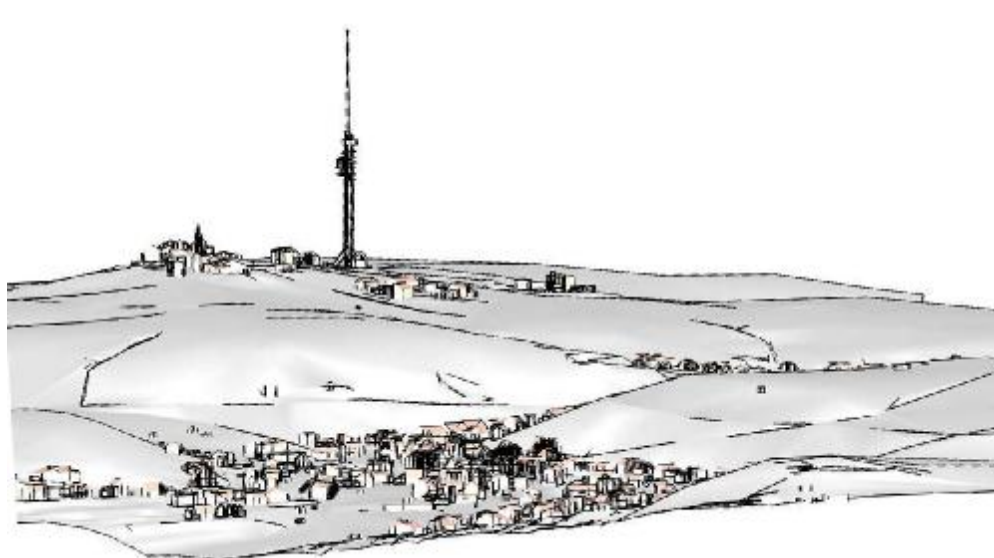




Justizdepartement des Kantons Basel-Stadt

Grundbuch- und Vermessungsamt

Amtliche Vermessung



3D-Pilotprojekt Bettingen Schlussbericht

Version vom 19. Dezember 2006

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNISZUSAMMENFASSUNG	2
ZUSAMMENFASSUNG	8
1. EINLEITUNG	9
2. AUSGANGSLAGE	10
3. REALISIERTES 3D-DATENMODELL UND REALISIRTER 3D-DATENINHALT	11
3.1 DAS DATENMODELL ‚DM01AVBS05D_3D‘	11
3.2 DATENKATALOG	11
3.3 DETAILLIERUNGSGRAD BS	12
3.3.1 <i>Detailierungsgrad der Topic EO</i>	12
3.3.2 <i>Detailierungsgrad der Topic ‚Höhen‘</i>	12
a) <i>Detailierungsgrad der Geländekanten</i>	12
b) <i>Detailierungsgrad der Gelände-Detailkanten</i>	13
c) <i>Detailierungsgrad der Gelände-Aussparkanten</i>	13
4. FESTSETZUNGEN, MASSNAHMEN, VERWENDETE RICHTLINIEN UND ANLEITUNGEN	14
4.1 WEISUNGEN, RICHTLINIEN UND ANLEITUNGEN	14
4.2 FESTSETZUNGEN BETREFFEND 3D-OBJEKTMODELLIERUNG	14
4.2.1 <i>Festsetzung von Standardwerten für EO-Objekthöhen < 1m</i>	14
4.2.2 <i>Einschränkungen betreffend Dateninhalt:</i>	14
4.2.3 <i>Qualitätsanforderungen</i>	15
4.2.4 <i>Konversion der Bogenelemente in Geradenelemente</i>	15
4.3 ORGANISATORISCHE MASSNAHMEN	15
5. VORBEREITENDE MASSNAHMEN	16
5.1 SYSTEM-EVALUATION FÜR DEN FELDBETRIEB	16
5.1.1 <i>System MAP500 (swissat)</i>	16
5.1.2 <i>System MobileMatrix (Geocom, bis anfangs 2005 Firma Leica)</i>	16
5.1.3 <i>System TachyCAD (kubit)</i>	16
5.1.4 <i>System Griffel (HHK Datentechnik)</i>	17
5.2 EVALUATION VON 3D-MODELLIERUNGSSOFTWARE	17
5.2.1 <i>DILAS (Geonova)</i>	17
5.2.2 <i>CityGRID (Geodata)</i>	17
5.3 ENTWICKLUNG VON 3D-MODELLIERUNGSSOFTWARE	17
5.3.1 <i>Erweiterung und Anpassung der bestehenden Lösung beim GVA</i>	17
5.3.2 <i>Entwicklung der Interlis_3D-Schnittstellenprogramme</i>	17
5.4 SCHNITTSTELLEN, DATENAUSTAUSCHMODELLE UND CODES-TABELLEN	18
5.4.1 <i>Fotogrammetrische Arbeiten</i>	18
5.4.2 <i>Terrestrische Feldarbeiten</i>	18
5.4.3 <i>Modellierungsarbeiten</i>	18
5.4.4 <i>Generierung der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘</i>	18
5.4.5 <i>Herleitung der Topic ‚Einzelobjekte‘ aus der neuen 3D-Topic</i>	19
5.4.6 <i>GeoShop-Schnittstellen</i>	19
5.5 STATIONSprotokolle UND AUSGESTALTUNG DER TECHNISCHEN DOKUMENTE	19
5.5.1 <i>Stationsprotokolle</i>	19
5.5.2 <i>Technische Dokumente</i>	19
5.6 WEITERBILDUNG UND PERSONALSCHULUNG	19
5.6.1 <i>Das betriebliche Umfeld beim GVA</i>	19
5.6.2 <i>interne Weiterbildung</i>	19

6. EINGESETZTES INSTRUMENTARIUM UND VERWENDETE PROGRAMME UND SYSTEME	20
6.1 FOTOGRAMMETRISCHE ARBEITEN	20
6.2 DATENBEREITSTELLUNG MIT GEOSHOP ALS ZENTRALE GEODATENDREHSCHIBE	20
6.3 FELDBETRIEB	20
6.4 MODELLIERUNG DER 3D-OBJEKT-ELEMENTE	20
6.5 FÜHREN DER TOPIC ‚HÖHEN‘	20
6.6 ERSTELLEN UND BEREITSTELLEN VON NEUEN 3D-PRODUKTEN	20
7. ERSTERHEBUNGSVERFAHREN UND ABLÄUFE	22
7.1 GROBER ABLAUF DER DURCHGEFÜHRTEN 3D-ERSTERHEBUNG ZUR ÜBERSICHT	22
7.2 FOTOGRAMMETRISCHE AUSWERTUNGEN	22
7.2.1 Auswerteverfahren	22
7.2.2 Neustrukturierung der Dachflächen	22
7.2.3 Grobkontrolle der Planarität und Standardisierung der Normalenvektoren	23
7.2.4 Integration von zusätzlichen Laserscan-Daten in der Topic ‚Höhen‘	23
7.3 TERRESTRISCHE ERSTERHEBUNG DER HÖHENINFORMATIONEN DER EO-EINZELOBJEKTE	23
7.3.1 Aufnahmeverfahren	23
7.3.2 Spezielle Erhebungsverfahren	23
a) Stockwerkhöhen	23
b) Höhen bei Durchgängen und bei zurückversetzten Fassaden	24
c) Höhen der übrigen Gebäudeteile	24
d) Anzugflächen der Mauern	24
e) Treppenstufen	24
7.4 VORBEREITUNGSARBEITEN FÜR DIE DXF-GENERIERUNG DER 3D-OBJEKTOBERFLÄCHENELEMENTE	25
7.4.1 DXF-2D-Gebäudegrundrissflächen und EO-Elemente dienen als Basisdaten	25
7.4.2 Vollständigkeitskontrolle der 2D-Gebäudegrundrissflächen	25
7.4.3 Aufteilung der 2D-Gebäudegrundrissflächen	25
7.4.4 Strukturierung der DXF-2D-Gebäudegrundrissflächen	25
7.5 GENERIERUNG DER 3D-OBJEKTOBERFLÄCHENELEMENTE IN DXF	26
7.5.1 Generierung der Dachlinie (Schnitt BB_Fassaden mit den Originaldachflächen)	27
7.5.2 Generierung der Fassaden der Obergeschosse und der Untersicht (EG-Decke)	27
7.5.3 Generierung der Deckenlinien und der Fassaden von Gebäudedurchgängen und zurückversetzten Fassaden (im EG).	28
a) Generierung der EG-Deckenlinie	28
b) Generierung der Gebäudefassaden des Erdgeschosses	28
7.5.4 Generierung der Aufsicht (EG-Bodenfläche) und der Fassaden der Untergeschosse sowie der Untersicht (Fundamentfläche)	29
a) Generierung der EG-Boden-Aufsichtlinie	29
b) Generierung der Gebäudefassaden der Untergeschosse	29
7.5.5 Generierung der Stockwerkflächen	30
7.5.6 Generierung der Flächenelemente der Fassadenanbauten	30
7.5.7 Generierung der Dachtraufenlinien und Fassadenelemente der Attikas	30
7.5.8 Generierung der Dachtraufenlinien und Fassadenelemente der Aufbauten	30
7.5.9 Mauern	30
7.5.10 Treppen	30
7.5.11 unterirdische Gebäude	30
7.5.12 Brunnen	31
7.6 VERIFIKATION DER DXF_3D-GENERIERUNG UND ERSTELLUNG DER DXF_3D-GESAMTDATEI	31
7.7 KONVERSION DER DXF_3D-FLÄCHENELEMENTE INS INTERLIS_3D-MODELL	31
8. MELDEWESEN, NACHFÜHRUNGSVERFAHREN UND ABLÄUFE	32
9. DOKUMENTATION UND VERIFIKATION	33
9.1 FOTOGRAMMETRISCHE AUSWERTUNGEN	33
9.1.1 Dokumentation	33

