



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Raumentwicklung

Modell zur Berechnung der bestehenden Geschossfläche pro Grundstück im Kanton Zürich

Zürich, 11. Dezember 2020



Titelblatt Bildausschnitt aus der visuellen Validierung der Modellresultate mit der Applikation CityEngine. Mit verschiedenen Farben illustriert der Ausschnitt die unterschiedlichen Submodelle, welche für die Berechnung der bestehenden Geschossflächen pro Gebäude verwendet wurden.

[vgl. Kapitel 6.6]

SEILER & SEILER GmbH
Städtebau und Stadtplanung

Gutstrasse 173
8047 Zürich

+41 44 586 21 48
mail@seilerseiler.com
seilerseiler.com

Inhaltsverzeichnis

1	Auftragsdefinition	8
2	Berechnungsprinzip	9
2.1	Arbeitsschritte	9
2.2	Modellschema	11
2.3	Einordnung der Genauigkeit der Submodelle	13
3	Definitionen	16
3.1	Geschossfläche & Geschosszahl	16
3.2	Gebäude	17
3.3	Haupt- & Nebengebäude	18
3.4	Haupt- & Nebennutzfläche	19
4	Schritt 1 – Daten mit Gebäudegrundflächen verknüpfen	20
5	Schritt 2 – Berechnung der mittleren Gebäudehöhe	23
5.1	Submodell LIDAR	23
5.2	Submodell LIDAR DACH	26
5.2.1	Bestimmung des Dachtyps	27
5.2.2	Berechnung des Dachvolumens	31
5.3	Submodell GVZ	32
6	Schritt 3 – Ableitung der Geschosszahl	33
6.1	Berechnung aus mittlerer Gebäudehöhe	33
6.2	Submodell GZ	34
6.3	Submodell GWR	35
6.4	Übrige Gebäude	38
6.5	Plausibilisierung Geschosszahl	39
6.6	Visuelle Validierung	41
7	Schritt 4 – Berechnung Geschossfläche	42
8	Resultat	45
8.1	Attributtabelle Resultat	45
8.2	Attributtabelle Zwischenresultate	51
8.3	Hinweise	55
9	Annahmen	57
9.1	Umrechnung von GVZ-Volumen	57
9.2	Geschosshöhen	59
9.3	Gebäudeausschluss, Nebennutzungen & fixe Geschosszahl	61
10	Empfehlungen zur Weiterentwicklung	65

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Gebäude mit Daten verknüpfen	9
Abb. 2 Gebäudevolumen	9
Abb. 3 Mittlere Gebäudehöhe	9
Abb. 4 Abgeleitete Geschosszahl, z. B. Minimum	10
Abb. 5 Berechnete Geschossflächen	10
Abb. 6 Gesamtmodell, Datenfluss-Diagramm	12
Abb. 7 Bestand, Ausschnitt aus Google Earth Pro (Dezember 2020)	15
Abb. 8 Submodell GWR, Ausschnitt aus CityEngine	15
Abb. 9 Submodell LIDAR, Ausschnitt aus CityEngine	15
Abb. 10 Submodell GVZ, Ausschnitt aus CityEngine	15
Abb. 11 Gebäude mit Satteldach im Terrain	16
Abb. 12 GVZ-Gebäude bestehend aus mehreren GWR-Gebäuden, Ansicht aus Google Earth	20
Abb. 13 GVZ-Gebäude bestehend aus mehreren GWR-Gebäuden, Situation aus ArcGIS Pro	20
Abb. 14 Umrechnung von GWR in AV, Situation aus ArcGIS Pro	22
Abb. 15 LIDAR-Daten für einen Wohnhausteil	23
Abb. 16 Wohnhaus, Ansicht aus Google Earth	23
Abb. 17 Beispiel Gebäude mit Datenfehler	25
Abb. 18 Rasterdaten DOM	25
Abb. 19 Rasterdaten nDOM GEB	25
Abb. 20 Dachgaube zweiteilig Steildach	27
Abb. 21 Dachgaube einteilig Steildach	27
Abb. 22 Dachgaube einteilig Flachdach	27
Abb. 23 Ochsenauge	27
Abb. 24 Beispiel 1, Dachtypen	29
Abb. 25 Beispiel 1, Dachelemente	29
Abb. 26 Beispiel 1, Orthophoto	29
Abb. 27 Beispiel 2, Dachtypen	30
Abb. 28 Beispiel 2, Dachelemente	30
Abb. 29 Beispiel 2, Orthophoto	30
Abb. 30 Berechnete Fassadenhöhe	31
Abb. 31 Wohnhaus, Ansicht aus Google Earth	31
Abb. 32 Ableitung der min. und max. Geschosszahl	33
Abb. 33 GWR-Geschosszahl = 6: maximale Interpretation	36
Abb. 34 GWR-Geschosszahl = 6: minimale Interpretation	36
Abb. 35 Bestand, Ausschnitt aus Google Earth Pro (Dezember 2020)	37

Abb. 36 Submodell GWR, Ausschnitt aus CityEngine	37
Abb. 37 Submodell LIDAR, Ausschnitt aus CityEngine	37
Abb. 38 Submodell GVZ, Ausschnitt aus CityEngine	37
Abb. 39 Beispiel oberirdisches Eingangsvolumen	40
Abb. 40 Submodell GWR, Ausschnitt aus CityEngine	40
Abb. 41 Submodell GVZ, Ausschnitt aus CityEngine	40
Abb. 42 Vergleich der Submodelle pro Gebäude, Ausschnitt aus CityEngine	41
Abb. 43 Gewähltes Submodell pro Gebäude, Ausschnitt aus CityEngine	41
Abb. 44 Überlagerung mit dem 3D-Stadtmodell, Ausschnitt aus CityEngine	41
Abb. 45 Abzug Aussenwände	42
Abb. 46 Beispielgebäude mit Attikageschossen	43
Abb. 47 Gebäudegrundrisse mit Dachtypen	44
Abb. 48 Boxplot GVZ- Volumen / LIDAR-Volumen nach Baujahr	58

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Berechnung Verteilschlüssel GVZ - GWR	21
Tab. 2	Grobkategorisierung der Dachelemente aus Solarkataster	27
Tab. 3	Ermittlung des Dachtyps anhand der Dachelemente	28
Tab. 4	Attribute Schlussresultate	46
Tab. 5	Attribute AV-Daten / ÖREB	46
Tab. 6	Attribute GVZ- & GWR-Daten	48
Tab. 7	Attribute Annahmen	48
Tab. 8	Attribute SOLARKAT / LIDAR-Daten	49
Tab. 9	GVZ-Verteilschlüssel	50
Tab. 10	GWR-Verteilschlüssel	50
Tab. 11	Geschossfläche pro Modell	52
Tab. 12	Geschosszahl pro Modell	54
Tab. 13	Hinweise	56
Tab. 14	Lookup-Tabelle Geschosshöhen	60
Tab. 15	Lookup-Tabelle Nebennutzungen	64

Glossar

ABV	Allgemeine Bauverordnung
AGF	anrechenbare Geschossfläche
AV	Amtliche Vermessung
AZ	Ausnützungsziffer
BBV II	Besondere Bauverordnung II
BMZ	Baumassenziffer
DG	Dachgeschoss
DOM	Digitales Oberflächenmodell
DTM	Digitales Terrainmodell
EG	Erdgeschoss
GASTW	Geschosszahl aus dem GWR
GGF	Gebäudegrundfläche
GF	Geschossfläche
GVZ	Gebäudeversicherung Kanton Zürich
GWR	Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister
HNF	Hauptnutzfläche
IVHB	Interkantonale Vereinbarung über die Harmonisierung der Baubegriffe
nDOM GEB	normalisiertes digitale Oberflächenmodell Gebäude
NNF	Nebennutzfläche
PBG	Planungs- und Baugesetz
RG	Regelgeschoss
UEZ	Überbauungsziffer
UG	Untergeschoss
VG	Vollgeschoss
VF	Verkehrsfläche

1 Auftragsdefinition

Das Modell zur Berechnung der bestehenden Geschossflächen, das im Kanton Zürich bereits seit einigen Jahren angewendet wird, wird mit diesem Modell gründlich überarbeitet. Es gibt mit den LIDAR-Daten unterdessen sehr genaue neue Datensätze, die das Potenzial haben, die Genauigkeit der Resultate zu verbessern.

Die Resultate des Modells werden unter anderem für folgende Aufgaben benötigt:

- Kantonsinterne Projekte, wie beispielsweise die Quartieranalyse oder die Berechnung der Geschossflächenreserven¹ im Zusammenspiel mit dem Modell zur Berechnung der maximal zulässigen Geschossfläche²
- Erstellung von Statistiken und Grafiken (Raumbeobachtung, Gemeindeporträt etc.)
- Projekt Landpreismodell im Rahmen des Mehrwertausgleichs: dort fliessen die bestehenden Geschossflächen in die Berechnung von Kern- und Quartiererhaltungszonen ein

Im Rahmen dieses Projekts ist ein Modell zur Berechnung der bestehenden Geschossfläche (in m²) pro Gebäude im Kanton Zürich zu erstellen, unter Berücksichtigung der kantonsintern zur Verfügung stehenden digitalen Datengrundlagen.

1 Differenz zwischen den bestehenden Geschossflächen und den maximal zulässigen Geschossflächen gemäss ÖREB

2 Modell zur Berechnung der maximal zulässigen Geschossfläche pro Grundstück im Kanton Zürich, 30. Juni 2020

2 Berechnungsprinzip

2.1 Arbeitsschritte

Im Folgenden sind die einzelnen Arbeitsschritte des Modells beschrieben. Es handelt sich dabei um eine vereinfachte Darstellung des Berechnungsablaufs, unter anderem ohne die Bestimmung von Dachtypen und Fassadenhöhen. Die Berechnungsdetails sind in den nachfolgenden Kapiteln aufgeführt.

Schritt 1 – Daten mit Gebäudegrundflächen verknüpfen

Die Gebäudegrundflächen der Amtlichen Vermessung werden mit Daten zu Gebäudevolumen, Geschosszahl und Dacheigenschaften aus den Datenquellen LIDAR, Solarkataster, GVZ, GWR und ÖREB verknüpft. [vgl. Kapitel 4]

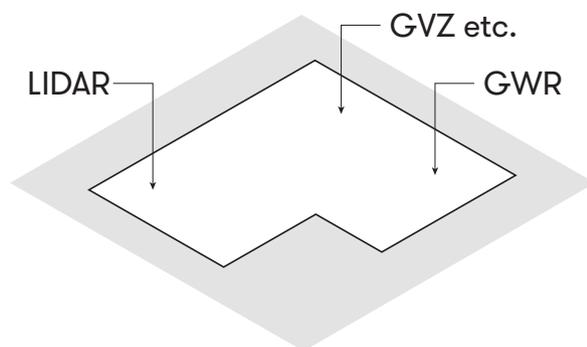


Abb. 1 Gebäude mit Daten verknüpfen

Schritt 2 – Berechnung der mittleren Gebäudehöhe

Sind für ein Gebäude Volumendaten vorhanden, so wird daraus eine mittlere Gebäudehöhe abgeleitet. Zu diesem Zweck wird das oberirdische Gebäudevolumen geteilt durch die Gebäudegrundfläche. [vgl. Kapitel 5]

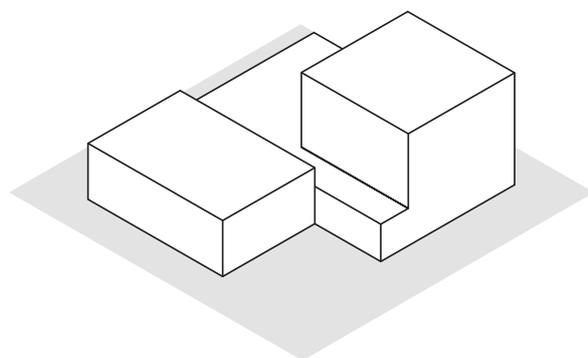


Abb. 2 Gebäudevolumen

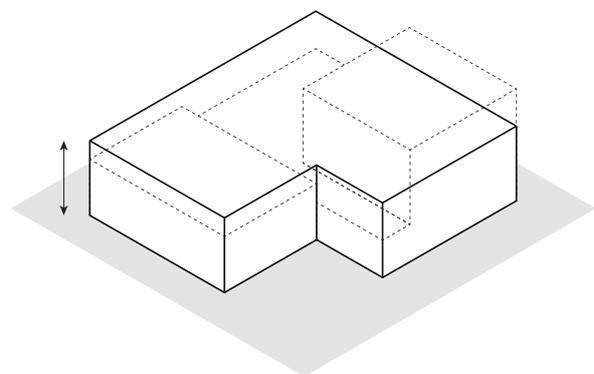


Abb. 3 Mittlere Gebäudehöhe

Schritt 3 - Ableitung der Geschosszahl

Aus der mittleren Gebäudehöhe wird eine maximale und minimale Geschosszahl abgeleitet. Für Gebäude ohne Volumenangabe wird die Geschosszahl direkt aus der Geschosszahl GWR abgeleitet. Ausserdem werden gewisse Gebäude auf Grund ihrer Nutzung oder Grundfläche als eingeschossig angenommen. [vgl. Kapitel 6]

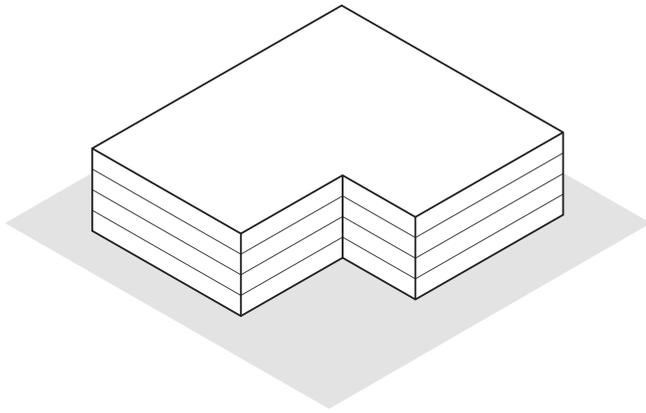


Abb. 4 Abgeleitete Geschosszahl, z. B. Minimum

Schritt 4 - Berechnung der Geschossfläche

Zuerst wird die Aussenwand von der Gebäudegrundfläche abgezogen. Diese Fläche wird für die Berechnung der Geschossfläche mit der Geschosszahl multipliziert. [vgl. Kapitel 7]

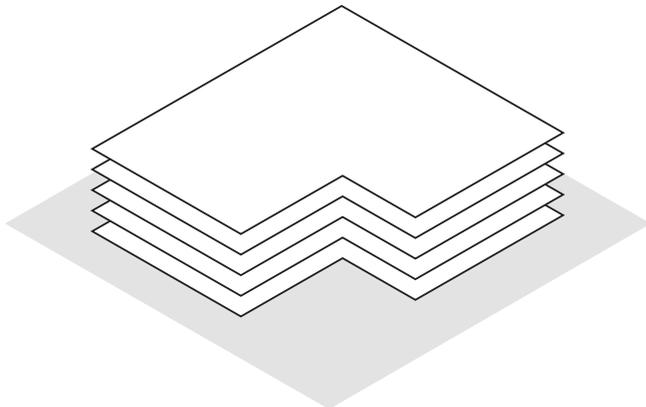


Abb. 5 Berechnete Geschossflächen

2.2 Modellschema

In Arbeitsschritt 2 und 3 kommen je nach verfügbaren Daten unterschiedliche Submodelle zur Anwendung. Das in **Abb. 6** dargestellte Datenfluss-Diagramm zeigt einerseits auf, wie die Wahl des jeweiligen Submodells funktioniert. Andererseits ist in Prozentzahlen angegeben, wie viele Gebäude³ von den jeweiligen Submodellen verarbeitet werden.

Folgenden Submodelle werden verwendet, sortiert nach absteigender Priorität:

- GZ [vgl. Kapitel 6.2]
- LIDAR | Dach [vgl. Kapitel 5.2]
- LIDAR [vgl. Kapitel 5.1]
- GVZ [vgl. Kapitel 5.3]
- GWR [vgl. Kapitel 6.3]

3 Zum Zeitpunkt der Modellentwicklung, 09.12.2020

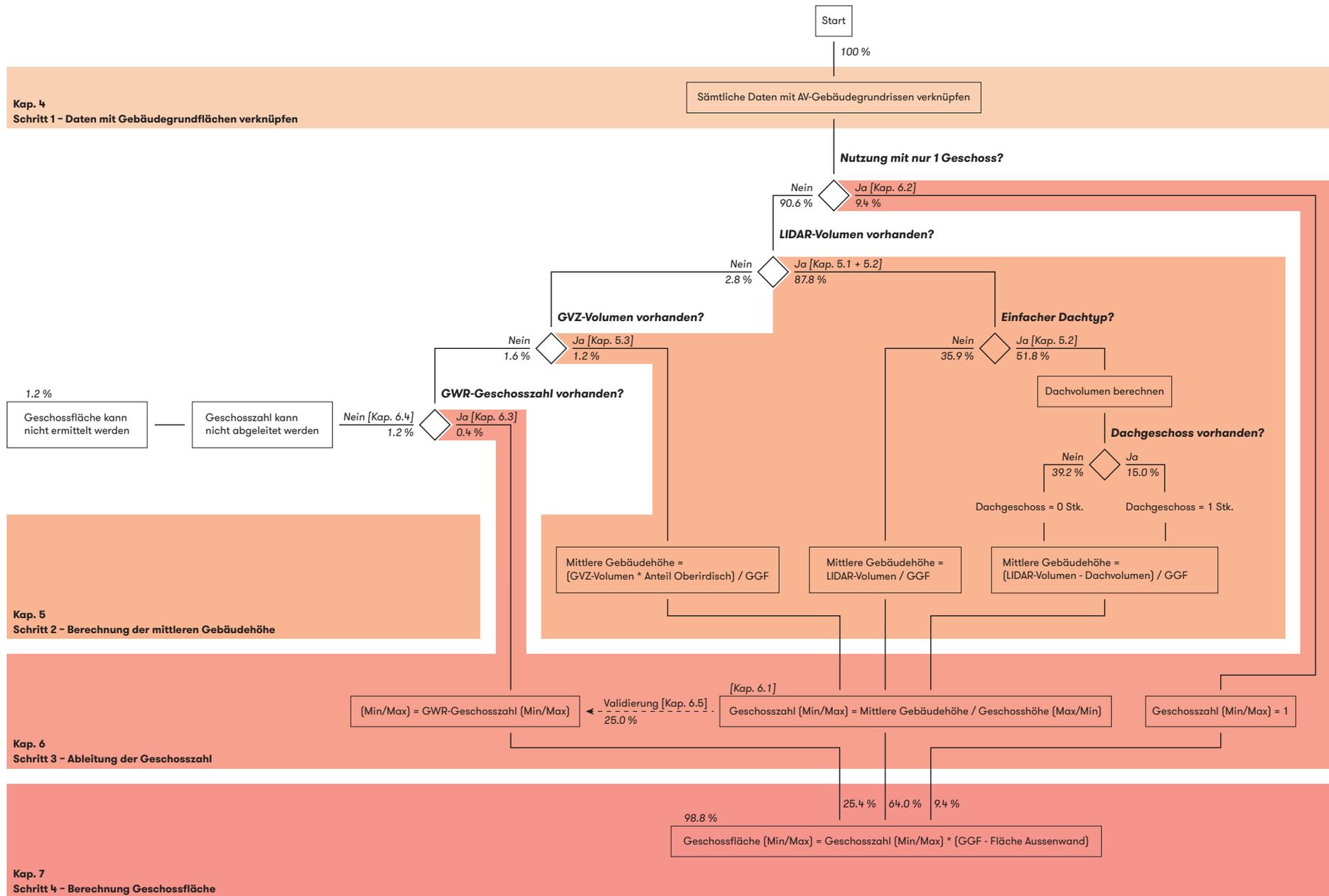


Abb. 6 Gesamtmodell, Datenfluss-Diagramm

2.3 Einordnung der Genauigkeit der Submodelle

Submodell GZ

Dieses Submodell wird nur für spezielle Nutzungen und Kleinstgebäude verwendet. Es werden Gebäude damit verarbeitet, die nur 1 Geschoss haben, aber häufig sehr unterschiedliche Geschosshöhen, wie beispielsweise Kirchen. Die Geschosshöhe wird unabhängig von der Volumetrie des Gebäudes auf 1 Geschoss gesetzt.

