsgrad als Verhältnis von effektiver zu erlaubter Baumassziffer, berechnet aus Gebäudemodellen (DOM-AV) und Zonenplan. Auf der zweiten Zeile ist das noch verfügbare Volumen pro Zone angeschrieben. (Reproduziert mit Bewilligung der Gemeinde Zollikon)

### 3 NUTZEN DER NEUEN GEOBASISDATEN

Die neuen Geobasisdaten DTM und DOM, welche dreidimensional und digital vorliegen, erlauben es, bestehende Aufgaben besser, kostengünstiger und in kürzerer Zeit zu lösen als es die herkömmlichen Möglichkeiten erlaubten. In der Regel liefern genauere Modelle auch realitätsnähere Ergebnisse im Zusammenhang mit Untersuchungen, Simulationen und Darstellungen. Digitale Modelle, welche der Realität nahe kommen, erfordern weniger Feldarbeiten und helfen somit Kosten sparen. Die Verfügbarkeit digitaler Daten ist in der Regel höher als Ergebnisse konventioneller Methoden und hilft dadurch, Arbeitsprozesse zu beschleunigen. Die DTM und DOM sind genau, aktuell, homogen und zuverlässig. Dank dem Umstand, dass sie der Amtlichen Vermessung gehören, ist mittelfristig auch ihre laufende bzw. periodische Nachführung gewährleistet.

Gleichzeitig sind die Kosten für Hardware gesunken und die Kapazitäten und Möglichkeiten der Rechnersysteme (Prozessoren, Arbeitsspeicher und Grafikkarten) massiv gestiegen, so dass die Simulation auf Standard-PCs durchgeführt werden können. Diese Kombination von Hardware und verfügbaren Daten bieten ein grosses Potential für die Planung der Siedlungs- und Landschaftsentwicklung.