9.1.2 <i>Verifikation</i>	33
9.2 TERRESTRISCHE ERSTERHEBUNG	34
9.2.1 <i>Dokumentation</i>	34
9.2.2 <i>Verifikation der Ersterhebung</i>	34
9.3 TERRESTRISCHE NACHFÜHRUNG	34
9.3.1 <i>Dokumentation</i>	34
9.3.2 <i>Verifikation der Nachführung</i>	34
10. DATENMODELL UND DETAILIERUNGSGRAD DER TOPIC ‚HÖHEN‘	35
10.1 ERHÖHUNG DES DETAILIERUNGSGRADES	35
10.2 FÜHREN VON OBJEKT-AUSSPARFLÄCHEN ZUR VEREINFACHUNG DER GELÄNDEMDELLIERUNG	35
10.3 QUALITATIV VERBESSERTE TOPIC ‚HÖHEN‘ ALS ZUSÄTZLICHES PRODUKT	36
10.4 SUKZESSIONSIVE QUALITÄTSVERBESSERUNG	37
11. AUFGETRETENE PROBLEME, PROBLEMLÖSUNGEN UND EMPFEHLUNGEN	38
11.1 UNGENÜGENDE ODER FEHLENDE STANDARD-SOFTWARE	38
11.1.1 <i>Modellierungssoftware</i>	38
11.1.2 <i>Feldinstrumentarium und Feldsysteme</i>	38
11.1.3 <i>Interlis_3D-Checker</i>	38
11.2 UNGENÜGENDE AV-DATENQUALITÄT	39
11.2.1 <i>Topic ‚Höhen‘</i>	39
a) Ergänzung mit Detailkanten	39
b) Erfassung von Aussparflächen bei teilweise unterirdischen 3D-Objekten	39
11.2.2 <i>Treppen</i>	39
a) Abtrennung von Mauern, wenn diese Bestandteil der Treppe sind	39
b) Die Treppenstufen der AV werden als Flächen benötigt	39
11.2.3 <i>Mauern</i>	39
a) Mauern inkl. Anzug müssen als Flächen vorliegen	39
b) Mauerabsätze infolge unterschiedlicher Mauerhöhe müssen erfasst sein	40
11.2.4 <i>Bodenbedeckungsfläche ‚Gebäude‘ beinhaltet auch die ‚übrigen_Gebäudeteile‘</i>	40
11.2.5 <i>Mangelnde Aktualität, uneinheitlich erfasste Objekte und Erhebungsfehler</i>	40
11.2.6 <i>Weitere fehlende oder nicht 3D-konforme Objektdefinitionen in der AV</i>	40
a) Terrestrisch nicht einsehbare innere Fassaden	40
b) übriger_Gebäudeteil im Kt. BS im DM.01 als ‚innenliegendeFassade‘ attribuiert	40
c) Unterstände werden im Kt. BS in der Topic Bodenbedeckung als Objekt ‚Gebäude_offen‘ geführt	41
11.2.7 <i>Ungerichtete Dachflächenelemente</i>	41
11.3 STRUKTURIERUNG DER OBERFLÄCHENOBJEKTE MITTELS DER NIVEAUWERTEBEREICHE	41
11.4 MATHEMATISCHE PROBLEME	42
11.4.1 <i>Kreis und Kreisbogen</i>	42
11.4.2 <i>Objektkoordinaten</i>	42
11.4.3 <i>Verschnitt von Gebäude-Grundrissflächen mit überlappenden oder fehlenden Dachinformationen</i>	42
a) Angebaute Flachdachbauten mit reduzierter Gebäudehöhe	42
b) Alle Dachflächen liegen vollständig innerhalb der Grundrissfläche	43
c) Überlappende Dachflächen	43
11.4.4 <i>Höhenkoten als horizontaler Bezugshorizont</i>	43
11.5 RATIONALISIERUNG DER FELD-ERSTERHEBUNG UND DER OBJEKTMODELLIERUNG	43
11.6 ERSTELLEN VON RICHTLINIEN UND ANLEITUNGEN	44
12. ORGANISATION UND EINGESETZTES PERSONAL	44
13. NEUE 3D-PRODUKTE	45
13.1 DTM-AV UND DOM ALS HÖHENPUNKTGITTER UND RELIEFSCHATTIERUNG	45
13.1.1 <i>DTM-AV-Grid und digitales Oberflächenmodell (DOM)</i>	45
13.1.2 <i>Reliefschattierung</i>	46

13.2 DXF_3D DATENABGABE MITTELS ‚GEOBAU_EO_3D‘	47
13.3 3D-PDF	48
14. BEREITSTELLUNG DER TOPIC ‚EINZELOBJEKTE_3D‘	49
14.1 BEREITSTELLUNG NACH BENUTZERGRUPPEN	49
14.1.1 <i>Spezialisten und individuelle Nutzer</i>	49
14.1.2 <i>GIS-Anwender auf Stufe MapServer</i>	50
14.1.3 <i>Internet-Anwender auf Stufe GeoViewer</i>	51
15. DOKUMENTATION DER DURCHGEFÜHRTEN ARBEITEN UND DES AUFWANDES	52
15.1 ENTWICKLUNGSARBEITEN	52
15.1.1 <i>Generelles</i>	52
15.1.2 <i>Anpassung des VR-GI-Modelers durch Markus Meier</i>	52
15.1.3 <i>Erstellen der notwendigen Interlis_3D-Tools durch die Firma InfoGrips</i>	52
15.2 ERSTERHEBUNG	52
15.2.1 <i>Fotogrammetrische Arbeiten</i>	52
15.2.2 <i>Terrestrische Ersterfassung im Dorfgebiet</i>	52
15.2.3 <i>Terrestrische Erfassung im Gebiet St. Chrischona</i>	53
15.3 NACHFÜHRUNG	53
16. WELCHE FRAGEN DER ARG 3D-AV WURDEN NICHT BEANTWORTET	53
17. ZWISCHENBERICHTE UND STAND DER ARBEITEN	54
17.1 STAND DER ARBEITEN AM 30. SEPTEMBER 2005	54
17.2 STAND DER ARBEITEN VOM 31. DEZEMBER 2005	54
17.3 STAND DER ARBEITEN UND ZWISCHENBERICHT VOM 28. FEBRUAR 2006	54
17.3.1 <i>Vertrag</i>	54
17.3.2 <i>Personaleinsatz und Ausbildung</i>	54
17.3.3 <i>Bestandesaufnahme / Stand der Arbeiten</i>	54
17.3.4 <i>Erkenntnisse</i>	55
17.3.5 <i>Getroffene Massnahmen</i>	55
17.4 STAND DER ARBEITEN UND ZWISCHENBERICHT VOM 8. SEPTEMBER 2006	55
17.4.1 <i>Vertrag</i>	55
17.4.2 <i>Personaleinsatz und Ausbildung</i>	55
17.4.3 <i>Stand der Arbeiten</i>	56
a) <i>Stand der terrestrischen Felderhebungen</i>	56
b) <i>Stand der Richtlinien für die DXF 3D-Objektmodellierung mit dem VR-GI-Modeler</i>	56
c) <i>Stand Vorbereitung für die 3D-Objektmodellierung:</i>	56
d) <i>Stand der Arbeiten betreffend Nachführung der Topic EO_3D</i>	56
e) <i>Fotodokumentation</i>	56
f) <i>neue 3D-Produkte</i>	56
g) <i>Konversionsprogramme DXF_3D – Interlis_3D</i>	57
17.4.4 <i>Erkenntnisse</i>	57
17.4.5 <i>Getroffene Massnahmen</i>	57
17.5 STAND DER ARBEITEN UND ZWISCHENBERICHT VOM 9.11.2006	57
17.5.1 <i>Vertrag</i>	57
17.5.2 <i>Personaleinsatz und Ausbildung</i>	58
17.5.3 <i>Stand der Arbeiten</i>	58
a) <i>Stand der terrestrischen Felderhebungen</i>	58
b) <i>Stand der kantonalen Anleitungen für die Feld- und Modellierungsarbeiten</i>	58
c) <i>Stand Vorbereitung für die 3D-Objektmodellierung:</i>	58
d) <i>Stand der Arbeiten betreffend Nachführung der Topic EO_3D</i>	58
e) <i>Fotodokumentation</i>	58
f) <i>neue 3D-Produkte</i>	58
g) <i>Konversionsprogramme DXF_3D – Interlis_3D</i>	59
h) <i>Stand der Verifikationsarbeiten</i>	59