Submodell LIDAR | DACH

Das Submodell LIDAR | DACH ist das genaueste der Submodelle. Es basiert auf Flugaufnahmen, welche in regelmässigen Zeitintervallen erneuert und aktualisiert werden.

Im Gegensatz zum Submodell LIDAR haben diese Gebäude einfache Dachtypen. Damit können für HNF nutzbare Dachgeschosse identifiziert werden. Ausserdem wird das Dachvolumen entfernt, bevor die mittlere Gebäudehöhe berechnet wird. Das führt zu einer höheren Genauigkeit⁴.

Kleinere Ungenauigkeiten gibt es bei Gebäuden mit einem Hochparterre (Seite 14) oder einem Kniestock⁵. Deren Existenz resp. Abmessungen lassen sich nicht aus den Daten herleiten. Ebenso kann die Vegetation⁶ die Datenqualität beeinflussen und zu einer Überschätzung der Geschossfläche führen.

Bei Gebäuden, welche stark ins Terrain ragen, unterschätzt das Submodell LIDAR | DACH tendenziell die Geschosshöhe. Dies wird in einem separaten Abschnitt auf Seite 15 erläutert.

Submodell LIDAR

Das Submodell LIDAR ist grundsätzlich gleichzustellen mit dem Submodell LIDAR | DACH. Diese Gebäude weisen aber keinen einfachen Dachtyp auf, deshalb wird das gesamte Gebäudevolumen inklusive Dachvolumen für die Berechnung der mittleren Gebäudehöhe verwendet. Das führt vor allem bei Steildächern eher zu einer Überschätzung der Geschosshöhe. Ausserdem kann keine Aussage über das Vorhandensein und die Nutzbarkeit eines Dachgeschosses gemacht werden.

Ungenauigkeiten gibt es bei Gebäuden mit einem Hochparterre (Seite 14). Deren Existenz lässt sich nicht aus den Daten herleiten.

⁴ Dachgeschosse können in Einzelfällen aber auch fälschlicherweise als nutzbar kategorisiert werden. Dies führt zu einer Überschätzung um 1 Geschoss. Werden sie in Einzelfällen fälschlicherweise als nicht nutzbar deklariert, ergibt dies eine Unterschätzung um 1 Geschoss.

⁵ Ein allfällige Kniestockhöhe kann nicht erfasst werden. Diese wird also bei nutzbaren Dachgeschossen einerseits in die Fassadenhöhe mit eingerechnet, andererseits nochmals im Dachgeschoss dazugezählt. Das kann zu einer leichten Überschätzung der Geschossfläche führen.

⁶ Bsp. Baumkrone ragt über Dachfläche

Bei Gebäuden, welche stark ins Terrain ragen, unterschätzt das Submodell LIDAR tendenziell die Geschosszahl. Dies wird in einem separaten Abschnitt auf [Seite 15](#) erläutert.

Submodell GVZ

Das Submodell GVZ verwendet die Daten der Gebäudeversicherung. Das verwendete GVZ-Gebäudevolumen enthält unter anderem die unterirdischen Gebäudevolumen.

Das führt dazu, dass die Volumen mit einem Umrechnungsfaktor (0.8) in oberirdisches Volumen umgerechnet werden müssen.

Bei Gebäuden, die also einen höheren Anteil an unterirdischem Volumen haben als 20%, wird die Geschossfläche im Modell überschätzt. Das sind zum Beispiel Gebäude mit Tiefgaragen, kleine Eingangsvolumen zu unterirdischen Volumen. Bei Gebäuden, die einen geringeren Anteil an unterirdischem Volumen haben als 20%, wird die Geschossfläche unterschätzt. Das sind beispielsweise Gebäude ohne Untergeschosse.

Ausserdem kann das Dachvolumen nicht rausgerechnet werden und das führt vor allem bei Steildächern zu einer Überschätzung der Geschossfläche.

Ungenauigkeiten gibt es bei Gebäuden mit einem Hochparterre. Diese wird in einem separaten Abschnitt auf [Seite 14](#) erläutert.

Submodell GWR

Das Submodell GWR verwendet die Geschosszahl aus dem Gebäude- & Wohnregister zur Berechnung der Geschossfläche. Von Nachteil ist, dass die Geschosszahl sämtliche Geschosse inkl. Untergeschoss und Dachgeschoss beinhaltet, es muss also eine Annahme getroffen werden, welche Geschosse wirklich als HNF nutzbar sind. Ausserdem bildet diese Geschosszahl komplexe Volumetriem wie beispielsweise ein Hochhaus mit Sockelgeschoss sehr ungenau ab.

Weiter ist zu erwähnen, dass die Geschosszahl händisch von jeder Gemeinde erfasst wird. Fehler können in diesem Vorgehen nicht ausgeschlossen werden, insbesondere weil im Moment die Datenqualität noch nicht einheitlich geprüft wird.

Erläuterung Ungenauigkeit Hochparterre

Dies betrifft alle Submodelle, die mit Volumen arbeiten, also LIDAR | DACH, LIDAR und GVZ. Ob ein Gebäude ein Hochparterre besitzt oder nicht, kann aus den Daten nicht hergeleitet werden. Falls es eines besitzen sollte, besteht die Frage nach der Nutzbarkeit des Untergeschosses. Ist dieses ungenutzt, wird die Geschosszahl um ca. max. 0.5 Geschosse überschätzt. Ist dieses jedoch genutzt, ist die Geschosszahl um ca. max. 0.5 Geschosse unterschätzt.

LIDAR – Beispiel Gebäude im Terrain

Bei Gebäuden, welche stark ins Terrain ragen, unterschätzen die Submodelle LIDAR und LIDAR | DACH tendenziell die Geschoszahl, weil ein erhebliche Anteil der Geschossen unterirdisch sind und damit vom LIDAR nicht erfasst wird.

Das nachfolgende Gebäude⁷ an der Kempferstrasse in Zürich illustriert diese Schwierigkeit. Die Abbildungen stammen aus der visuellen Validierung [vgl. Kapitel 6.6].



Abb. 7 Bestand, Ausschnitt aus Google Earth Pro (Dezember 2020)

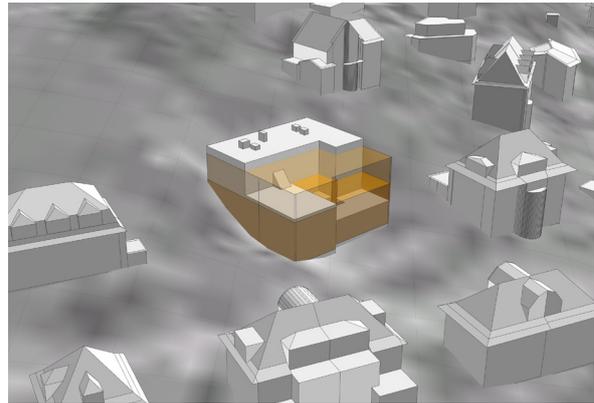


Abb. 8 Submodell GWR, Ausschnitt aus CityEngine

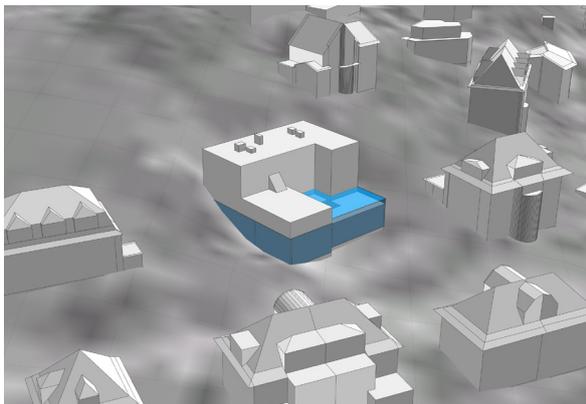


Abb. 9 Submodell LIDAR, Ausschnitt aus CityEngine

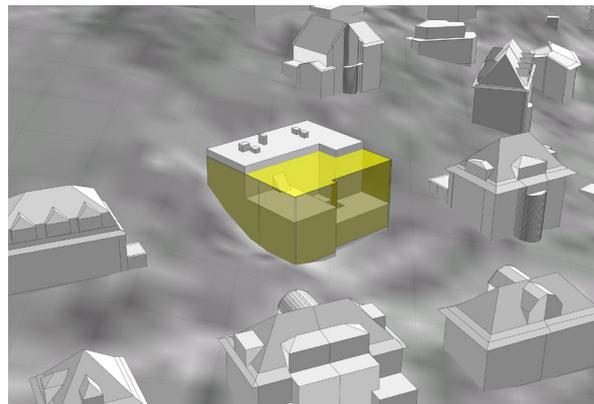


Abb. 10 Submodell GVZ, Ausschnitt aus CityEngine

7 Gebäude OBJID 1105_14151

3 Definitionen

3.1 Geschossfläche & Geschosszahl

Die Geschossfläche wird inklusive Hauptnutzfläche HNF, Nebennutzfläche NNF, Verkehrsfläche VF und Innenwände, aber exklusive Aussenwände berechnet. Damit wird die Vergleichbarkeit mit dem Modell der maximalen Geschossflächen⁸ gewährleistet.

Ein Geschoss muss zumindest teilweise Hauptnutzflächen enthalten, damit es zur Geschossfläche gehört. Dazu gehören folglich:

- Vollgeschosse
- Untergeschosse und Dachgeschosse, die genügend belichtet sind und damit für Wohnen, Arbeiten, Erholung, Bildung, Konsum, Versorgung sowie für gewerbliche Nutzungen verwendet werden können.

Untergeschosse und Dachgeschosse, die nicht genügend belichtet sind, und somit nicht für Wohnen, Arbeiten, Erholung, Bildung, Konsum, Versorgung sowie gewerblichen Nutzungen verwendet werden können, sollten somit nicht berücksichtigt werden. Dazu gehören beispielsweise reine Estrich- oder Kellergeschosse.

Abb. 11 zeigt als Beispiel ein Gebäude mit vier Vollgeschossen, einem durch Dachgauben belichteten Dachgeschoss, das als Hauptnutzfläche genutzt werden kann, und einem wegen schlechter Belichtung nicht als Hauptnutzfläche nutzbarem Untergeschoss. Die Vollgeschosse und das Dachgeschoss werden in der Geschossflächenberechnung berücksichtigt, das Untergeschoss jedoch nicht.

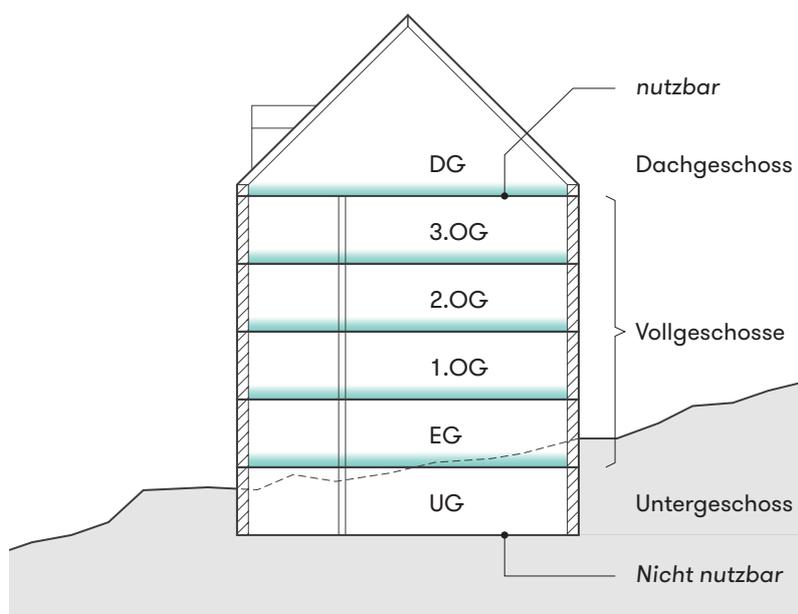


Abb. 11 Gebäude mit Satteldach im Terrain

8 Modell zur Berechnung der maximal zulässigen Geschossfläche pro Grundstück im Kanton Zürich, 30. Juni 2020

Da in den verfügbaren Datenquellen keine zuverlässige Information zur Nutzung bzw. der Belegung der einzelnen Geschosse verfügbar ist, sind gewisse Unsicherheiten im Resultat vorhanden. Mehr Informationen zur Einordnung der Genauigkeit der Resultate sind im **Kapitel 2.3** aufgeführt.

Es wird im Modell folgendermassen damit umgegangen: Ob ein nutzbares Dachgeschoss vorhanden ist, wird über den Dachtyp abgeschätzt [vgl. **Kapitel 5.1**]. Aussagen über die Nutzbarkeit von Untergeschossen sind nicht möglich, es werden daher nur die oberirdischen Anteile der Geschosse berücksichtigt.

3.2 Gebäude

Das Modell verwendet die Gebäudedefinition aus der Bodenbedeckung der Amtlichen Vermessung⁹:

- a) Gebäude sind auf Dauer angelegte, mit dem Boden fest verbundene Bauten, die Wohnzwecken oder Zwecken der Arbeit, der Ausbildung, der Kultur oder des Sportes dienen.
- b) Bei Doppel-, Gruppen- und Reihenhäusern zählt jedes Gebäude als selbstständig, wenn es einen eigenen Zugang von aussen hat und wenn zwischen den Gebäuden eine senkrechte, vom Erdgeschoss bis zum Dach reichende tragende Trennmauer besteht.
- c) Als Gebäude gelten auch weitere auf Dauer angelegte, mit dem Boden fest verbundene überdachte Bauten, die einem bestimmten Zweck dienen.

Damit reflektiert das Modellresultat auch den für die jeweilige Berechnung verwendeten Datenstand der Bodenbedeckung. Es ist deshalb möglich, dass fertig erstellte Neubauten noch nicht in den Resultaten vorhanden sind, weil sie in der Amtlichen Vermessung noch nicht nachgeführt wurden. Somit können Parzellen fälschlicherweise vorübergehend als unüberbaut erscheinen.

Projektierte Gebäude¹⁰ und unterirdische Gebäude, gemäss Definition der Amtlichen Vermessung, werden im Modell nicht berücksichtigt.

Da die weiteren verwendeten Daten zum Teil andere Gebäudedefinitionen verwenden, ist eine Übersetzung notwendig [vgl. **Kapitel 4**].

9 Kapitel 3.1.1 Gebäudedefinitionen Art. 14 (TVAV), Bodenbedeckung - Detaillierungsgrad der amtlichen Vermessung, Weisung AV05-2019 vom 1. Oktober 2019

10 Der Kommentar bezieht sich auf projektierte Gebäude aus der AV. Der Einbezug wurde getestet und verworfen: Abmessungen / Flächen sind noch nicht genau erfasst. Projektierte Gebäude existieren in den Daten z. T. gleichzeitig mit bestehenden Gebäuden. Welche bestehenden Gebäude aber durch die projektierten Gebäude (Ersatzneubau oder Ergänzungsbau) ersetzt werden, lässt sich nicht einfach eruieren.

3.3 Haupt- & Nebengebäude

Grundsätzlich werden alle Gebäude gemäss der Definition in **Kapitel 3.2** im Modell verarbeitet. Abhängig vom Analysekontext sind aber die Gebäude je nach Nutzung als relevant oder nicht relevant zu betrachten.

Bauliche Ausnützung bzw. Ausbaugrad

Während bei der Berechnung der Baumassenziffer¹¹ und der Überbauungsziffer¹² jeweils alle Gebäude und Gebäudeteile mit einbezogen werden, sind bei der Ausnützungsziffer¹³ nur diejenigen Flächen anrechenbar, die dem Wohnen, Arbeiten oder sonst dem dauernden Aufenthalt dienen oder dafür verwendbar sind. Damit werden Nebengebäude wie z. B. Garagen bei der AZ nicht berücksichtigt. Gebäude mit solchen Nutzungen sind im Resultat markiert¹⁴. Für diese Gebäude werden zwar Geschossflächen berechnet, sie fliessen aber nicht in die Berechnung der anrechenbaren Geschossfläche mit ein¹⁵.

Flächenbedarf pro Einwohner & Beschäftigte

Sollten die Resultate für eine Abschätzung des Flächenbedarfs pro Einwohner & Beschäftigte werden verwendet, so verhält es sich ähnlich wie unter der baulichen Ausnützung beschrieben. Reine Nebengebäude sind nicht relevant für diese Anwendung und sollten ausgeschlossen werden. Ausserdem sollte berücksichtigt werden, dass nicht alle Nutzungen gleichermassen personenintensiv genutzt werden. So wird z. B. eine Scheune auf einem Bauernhof für die Ausübung der Arbeit benötigt, sie ist aber nicht gleichermassen relevant bzw. gleichermassen intensiv genutzt wie beispielsweise eine Bürofläche für eine Dienstleistungsnutzung.

In **Kapitel 2.3** sind diejenigen Gebäudenutzungen aufgeführt, die als Nebengebäude bzw. reine Nebennutzflächen deklariert wurden. Die Nutzungsauswahl ist angelehnt an die nachfolgenden Definitionen von Haupt- und Nebengebäude aus dem Vernehmlassungsentwurf des IVHB:

Hauptgebäude¹⁶

Hauptgebäude sind geschlossene Gebäude, die den Funktionen Wohnen, Arbeiten, Erholung, Bildung, Konsum und Versorgung sowie gewerblichen Nutzungen dienen bzw. hierfür verwendbar sind.

11 Planungs- und Baugesetz (PBG), 1975, § 258 Abs. 1

12 Planungs- und Baugesetz (PBG), 1975, § 258 Abs. 1

13 Planungs- und Baugesetz (PBG), 1975, § 255 Abs. 1

14 Attribut NEBENNUTZFLAECHE = 'x'

15 Attribute AZ_AGF_MIN und AZ_AGF_MAX werden für diese Gebäude nicht berechnet

16 Vernehmlassungsentwurf IVHB, 2004, S.1

Nebengebäude¹⁷

Nebengebäude sind geschlossene Gebäude und Gebäudeteile, in denen die Funktionen Wohnen, Arbeiten, Erholung, Bildung, Konsum und Versorgung sowie gewerblichen Nutzungen nicht möglich sind.

Zusätzlich werden im Modell für einzelne Nutzungen, die keine Gebäude im engeren Sinn bezeichnen, nur Geschosszahlen berechnet, jedoch keine Geschossflächen oder Werte für die Ableitung der baulichen Ausnützung. Das betrifft unter anderem Unterstände, Überdachungen, Gaskessel, Klärbassins [vgl. Kapitel 9.3].

3.4 Haupt- & Nebennutzfläche

Im nachfolgenden Kapitel werden die Flächenbezeichnungen HNF, NNF und VF verwendet. Deshalb sind der Vollständigkeit halber die Definitionen aus der entsprechenden SIA-Norm¹⁸ hier aufgeführt:

Hauptnutzfläche HNF

Die Hauptnutzfläche HNF ist der Teil der Nutzfläche NF, welcher der Zweckbestimmung und Nutzung des Gebäudes im engeren Sinn dient.

Nebennutzfläche NNF

Die Nebennutzfläche NNF ist der Teil der Nutzfläche NF, welcher die Hauptnutzfläche HNF zur Nutzfläche ergänzt. Sie ist je nach Zweckbestimmung und Nutzung des Gebäudes zu definieren. Im Wohnungsbau zählen dazu u. a. die Waschküchen, Estrich- und Kellerräume, Abstellräume, Fahrzeugeinstellräume, Schutzräume und Kehrlichträume.

Verkehrsfläche VF

Die Verkehrsfläche VF ist jener Teil der Nettogeschossfläche NGF, welcher ausschliesslich deren Erschliessung dient. Zur Verkehrsfläche gehören z. B. im Wohnungsbau die Flächen von ausserhalb der Wohnung liegenden Korridoren, Eingangshallen, Treppen, Rampen und Aufzugsschächten.

17 Vernehmlassungsentwurf IVHB, 2004, S.1

18 SN 504 421, 2004, S. 6

4 Schritt 1 – Daten mit Gebäudegrundflächen verknüpfen

Die Gebäudegrundflächen der Amtlichen Vermessung werden mit Daten aus den Datenquellen LIDAR, GVZ, GWR und ÖREB verknüpft.

Das LIDAR-Gebäudevolumen wird direkt für die Gebäudegrundflächen AV berechnet [vgl. Kapitel 5.1], ebenso werden die Daten aus dem ÖREB direkt übertragen.

GVZ, GWR haben aber unterschiedliche Gebäudedefinitionen als AV. Deshalb müssen die Daten von GVZ und GWR auf die Auflösung der Resultate [vgl. Kapitel 3.2], das heisst AV, umgerechnet werden. Das geschieht in zwei Schritten, zuerst wird von GVZ in GWR umgerechnet und dann von GWR in AV.

Umrechnung von GVZ in GWR

Umgerechnet wird das GVZ-Gebäudevolumen. Das Beispiel in Abb. 12 zeigt ein GVZ-Gebäude mit der Nutzung Wohnhaus mit Garage. Es besteht aus vier GWR-Gebäuden (rote Punkte). Das Wohnhaus ist in drei Gebäude unterteilt und zusätzlich besteht ein separates Gebäude für die Garagen, die sich unter dem Terrain befinden.



Abb. 12 GVZ-Gebäude bestehend aus mehreren GWR-Gebäuden, Ansicht aus Google Earth



Abb. 13 GVZ-Gebäude bestehend aus mehreren GWR-Gebäuden, Situation aus ArcGIS Pro

Für die Umrechnung werden folgende Verteilschlüssel verwendet:

- LIDAR-Gebäudevolumen
- Gebäudegrundfläche AV * Geschosszahl GWR
- Gebäudegrundfläche GWR * Geschosszahl GWR
- Gebäudegrundfläche AV
- Gebäudegrundfläche GWR
- Geschosszahl GWR

Die Verteilschlüssel sind nach absteigender Genauigkeit sortiert. Den höchsten Informationsgehalt haben natürlich die oberirdischen Gebäudevolumen, den niedrigsten die Geschosszahl. Es

wird deshalb mit dem obersten Ansatz gestartet und geprüft, ob alle Teilgebäude solche Werte aufweisen. Ist das der Fall, so werden die GVZ-Gebäudevolumen damit aufgeteilt, sonst wird mit dem nächsttieferen Verteilschlüssel fortgefahren.

In unserem Beispiel wird der dritte Verteilschlüssel verwendet, also Gebäudegrundfläche GWR * Geschosszahl GWR.¹⁹ In **Tab. 1** ist beschrieben, wie die Verteilung funktioniert und jedes GWR-Gebäude seinen Anteil am GVZ-Volumen erhält.

GVZ		GWR				Verteilschlüssel			Resultat
Gebäudevolumen	Nutzung	ID	Nutzung	Gebäudefläche GAREA	Geschosszahl GASTW	GAREA * GASTW	GAREA * GASTW Total	Prozent	Gebäudevolumen verteilt
		2		142	5	710	33.6 %	1'518	
		3		142	5	710	33.6 %	1'518	
		4	Garagengebäude	80	1	80	3.8 %	171	
						2'115		100 %	4'522

Tab. 1 Berechnung Verteilschlüssel GVZ - GWR

Umrechnung von GWR in AV

Umgerechnet wird das GVZ-Gebäudevolumen und Wohnflächen-daten aus dem GWR. **Abb. 14** zeigt die Gebäudegrundflächen der AV schwarz umrandet. Da das Garagengebäude ein unterirdisches Gebäude ist, wird sein Volumenanteil nicht in die Berechnung einbezogen²⁰. Bei den übrigen drei Gebäuden entspricht jedes GWR-Gebäude einem AV-Gebäude, damit ist keine Umrechnung notwendig.

19 Das liegt daran, dass das unterirdische Garagengebäude nicht in der AV-Bodenbedeckung enthalten ist und somit auch kein LIDAR-Gebäudevolumen und keine Gebäudegrundfläche AV aufweisen kann.

20 Diese ausgeschlossenen Gebäudevolumenanteile werden zur besseren Nachvollziehbarkeit im Attribut **FDGEBVOL_DIFF** im Resultat gespeichert



Abb. 14 Umrechnung von GWR in AV, Situation aus ArcGIS Pro

Falls aber mehrere AV-Gebäude einem GWR-Gebäude entsprechen, wird wiederum verteilt analog zur Umrechnung von GVZ in GWR. Nur stehen hier weniger Verteilschlüssel zur Verfügung:

- LIDAR-Gebäudevolumen
- Gebäudegrundfläche AV

Übertragene Attribute

Die aus den verschiedenen Datenquellen direkt übertragenen bzw. wie oben beschrieben umgerechneten Attribute sind in den Tabellen in **Kapitel 8.1** aufgeführt. Aus dem GWR-Wohnungsdatensatz wurden noch zusätzlich folgende Informationen abgeleitet und ebenfalls im Resultat gespeichert:

- Anzahl Geschosse, die mindestens eine Wohnung enthalten²¹
- Mindestanzahl Geschosse, die für Arbeiten genutzt werden²²
- Gebäude hat mindestens eine mehrgeschossige Wohnung²³
- Erdgeschoss ohne Wohnung²⁴ [vgl. Kapitel 9.2]
- Gesamtwohnfläche Gebäude
- Faktor Wohnfläche oberstes Geschoss / maximale Wohnfläche aller Geschosse des Gebäudes²⁵ [vgl. Kapitel 7]

21 separat erfasst für Unter- und Vollgeschosse

22 = Lücken zwischen Wohngeschossen (z. B. EG hat keine Wohnung, 1. OG hat eine → das EG entspricht einem Geschoss für Arbeitsnutzung). separat erfasst für Unter- und Vollgeschosse. Ist natürlich nur bei zumindest teilweise für Wohnen genutzten Gebäuden aussagekräftig.

23 Aussagen zu einzelnen Geschossen sind nicht möglich, da bei mehrgeschossigen Wohnungen nur das Geschoss angegeben wird, in dem die Wohnung startet

24 Annahme: erhöhte Geschosshöhe für Erdgeschoss

25 für Berechnung von Attikageschossfläche verwendet

5 Schritt 2 – Berechnung der mittleren Gebäudehöhe

5.1 Submodell LIDAR

Das LIDAR-Gebäudevolumen wird aus verschiedenen LIDAR-Datensätzen abgeleitet. Der Entscheid, welcher Datensatz für ein Gebäude verwendet wird, ist weiter unten in diesem Kapitel beschrieben. Für folgende Beschreibung des Berechnungsprinzips werden exemplarisch die Datensätze DOM und DTM verwendet.

LIDAR-Daten können nur verwendet werden für Gebäude mit einem Baujahr, das älter ist als das Jahr, in dem die LIDAR-Daten erfasst wurden.^{26/27} Alle neueren Gebäude können also nur entweder mit dem Submodell GVZ oder GWR berechnet werden.

Abb. 15 zeigt ein Datenbeispiel für den rechten Gebäudeteil eines Wohngebäudes. Die Pixel des DTM sind grün eingefärbt, die Pixel des DOM innerhalb der Gebäudegrundfläche sind weiss eingefärbt. Das Beispiel zeigt die hohe Auflösung der Daten. Mit 50 cm Auflösung sind sie sogar in der Lage, das Geländer der Dachterrasse abzubilden.

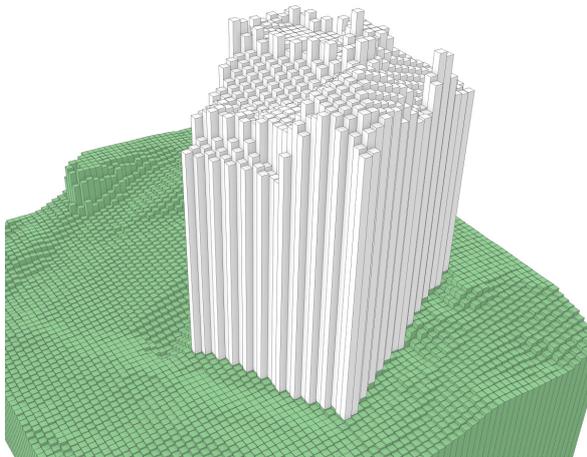


Abb. 15 LIDAR-Daten für einen Wohnhausteil



Abb. 16 Wohnhaus, Ansicht aus Google Earth

Für die Berechnung der mittleren Gebäudehöhe werden all diejenigen Pixel verarbeitet, die sich innerhalb der Gebäudegrundfläche befinden. Die mittlere Gebäudehöhe wird dann berechnet aus der gemittelten Differenz von DOM und DTM all dieser ausgewählten Pixel.

26 Zum Zeitpunkt der Modellentwicklung liegt dies bei 2017

27 Es gibt zum Zeitpunkt der Modellentwicklung ca. 450 Gebäude, die vom Gebäudealter her ein LIDAR Volumen haben sollten, aber keines haben (`H05 IS NULL AND DOMGEB_ANTEIL_NULL = 1 AND DOMDTM_ANTEIL_NULL = 1`). Das sind einerseits sehr kleine Flächen (enthalten keine Rasterzellen), Flächen im See (z.B. als Restaurant genutztes Schiff) oder komplett im Terrain liegende Gebäude, oder aber Fehler in den LIDAR-Datensätzen.

Auswahl LIDAR-Daten

Das LIDAR-Gebäudevolumen kann mit zwei Datengrundlagen berechnet werden.

- Grundsätzlich wird das normalisierte digitale Oberflächenmodell Gebäude (nDOM GEB) verwendet. Es entspricht dem DOM ausser in zwei Punkten: 1. Es sollte nur Gebäudehöhen enthalten, die Vegetation sollte also rausgerechnet sein und ausserhalb der Gebäudegrundflächen sind keine Informationen vorhanden. 2. Das DTM wurde abgezogen. Die Höhenangaben sind also nicht mehr in m ü. M., sondern in Meter Gebäudehöhe.
- Als zweite Variante wird ein Differenzraster aus dem DOM und dem DTM gebildet. Hier ist also der Vegetationseinfluss noch vorhanden und kann zu einer Überschätzung der mittleren Gebäudehöhe führen. Das zeigt sich auch an den Punkten in der Mitte der rechten Fassadenseite in **Abb. 15**, die über das Dach hinausragen und vermutlich vom Baum stammen, der rechts vom Gebäude steht.

Die zweite Variante wird nur in Fällen verwendet, in denen das nDOM GEB offensichtlich zu ungenau ist²⁸. Das heisst in Fällen, in denen innerhalb einer Gebäudegrundfläche ein grosser Anteil an Pixeln ohne Werte vorhanden ist.

Pixel ohne Werte können verschiedene Ursachen haben: Einerseits können es Datenfehler sein. Andererseits können es auch Pixel sein, die tatsächlich nicht über dem Terrain liegen, wie beispielsweise bei Gebäuden an Hanglagen, welche ins Terrain ragen. Diese zwei Fälle lassen sich jedoch nicht einfach unterscheiden. Deshalb wird im Moment ab einem Anteil von 10% an Pixeln ohne Werte innerhalb der Gebäudegrundfläche auf die zweite Berechnungsvariante ausgewichen.²⁹

Die Gebäudevolumenwerte beider Berechnungsmethoden werden im Resultat gespeichert³⁰.

28 Diese Fälle sind im Resultat markiert mit H12 = 'x'

29 Die zweite Berechnungsvariante wird aber nur verwendet, wenn sie wirklich weniger Pixel ohne Werte hat. Ist der Anteil fast gleich (Toleranz von $\pm 1\%$) wie beim nDOM GEB, so ist das ein Hinweis auf unterirdische Gebäudeanteile innerhalb der Gebäudegrundfläche und dann bringt das DOM keinen Mehrwert.

30 Gebäudevolumenwerte (GEBVOL_DOMGEB, GEBVOL_DOMDTM), mittlere Gebäudehöhen (GEBH_MEAN_DOMGEB, GEBH_MEAN_DOMDTM) und Leerpixelanteile (DOMGEB_ANTEIL_NULL, DOMDTM_ANTEIL_NULL). Diejenige Variante, die für die Berechnung der mittleren Gebäudehöhe verwendet wird, ist zusätzlich noch in den Feldern GEBVOL_LIDAR und GEBH_MEAN_LIDAR gespeichert.

Abb. 17 bis Abb. 19 zeigen als Extrembeispiel ein Gebäude³¹ in Winterthur, für welches im nDOM GEB insgesamt 52 % der Gebäudefläche Pixel ohne Werte enthalten. Die Rasterdaten DOM sind hingegen komplett und werden für die Berechnung der mittleren Gebäudehöhe verwendet.



Abb. 17 Beispiel Gebäude mit Datenfehler

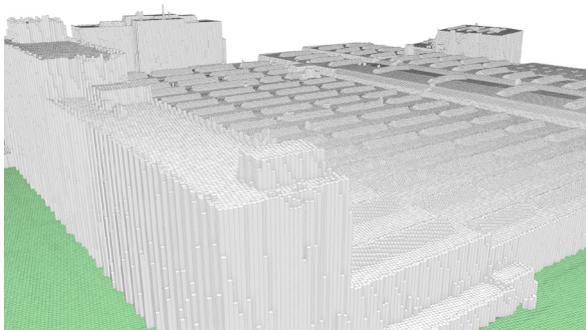


Abb. 18 Rasterdaten DOM

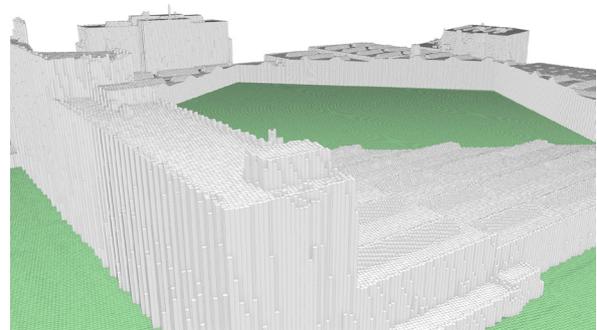


Abb. 19 Rasterdaten nDOM GEB

31 Gebäude OBJID = 1089_109577

5.2 Submodell LIDAR | DACH

Bei allen Gebäuden mit LIDAR-Volumen wird auch der Dachtyp klassiert, wie im aktuellen Submodell beschrieben. Schlussendlich können aber nur einfache Dachtypen für dieses Submodell verwendet werden, für alle anderen Dächer wird das Submodell LIDAR [vgl. Kapitel 5.1] verwendet.