17.5.4 Erkenntnisse	59
17.5.5 Getroffene Massnahmen	59
18. SCHLUSSBEMERKUNGEN	60
18.1 ETAPPIEREN DER REALISIERUNG DER TOPIC ‚EINZELOBJEKTE_3D‘	60
18.2 OPTIMIERTE DATENHALTUNG	60
18.3 HAUPTKOSTENFAKTOREN BEI DER 3D-ERSTHEBUNG UND NACHFÜHRUNG	60
18.3.1 Qualität des bestehenden Vermessungswerkes	60
18.3.2 Detaillierungsgrad der Topic ‚Einzelobjekte‘	60
18.3.3 Integrationsgrad der 3D-Erhebungsprozesse in die bestehende Infrastruktur	60
18.3.4 AV-System	60
18.4 ERHEBUNGSAUFWAND IM VERGLEICH ZUR KOSTENSCHÄTZUNG IM 1. BERICHT DER ARG 3D-AV	61
18.5 FINANZIELLES	61
18.6 FAZIT	61
19. ANHANG	62
19.1 DIENSTLEISTUNGSVEREINBARUNG FÜR DAS 3D-PILOTPROJEKT BETTINGEN ZWISCHEN DER SWISSTOPO (V+D) UND DEM JUSTIZDEPARTEMENT BS (GVA)	62
19.2 OBJEKTKATALOG, DATENMODELL UND ERLÄUTERUNGEN DER ARG 3D-AV	62
19.2.1 Objektkatalog und Modell der ArG ‚3D-AV‘ vom 23.3.2006	62
19.2.2 Interlis: Datentypen zur Modellierung von 3D-Oberflächen	62
Erweiterungsvorschlag/Spezifikationen von Andreas Morf, ETH IGP)	62
19.2.3 Erläuterungen zum Datenmodell der ArG ‚3D-AV‘ vom 13.2.2006	62
19.3 KANTONALE DATENMODELLE FÜR DAS 3D-PILOTPROJEKT BETTINGEN	62
19.3.1 Datenmodell siehe 3D-AV-Modellierungsrichtlinien Kap. 19.5.1)	62
19.3.2 Datenmodell ‚GeoBau_EO_3D_BS‘ in DXF / Layerorganisation der ‚EO_3D_BS‘ für die Konvertierung ins Datenmodell DM.01-AV-BS-05D_3D vom 7.11.2006	62
19.3.3 Datenmodell ‚GeoStandard_BS_3D‘ / Layerorganisation für die Bereitstellung der 2D-AV-Basisdaten vom 30.11.2005	62
19.4 KANTONALE ANFORDERUNGEN AN DIE 3D-DATENERHEBUNG RESP. DATENKONVERTIERUNG	62
19.4.1 Anforderungen an die Erhebung des digitalen Geländemodells BS vom 2.7.1998	62
19.4.2 Anforderungen an die Erhebung der Dachlandschaften BS vom 31.1.2006	62
19.4.3 Anforderungen an die 3D-AV-Konversionsprogramme; DXF_3D > Interlis_3D / Interlis_3D > Interlis_2D / Interlis_3D > DXF_3D und Schape_3D vom 16.9.2005	62
19.5 KANTONALE RICHTLINIEN UND ANLEITUNGEN FÜR DAS 3D-PILOTPROJEKT BETTINGEN	62
19.5.1 3D-AV-Modellierungsrichtlinien, Version 2 vom 22.3.2006	62
19.5.2 Anleitung des GVA zur Ersterhebung der Höheninformationen der Topics ‚EO_3D‘ und ‚Höhen‘ Version 2 vom 6.11.2006	62
19.5.3 Anleitung des GVA zur Arbeit mit dem ‚Leica Geo-Office V3.00‘ Februar 2006	62
19.5.4 Anleitung des GVA für das ‚Leica TCRP1202‘-System vom Februar 2006	62
19.5.5 Anleitung des GVA zur Erfassung der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ und zur DXF-Generierung der 3D-Objekt-Oberflächenelemente (Anleitung ‚DXF_3D‘) vom 31.10.2006	62
19.6 BESCHREIBUNG DER ABLÄUFE UND DER ZU VERWALTENDEN DATEIEN	62
19.6.1 Prozess ‚Neustrukturierung der Originaldachflächen und Zuordnung der Gebäudegrundrissflächen‘	62
19.6.2 Prozess ‚Spezialfälle bei der Grundrissaufteilung‘	63
19.6.3 Prozess ‚DXF_3D-Generierung der Originaldach- und Gebäude-Elemente‘	63
19.6.4 ‚Prozess DXF_3D-Generierung der Elemente der Attikas, Dachaufbauten und der restlichen Einzelobjekte‘	63
19.6.5 Prozess ‚Generierung der Balkenelemente‘	63
19.6.6 Prozess ‚Konstruktion und Generierung der Vordach-Flächenelemente‘	63
19.7 MUSTERVORLAGE STATIONSprotokoll	64
19.8 MUSTERBEISPIEL TECHNISCHES NACHFÜHRUNGSDOKUMENT (MUTATIONSHANDRISS)	65
19.9 NORMIERUNG VON AV-EO-OBJEKTDEFINITIONEN	66
19.9.1 Treppen	66

19.9.2 <i>Abtrennung der übrigen Gebäudeteile</i>	66
19.10 BOGENPROBLEME IN DER DRITTEN DIMENSION	67
19.11 STATISTISCHE ANGABEN ZUR ERSTERHEBUNG UND ZUR PERIODISCHEN NACHFÜHRUNG	70
19.11.1 <i>Anzahl Elemente</i>	70
19.11.2 <i>Feldaufwand</i>	70
19.11.3 <i>Modellierungsaufwand</i>	71
19.12 STATISTISCHE ANGABEN ZU DEN FOTOGRAMMETRISCH AUSGEWERTETEN DACHFLÄCHEN	72
<i>Differenznachweis zwischen der terrestrischen Verifikation und den fotogram-</i>	72
<i>metrisch ausgewerteten Dachflächen</i>	72
19.13 NEUES 3D-DATENMODELLE ‚GEOBAU_3D‘	73

1. Einleitung

Am 7. Februar 2006 wurde das Grundbuch- und Vermessungsamt von der swisstopo beauftragt in Bettingen ein 3D-AV-Pilotprojekt gemäss dem Vorschlag und den Vorgaben der Arbeitsgruppe ‚3D-AV‘ (ArG 3D-AV) der Technischen Kommission der kantonalen Vermessungsämter (TK KKVA) durchzuführen.



Abb. Pilot-Gemeinde Bettingen mit einer Gebietsfläche von 225 Hektaren und 1'200 Einwohnern

Der vorliegende Bericht hält fest, wie die neue Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ der Amtlichen Vermessung in der Landgemeinde Bettingen realisiert worden ist, welche Rahmenbedingungen berücksichtigt worden sind und welche Zielsetzungen mit dem Pilotprojekt erreicht werden konnten.

Er zeigt, wie die dreidimensionalen Daten vorgehalten, nachgeführt und bereitgestellt werden. Die mehrjährigen 3D-Erfahrungen des Grundbuch- und Vermessungsamtes sind in dieses 3D-Projekt eingeflossen. Im Weiteren wurden auch die Anforderungen der kantonalen Amts- und Fachstellen, welche auf diese Daten zur Erfüllung ihrer gesetzlichen Aufträge angewiesen sind berücksichtigt.

Die Angaben über die 3D-Datennutzung beziehen sich auf das heutige 3D-Stadtmodell, das bereits kantonsweit erstellt ist und in einem DXF-Datenmodell geführt wird.

Das Realisierungskonzept gemäss der Vereinbarung mit der swisstopo konnte weitgehend umgesetzt werden.