Der Dachtyp wird abgeleitet durch die Klassierung der Dachelemente aus dem Solarkataster. Gebäude mit für HNF nutzbarem Dachgeschoss erhalten ein Dachgeschoss, die übrigen Dächer keines. [vgl. Kapitel 5.2.1]

Ausserdem wird für solche einfachen Dachtypen das Dachvolumen berechnet. Dieses wird bei der Berechnung der mittleren Gebäudehöhe vom LIDAR-Volumen gemäss Kapitel 5.1 abgezogen und führt daher zu einer höheren Genauigkeit. Denn gerade bei ungenutzten Steildächern wird sonst die Geschosszahl überschätzt. Dieses korrigierte LIDAR-Volumen wird dann über die Gebäudegrundfläche gemittelt um die mittlere Gebäudehöhe zu berechnen.

5.2.1 Bestimmung des Dachtyps

Der Dachtyp eines Gebäudes wird mit den einzelnen Dachelementen aus dem Solarkataster kategorisiert. Es gilt zu beachten, dass das Gebäude älter als der Datenstand des Solarkataster sein muss, andernfalls kann keine Aussage über das Dach gemacht werden.

Grobklassierung Dachelemente

Im Solarkataster sind die Dachflächen unterteilt in einzelne Elemente, je nach Höhenlage, Neigung und Orientierung. Diese Dachelemente werden zuerst wie folgt grob klassiert:

Dachelement	Kriterien
Flachdachelement	- Neigung $< 5^\circ$
Steildachelement	- Neigung $\geq 5^\circ$ und $\leq 60^\circ$
Mansardendachelement	- Neigung $> 60^\circ$

Tab. 2 Grob kategorisierung der Dachelemente aus Solarkataster

Die Dachelemente werden auf die Gebäudegrundflächen zugeschnitten³². Nun werden Dachüberstände von benachbarten Gebäuden entfernt sowie Flachdachränder um Steildächer. Minimale und Maximale Höhen werden für alle Dachelemente berechnet³³.

Klassierung Dachgauben

Dachgauben werden klassiert in:

- Dachgaube zweiteilig Steildach [vgl. Abb. 20]
- Dachgaube einteilig Steildach [vgl. Abb. 21]
- Dachgaube einteilig Flachdach [vgl. Abb. 22]

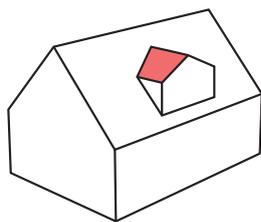


Abb. 20 Dachgaube zweiteilig Steildach

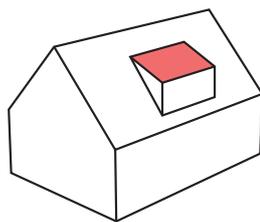


Abb. 21 Dachgaube einteilig Steildach

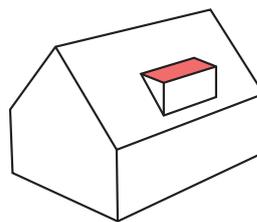


Abb. 22 Dachgaube einteilig Flachdach

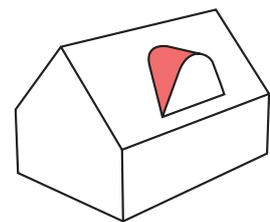


Abb. 23 Ochsenaugen

32 Unterschiedliche Genauigkeit der Abmessungen, da der Solarkataster auf einem Zwischenprodukt der swissBUILDINGS basieren und Gebäudegrundflächen aus der Amtlichen Vermessung stammen. Ausserdem werden so auch Dachüberstände entfernt, die nicht von Interesse sind.

33 Minimum = 5. Perzentil aus dem DOM. Maximum = 95. Perzentil aus dem DOM. Damit Ausreisser bzw. Mischpixel am Dachrand ausgeschlossen werden, die beispielsweise z.T. die Höhe des Dachs und z. T. die Höhe der Erdoberfläche abbilden.

Sie werden identifiziert, indem unter anderem ihre Beziehungen zu benachbarten Flächen³⁴, ihre Fläche und ihr Flächenanteil am Gesamtdach analysiert werden. So muss eine Einzelfläche einer zweiteilige Dachgaube mit Steildach beispielsweise an eine ungefähr gleich grosse Fläche grenzen, die genau entgegengesetzt orientiert ist, aber dieselbe Neigung hat. Spezialformen wie das Ochsenauge [vgl. Abb. 23] sind im Modell noch nicht klassiert worden.

Klassierung Dachtyp

In einem zweiten Schritt werden die Dachelemente pro Dach zusammengefasst und die Dächer klassiert. Alle Gebäude mit Dächern, die nicht als eine in Tab. 3 aufgeführte einfache Dachform klassiert werden, werden mit dem Submodell LIDAR berechnet.

Dachtypen	Kriterien
Flachdach mit Attika	<ul style="list-style-type: none"> - mehr als ein Flachdachelement - > 90 % der Fläche sind Flachdachelemente - der Höhenunterschied aller Flachdachelemente ist ungefähr eine Geschosshöhe
Flachdach	<ul style="list-style-type: none"> - Ein Flachdachelement, das mehr als 90 % der Fläche einnimmt
Steildach	<ul style="list-style-type: none"> - Steildachelemente nehmen über 95 % der Fläche ein und der Höhenunterschied der Minima oder Maxima aller Steildachelemente ist kleiner als 1m
Steildach mit Dachgauben	<ul style="list-style-type: none"> - Flächenanteil an Dachgauben ist grösser als 15% - oder Flächenanteil Dachgauben ist grösser als 2% und es gibt mindestens zwei zweiteilige Dachgauben und mindestens eine einteilige - oder Flächenanteil Dachgauben ist grösser als 4% und es gilt entweder mehr als zwei zweiteilige oder mehr als eine einteilige Dachgaube
Mansardendach	<ul style="list-style-type: none"> - Mansardendachelemente nehmen mehr als 10% der gesamten Dachfläche ein

Tab. 3 Ermittlung des Dachtyps anhand der Dachelemente

In Abb. 24 bis Abb. 29 werden die klassierten Dachelemente und Dachtypen für zwei Beispielgebiete gezeigt.

Nun erhalten diejenigen Gebäude ein Dachgeschoss, welche einen der folgenden Dachtypen aufweisen:

- Flachdach mit Attika
- Steildach mit Dachgauben
- Mansardendach

Dieses Dachgeschoss wird zu den Geschossen hinzugezählt, die aus der mittleren Gebäudehöhe berechnet werden. Damit aber das Dachgeschoss nicht doppelt gezählt wird, muss zuerst das Dachvolumen vom Gebäudevolumen abgezogen werden, bevor die mittlere Gebäudehöhe berechnet wird. Dieser Schritt ist im folgenden Kapitel beschrieben.

34 Ausrichtung, Neigung etc.



Dachtypen

- Flachdach
- Flachdach mit Attika
- Mansardendach
- Steildach
- Steildach mit Dachgauben

Abb. 24 Beispiel 1, Dachtypen



Dachelemente

- Dachgaube einteilig Flachdach
- Dachgaube einteilig Steildach
- Dachgaube zweiteilig Steildach
- Flachdachelement
- Mansardenelement
- Steildachelement

Abb. 25 Beispiel 1, Dachelemente



Abb. 26 Beispiel 1, Orthophoto

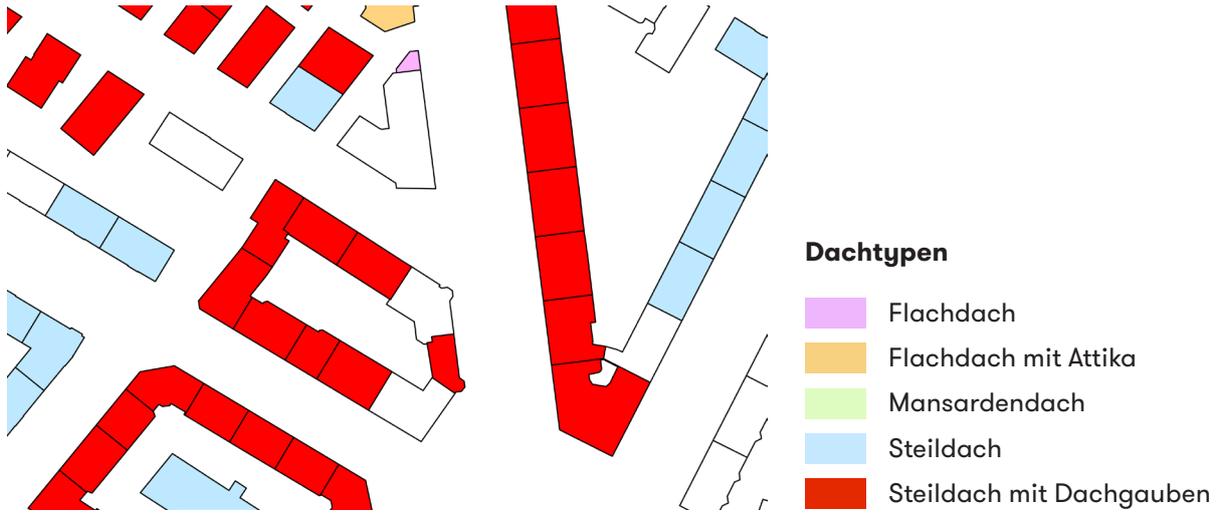


Abb. 27 Beispiel 2, Dachtypen

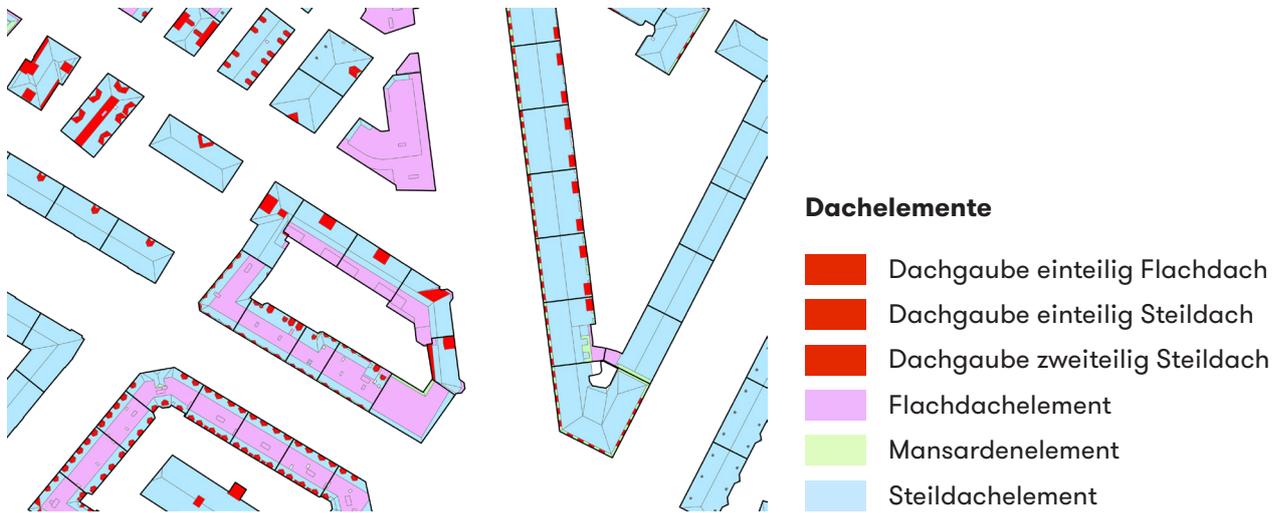


Abb. 28 Beispiel 2, Dachelemente



Abb. 29 Beispiel 2, Orthophoto

5.2.2 Berechnung des Dachvolumens

Die Fassadenhöhe wird für alle einfachen Dachtypen berechnet. Es wird jeweils die minimale Höhe³⁵ aller dominanten Dachelemente verwendet, beispielsweise Flachdachelemente bei Flachdächern. **Abb. 30** zeigt die so berechnete Fassadenhöhe rot markiert für ein Beispielgebäude.

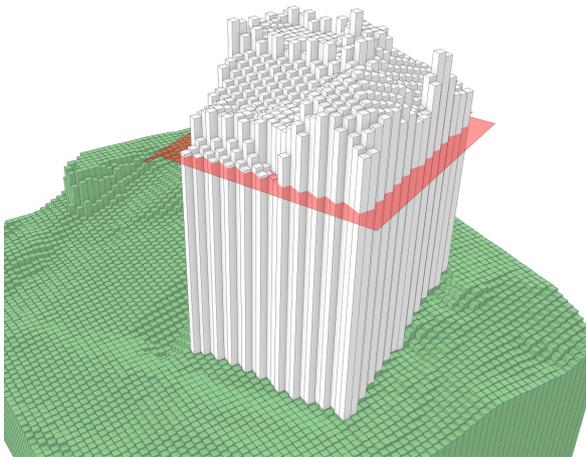


Abb. 30 Berechnete Fassadenhöhe



Abb. 31 Wohnhaus, Ansicht aus Google Earth

Das Volumen oberhalb der Fassadenhöhe wird als Dachvolumen gespeichert und vom LIDAR-Volumen abgezogen. Für die Berechnung des Dachvolumens wird derselbe LIDAR-Datensatz verwendet, mit dem auch das Gebäudevolumen abgeleitet wurde.

- Falls das nDOM GEB für das Gebäudevolumen verwendet wurde, wird die Summe von DTM und nDOM GEB für die Berechnung des Dachvolumens verwendet.
- Falls das Differenzraster DOM - DTM für die Ableitung des Gebäudevolumens verwendet wurde, so wird das DOM für die Berechnung des Dachvolumens verwendet.

Falls das so berechnete Dachvolumen mehr als 50 % des Gebäudevolumens ausmacht, wird dieses nicht verwendet. In Einzelfällen mag dieser hohe Wert möglicherweise stimmen, wenn das Dach sehr weit nach unten ragt. Es ist jedoch wahrscheinlicher, dass die Erfassung der Fassadenhöhe verfälscht wurde. Beispielsweise durch ein kleineres Vordach, das deutlich tiefer liegt als das Hauptdach oder durch einen Datenfehler in den LIDAR-Daten. In solchen Fällen wird deshalb das Submodell LIDAR verwendet.³⁶

35 Minimum = 5. Perzentil aus dem DOM. Damit Ausreisser bzw. Mischpixel am Dachrand ausgeschlossen werden, die beispielsweise z.T. die Höhe des Dachs und z. T. die Höhe der Erdoberfläche abbilden.

36 Solche Gebäude werden mit dem Hinweis H20 = 'x' markiert

5.3 Submodell GVZ

Das GVZ-Volumen enthält unterschiedliche Volumenanteile des Gebäudes als das oberirdische Gebäudevolumen der LIDAR-Daten. Zur Berechnung der mittleren Gebäudehöhe muss deshalb das GVZ-Volumen mit einem Umrechnungsfaktor [vgl. Kapitel 9.1] umgerechnet werden in oberirdisches Volumen. Dieser Wert wird dann durch die Gebäudegrundfläche geteilt, um die mittlere Gebäudehöhe zu erhalten.

Die wichtigsten Unterschiede in der Volumendefinition³⁷ von GVZ-Volumen im Vergleich zu oberirdischem LIDAR-Volumen sind folgende:

- Das GVZ-Volumen enthält alle unterirdischen Volumenanteile des Gebäudes, also nebst Untergeschossen auch Unterniveaugaragen, falls sie mit dem Gebäude zusammen und nicht separat versichert sind.
- Das GVZ-Volumen enthält nicht das komplette Dachvolumen bei Steildächern. Bei nicht ausgebauten Dachgeschossen wird das Volumen nur bis zur Oberkante des Dachgeschossbodens erfasst. Bei voll ausgebauten Dachgeschossen wird ein zusätzliches Geschoss eingerechnet mit derselben Grundfläche wie das Vollgeschoss darunter. Das Volumen oberhalb dieses Geschosses bis zum First ist aber nicht im Volumen enthalten.
- Bei komplexeren Dachformen, wie beispielsweise Kirchtürmen, wird das Volumen nur bis zum Dachschwerpunkt einbezogen.

Diese Unterschiede zeigen schon, dass eine Umrechnung über Faktoren schwierig ist. Zwei Beispiele für ein Wohnhaus mit Steildach mit einem identischen oberirdischen LIDAR-Gebäudevolumen:

- Hat das Gebäude ein ungenutztes Dachgeschoss und ein Untergeschoss, so kann das GVZ-Volumen sogar kleiner sein als das LIDAR-Volumen, wenn das Untergeschossvolumen (nicht enthalten im LIDAR-Volumen) kleiner ist als das Dachvolumen (nicht enthalten im GVZ-Volumen). Hier könnte der benötigte Umrechnungsfaktor z. B. bei 1.1 liegen.
- Das Gebäude könnte aber auch eine Tiefgarage enthalten, die einen grossen unterirdischen Volumenanteil zur Folge. Ausserdem könnte das Dachgeschoss ausgebaut sein und damit voll ans Volumen angerechnet werden. Hier könnte der benötigte Umrechnungsfaktor z. B. bei 0.7 liegen.

Aus diesen Gründen wird die aus dem GVZ-Volumen berechnete Geschoszahl mit dem Submodell GWR plausibilisiert und bei Bedarf korrigiert [vgl. Kapitel 6.5].

37 GVZ Handbuch Schätzung, Technische Hinweise, 7.7 Kubische Berechnung und Massskizze

6 Schritt 3 – Ableitung der Geschosshöhe

6.1 Berechnung aus mittlerer Gebäudehöhe

Die mittlere Geschosshöhe des Gebäudes wird berechnet, indem die mittlere Gebäudehöhe, die aus GvZ- oder LIDAR-Volumen abgeleitet wurde [vgl. Kapitel 5], durch die Geschosshöhe geteilt wird.