2. Ausgangslage

(Erneuerungsstand des Vermessungswerkes, Abweichungen zu DM.01 sowie Beschreibung Inhalt, Detaillierungsgrad und Vollständigkeit der Topic 'Höhen' und welche 3D-Datenbestände bereits vorhanden sind)

Bis Ende Dezember 2005 wurde das Vermessungswerk der Gemeinde Bettingen auf den Stand AV93 gebracht. Der Detaillierungsgrad und die Qualität des Datenbestands entsprechen den kantonalen Anforderungen. Es sind daher wesentlich mehr Einzelobjekte erfasst worden, als dies vom Bund vorgeschrieben wird.

Mit einem Konversionsprogramm lassen sich die bestehenden Daten, die zur Zeit noch im ADALIN-System im BSA-Modell vorgehalten werden, ins neue Datenmodell ,DM01AVBS05D' überführen. Dieses genügt den Anforderungen des Bundesmodells ,DM01AVCH24D'.

Das Genehmigungs- und Anerkennungsverfahren des Vermessungswerkes von Bettingen wurde anfangs 2006 abgeschlossen.

Das kantonale Datenmodell der neuen Topic ,Einzelobjekte_3D' wurde von der ArG 3D-AV genehmigt (ArG-Sitzung vom 23.3.2006).

Die Topic ,Höhen' wurde bereits vorgängig in den Jahren 1999-2002 erfasst und erfüllt die AV93-Anforderungen. Der Detaillierungsgrad der Geländekanten und der diskreten Einzelpunkte ist jedoch höher als dies vom Bund vorgeschrieben wird und entspricht den kantonalen Anforderungen für die fotogrammetrische Auswertung der Topic ,Höhen'.

Die Topic ,Höhen' wurde bis Ende Dezember 2005 aktualisiert und hat den Nachführungsstand ,Bildflug März 2005'.

Die Originaldachflächen sind flächendeckend über das Kantonsgebiet erfasst und werden periodisch nachgeführt. Der Detaillierungsgrad und die Qualität des Datenbestands entsprechen den kantonalen Anforderungen für die fotogrammetrische Auswertung der Dachflächen. Die Aktualisierung auf den Stand ,Bildflug März 2005' wurde im Dezember 2005 abgeschlossen.



Der Kanton Basel-Stadt verfügt über ein flächendeckendes 3D-Stadtmodell. Der primäre Inhalt besteht aus dem Geländemodell der Topic ,Höhen', den dachgerechten Gebäudemodellen, den Brücken und den Bäumen aus dem Baumkataster. Dem Geländemodell können die Orthofotos oder die gerasterten AV-Daten überlagert werden. Über den vielseitigen Einsatz wurde schon mehrfach berichtet.

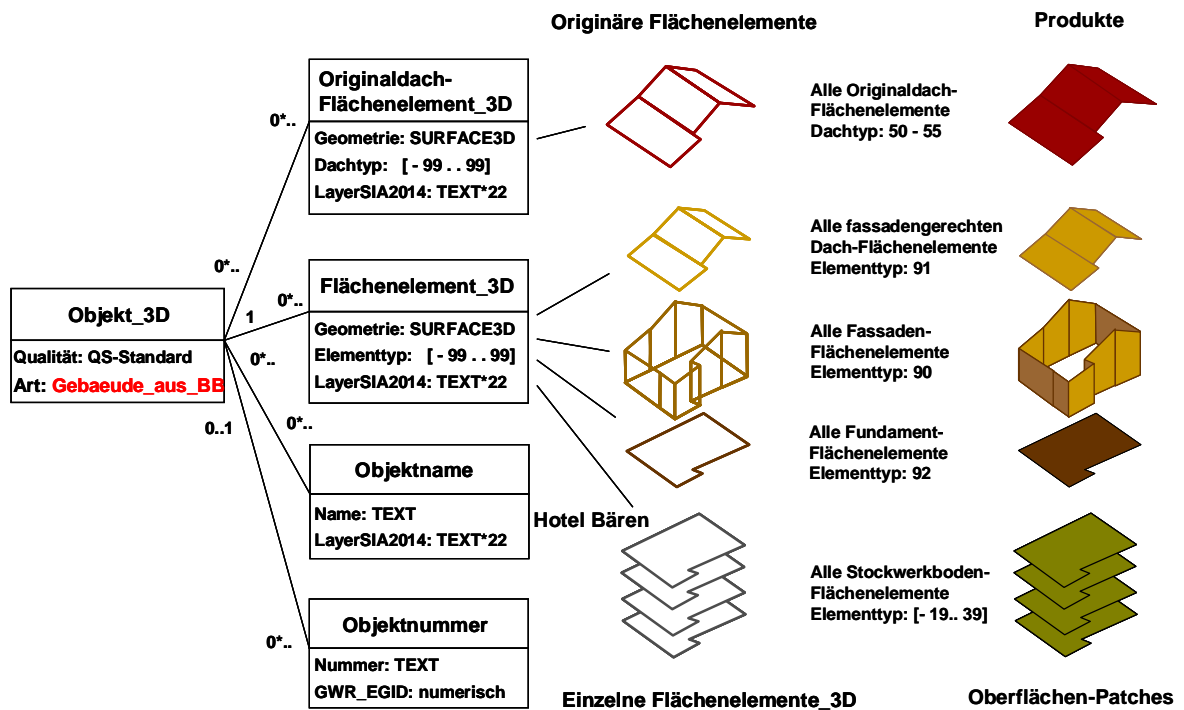
3. Realisiertes 3D-Datenmodell und realisierter 3D-Dateninhalt

(Datenmodell, Datenkatalog, Detaillierungsgrad inkl. Topic 'Höhen')

3.1 Das Datenmodell ,DM01AVBS05D_3D'

Das 3D-Pilotprojekt Bettingen basiert auf dem kantonalen Datenmodell ,DM01AVBS05D_3D'. Zugehörige Interlis-Beschreibung siehe Dokument ,3D-AV-Modellierungsrichtlinien, Version 2 vom 9. März 2006.

Die 3D-Objekt-Flächenelemente wurden mit Hilfe des Attributs ,Niveau' analog der nachstehenden Abbildung strukturiert.



3.2 Datenkatalog

Im Datenbestand von Bettingen sind die nachstehenden 3D-Objekte mit den zugehörigen Attributen erfasst worden:

- Originaldächer ab einer Länge von 3m
- Gebäude aus der Topic Bodenbedeckung
- Stockwerke
- Attikas
- Aufbauten
- Vordächer inkl. Front- und Untersicht-Flächenelemente
- Balkone inkl. Front- und Untersicht-Flächenelemente
- Gebäudedurchgänge und zurückversetzte Fassaden, falls in der Topic EO_2D erfasst
- unterirdische Gebäude
- Mauern
- wichtige Treppen
- freistehende Treppen
- Brunnen

3.3 Detaillierungsgrad BS

Die Anzahl der Einzelobjekte ist um mindestens das 10-fache grösser, im Vergleich zu einem realisierten Detaillierungsgrad gemäss Vorschlag der KKVA Arbeitsgruppe vom Juni 2006!

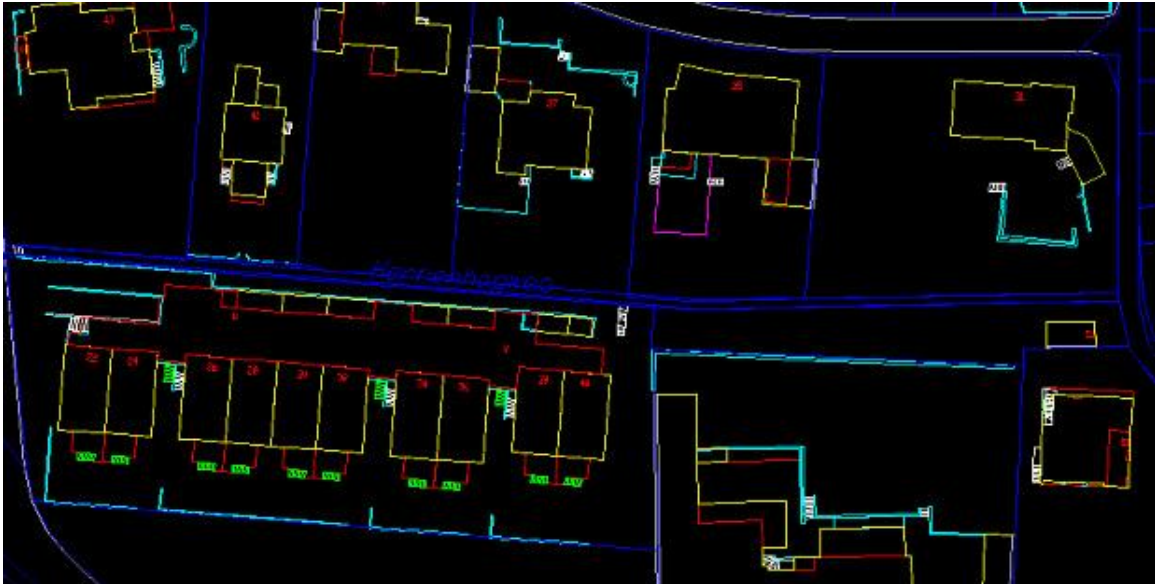


Abb. Detaillierungsgrad in der Gemeinde Bettingen

3.3.1 Detaillierungsgrad der Topic EO

Dieser ist in den kantonalen Richtlinien festgelegt.

Kantonale Abweichungen zu den KKVA-Richtlinien:

- Eingangsüberdachungen werden erfasst (KKVA keine Erfassung)
- Einzelne Balkone werden erfasst (KKVA keine Erfassung)
- Mauern werden ab einer Höhe von 0.4m erfasst (KKVA ab 1m)
- Mauern zur Gartengestaltung, Erhebung ab einer Höhe von 1.2m (KKVA keine Erfassung)
- Treppen entlang von Gebäuden ab 1.5m werden erfasst (KKVA keine Erfassung)
- Treppen im Vorgartenareal ab 1m (KKVA keine Erfassung)
- Zusätzlich als Pilot-Erweiterung: Erfassung der Stockwerke

Fazit:

Nach den KKVA-Richtlinien wären in vorstehender Abbildung nur 6% der EO-Objekte (exkl. Stockwerke) erfasst:

- 12 Balkon erhoben, nach den Richtlinien keine Erfassung
- 22 Mauern erhoben, nach den Richtlinien würden 4 erfasst.
- 32 Treppe erhoben, nach den Richtlinien keine Erfassung
- 72 Stockwerke wurden zusätzlich erhoben.

3.3.2 Detaillierungsgrad der Topic ‚Höhen‘

a) Detaillierungsgrad der Geländekanten

Der Detaillierungsgrad der Geländekanten ist in den kantonalen Anforderungen an die Erhebung des digitalen Geländemodells festgelegt.

Dieser entspricht den AV93-Anforderungen.

b) Detaillierungsgrad der Gelände-Detailkanten

Im Pilotprojekt wurden zusätzliche Detailkanten entlang von Stützmauern und hinterfüllten Mauern ab 80cm sowie entlang von Treppen, welche im Gelände verlaufen erfasst. Diese Kantenart wird nur mit dem System MicroStation verwaltet. Das kantonale Datenmodell DM.01 wurde nicht erweitert. Eine Erweiterung ist jedoch vorgesehen.



c) Detaillierungsgrad der Gelände-Aussparkanten

Das Geländemodell der Topic ‚Höhen‘ wurde im Pilotprojekt um die Kantenarten Aussparkante_Gebäude, Aussparkante_Treppe, Aussparkante_unterird_Zugang und generalisierte_Kante erweitert. Begründungen siehe Kap. 10).

Diese Kantenarten werden nur mit dem System MicroStation verwaltet. Das kantonale Datenmodell DM.01 wurde nicht erweitert. Eine Erweiterung ist vorgesehen.

4. Festsetzungen, Massnahmen, verwendete Richtlinien und Anleitungen

(Hinweis auf die verwendeten Erhebungs- und Modellierungsrichtlinien, Beschreibung der Festlegungen betreffend Dateninhalt und Datenmodellierung, Genauigkeitsanforderungen insbesondere auch für die Auflösung der 2D-Bogenelemente, organisatorische Massnahmen)

4.1 Weisungen, Richtlinien und Anleitungen

Die Ersterhebung der Höheninformationen und die Datenmodellierung erfolgten im Pilotprojekt nach den kantonalen Richtlinien, Weisungen und Anleitungen, die speziell für dieses Projekt erstellt worden sind.

4.2 Festsetzungen betreffend 3D-Objektmodellierung

Für die 3D-Objektmodellierung wurden folgende Festsetzungen getroffen:

4.2.1 Festsetzung von Standardwerten für EO-Objekthöhen < 1m

Für das 3D-Pilotprojekt Bettingen sind bei der Generierung der Flächenelemente die nachstehenden Standard-Werte berücksichtigt worden:

- Die Frontflächenhöhe bei Hauptdachflächen beträgt generell 30cm.
- Die Frontflächenhöhe bei Dachflächen von Unterständen und Vordächern beträgt 25cm.
- Die Fassadenwandstärke bei offenen Gebäuden beträgt 20cm und bei Unterständen 8cm.
- Die Untersicht der Fundamentplatte eines Gebäudes oder einer unterirdischen Baute liegt generell 50cm tiefer als die tiefstgelegene Untergeschoss-Bodenhöhe.
- Die Quaderhöhe einer Stufe einer Freitreppe beträgt generell 30cm. Sind die einzelnen Stufen höher, so müssen diese separat modelliert werden.
- Die Quaderhöhe einer Stufe einer wichtigen oder freistehenden Treppe beträgt generell 20cm. Sind die einzelnen Stufen höher, so müssen diese separat modelliert werden.
- Die Balkonplattenhöhe beträgt generell 15cm, eine allfällige Brüstungshöhe 85cm ab Balkonboden (Aufsicht).
- Mauerabsätze unter 30cm werden nicht erfasst. Es ist die massgebende Mauerhöhe zu erfassen.

Bei der Erhebung der Detailkanten entlang der Einzelobjekte der Topic ‚Höhen‘ wurde folgende Modellierung des Geländemodells vorausgesetzt:

- Alle Gebäude, alle Kellertreppen, Einfahrtsrampen zu unterirdischen Gebäuden, Tunnelportale, Unterführungen etc. werden mit sogenannten ‚Aussparflächen‘ im Geländemodell freigestellt, d.h. eine detaillierte Geländemodellierung innerhalb dieser Flächen entfällt (daraus resultieren wesentliche Einsparungen).

4.2.2 Einschränkungen betreffend Dateninhalt:

Die Datenmodellierung wurde unter Berücksichtigung der nachstehenden inhaltlichen Einschränkungen realisiert:

- Im Pilotprojekt Bettingen werden bei den ‚Gebäuden_aus_BB‘ anstelle der fassadengerechten Dachflächenelemente (Elementtyp 91 resp. Niveauwert 91) generell die Dachlinien (= 3D-Umrisslinie aller fassadengerechten Dachflächenelemente mit gemeinsamen Kanten) erfasst. *Begründung:* Die Dachlinien werden von der Lärmfachstelle im eingesetzten 3D-GIS als Gebäude-Basisdaten verwendet, d.h. die Dachflächen und Fassaden werden vom System aus den Dachlinien und dem Geländemodell direkt erstellt. Die fassadengerechten Dachflächenelemente werden daher nicht benötigt. Das Lufthygieneamt beider Basel benötigt nur die Originaldachflächen. Eine zusätzliche Verwaltung der fassadengerechten Dachflächen (Niveauwert 91) nur aus modelltechnischen Gründen ist zur Zeit nicht

opportun, da von der V+D zur Prüfung der 3D-Pilotdaten bis jetzt kein Interlis_3D-Checker entwickelt worden ist, mit welchem die Modellkonsistenz überprüft werden könnte.

- Bei den Attikas, den Dachaufbauten und den Vordächern werden ebenfalls keine Aufsichtflächen erfasst, da diese mit den Dachflächenelementen identisch wären. Siehe auch unten. Eine zusätzliche Führung redundanter Flächenelemente nur aus Modellgründen macht im Pilotprojekt Bettingen wenig Sinn.
- Die Stockwerke werden nur bei den ‚Gebäuden_aus_BB‘ erfasst. In der Regel entspricht die Gesamtheit aller einzelnen Bodenflächenelemente eines Stockwerks der Gebäudegrundrissfläche aus der Bodenbedeckung. Ausgenommen sind die Stockwerkflächen der Dachstockausbauten und der Attikas. Die Höhenlage der Stockwerke wurde generalisiert erfasst (EG-Eingangshöhe + Stockwerkhöhen).
- Die Fassaden der Attikas und der Dachaufbauten werden aus den Dachtraufenlinien (3D-Umrisslinie aller Original-Dachflächenelemente mit gemeinsamen Kanten) und den darunter liegenden Hauptdachflächen (= Originaldachflächenelemente des Dachtyps 50-55) generiert. Es werden daher keine Untersicht-Flächenelemente (Elementtyp 92) erfasst.
- Balkone werden ohne Stockwerkattribute geführt.
- Die fotogrammetrisch erfassten Vordächer werden in der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ nicht gespeichert, da sie nur teilweise und oft ungenügend erfasst werden konnten. Die Original-Vordachflächen werden aus den Vordachlinien erstellt.
- Die Fassaden von Fassadenanbauten (uebriger_Gebaeudeteil), die bis zum Terrain reichen, werden mit Hilfe des DTM der Topic ‚Höhen‘ generiert. Die Untersicht-Flächenelemente werden nicht erfasst.
- Dachflächen von Kleinbauten, die nicht Bestandteil der AV sind, werden nur als Originaldachflächen geführt. Bei Bedarf werden die Fassaden aus den Dachtraufenlinien und dem DTM der Topic ‚Höhen‘ generiert. Untersicht-Flächenelemente werden keine erstellt.
- Die vertikalen Wände der Mauern werden ausschliesslich aus den Aufsicht-Flächenelementen und dem DTM der Topic ‚Höhen‘ oder mit einer fixen Mauerhöhe (Objekthöhe) generiert. Die Untersicht-Flächenelemente werden nicht erfasst.