Die Abb. 32 zeigt den Einfluss der gewählten Geschosshöhe auf die Geschosshöhe. Da die Geschosshöhe von Gebäude zu Gebäude variiert, wird die Ermittlung der Geschosshöhe mit einer minimalen und maximalen Geschosshöhe durchgeführt. Die Annahmen für die Geschosshöhen wurden nach der Gebäudenutzung im GWR aufgeschlüsselt. Die Tabelle mit den Annahmen ist in Kapitel 9.2 «Geschosshöhen» abgebildet.

Die minimale Geschosshöhe führt zur maximalen Geschosshöhe. Die maximale Geschosshöhe hingegen zur minimalen Geschosshöhe.

Zusätzlich zur minimalen resp. maximalen Geschosshöhe kommt noch ein einzelnes Dachgeschoss hinzu, falls das Gebäude einen entsprechenden Dachtyp hat [vgl. Kapitel 5.2.1].

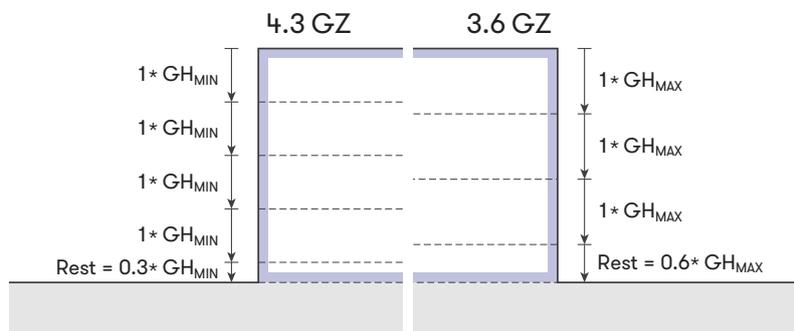


Abb. 32 Ableitung der min. und max. Geschosshöhe

6.2 Submodell GZ

Bestimmte Gebäude werden unabhängig von ihrer Volumetrie und abhängig von ihrer Nutzung mit einer fixen Geschosshöhe von einem Geschoss in die Berechnung einbezogen [vgl. Kapitel 9.3].

Beispiele hierfür sind Sporthallen oder Kirchen, die zwar mehrheitlich eingeschossig sind, deren Geschosshöhen aber stark variieren. Sie erreichen eine Gebäudehöhe, die mehreren Geschossen einer Standardnutzung wie Wohnen entspricht. Für solche Gebäude ist die Schätzung der Geschosshöhe über die Geschosshöhe nicht möglich, weshalb eine fixe Geschosshöhe von 1 angenommen wird.³⁸

Analog dazu wird auch für Gebäude mit sehr kleinen Grundflächen angenommen, dass sie nur 1 Geschoss enthalten³⁹. Damit werden folgende zwei Fehlerquellen eliminiert:

- Oberirdische Eingangsvolumen zu unterirdischen Gebäuden wie beispielsweise Unterniveaugaragen oder Wartungsanlagen erhalten sonst bei der Ableitung aus dem GVZ-Volumen eine viel zu hohe Geschosshöhe. Denn dort ist natürlich der effektive Anteil des oberirdischen Volumens am totalen Gebäudevolumen sehr viel kleiner, als dies bei normalen Gebäuden der Fall ist.⁴⁰
- Bei solchen Gebäuden kann es sein, dass das gesamte Gebäude von Bäumen überragt wird. Bei Gebäuden mit Ableitung des mittleren Gebäudevolumens aus dem DOM wird dann die Gebäudehöhe fälschlicherweise gleich der Baumhöhe gesetzt und die Geschosshöhe somit stark überschätzt.

38 Gebäude sind im Resultat mit dem Hinweis «GZ = 1» markiert

39 Betrifft Gebäude mit einer Grundfläche < 20 m². Diese Gebäude sind im Resultat mit dem Hinweis «H21 = 'x'» markiert.

40 Ein Ausschluss dieser Fälle über die Gebäudenutzung war nicht möglich, da in den GVZ-Daten z. T. auch oberirdische Parkhäuser mit dem Nutzungscode für Unterniveaugaragen versehen sind.

6.3 Submodell GWR

Die Geschosshöhe **GASTW** aus dem GWR wird einerseits verwendet, falls keine Volumendaten vorhanden sind [vgl. Kapitel 6.1] und keine eingeschossige Nutzung vorliegt [vgl. Kapitel 6.2]. Andererseits fließt die Geschosshöhe in die Plausibilisierung der aus den Volumendaten berechneten Geschosshöhe ein [vgl. Kapitel 6.5].

Es gilt zu beachten, dass diese Geschosshöhe im Gegensatz zu den aus GVZ- und LIDAR-Volumen abgeleiteten mittleren Geschosshöhe, der realen Geschosshöhe entspricht.

Verändert sich also die Volumetrie bzw. Geschossfläche mit der Gebäudehöhe, wie das beispielsweise bei einem Hochhaus mit Sockelgeschoss [vgl. Abb. 35] der Fall ist, so wird mit der Geschosshöhe aus dem GWR die Geschossfläche deutlich überschätzt.

Entgegen der Definition von **GASTW**⁴¹, haben Stichproben während der Modellentwicklung gezeigt, dass nicht nur für Wohnen nutzbare Geschosse enthalten sind, sondern alle Geschosse des Gebäudes, unabhängig von ihrer Nutzung. Das heisst also, dass auch Keller- und Estrichgeschosse sowie Vollgeschosse, die für andere Nutzungen als Wohnen verwendet werden, inbegriffen sind. Deshalb wurde aus **GASTW** eine minimale und maximale Geschosshöhe abgeleitet, um die Unsicherheit bezüglich Geschosshöhe im Resultat aufzeigen zu können.

41 «Anzahl Geschosse inkl. Parterre, Dach- und Untergeschosse sind nur mitgezählt, sofern sie mindestens teilweise für Wohnzwecke vorgesehen sind. Nicht mitzuzählen sind Kellergeschosse.» Eidgenössisches Gebäude- und Wohnungsregister - Merkmalskatalog, Version 3.7, Neuchâtel 2015

Maximale Geschosszahl

Für die maximale Geschosszahl wird der Wert von **GASTW** ohne Anpassung übernommen – dies entspricht einem Gebäude ohne Keller- und Dachgeschosse. Bei einer GWR-Geschosszahl = 6 ist das abgeleitete Maximum also 6 [vgl. Abb. 33].

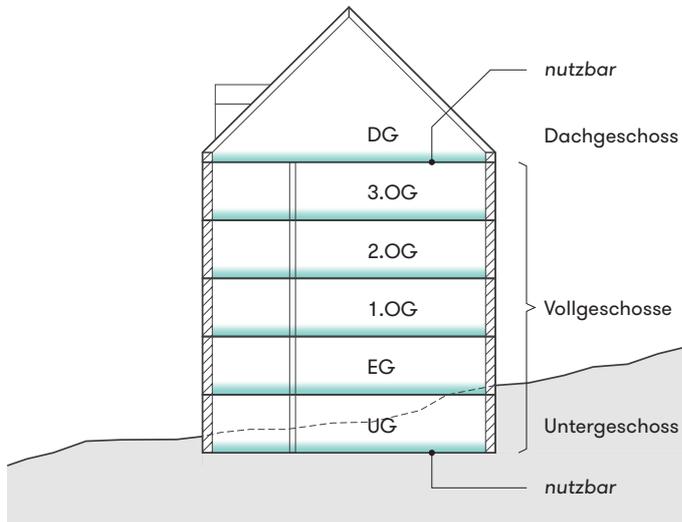


Abb. 33 GWR-Geschosszahl = 6: maximale Interpretation

Minimale Geschosszahl

Für die minimale Geschosszahl wird von **GASTW** ein resp. zwei Geschoss abgezogen.

Falls die GWR-Geschosszahl = 2 beträgt, wird ein Kellergeschoss abgezogen. Falls die GWR-Geschosszahl > 2 ist, wird ein zusätzliches, ungenutztes Dachgeschoss abgezogen.

Bei einer GWR-Geschosszahl = 6 ist das abgeleitete Minimum folglich 4 [vgl. Abb. 34].

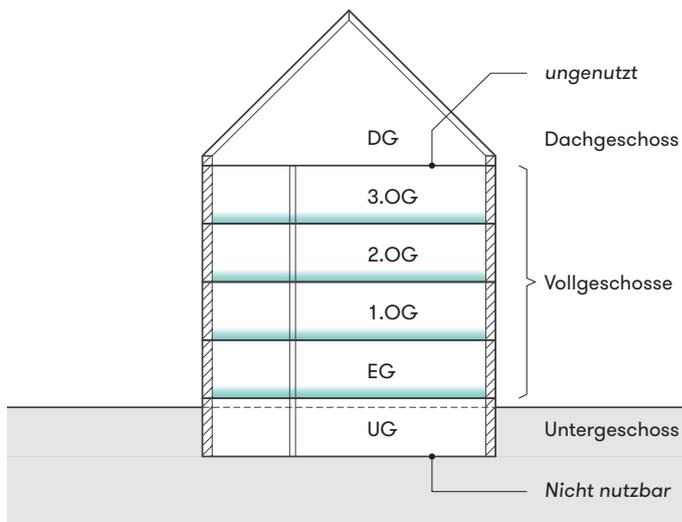


Abb. 34 GWR-Geschosszahl = 6: minimale Interpretation

Beispiel Hochhaus mit Sockelgeschoss

Als Beispiel hierzu dient das «Swissôtel»⁴² beim Bahnhof Oerlikon. Die folgenden Abbildungen stammen aus der visuellen Validierung [vgl. Kapitel 6.6].

Das Submodell GWR überschätzt die Geschossfläche deutlich – erkennbar am zu grossen orangen Füllvolumen. Die maximale Geschosszahl beläuft sich für das Beispiel auf 32, die minimale Geschosszahl auf 30 Vollgeschosse. Das Submodell LIDAR mittelt die Geschosszahl auf 11 resp. 8 Vollgeschosse. Das blaue Füllvolumen entspricht deshalb dem eigentlichen Gebäudevolumen deutlich besser. Das Submodell GVZ zeigt ein annähernd gleiches Resultat. Es weist eine Geschosszahl von 12 resp. 9 Vollgeschossen aus.

Ein Resultat des Submodells LIDAR | DACH gibt es nicht für dieses Gebäude, da die Dachform zu komplex ist. Als Schlussresultat verwendet wurde deshalb das Resultat des Submodells LIDAR.



Abb. 35 Bestand, Ausschnitt aus Google Earth Pro (Dezember 2020)



Abb. 36 Submodell GWR, Ausschnitt aus CityEngine



Abb. 37 Submodell LIDAR, Ausschnitt aus CityEngine



Abb. 38 Submodell GVZ, Ausschnitt aus CityEngine

⁴² Gebäude OBJID = 1105_10915

6.4 Übrige Gebäude

Für die übrigen Gebäude sind gar keine Aussagen zur Geschossfläche möglich, da für keines der Submodelle Daten vorhanden sind.⁴³ Die einzige Information, die über diese Gebäude zur Verfügung steht, ist ihre Grundfläche und damit ist keine sinnvolle Aussage über die Geschoszahl möglich. Betroffen sind zum Stand der Modellentwicklung 1.2 % der Gebäude im Kanton.

Diese Gebäude können zum Beispiele kleinere Nebenbauten sein, die nicht im GWR vorhanden sind, oder Gebäude, die in den LIDAR-Daten nicht als Gebäude erkannt werden⁴⁴ oder es sind neuere⁴⁵ Gebäude, die eine falsche EGID in den AV-Daten haben und für die deshalb keine Verbindung mit GWR- und GVZ-Daten möglich sind.

43 Diese Gebäude sind im Resultat markiert mit `GZ_MODELL IS NULL`

44 DOM entspricht DTM innerhalb der Gebäudegrundfläche

45 Neuer als Datenstand der LIDAR-Daten

6.5 Plausibilisierung Geschosszahl

Die Geschosszahl wird für jedes Gebäude für alle Submodelle berechnet, für welche Daten vorhanden sind. Die Resultate werden dann in der separaten Featureklasse GESCHOSSZAHL_PRO_MODELL gegenübergestellt⁴⁶. Grundsätzlich wird das Resultat verwendet mit dem höchsten Informationsgehalt [vgl. Abb. 6]. Ausnahmen sind in der Folge beschrieben.

Geschosszahlen werden auf eine Stelle nach dem Komma gerundet. Für ein Submodell werden die Geschosszahlen nur verwendet, wenn sowohl Minimum als auch Maximum grösser als 0 sind. Korrigiert werden die Geschosszahlen dann nur in folgenden Fällen:

- Die gewählte Geschosszahl ist zwischen 0 und 1. In diesem Fall wird die Geschosszahl auf 1 aufgerundet.
- Die gewählte Geschosszahl (min und / oder max) ist grösser als die maximale Geschosszahl aus dem Submodell GWR. In diesem Fall wird die gewählte Geschosszahl begrenzt durch die maximale Geschosszahl aus dem Submodell GWR. Einzige Ausnahme sind Gebäude des Submodells GZ, diese werden nicht korrigiert. Ein Beispiel für eine solche Korrektur ist auf der folgenden Seite beschrieben.

⁴⁶ Zusätzlich werden die Informationen aus dem ÖREB zur Tabelle hinzugefügt, diese fliessen aber im Moment noch nicht ins Modell ein. Übertragen werden maximale Vollgeschosszahl und Hinweise, ob das Gebäude Teil einer bestehenden Arealüberbauung, eines Gestaltungsplans oder einer Sonderbauvorschrift ist. Dies könnte erklären, weshalb die Geschosszahl aus dem Modell eine maximale Vollgeschosszahl aus dem ÖREB überschreitet. Nebst der Tatsache, dass die Vollgeschosszahl aus dem ÖREB natürlich Dachgeschosse und für HNF nutzbare Untergeschosse nicht beinhaltet.

Korrekturbeispiel

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen ein Beispiel für die Korrektur durch das Submodell GWR. Es handelt sich um ein oberirdisches Eingangsvolumen zu einem unterirdischen Gebäude [vgl. Abb. 39]. Da es eine Grundfläche von mehr als 20 m² hat, wird es nicht als eingeschossiges Gebäude klassiert [vgl. Kapitel 6.2]. Der verwendete Umrechnungsfaktor für das GVZ-Volumen in oberirdisches Volumen überschätzt für diesen Spezialfall den oberirdischen Anteil massiv, da das Hauptvolumen unterirdisch ist.

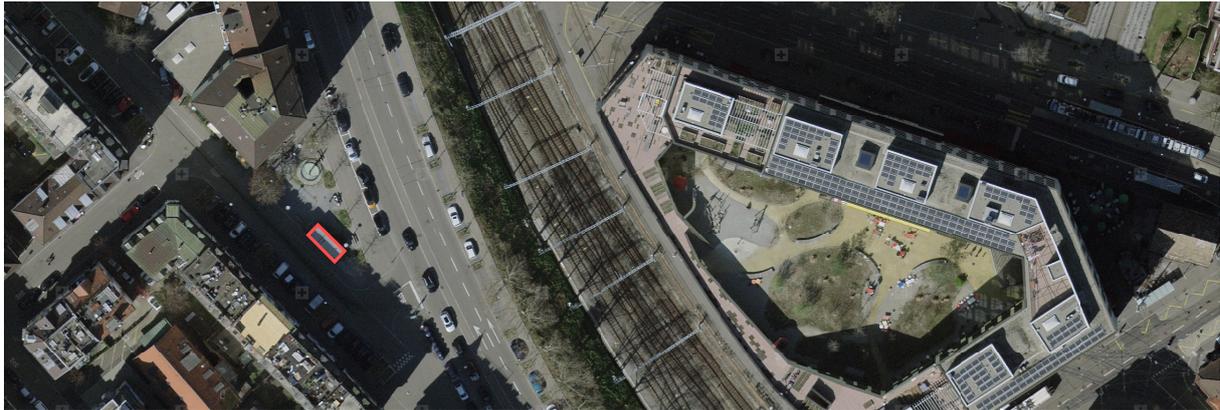


Abb. 39 Beispiel oberirdisches Eingangsvolumen⁴⁷

Abb. 40 zeigt die Gebäudehöhe, welche auf Basis der Geschoszahl des Submodells GWR resultieren würde. Abb. 41 illustriert die Gebäudehöhe gemäss Submodell GVZ. Die Abbildungen stammen aus der visuellen Validierung [vgl. Kapitel 6.6].

Das Modell erkennt hier den offensichtlichen Fehler des Submodells GVZ und verwendet stattdessen das Resultat des Submodells GWR.



Abb. 40 Submodell GWR,
Ausschnitt aus CityEngine

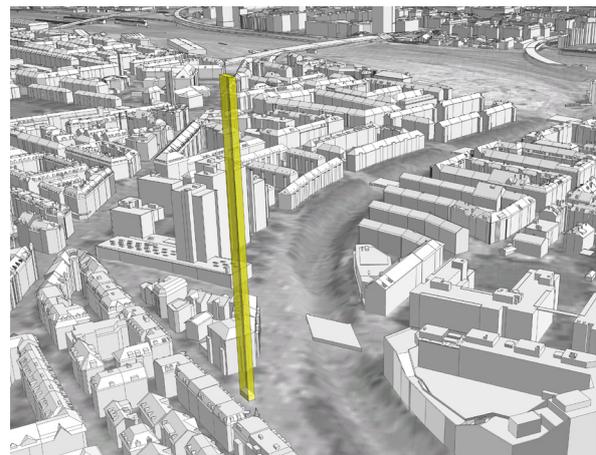


Abb. 41 Submodell GVZ,
Ausschnitt aus CityEngine

⁴⁷ OBJID = 1105_81236

6.6 Visuelle Validierung

Um die berechnete Geschosshöhe der einzelnen Submodelle auf ihre Korrektheit zu überprüfen wurde eine visuelle Validierung für die drei Gemeinden Uster, Winterthur und Zürich mit der Applikation CityEngine durchgeführt.

Hierfür wurden die Gebäudegrundflächen mit der mittleren Gebäudehöhe⁴⁸ extrudiert, um so ein Füllvolumen zu erzeugen. Dies geschah pro Gebäude und Submodell. Im Anschluss wurde das Füllvolumen dem Stadtmodell überlagert.