4.2.3 Qualitätsanforderungen

Die Qualitätsanforderungen sind in der kantonalen Verordnung über die Amtliche Vermessung (VOAV) festgelegt.

4.2.4 Konversion der Bogenelemente in Geradenelemente

Vor der Überführung in die dritte Dimension sind alle 2D-AV-Bogenelemente mit einer max. Pfeilhöhe von 5cm in Geradenelemente konvertiert worden.

4.3 Organisatorische Massnahmen

Da in Bettingen der Detaillierungsgrad und die Objektdefinitionen der Einzelobjekte sehr heterogen waren, wurde im Vorfeld der Ersterhebung der Höheninformationen der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ eine periodische Nachführung (PNF) durchgeführt. Diese war nicht Bestandteil des Pilotprojektes.

5. Vorbereitende Massnahmen

(Durchgeführte System-Evaluationen, Hinweis auf realisierte Programmentwicklungen, Beschreibung der Schnittstellen, der Datenaustauschmodelle und der Codes-Tabellen, Stationsprotokolle und Ausgestaltung der Technischen Dokumente, Infos über die notwendige Weiterbildung und Personalschulung)

5.1 System-Evaluation für den Feldebetrieb

Die durchgeführte Systemevaluation wird hier nur in Kurzform beschrieben und hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

5.1.1 System MAP500 (swissat)

Das System Map500 ist beim GVA für die Erhebung der Allmend-Einbauten und der oberirdischen Leitungskatasterobjekte im Einsatz. Das MAP500 ist auf einem Tablet-PC installiert und über Funk mit dem Leica-System 1100 verbunden. Die Steuerung des Theodoliten wird über das MAP500-System sichergestellt. Die Datenregistrierung (Geometrie-Elemente) erfolgt direkt über den Tablet-PC.

Der eingesetzte Tablet-PC ist veraltet, die Registrierung entsprechend langsam (45 Sekunden pro Messung). Für den Einsatz im Pilotprojekt Bettingen zur Erfassung der Höheninformationen eindeutig zu langsam.

Das System MAP500 könnte optimal für die Erfassung der 3D-Höheninformationen eingesetzt werden, wenn es auf einem neuen und damit schnellen Tablet-PC installiert würde.

Aus Supportgründen der Lieferfirma wurde jedoch auf ein generelles Update verzichtet.

5.1.2 System MobileMatrix (Geocom, bis anfangs 2005 Firma Leica)

Das System MobileMatrix wurde im Herbst 2004 beim GVA pilotiert. Das System wäre für den Feldeinsatz beim GVA geeignet gewesen, wenn die Bogenelemente in DXF hätten ausgegeben werden können. Dies war jedoch nicht möglich und deshalb wurde auf eine Beschaffung verzichtet.

Das System wird seit anfangs 2005 von der Firma Geocom vertrieben. Die Ausgabe von DXF-Bogenelementen wird über ein Konvertierungsprogramm sichergestellt. Das System MobileMatrix wurde daher im Oktober 2005 inkl. einem neuen Tablet-PC und einer Funkausrüstung für die Datenübertragung mit dem Leica TCPR1202-System beschafft. Das Handbuch für das System MobileMatrix wurde jedoch erst nachträglich Mitte Februar 2006 geliefert. Ohne Handbuch war eine Inbetriebnahme des MobileMatrix nicht möglich!

Für die Felderhebung im Pilotprojekt Bettingen musste daher eine Zwischenlösung mit dem Leica TCPR1202-System ohne MobileMatrix realisiert werden.

5.1.3 System TachyCAD (kubit)

Das System TachyCAD der Firma kubit (Dresden) ist ein Zusatz-Tool zum AutoCAD, das eine direkte Kommunikation mit dem Leica-System 1100 oder 1200 ermöglicht. Die Steuerung des Leica-Systems erfolgt direkt vom Tablet-PC aus und die Daten können direkt mit dem System AutoCAD erfasst werden.

Der Vorteil dieser Systemkombination liegt darin, dass das AutoCAD ein echtes 3D-CAD-System ist und die Erfassung direkt 3D-visualisiert werden kann.

Das System ist im Kanton BS bei der Denkmalpflege und der Bodenforschung im Einsatz. Das TachyCAD wurde beim GVA einen Tag lang ausgetestet.

Auf eine Beschaffung wurde vorerst verzichtet, da das MobileMatrix beschafft worden ist, mit dem Ziel das GIS-System MAP500 zu ersetzen.

5.1.4 System Griffel (HHK Datentechnik)

Das System Geograf, die Büro Version von Griffel, wurde vom Praktikanten A. Peuckert während seinem 6-monatigem Praktikum eingesetzt. Das System ist auf das deutsche Katasterwesen zugeschnitten und müsste auf jenes der Schweiz angepasst werden (primär fehlt die Interlis-Schnittstelle).

Die Software eignet sich ebenfalls für die Erfassung der Höheninformationen und für die 3D-Nachführung.

5.2 Evaluation von 3D-Modellierungssoftware

5.2.1 DILAS (Geonova)

Das Dilas-System der Firma Geonova arbeitet mit der MicroStation als CAD_3D-Konstruktionswerkzeug. Das System ist primär auf die Neuerstellung eines 3D-Datenbestandes ausgerichtet. Eine automatisierte 3D-Überführung des 2D-AV-Datenbestandes mit einer zusätzlichen Höheninformation ist nicht möglich. Zudem fehlt eine Interlis_3D-Schnittstelle.

5.2.2 CityGRID (Geodata)

Als Alternative wurde ebenfalls das System ‚CityModeler‘ der Firma Geodata (Wien) in Betracht gezogen. Aber auch dieses System unterstützt die automatisierte Überführung des 2D-AV-Datenbestandes zu wenig. Die Interlis-Schnittstelle fehlt. Das System arbeitet mit ähnlichen Modulen wie sie vom VR-GI-Modeler bereitgestellt werden.

Das System hat einen grossen Vorteil, es ermöglicht die zusätzliche Bearbeitung und Verwaltung von Laserscan-Daten. Im Kanton BS ist der Einsatz von terrestrischem Laserscanning zur Zeit aber noch kein Thema.

5.3 Entwicklung von 3D-Modellierungssoftware

5.3.1 Erweiterung und Anpassung der bestehenden Lösung beim GVA

Der **Einsatz der Systeme MicroStation (Bentley)** und **AutoCAD (AutoDesk)** ergänzt mit dem **VR-GI-Modeler (Markus Meier, Winnipeg, Kanada)** stehen beim Grundbuch- und Vermessungsamt seit 1998 zur Verfügung und haben sich bewährt.

Mit dem VR-GI-Modeler wurden jene 3D-Modellierungsprobleme gelöst, welche mit Standard-Software nicht gelöst werden konnten. Dies waren unter anderem:

- Auflösung der Bogenelemente von 2D-AV-Flächenobjekten in Geradenelemente mit frei wählbarer max. Pfeilhöhe (Der GeoShop löst dieses Problem ungenügend).
- 3D-Überführung von horizontalen 2D-Grundrissflächen durch Verschnitt mit 3D-Punkten.
- Generierung der 3D-Flächenelemente auf einen Bezugshorizont, welcher durch einen 3D-Punkt (Fundament-, Deckenhöhe etc.) charakterisiert wird.
- Generierung und Ausgabe von ‚wasserdichten‘ und gerichteten Auf-, An- und Untersichten.
- Optimierte Generierung von DTM-AV- resp. DOM-Rasterdaten im ESRI-Format mit beliebiger Rasterweite aus der Dreiecksvermaschung des DTM-AV-Kantenmodells resp. aus den Aufsicht-Flächenelementen der 3D-Objekte und den Original-Dachflächen.
- Richten von Normalenvektoren von 3D-Flächenelementen.
- Konversion von Objektkoordinaten in ‚HKoord‘ (Landeskoordinaten).
- etc.

5.3.2 Entwicklung der Interlis_3D-Schnittstellenprogramme

Auf dem Markt sind z.Z. keine Interlis_3D-Tools verfügbar. Diese mussten neu entwickelt werden.

Das GVA erstellte den Anforderungskatalog, die Zuordnungsalgorithmen und die Testdaten für die Entwicklung der Interlis_3D-Tools ‚DXF_3D > Interlis_3D‘, ‚Interlis_3D > Interlis_2D‘ und

,Interlis_3D > DXF_3D' und ,Interlis_3D > Shape_3D' und gab die Entwicklung der Firma InfoGrips, Zürich in Auftrag.

Siehe Dokument ,Anforderungen an die 3D-AV-Konversionsprogramme' vom 16. Sept. 2005.

Die Module des VR-GI-Modelers in Kombination mit dem ICS-Konversionsprogramm ,DXF_3D > Interlis_3D' haben den Vorteil, dass sie eine vollständig programmtechnische Überführung des 2D-EO-Datenbestandes inkl. der Gebäudedaten in die dritte Dimension mittels der zusätzlich erhobenen Höheninformation ermöglichen.

5.4 Schnittstellen, Datenaustauschmodelle und Codes-Tabellen

5.4.1 Fotogrammetrische Arbeiten

Das Bildmaterial, die Passpunkte (inkl. Aerotriangulation) sowie die Punktprotokolle wurden vom GVA bereitgestellt. Schnittstelle für die Passpunkte: ASCII-Punktdatei im GVA-,AFI'-Format.

Der Fotogrammeter lieferte die Geländekanten und die Dachflächen als DGN-Datei (MicroStation) gemäss den kantonalen Anforderungen für fotogrammetrische Arbeiten ab.

Die einzelnen Dachflächenelemente wurden in der nachstehenden Layerorganisation erfasst:

Hauptgebäude	Giebeldachfläche	Layer 50
	unsichere Dachflächen	Layer 51
	reine Überdachungsflächen	Layer 54
	Flachdachfläche	Layer 55
Aufbauten	Giebeldachfläche	Layer 60
	Flachdachfläche	Layer 61

5.4.2 Terrestrische Feldarbeiten

Die 2D-AV-Daten wurden für den Feldbetrieb über den GeoShop über die speziell erstellten DXF-Datenmodelle ,Feld200' oder ,Feld500' bereitgestellt (Beschreibung siehe Metadatenbank auf der Homepage des GVA).

Schnittstellen und verwendete Punkt-Code-Tabelle siehe Anleitung zur Ersterhebung der Höheninformationen der TopicS ,EO_3D' und ,Höhen'.

Die Höheninformationen aus der Felderhebung wurden für die 3D-Modellierung im DXF in der vorgegebenen Layerorganisation (die Layernamen der Knoten entsprechen der Punkt-Code-Tabelle) bereitgestellt.

5.4.3 Modellierungsarbeiten

Die 2D-AV-Daten wurden für die 3D-Modellierungsarbeiten über den GeoShop über das speziell erstellte DXF-Datenmodell ,GeoStandard_BS_3D' bereitgestellt (Beschreibung siehe Metadatenbank auf der Homepage des GVA).

Schnittstellen und verwendete Layerorganisation siehe Anleitung zur Erfassung der Topics ,Einzelobjekte_3D' und zur DXF-Generierung der 3D-Objekt-Oberflächenelemente (Anleitung ,DXF_3D').

5.4.4 Generierung der Topic ,Einzelobjekte_3D'

Die originären 2D-AV-Interlisdaten liegen im BSA-Datenmodell vor und wurden mit dem ICS-Konversionsprogramm ,BSA > DM.01' der Firma InfoGrips ins Datenmodell ,DM01AVBS05D' der Amtlichen Vermessung konvertiert und bereitgestellt.

Die neu modellierten DXF_3D-AV-Objektelemente wurden im Datenmodell ,GeoBau_EO_3D für die Interlis_3D-Konversion' aufbereitet. Siehe Kap. 19.3.2.

Die Layerorganisation wurde gemäss SIA Merkblatt 2014 aufgebaut und ermöglicht eine eindeutige Zuordnung der Layerinhalte zu den EO-Objekten resp. den Gebäudegrundrissflächen der Bodenbedeckung. Die Layernamen beinhalten zudem die Niveau-Attribute.

5.4.5 Herleitung der Topic ‚Einzelobjekte‘ aus der neuen 3D-Topic

Die Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ soll künftig die 2D-Topic ‚Einzelobjekte‘ ersetzen. Mit dem ICS-Konversionsprogramm ‚Interlis_3D > Interlis_2D‘ wurde nachgewiesen, dass die heutige Topic ‚Einzelobjekte‘ aus der neuen Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ hergeleitet werden kann.

5.4.6 GeoShop-Schnittstellen

An diverse Dauerbenutzer des GVA und an diverse Einzelbezüger muss die Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ direkt in DXF_3D und Shape_3D geliefert werden können. Um dies sicherzustellen wurde das ICS-Konversionsprogramm ‚Interlis_3D > DXF_3D / Shape_3D‘ erstellt.

Im DXF_3D können die Daten künftig in ‚GeoBau_EO_3D‘ (siehe Kap. 19.13) bezogen werden.

5.5 Stationsprotokolle und Ausgestaltung der Technischen Dokumente

5.5.1 Stationsprotokolle

Die Stationsprotokolle für 3D-Aufnahmen mit dem Leica TCRP1202-System wurden gemäss der Mustervorlage im Kap. 19.7) erstellt.

5.5.2 Technische Dokumente

Die GVA-Mutationshandrisse wurden gemäss der Mustervorlage im Kap. 19.8) erstellt.

5.6 Weiterbildung und Personalschulung

5.6.1 Das betriebliche Umfeld beim GVA

Das GVA arbeitet bereits seit mehreren Jahren im 3D-Bereich. Bei den Ingenieuren waren daher die notwendigen Grundkenntnisse bereits vorhanden.

Die Abläufe der Ersterhebung der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ wurden in die bestehende Infrastruktur der Amtlichen Vermessung integriert. Dadurch wurde der Einstieg des Personals in den 3D-Bereich ganz wesentlich vereinfacht.

Die eingesetzten Mitarbeiter verfügten alle über AutoCAD-Kenntnisse.

5.6.2 interne Weiterbildung

Die interne Weiterbildung und die Personalschulung nahm viel Zeit in Anspruch.

Da auf kein entsprechendes Schulungsmaterial zugegriffen werden konnte, mussten ausführliche Richtlinien, Anleitungen und Weisungen erstellt werden. (Siehe auch Kap. 19.5).

Das Ing.-Team wurde mit einer 2-tägigen internen Weiterbildung auf die neuen Aufgaben vorbereitet.

Der eingesetzte Geomatiker musste längere Zeit geschult werden. Die interne Ausbildung erfolgte in Etappen:

- Vorbereitung der Feldarbeit inkl. Einsatz des Leica TCRP1202-Systems, des Leica GeoOffice-Programms und des Tablet-PC's
- Ersterhebung der Höheninformationen, Felderhebung und Dokumentation der periodischen Nachführung gemäss dem neuen Detaillierungsgrad
- Vorbereitung der 3D-Objektmodellierung, Einsatz von AutoCAD und des VR-GI-Modelers sowie Durchführung der erforderlichen Qualitätssicherungsmaßnahmen.

Erschwerend wirkte sich aus, dass der Geomatiker als neuer Mitarbeiter den Betrieb und die internen Abläufe nicht kannte.

6. Eingesetztes Instrumentarium und verwendete Programme und Systeme *(Beschreibung der verwendeten Hard- und Software inkl. Fotogrammetrie)*

6.1 Fotogrammetrische Arbeiten

Die Luftbilder wurden vom Fotogrammeter mit einem betriebseigenen Instrument gescannt. Die Daten wurden in der MicroStation erfasst und im DGN-/DWG-Format geliefert.

6.2 Datenbereitstellung mit GeoShop als zentrale Geodatendrehscheibe

Der GeoShop wurde auch im Pilotprojekt Bettingen als zentrale Geodatendrehscheibe benutzt.

Der Bezug von 2D-AV-Daten erfolgte ausschliesslich über den GeoShop.

Die Bereitstellung der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ wird künftig über den GeoShop erfolgen. Die notwendigen ICS-Tools und Schnittstellen sind anlässlich des Pilotprojektes entwickelt und ausgetestet worden.