In der visuellen Validierung konnten als Folge festgestellt werden, wie gut das für ein Gebäude gewählte Submodell (Füllvolumen) optisch mit dem Stadtmodell übereinstimmt [vgl. Abb. 44]. Ausserdem konnten pro Gebäude die einzelnen Submodelle verglichen werden, um deren Richtigkeit zu verifizieren [vgl. Abb. 42]. Dies ermöglichte einen guten Überblick über die Submodelle und deren Genauigkeit.

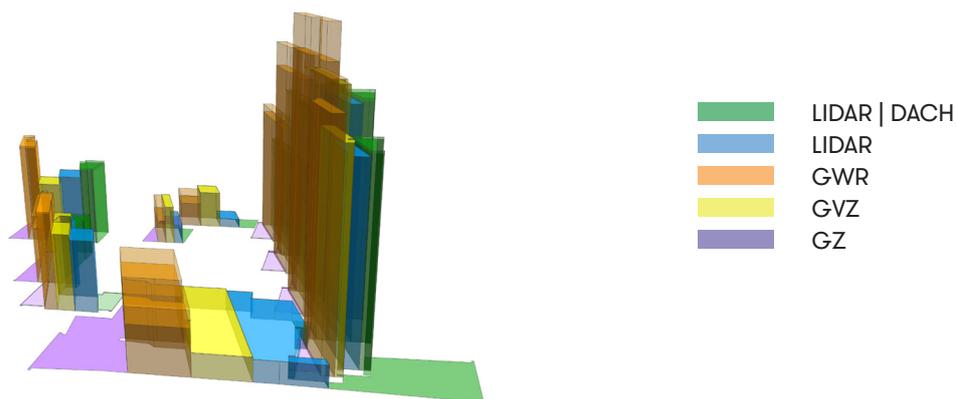


Abb. 42 Vergleich der Submodelle pro Gebäude, Ausschnitt aus CityEngine

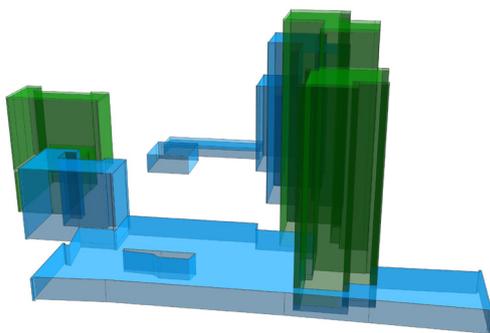


Abb. 43 Gewähltes Submodell pro Gebäude, Ausschnitt aus CityEngine

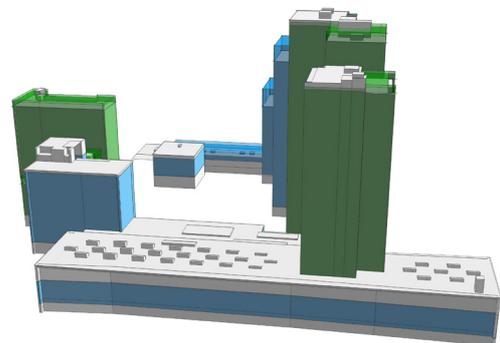


Abb. 44 Überlagerung mit dem 3D-Stadtmodell, Ausschnitt aus CityEngine

⁴⁸ Minimale Gebäudehöhe = Maximale Geschosshöhe * Minimale Geschosshöhe, Maximale Gebäudehöhe = Minimale Geschosshöhe * Maximale Geschosshöhe

7 Schritt 4 – Berechnung Geschossfläche

Prinzip

Die Gebäudegrundfläche ohne Aussen- und Trennwände wird mit der Geschoszahl [vgl. Kapitel 6] multipliziert und resultiert in der Geschossfläche pro Gebäude.

Für die Berechnung wird eine Wandstärke von jeweils 0,4 m angenommen. Bei Kleinstgebäuden kann es sein, dass beim Abzug der Aussenwand keine Fläche übrig bleibt. In diesem Fall wird die Geschossfläche mit der Fläche ohne Aussenwandabzug berechnet.

Ausgebaute Dachgeschosse unter Steildächern erhalten dieselbe Geschossfläche wie ein Vollgeschoss. Die Geschossfläche von Attikageschossen wird mit einem separaten Ansatz berechnet, der weiter unten beschrieben ist.

Aussenwände

Die Aussenwände werden mit einem Buffer von der Geometrie der Gebäudegrundflächen abgezogen. Da sämtliche Gebäude resp. Gebäudegrundflächen in der Amtlichen Vermessung unterteilt sind, wenn diese durch Mauern resp. Wände abgetrennt sind, ist dieser Ansatz relativ genau. Leichte Unsicherheit besteht nur in der Annahme der Wandstärke bzw. bei komplexen Volumen⁴⁹.

Trennwände

Damit der Abzug bei Trennwänden von Reihenhäusern oder Blockrändern nicht überschätzt wird, wird für aneinandergrenzende Gebäude jeweils nur die Hälfte der Aussenwandstärke abgezogen (0,2 m pro Gebäude).

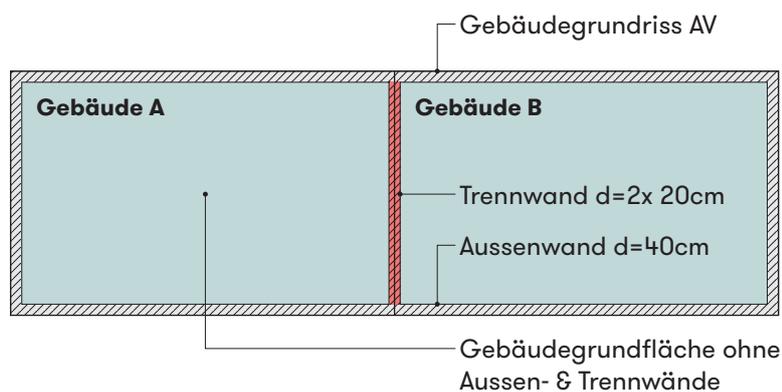


Abb. 45 Abzug Aussenwände

⁴⁹ z. B. Sockel mit Hochhaus innerhalb derselben Gebäudegrundfläche

Reduktion der Geschossfläche bei Attikageschossen

Aus den GWR-Wohnungsdaten wurde ein Faktor abgeleitet, der die Wohnfläche des obersten Geschosses durch die maximale Wohnfläche aller Geschosse teilt. Dieser wird bei Flachdächern mit Attikageschossen als Reduktionsfaktor verwendet, um aus der Gebäudegrundfläche ohne Aussen- und Trennwände die Attikageschossfläche zu berechnen.⁵⁰

Da die Wohnflächen für die Ableitung der Faktoren verwendet wird, sind darin die Erschliessungsflächen ausserhalb der Wohnräume nicht enthalten. Da die Erschliessung des Attikageschosses ineffizienter ist im Vergleich zu den Vollgeschossen, und damit grössere Flächenanteile wegfallen, kann es somit zu einer leichten Unterschätzung der Geschossfläche kommen.

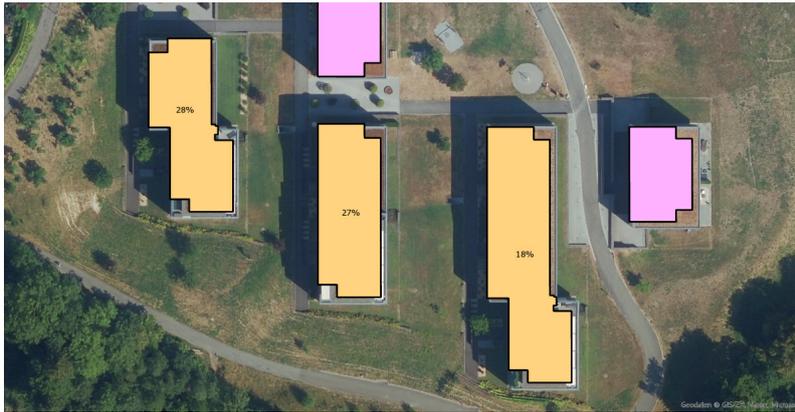
Abb. 46 zeigt als Beispiel drei Gebäude⁵¹ am Waldrand, deren Dach richtigerweise als Flachdach mit Attika identifiziert wurden. Die Faktoren [vgl. Abb. 47] von 28 %, 27 % und 18 % werden für die Ableitung der Attikageschossfläche verwendet.



Abb. 46 Beispielgebäude mit Attikageschossen

50 Die wegfallende Fläche wird im Feld `ATTIKA_GF_DIFF` gespeichert zur Information. $ATTIKA_GF_DIFF = GGF_FLAECHE_oAW * (1 - WA-REA_PROZENT_MAX_ORG)$

51 `OBJID = 1177_7364`



Dachtypen

- Flachdach
- Flachdach mit Attika

Abb. 47 Gebäudegrundrisse mit Dachtypen

8 Resultat

Im Resultat BO_Bestand_GF sind neben den Geschossflächen auch der Bestand des oberirdischen Volumens (BMZ), die anrechenbare Geschossfläche (AZ) und die Gebäudegrundfläche (UEZ) gespeichert. Damit lässt sich der Ausbaugrad quasi in Originaleinheit rechnen. Bei der Berechnung der aGF werden die Dachgeschosse und Nebengebäude ausgeschlossen. Bei oberirdischen Volumens (BMZ) und Gebäudegrundfläche (UEZ) geht das ganz oberirdische Volumen bzw. die Gebäudegrundfläche ins Resultat ein. Bei allen Nutzungsziffern sind aber die als auszuschliessend deklarierten Gebäude nicht berücksichtigt (AUS-SCHLUSS = 'x').

Der Wohnanteil wurde aus der Anzahl Geschosse, die gemäss GWR zumindest teilweise für Wohnen⁵² genutzt werden, und der im Modell berechneten Geschosszahl (min. und max.) ermittelt. Der Anteil ist als minimaler und maximaler Wert (Bandbreite) abgeleitet und auf 5 % gerundet. Da die Genauigkeit der GWR-Daten stark variiert, sollten die Werte mit Vorsicht verwendet werden.

Der Übersichtlichkeit wegen wurde die Attributtabelle der Resultate in verschiedene Tabellen aufgeteilt. Die erste Tabelle [vgl. Tab. 4] enthält die wichtigsten Information.

8.1 Attributtabelle Resultat

Attributbezeichnung	Beschreibung
GZ_MODELL	Verwendetes Submodell für die Ableitung der Geschosszahl: NULL: Geschosszahl lässt sich nicht ableiten, nicht genügend Informationen vorhanden 1: Submodell GZ 2: Submodell GWR 3: Submodell GVZ 4: Submodell LIDAR 5: Submodell LIDAR DACH 6: Submodell GVZ, begrenzt durch Submodell GWR Maximum 7: Submodell LIDAR, begrenzt durch Submodell GWR Maximum 8: Submodell LIDAR DACH, begrenzt durch Submodell GWR Maximum
GZ_MIN_DG	Minimale Dachgeschosszahl
GZ_MAX_DG	Maximale Dachgeschosszahl
GZ_MIN_TOTAL	Minimale Geschosszahl inkl. Dachgeschosse
GZ_MAX_TOTAL	Maximale Geschosszahl inkl. Dachgeschosse
WOHNANTEIL_PROZENT_MIN	Minimaler Wohnanteil
WOHNANTEIL_PROZENT_MAX	Maximaler Wohnanteil

52 Ein Geschoss wird als Wohngeschoss angenommen, wenn mindestens eine Wohnung im Stockwerk vorhanden ist.

Attributbezeichnung	Beschreibung
BMZ_VOL_OBERIRDISCH_MIN	Minimales oberirdisches Volumen
BMZ_VOL_OBERIRDISCH_MAX	Maximales oberirdisches Volumen
UEZ_GGF	Gebäudegrundfläche
AZ_AGF_MIN	Minimale anrechenbare Geschossfläche
AZ_AGF_MAX	Maximale anrechenbare Geschossfläche
GF_MIN_DG	Minimale Geschossfläche Dachgeschoss
GF_MAX_DG	Maximale Geschossfläche Dachgeschoss
ATTIKA_GF_DIFF	Geschossfläche, die durch Grundflächenreduktion bei Attika rauskorrigiert wurde (ATTIKA_GF_DIFF + GF_MIN_DG bzw. GF_MAX_DG = GGF_FLAECHEN_oAW)
GF_MIN_TOTAL	Totale minimale Geschossfläche inkl. Dachgeschossfläche GF_MIN_DG
GF_MAX_TOTAL	Totale maximale Geschossfläche inkl. Dachgeschossfläche GF_MAX_DG

Tab. 4 Attribute Schlussresultate

Attributbezeichnung	Beschreibung
OBJID	ID der Bodenbedeckung
GWR_EGID	Eidgenössischer Gebäudeidentifikator EGID
BFSNR	BFS Gemeindenummer
BEARBEITUNGSDATUM	Bearbeitungsdatum AV-Daten
ARTZH	Art der Bodenbedeckung
GVZNUMMER	GVZ-Gebäudenummer aus dem GVZ-Datensatz
GGF_FLAECHEN	Gebäudegrundfläche
GGF_FLAECHEN_oAW	Gebäudegrundfläche ohne Aussenwände
VOLLGESCHOSSE_MAX	Maximum von VOLLGESCHOSS_MAX der Zonen
GEBAEUDEHOEHE_MAX	Maximum von GEBAEUDEHOEHE_MAX der Zonen
GESAMTHOEHE	Maximum von GESAMTHOEHE der Zonen

Tab. 5 Attribute AV-Daten / ÖREB

Attributbezeichnung	Beschreibung
NANUTZUNGSCODE	GVZ-Nutzungscode
NANUTZUNGSCODE_TXT	GVZ-Nutzungstext
GEBNR	GVZ-Gebäudennummer aus dem AV-Datensatz
FDGEBAEUDEVOLUMEN	Originalgebäudevolumen aus den GVZ-Daten
GVZ_VERTEILSCHLUESSEL	Zeigt an, wie das GVZ-Volumen vom GVZ-Gebäude auf die zugehörigen GWR-Gebäude verteilt wurde. Siehe separate Tabelle für Details
GEBVOL_GVZ	Verteiltes Gebäudevolumen aus den GVZ-Daten (falls ein GVZ-Gebäude mehrere AV-Gebäudegrundflächen enthält)
RF_GEBVOL_GVZ_OBERIRDISCH	Verwendeter Reduktionsfaktor für die Umrechnung von totalem GVZ-Volumen in oberirdisches Volumen
GEBVOL_GVZ_OBERIRD	oberirdisches Gebäudevolumen (GEBVOL_GVZ * RF_GEBVOL_GVZ_OBERIRDISCH)
GEBH_MEAN_GVZ	Mittlere Gebäudehöhe GVZ (GEBVOL_GVZ_OBERIRD / GGF_FLAECHE)
VOL_ANTEIL_OBERIRD	Anteil oberirdisches Volumen am totalen Gebäudevolumen
FDGEBVOL_DIFF	GVZ-Gebäudevolumen, der bei der Verteilung auf mehrere zugehörige GWR- bzw. AV-Gebäude ausgeschlossen wird
FDGEBVOL_DIFF_PROZENT	Prozentualer Anteil an GVZ-Gebäudevolumen, der bei der Verteilung auf mehrere zugehörige GWR- bzw. AV-Gebäude ausgeschlossen wird
GSTAT	Gebäudestatus
GBAUJ	Baujahr des Gebäudes
GASTW	GWR- Geschosszahl
GKAT	GWR Gebäudekategorie Code
GKAT_TXT	GWR Gebäudekategorie Text
GKLAS	GWR Gebäudeklasse Code
GKLAS_TXT	GWR Gebäudeklasse Text
GWR_VERTEILSCHLUESSEL	Zeigt an, wie das GVZ-Volumen / GWR-Wohnfläche vom GWR-Gebäude auf die zugehörigen AV-Gebäude verteilt wurde. Siehe separate Tabelle für Details
GWR_WAREA	Summe der Wohnflächen des Gebäudes
GWR_WHG_MEHRGESCHOSSIG	= x, Falls das Gebäude mind. eine mehrgeschossige Wohnung enthält
GWR_WHG_EG	= x, Falls das Gebäude im Erdgeschoss mind. eine Wohnung enthält
GWR_GZ_RG_WOHNEN	Anzahl Regelgeschosse (inkl. Erdgeschoss), die gemäss GWR mindestens eine Wohnung enthalten
GWR_GZ_RG_NICHTWOHNEN_MIN	Anzahl Regelgeschosse die keine Wohnung enthalten, aber wo ein oder mehrere Stockwerke darüber eine Wohnung besteht. Bsp. Falls das Erdgeschoss nicht für Wohnen genutzt ist, so erscheint es nicht im GWR-Wohnungsdatensatz. Es wird angenommen, dass das Erdgeschoss für Arbeiten verwendet wird.
GWR_GZ_UG_WOHNEN	Anzahl Untergeschosse, die gemäss GWR mindestens eine Wohnung enthalten
GWR_GZ_UG_NICHTWOHNEN_MIN	Anzahl Untergeschosse die keine Wohnung enthalten, aber wo ein oder mehrere Stockwerke darunter eine Wohnung besteht
WAREA_PROZENT_MAX_ORG	Wohnfläche des obersten Geschosses geteilt durch maximale Wohnfläche aller Geschosse. Wird verwendet, um bei Gebäuden mit Attikageschossen die Geschossfläche abzuleiten.

Attributbezeichnung	Beschreibung
DOMZH_GEB_ANTEIL_NULL	Flächenanteil der Gebäudegrundfläche ohne Information im LIDAR-Datensatz nDOM GEB. Hinweis auf entweder Datenfehler oder Gebäudeteile, die im Gelände liegen (Höhe DTM = Höhe DOM)

Tab. 6 Attribute GVZ- & GWR-Daten

Attributbezeichnung	Beschreibung
GZ	Annahme Geschoszahl, wird bei Gebäuden verwendet, die unabhängig von der Gebäudehöhe nur 1 Geschoss haben
GH_EG_MIN	Annahme Geschosshöhe Minimum Erdgeschoss
GH_EG_MAX	Annahme Geschosshöhe Maximum Erdgeschoss
GH_RG_MIN	Annahme Geschosshöhe Minimum Regelgeschoss
GH_RG_MAX	Annahme Geschosshöhe Maximum Regelgeschoss
AUSSCHLUSS	Gemäss Gebäudenutzung (Bsp. Gedeckte Brücke) ist Gebäude nicht relevant und Schlussresultat wird nicht berechnet
NEBENNUTZFLAECHE	Gebäude enthält gemäss Nutzungsbezeichnung nur Nebennutzflächen und ist daher nicht relevant für die AZ

Tab. 7 Attribute Annahmen

Attributbezeichnung	Beschreibung
GGF_HOEHE_MIN	Minimale Höhe (DTM) der Gebäudegrundfläche
GGF_HOEHE_MAX	Maximale Höhe (DTM) der Gebäudegrundfläche
GGF_HOEHE_RANGE	Wertebereich Höhe (DTM) der Gebäudegrundfläche
GGF_HOEHE_MEAN	Mittlere Höhe (DTM) der Gebäudegrundfläche
GEBVOL_DOMGEB	Gebäudevolumen berechnet aus dem normalisierten Oberflächenmodell Gebäude
GEBH_MEAN_DOMGEB	Mittlere Gebäudehöhe berechnet aus dem normalisierten Oberflächenmodell Gebäude
DOMGEB_ANTEIL_NULL	Anteil Rasterzellen mit NULL-Werten im normalisierten Oberflächenmodell Gebäude
GEBVOL_DOMDTM	Gebäudevolumen berechnet aus dem Differenzraster DOM - DTM
GEBH_MEAN_DOMDTM	Mittlere Gebäudehöhe berechnet aus dem Differenzraster DOM - DTM
DOMDTM_ANTEIL_NULL	Anteil Rasterzellen mit NULL-Werten im Differenzraster DOM - DTM
GEBVOL_LIDAR	Gebäudevolumen oberirdisch abgeleitet aus den LIDAR-Daten
GEBH_MEAN_LIDAR	Mittlere Gebäudehöhe (nDOM GEB) innerhalb der Gebäudegrundfläche
DACHVOL_LIDAR	Dachvolumen aus den LIDAR-Daten: Volumenteile, die oberhalb der Fassadenhöhe FASSH_MIN_DOM liegen
DACHVOL_LIDAR_HMEAN	Mittlere Höhe Dachvolumen. erlaubt Abschätzung, ob ein Dachgeschoss nutzbar ist oder nicht.
DACHVOL_DIV_GEBVOL	DACHVOL_LIDAR dividiert durch GEBVOL_LIDAR. Prüfgrösse, um zu testen, ob die abgeleitete Fassadenhöhe FASSH_MIN_DOM plausibel ist.
DACHTYP	Dachklassierung in: Flachdach Flachdach mit Attika Mansardendach Steildach Steildach mit Dachgauben Falls das Dach nicht klassiert werden könnte, ist das Feld leer.
FASSH_MIN_DOM	Minimale Fassadenhöhe (in m ü. M.) des Gebäudes. Wird nur für klassierte Dächer berechnet (DACHTYP IS NOT NULL)

Tab. 8 Attribute SOLARKAT / LIDAR-Daten

GVZ_VERTEILSCHLUESSEL	Verteilung basiert auf	Verteilmodus
NULL	-	Volumen musste nicht verteilt werden, da GWR-Gebäude dem GVZ-Gebäude entspricht
0	-	Keine Verteilung möglich, da keines der zur Verfügung stehenden Attribute für die Verteilung bei allen GWR-Gebäuden des GVZ-Gebäudes Werte enthält. GVZ-Volumen kann nicht verwendet werden.
1	GEBVOL_LIDAR	alle GWR-Gebäude einbezogen
2	GGF_FLAEICHE * GASTW	
3	GAREA * GASTW	
4	GGF_FLAEICHE	
5	GAREA	
6	GASTW	
7	GEBVOL_LIDAR	nur GWR-Gebäude einbezogen, die auch in AV-Gebäuden vorhanden sind
8	GGF_FLAEICHE * GASTW	
9	GAREA * GASTW	
10	GGF_FLAEICHE	
11	GAREA	
12	GASTW	

Tab. 9 GVZ-Verteilschlüssel

GWR_VERTEILSCHLUESSEL	Verteilung basiert auf	Verteilmodus
NULL	-	Volumen musste nicht verteilt werden, da AV-Gebäude dem GWR-Gebäude entspricht
0	GEBVOL_LIDAR	
1	GGF_FLAEICHE	

Tab. 10 GWR-Verteilschlüssel

8.2 Attributtabelle Zwischenresultate

Mit den folgenden zwei Zwischenresultaten lassen sich die Resultate der verschiedenen Submodelle vergleichen:

- in der Featureklasse GESCHOSSZAHL_PRO_MODELL werden die berechneten Geschosshöhen verglichen.
- in der Featureklasse GESCHOSSFLAECHE_PRO_MODELL werden die berechneten Geschossflächen verglichen

Attributbezeichnung	Beschreibung
OBJID	ID der Bodenbedeckung
GASTW	Gesamtanzahl Stockwerke
WOHNANTEIL_PROZENT_MIN	Minimaler Wohnanteil, auf 5% gerundet
WOHNANTEIL_PROZENT_MAX	Maximaler Wohnanteil, auf 5% gerundet
GWR_WAREA	Summe der Wohnflächen des Gebäudes
GZ_GF	Geschossfläche berechnet mit Submodell GZ
GASTW_GF_MIN	Minimale Geschossfläche berechnet mit Submodell GWR
GASTW_GF_MAX	Maximale Geschossfläche berechnet mit Submodell GWR
GVZ_GF_MIN	Minimale Geschossfläche berechnet mit Submodell GVZ
GVZ_GF_MAX	Maximale Geschossfläche berechnet mit Submodell GVZ
LIDAR_GF_MIN	Minimale Geschossfläche berechnet mit Submodell LIDAR
LIDAR_GF_MAX	Maximale Geschossfläche berechnet mit Submodell LIDAR
LIDAR_DACH_GF_MIN	Minimale Geschossfläche berechnet mit Submodell LIDAR DACH
LIDAR_DACH_GF_MAX	Maximale Geschossfläche berechnet mit Submodell LIDAR DACH
GGF_FLAECHEN_oAW	Gebäudegrundfläche ohne Aussenwände
GZ	Annahme Geschosshöhe, wird bei Gebäuden mit Submodell GZ verwendet
GASTW_GZ_MIN	Minimale Geschosshöhe berechnet mit Submodell GWR
GASTW_GZ_MAX	Maximale Geschosshöhe berechnet mit Submodell GWR
GVZ_GZ_MIN	Minimale Geschosshöhe berechnet mit Submodell GVZ
GVZ_GZ_MAX	Maximale Geschosshöhe berechnet mit Submodell GVZ
LIDAR_GZ_MIN	Minimale Geschosshöhe berechnet mit Submodell LIDAR
LIDAR_GZ_MAX	Maximale Geschosshöhe berechnet mit Submodell LIDAR
LIDAR_DACH_GZ_MIN	Minimale Geschosshöhe inkl. allfälligem Dachgeschoss berechnet mit Submodell LIDAR DACH
LIDAR_DACH_GZ_MAX	Maximale Geschosshöhe inkl. allfälligem Dachgeschoss berechnet mit Submodell LIDAR DACH

Attributbezeichnung	Beschreibung
DACHTYP	Dachklassierung in: Flachdach Flachdach mit Attika Mansardendach Steildach Steildach mit Dachgauben Falls das Dach nicht klassiert werden könnte, ist das Feld leer.
WAREA_PROZENT_MAX_ORG	Wohnfläche des obersten Geschosses geteilt durch maximale Wohnfläche aller Geschosse. Wird verwendet, um bei Gebäuden mit Attikageschossen die Geschossfläche abzuleiten.
NANUTZUNGSCODE	GVZ-Nutzungscode
NANUTZUNGSCODE_TXT	GVZ-Nutzungstext
GKAT	GWR Gebäudekategorie Code
GKAT_TXT	GWR Gebäudekategorie Text
GKLAS	GWR Gebäudeklasse Code
GKLAS_TXT	GWR Gebäudeklasse Text

Tab. 11 Geschossfläche pro Modell

Attributbezeichnung	Beschreibung
OBJID	ID der Bodenbedeckung
GASTW	GWR-Geschosszahl
GZ	Annahme Geschosszahl, wird bei Gebäuden mit Submodell GZ verwendet
GASTW_GZ_MIN	Minimale Geschosszahl berechnet mit Submodell GWR
GASTW_GZ_MAX	Maximale Geschosszahl berechnet mit Submodell GWR
GWR_GZ_WOHNEN	Anzahl Wohngeschosse. Geschosse mit mindestens einer Wohnung im GWR.
GWR_GZ_NICHTWOHNEN	Anzahl fehlende Geschosse in den GWR-Wohnungsdaten. Entspricht für Arbeiten genutzten Geschossen. Diese Zahl ist nur genau, wenn die Arbeitsnutzung entweder ganz unten im Gebäude liegt oder aber zwischen Wohngeschossen. Liegt Wohnen unten im Gebäude und Arbeiten darüber, so kann die Geschosszahl für NICHTWOHNEN nicht abgeleitet werden.
GVZ_GZ_MIN	Minimale Geschosszahl berechnet mit Submodell GVZ
GVZ_GZ_MAX	Maximale Geschosszahl berechnet mit Submodell GVZ
LIDAR_GZ_MIN	Minimale Geschosszahl berechnet mit Submodell LIDAR
LIDAR_GZ_MAX	Maximale Geschosszahl berechnet mit Submodell LIDAR
LIDAR_DACH_GZ_MIN	Minimale Geschosszahl inkl. allfälligem Dachgeschoss berechnet mit Submodell LIDAR DACH
LIDAR_DACH_GZ_MAX	Maximale Geschosszahl inkl. allfälligem Dachgeschoss berechnet mit Submodell LIDAR DACH
DACHTYP	Dachklassierung in: Flachdach Flachdach mit Attika Mansardendach Steildach Steildach mit Dachgauben Falls das Dach nicht klassiert werden könnte, ist das Feld leer.
NANUTZUNGSCODE	GVZ-Nutzungscode
NANUTZUNGSCODE_TXT	GVZ-Nutzungstext
GKAT	GWR Gebäudekategorie Code
GKAT_TXT	GWR Gebäudekategorie Text
GKLAS	GWR Gebäudeklasse Code
GKLAS_TXT	GWR Gebäudeklasse Text
GZ_MIN_FINAL	Gewählte minimale Geschosszahl, entspricht GZ_MIN_TOTAL im Schlussresultat
GZ_MAX_FINAL	Gewählte maximale Geschosszahl, entspricht GZ_MAX_TOTAL im Schlussresultat

Attributbezeichnung	Beschreibung
GZ_MODELL	Verwendetes Submodell für die Ableitung der Geschosszahl: NULL: Geschosszahl lässt sich nicht ableiten, nicht genügend Informationen vorhanden 1: Submodell GZ 2: Submodell GWR 3: Submodell GVZ 4: Submodell LIDAR 5: Submodell LIDAR DACH 6: Submodell GVZ, begrenzt durch Submodell GWR Maximum 7: Submodell LIDAR, begrenzt durch Submodell GWR Maximum 8: Submodell LIDAR DACH, begrenzt durch Submodell GWR Maximum
VOLLGESCHOSSE_MAX	ÖREB: Maximum von VOLLGESCHOSS_MAX der Zonen
H08	Hinweis. Siehe separate Tabelle
H09	Hinweis. Siehe separate Tabelle
H10	Hinweis. Siehe separate Tabelle
H11	Hinweis. Siehe separate Tabelle
H20	Hinweis. Siehe separate Tabelle
H21	Hinweis. Siehe separate Tabelle
GGF_FLAECH	Gebäudegrundfläche

Tab. 12 Geschosszahl pro Modell

8.3 Hinweise

Hinweise werden verwendet, um Annahmen nachvollziehbar zu machen und potenzielle Ungenauigkeiten im Resultat auszuweisen. Die Prozentzahl⁵³ zeigt an, wie viele Gebäude von einem Hinweis betroffen sind.

Attribut	Hinweis	Prozent
H01	AV-EGID fehlt	2.68%
H02	AV-EGID nicht vorhanden in GWR	0.22%
H03	AV-EGID zwar vorhanden in GWR, aber deklariert als 'Projektiert' (GSTAT = 1001)	0.03%
H04	AV-EGID zwar vorhanden in GWR, aber deklariert als 'im Bau' (GSTAT = 1003)	0.04%
H05	LIDAR-Daten sind älter als das Baujahr des Gebäudes und können deshalb nicht zur Berechnung der Geschosshöhe verwendet werden	1.43%
H06	Solkatasterdaten sind älter als das Baujahr des Gebäudes und können deshalb nicht zur Bestimmung des Dachtyps verwendet werden	0.00%
H07	Gebäude liegt in mehreren Zonen (ÖREB-Grundnutzung)	0.33%
H08	Gebäude ist Teil einer bestehenden Arealüberbauung (ÖREB: TYP_GDE_CODE = 'C690903')	2.66%
H09	Gebäude ist Teil eines kantonalen Gestaltungsplans (ÖREB: TYP_ZH_CODE = 'C6101')	0.11%
H10	Gebäude ist Teil eines kommunales Gestaltungsplans (ÖREB, TYP_ZH_CODE = 'C6102')	4.01%
H11	Gebäude ist Teil einer Sonderbauvorschrift (ÖREB, TYP_ZH_CODE = 'C6103')	1.80%
H12	Anteil leerer Rasterzellen nDOM Gebäude ist zu gross (> 10%) innerhalb des Gebäudes. Deshalb wird stattdessen die Differenz von DOM und DTM verwendet, um die mittlere Gebäudehöhe zu berechnen.	7.57%
H13	Mehrere GWR-Gebäude (EGID) pro GVZ-Gebäude (GEBNR). Das GVZ-Volumen wurde auf die zugehörigen GWR-Gebäude verteilt. Siehe Feld GVZ_Verteilschlüssel für Details.	17.58%
H14	Mehrere AV-Gebäude (OBJID) pro GWR-Gebäude (EGID). Das GVZ-Volumen und die GWR-Wohnfläche wurden vom GWR-Gebäude auf die zugehörigen AV-Gebäude verteilt. Siehe Feld GWR_Verteilschlüssel für Details.	0.77%
H15	GVZ-Gebäude hat keine Volumenangabe	7.57%
H16	GWR-Nutzung (GKAT oder GKLAS), die für die Auswahl der Geschosshöhen verwendet wurde, ist ein Sammelbecken für sehr unterschiedliche Nutzungen und damit auch Geschosshöhen. Dementsprechend ist der Wertebereich der Annahmen für die Geschosshöhen und damit auch der Wertebereich im Resultat relativ gross.	18.60%
H17	Mindestens eine Wohnung des Gebäudes hat keine Wohnflächenangabe im GWR.	4.68%
H18	Geschosshöhe kann nicht abgeleitet werden, weil weder LIDAR-Volumen, noch GVZ-Volumen, noch GWR-Geschosshöhe vorhanden sind. Das können entweder neue Gebäude sein (gemäss GWR noch im Bau und Baujahr >= Datenstand LIDAR-Daten), oder kleinere Nebenbauten, die nicht im GWR vorhanden sind und für die kein Volumen aus den LIDAR-Daten ableitbar ist (DTM = DOM)	1.23%
H19	Attikageschossfläche wurde berechnet aus GGF_FLAECHEN * WAREA_PROZENT_MAX_ORG	2.76%

53 Bezieht sich auf den Datenstand zum Zeitpunkt der Modellentwicklung vom 10.12.2020. Total 341'434 Gebäude.

Attribut	Hinweis	Prozent
H20	Dachvolumen wird nicht verwendet, da es mehr als 50% des Gebäudevolumens ausmacht. In Einzelfällen kann das zwar stimmen, falls das Dach sehr weit nach unten reicht. Sehr wahrscheinlich wurde die Erfassung der Fassadenhöhe aber verfälscht durch ein kleineres Vordach, das deutlich tiefer liegt als das Hauptdach bzw. durch Fehlerpixel im Oberflächenmodell (zu tiefer Wert). Die Geschosszahl wird deshalb abgeleitet aus LIDAR-Gebäudevolumen ohne Dach.	2.18%
H21	Geschosszahl wurde auf 1 Geschoss runterkorrigiert, weil die berechnete Geschosszahl zu hoch war für eine Gebäudegrundfläche von $\leq 20\text{m}^2$.	1.61%

Tab. 13 Hinweise

9 Annahmen

9.1 Umrechnung von GVZ-Volumen

Prinzip

Das GVZ-Volumen enthält unterschiedliche Volumenanteil des Gebäudes als das oberirdische Gebäudevolumen der LIDAR-Daten. Das GVZ-Volumen muss deshalb umgerechnet werden in oberirdisches Gebäudevolumen. Die Unterschiede in der Volumendefinition sind in [Kapitel 5.3 «Submodell GVZ»](#) erklärt.

Da das Submodell GVZ vor allem für neuere Gebäude verwendet wird, für die noch keine LIDAR-Daten vorhanden sind, wurde entschieden, ein pauschaler Faktor von 0.8 für die Umrechnung zu verwenden, das entspricht in etwa dem Mittelwert von Gebäuden der aktuellsten 5 Jahre in den Daten.

Begründung

Der bisher vom Kanton verwendete Ansatz mit Faktoren aufgeschlüsselt nach Zone und Geschosszahl wurde aus folgenden Gründen nicht verwendet:

- Die Gebäudenutzung variiert innerhalb der Zonen. In Zentrumszonen können z.B. Wohnbauten oder Bürobauten vorhanden sein. Das führt vermutlich zu einer stärkeren Variation der Faktoren.
- Andere Faktoren als Zone und Geschosszahl haben einen stärkeren Einfluss. Z. B. ob eine Tiefgarage vorhanden ist oder nicht.
- Die Definition des GVZ-Volumens ist abhängig von der Dachform und Nutzung des Dachgeschosses.

Die folgende Abbildung zeigt Boxplots des Verhältnisses vom GVZ-Volumen zum LIDAR-Volumen bei allen Gebäuden im Kanton Zürich, für die beide Informationen verfügbar sind. Diese Zahl entspricht also dem Anteil des oberirdischen Volumens. Die Boxplots sind aufgeschlüsselt nach Baujahr.⁵⁴

⁵⁴ Der Übersichtlichkeit halber sind nur Gebäude mit Baujahr ab 1900 gezeigt.

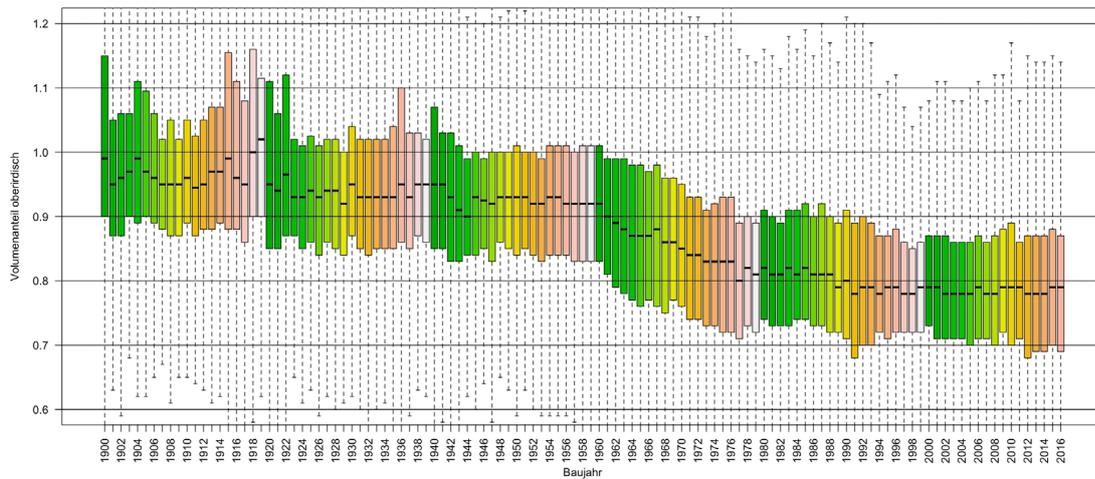


Abb. 48 Boxplot GVZ- Volumen / LIDAR-Volumen nach Baujahr

Einerseits zeigt sich, dass bei älteren Gebäuden das GVZ-Volumen nur leicht grösser ist als das LIDAR-Volumen, der oberirdische Anteil liegt im Mittel ca. bei 0.95. Das liegt sehr wahrscheinlich an den ungenutzten Dachgeschossen unter Steildächern, die im GVZ-Volumen nicht berücksichtigt sind und damit die Untergeschossvolumen beinahe kompensieren, die nicht im LIDAR-Volumen enthalten sind.

Andererseits erfolgt ab 1960 ein deutlicher Rückgang des oberirdischen Anteils. Zwischen 1970 und 1990 liegt er dann leicht über 0.8 und ab 1990 leicht unter 0.8. Das könnte daran liegen, dass der Bau von Unterniveaugaragen ab 1960 deutlich häufiger war als vorher. Es könnte aber auch andere Gründe haben, wie beispielsweise Änderungen in der Datenerfassung der GVZ-Volumen.⁵⁵

55 Ähnliche Trends zeigen sich auch, wenn diese Boxplots nur für einzelne GWR-Geschosszahlen gemacht werden.

9.2 Geschosshöhen

Für die Geschosshöhen wurden Annahmen getroffen auf Basis der GWR-Nutzungen **GKAT** und **GKLAS**.⁵⁶

Nutzungskategorien oder -klassen, welche sehr unterschiedliche Nutzungen beinhalten, wurden mit einem Hinweis⁵⁷ markiert. Dort musste ein relativ grosser Wertebereich für die Geschosshöhen angenommen werden. Folglich ist auch der Wertebereich des Resultates grösser.

Die Geschosshöhen wurden jeweils als minimaler und maximaler Wert für Erdgeschosse und Regelgeschosse separat definiert. Für Wohngebäude (**GKLAS** 1110, 1121, 1122) ohne Wohnung im Erdgeschoss, werden zusätzlich erhöhte Erdgeschosse angenommen.

CODE	TEXT	NUTZUNG- SCHEMA	H16	GH_EG_MIN	GH_EG_MAX	GH_RG_MIN	GH_RG_MAX
1010	Provisorische Unterkunft	GKAT		2.70	3.30	2.70	3.30
1021	Einfamilienhaus	GKAT		2.70	3.30	2.70	3.30
1025	Mehrfamilienhaus	GKAT		2.70	3.30	2.70	3.30
1030	Wohngebäude mit Nebennutzung	GKAT		2.70	3.30	2.70	3.30
1040	Gebäude mit teilweiser Wohnnutzung	GKAT	x	3.30	3.70	2.70	3.70
1060	Gebäude ohne Wohnnutzung	GKAT	x	3.30	5.00	3.30	5.00
1080	Sonderbau	GKAT	x	2.70	5.00	2.70	5.00
1110	Gebäude mit einer Wohnung	GKLAS		2.70	3.30	2.70	3.30
1121	Gebäude mit zwei Wohnungen	GKLAS		2.70	3.30	2.70	3.30
1122	Gebäude mit drei oder mehr Wohnungen	GKLAS		2.70	3.30	2.70	3.30
1130	Wohngebäude für Gemeinschaften	GKLAS		3.30	3.70	2.70	3.30
1211	Hotelgebäude	GKLAS		3.30	3.70	2.70	3.70
1212	Andere Gebäude für kurzfristige Beherbergung	GKLAS		2.70	3.30	2.70	3.30
1220	Bürogebäude	GKLAS		3.40	4.20	3.40	4.20
1230	Gross- und Einzelhandelsgebäude	GKLAS		3.40	5.00	3.40	5.00
1241	Gebäude des Verkehrs- und Nachrichtenwesens ohne Garagen	GKLAS		3.40	3.70	3.40	3.70
1242	Garagengebäude	GKLAS		2.70	3.30	2.70	3.30
1251	Industriegebäude	GKLAS		4.00	7.00	4.00	7.00
1252	Behälter, Silos und Lagergebäude	GKLAS	x	2.70	4.00	2.70	4.00

⁵⁶ Ausserhalb der Stadt Zürich ist die detailliertere Nutzung **GKLAS** kaum vorhanden.

⁵⁷ **H16** = 'x'

CODE	TEXT	NUTZUNGS- SCHEMA	H16	GH_EG_MIN	GH_EG_MAX	GH_RG_MIN	GH_RG_MAX
1261	Gebäude für Kultur- und Freizeitwecke	GKLAS		3.70	4.20	3.70	4.20
1262	Museen und Bibliotheken	GKLAS		3.40	6.00	3.40	6.00
1263	Schul- und Hochschulgebäude, Forschungseinrichtungen	GKLAS		3.00	3.70	3.00	3.70
1264	Krankenhäuser und Facheinrichtungen des Gesundheitswesens	GKLAS		3.40	5.00	3.40	5.00
1265	Sporthallen	GKLAS	x	3.00	6.00	3.00	6.00
1271	Landwirtschaftliche Betriebsgebäude	GKLAS	x	2.70	4.00	2.70	4.00
1272	Kirchen und sonstige Kultgebäude	GKLAS	x	3.00	6.00	3.00	6.00
1273	Denkmäler oder unter Denkmalschutz stehende Bauwerke	GKLAS		2.70	3.30	2.70	3.30
1274	Sonstige Hochbauten, anderweitig nicht genannt	GKLAS		2.70	3.30	2.70	3.30
9999 ⁵⁸				3.40	4.20		
NULL ⁵⁹				2.70	5.00	2.70	5.00

Tab. 14 Lookup-Tabelle Geschosshöhen

58 Erdgeschosshöhen bei Wohngebäuden (GKLAS 1110, 1121, 1122 / GKAT 1021, 1025, 1030) mit Arbeitsnutzung im Erdgeschoss

59 Falls die Nutzung unbekannt ist, so werden Min. und Max. aller Nutzungen verwendet

9.3 Gebäudeausschluss, Nebennutzungen & fixe Geschosszahl

Die nachfolgenden Tabelle enthält alle Annahmen, die auf Grund der GVZ-Gebäudenutzung hinzugefügt werden:

AUSSCHLUSS = x

Dies sind Nutzungen, welche von der Analyse ausgeschlossen sind. Für diese Nutzungen wird lediglich eine Geschosszahl ermittelt – jedoch keine Geschossfläche oder Werte für die Nutzungsziffern AZ, BMZ oder UEZ. [vgl. Kapitel 3.3]

NEBENNUTZFLAECHE = x

Diese Gebäude werden bei der Berechnung der aGF für die AZ nicht berücksichtigt. Zusätzlich zu den hier aufgelisteten Nutzungen wird ebenfalls die GWR-Nutzung für Garagengebäude⁶⁰ als Nebengebäude deklariert, falls die GVZ-Nutzung das Gebäude nicht ein Parkhaus⁶¹ ist. Dies deshalb, weil oft mehrere GWR-Gebäude zu einem GVZ-Gebäude gehören. So kann es sein, dass das GVZ-Gebäude als Wohnhaus deklariert ist, aber eines der GWR-Gebäude eine Garage ist, welche nicht in die Berechnung der aGF einfließen sollte. [vgl. Kapitel 3.3]

GZ = 1

Für diese Nutzungen wird eine fixe Geschosszahl von 1 angenommen. [vgl. Kapitel 6.2]

NANUTZUNGS-CODE	NANUTZUNGSCODE_TXT	AUSSCHLUSS	NEBENNUTZ-FLAECHE	GZ
1940	Bruecke gedeckt	x		
4002	Buswartehaueschen		x	1
4001	Buswartehalle		x	1
4340	Einstellhalle		x	1
9043	Einstellhalle		x	1
9040	Garagengebäude		x	1
9006	Gartenhalle		x	1
9007	Gartenhaus		x	1
7658	Gaskessel	x	x	1
9053	Geraetehaus		x	1
1291	Glockenturm		x	1
4153	Gueterschuppen		x	1
1685	Hallenbad		x	1
3976	Heizzentrale, nur fuer landwirtschaftliche Gebaeude		x	1
1976	Heizzentrale, nur fuer oeffentliche Gebaeude		x	1

60 Garagengebäude GKLAS = 1242

61 NANUTZUNGSCODE = 4040

NANUTZUNGS- CODE	NANUTZUNGSCODE_TXT	AUSSCHLUSS	NEBENNUTZ- FLAECHE	GZ
2976	Heizzentrale, nur fuer Wohngebaeude		x	1
7607	Heizzentrale, z.B. fuer Kesselgebaeude		x	1
9097	Hundezwinger	x	x	1
1201	Kapelle		x	1
1212	Kirche		x	1
7689	Klaerbassin	x	x	1
1619	Mehrzweckhalle		x	1
1193	Pausenhalle		x	1
4191	Perronueberdachung	x	x	1
3302	Rebhaus		x	1
1639	Reithalle		x	1
7609	Reservoir		x	1
1693	Scheibenstand	x		
4201	Schiffswartehalle		x	1
1990	Schutzraum, oeffentlich und privat	x		
1684	Schwimbassin	x		
3358	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
6058	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
6158	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
6258	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
6358	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
6458	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
6558	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
6658	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
6758	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
6858	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
6958	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
7058	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
7158	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
7258	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
7358	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
7458	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
7558	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
7758	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
7858	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1
7958	Silo, gemaess GVZ-Abgrenzungsrichtlinie		x	1

NANUTZUNGS- CODE	NANUTZUNGSCODE_TXT	AUSSCHLUSS	NEBENNUTZ- FLAECHE	GZ
3357	Silogebaeude	x		1
5157	Silogebaeude	x		1
6057	Silogebaeude	x		1
6157	Silogebaeude	x		1
6257	Silogebaeude	x		1
6357	Silogebaeude	x		1
6457	Silogebaeude	x		1
6557	Silogebaeude	x		1
6657	Silogebaeude	x		1
6757	Silogebaeude	x		1
6857	Silogebaeude	x		1
6957	Silogebaeude	x		1
7057	Silogebaeude	x		1
7157	Silogebaeude	x		1
7257	Silogebaeude	x		1
7357	Silogebaeude	x		1
7457	Silogebaeude	x		1
7557	Silogebaeude	x		1
7757	Silogebaeude	x		1
7857	Silogebaeude	x		1
7957	Silogebaeude	x		1
1616	Sporthalle	x		1
5159	Tankanlage	x		1
6059	Tankanlage	x		1
6159	Tankanlage	x		1
6259	Tankanlage	x		1
6359	Tankanlage	x		1
6459	Tankanlage	x		1
6559	Tankanlage	x		1
6659	Tankanlage	x		1
6759	Tankanlage	x		1
6859	Tankanlage	x		1
6959	Tankanlage	x		1
7059	Tankanlage	x		1
7159	Tankanlage	x		1
7259	Tankanlage	x		1

NANUTZUNGS- CODE	NANUTZUNGSCODE_TXT	AUSSCHLUSS	NEBENNUTZ- FLAECHE	GZ
7359	Tankanlage		x	1
7459	Tankanlage		x	1
7559	Tankanlage		x	1
7659	Tankanlage		x	1
7759	Tankanlage		x	1
7859	Tankanlage		x	1
7959	Tankanlage		x	1
1959	Tankraum		x	1
2959	Tankraum		x	1
3959	Tankraum		x	1
7608	Trafostation		x	1
1116	Turnhalle		x	1
9041	Ueberdachung	x		
9047	Unterniveaugarage		x	
4048	Unterstand, Unterstand privat siehe 9048	x		
9048	Unterstand, z.B. fuer Velos und Mofas	x		
3332	Viehunterstand	x		
9001	Waldhuetten, landwirtschaftlich genutzt siehe 3301		x	1
3301	Waldhuetten*, z.B. fuer Holzhuetten, Forsthuetten		x	1
4101	Wartehalle Lagergebäude siehe 51.. WC-Gebäude siehe 1992 Unterstand fuer Velos siehe 9048		x	1
1992	WC-Gebäude		x	1
1915	Zivilschutzanlage		x	

Tab. 15 Lookup-Tabelle Nebennutzungen

10 Empfehlungen zur Weiterentwicklung

Im Folgenden ist eine unvollständige Aufzählung von Empfehlungen für die Weiterentwicklung der Datenquellen und des vorliegenden Modells für die Berechnung der bestehenden Geschossflächen aufgeführt.

- Generell fällt auf, dass die verschiedenen Datenquellen noch nicht genau aufeinander abgestimmt sind, was vermutlich auch stark damit zusammenhängt, wie häufig und von welcher Stelle diese aktualisiert werden. So können die Nutzungsbezeichnungen zwischen GVZ und GWR z. B. stark variieren. Ein anderes Beispiel ist der Gebäudestatus. So können Gebäude in der AV bereits als bestehend deklariert sein, im GWR sind diese aber noch als 'Projektirt' oder 'im Bau' bezeichnet oder umgekehrt. Ausserdem haben nicht alle AV-Gebäude eine EGID, die im GWR vorkommt und gewisse AV-Gebäude haben gar keine EGID. Es würde sich deshalb lohnen, diese drei Datensätze besser gegeneinander abzugleichen, was natürlich auch die Genauigkeit dieses Modells verbessern würde.
- Beim Submodell LIDAR und LIDAR | Dach einen Korrekturfaktor verwenden oder auf das Submodell GVZ ausweichen, wenn das Gebäude stark ins Terrain ragt. Zur Identifikation könnte das Volumen unterhalb des höchsten Punktes der Gebäudegrundfläche auf dem Terrain verwendet werden, oder die Höhendifferenz innerhalb der Gebäudegrundfläche.
- Geschosse, die nur teilweise für HNF genutzt werden, noch genauer abbilden. Bei reinen Wohnbauten, falls Wohnfläche 1. UG kleiner als Wohnfläche EG.
- Berechnung des Wohnanteils präzisieren. Aktuell werden Gebäude, die mehrgeschossige Wohnungen enthalten noch nicht einbezogen. Dort könnte man die Wohngeschosse eventuell über den Quotienten von Wohnfläche und Gebäudegrundfläche berechnen.
- Verteilung von GVZ-Volumen: Es kann im aktuellen Modell passieren, dass ein kleines Teilgebäude zuviel Volumen erhält, falls es gemäss GGF_FLAECHEN oder LIDAR-Volumen verteilt wird und dieses Gebäude dann erst später bei der Geschoszberechnung auf 1 Geschoss runterkorrigiert wird. Dieses Volumen geht dann verloren. Ist aber vermutlich nicht bei vielen Gebäuden der Fall.
- Fassadenhöhe nur am Rand der Gebäudegrundfläche rechnen, aktuell wird die Höhe aus allen relevanten Dachflächen abgeleitet.
- Dachflächen nutzen, um komplexe Gebäude zu unterteilen (z.B. Hochhaus mit Sockelgeschoss) und diese dann einzeln zu analysieren.
- Aktualisierung verbessern. Nur diejenigen Flächen neu berechnen, die sich auch wirklich geändert haben (Solarkataster, LIDAR, AV)
- Differenzierte Faktoren für die Umrechnung des GVZ-Gebäude-

volumens in oberirdisches Gebäudevolumen ableiten. Differenzieren nach Gebäudealter, Geschosszahl, Dachtyp, Gebäude mit vs. ohne Tiefgaragen (eventuell durch Einbezug der unterirdischen Gebäude aus der AV)

- Bei Attikageschossen zusätzlich noch einen Faktor verwenden um von der Wohnfläche auf die Geschossfläche ohne Aussenwand zu kommen (ineffizientere Erschliessung von Attikageschossen führt im Moment zu einer leichten Unterschätzung der GF der Attikas)
- Verbesserung der Dachklassifikation und Klassifikation von Dachelementen um die Dächer noch genauer zu erfassen.
- Unterirdische Bauten werden im aktuellen Modell nicht berücksichtigt. Dies sind mehrheitlich Unterniveaugaragen. Es gibt sicher auch Ausnahmen, die als HNF genutzt werden und damit eigentlich in die Geschossflächenberechnung einbezogen werden sollten.

SEILER & SEILER GmbH
Städtebau und Stadtplanung

Gutstrasse 173
8047 Zürich

+41 44 586 21 48
mail@seilerseiler.com
seilerseiler.com