6.3 Feldbetrieb

- Einsatz von Leica TCRP1202-System
- Tablet-PC (Situationsdaten, Feldskizzen, Notizen, etc.)
- Leica Geo-Office zur Definition und Ausgabe der Stationsprotokolle sowie der originären 3D-Feldaufnahmen über ASCII- und DXF-Schnittstellen.
- PVER für die Bestellung der Fixpunkte (GVA-Feldsoftware)
- GeoShop für die Bestellung der Situationsdaten
- AutoCAD für die Erstellung der Technischen Dokumente (GVA-Muationshandriss)

6.4 Modellierung der 3D-Objekt-Elemente

- MicroStation: Modellierung der Geländedaten, Einsatz für die Bereitstellung der Dreiecksvermaschung des Geländemodells inkl. der Aussparflächen der Gebäude, der Einfahrten zu unterirdischen Gebäuden und der Treppen.
- AutoCAD: Vorbereitungsarbeiten für die DXF-3D-Elementgenerierung.
- VR-GI-Modeler: Einsatz für die Generierung aller Dach- und Deckenlinien sowie der 3D-Elemente. Normalisieren der fotogrammetrisch erfassten Dachflächenelemente.
- ICS-Konversionsprogramm ‚DXF_3D > Interlis_3D‘ (nutzt GeoShop-Funktionen) dienen zur Erstellung der neuen Topic ‚Einzelobjekte_3D‘.

6.5 Führen der Topic ‚Höhen‘

- Die MicroStation inkl. Zusatztools dienen zur Nachführung, Verwaltung und Bereitstellung der Topic ‚Höhen‘.
- Das ICS-Konversionsprogramm ‚DGN > Interlis‘ ermöglicht die Erstellung der Interlis-Topic ‚Höhen‘ aus den DGN-Daten der MicroStation und deren Bereitstellung über den GeoShop.

6.6 Erstellen und Bereitstellen von neuen 3D-Produkten

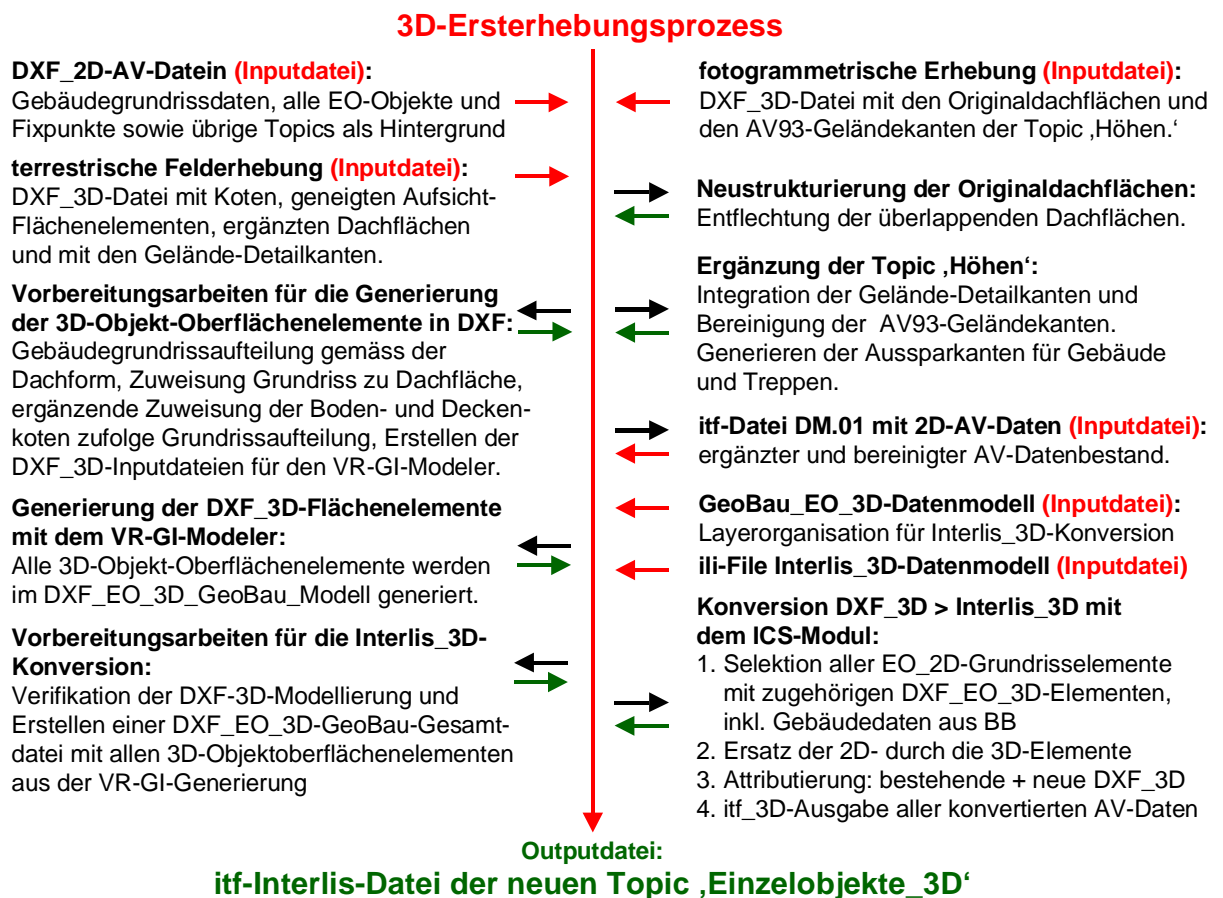
- MicroStation und Smartplant Review: GVA-interner Einsatz für die 3D-Produkterstellung wie Ausgabe von Einzelkoten, Höhenrastern, Höhenkurven, DTM-Dreiecksvermaschung sowie für Visualisierungen und Erstellung von AVI-Filmen, Überführung der DGN-Datei ins kml- resp. kmz-Format zur Abgabe von 3D-Objekten an Google Earth etc.)

- VR-GI-Modeler: Erstellung von beliebigem DTM-AV-Grid und DOM aus den 3D-Objekt-Flächenelementen und der Dreiecksvermaschung des DTM-AV. Erstellung von VRML-Szenen.
- ESRI ArcGIS: Erstellen von DOM- und DTM-AV-Hillshades
- Adobe 3D-Acrobat: Erstellen von 3D-PDF
- GeoShop und Dilas:
 - Bereitstellen von Orthofotos und AV-Rasterdaten zur Geländevisualisierung
 - Bereitstellen der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ in Interlis, DXF_3D und Shape_3D
 - Bereitstellen des aus der 3D-AV hergeleiteten 1m-DOM und 1m-DTM-Grid
 - Bereitstellen von DOM- und DTM-Grid-Schattierungen
- TerraVista und TerrainView: Bereitstellung von 3D-Produkten, primär Visualisierungen über den MAP-Server.

7. Ersterhebungsverfahren und Abläufe

(Beschreibung der Ersterhebungsmethode und der Verfahren für die Erfassung der Höheninformationen sowie für die Überführung der 2D-Daten in die dritte Dimension und die Verbesserung der InfoEbene 'Höhen')

7.1 Grober Ablauf der durchgeführten 3D-Ersterhebung zur Übersicht



Die Arbeitsprozesse und die Anforderungen an die Ersterhebung und die Datenmodellierung sind in den kantonalen Richtlinien, Weisungen, Anleitungen und Checklisten gemäss Kap 19.5) und 19.6) geregelt.

7.2 Fotogrammetrische Auswertungen

7.2.1 Auswerteverfahren

Die Originaldachflächen wurden vom Fotogrammeter konventionell als geschlossene DXF-3D-Polylinien (=3D-Flächen) und gemäss den vorgegebenen Anforderungen ausgewertet.

Fehlende Dachflächenelemente wurden terrestrisch ergänzt.

7.2.2 Neustrukturierung der Dachflächen

Basierend auf den AV-Gebäudeinformationen (BB_Grundriss, übriger_Gebäudeteil) und der terrestrischen Felderhebung (Vordach, Balkon, kein AV-Gebäude) wurden die Dachflächen in einem Zwischenschritt manuell in die DXF-Layerorganisation gemäss Kap. 5.2.1 der GVA-

Anleitung ‚DXF_3D‘ überführt. Damit konnten überlappende Dachflächen getrennt und die Grundrissflächen den Dachformen angepasst und zugewiesen werden.

Die Originaldachflächen der Dachaufbauten wurden entsprechend dem Grössenverhältnis und der Lage zum Grundriss den Attk- oder Dachaufbau-Layern zugewiesen. Die Orthofotos dienten als zusätzliche Informationsquelle.

7.2.3 Grobkontrolle der Planarität und Standardisierung der Normalenvektoren

Toleranzwerte für das Einhalten der Planarität der Dachflächen wurden von der Arbeitsgruppe nicht festgelegt. Mit dem VR-GI-Modeler wurden daher die Dachflächen nur auf Planaritätsfehler überprüft, die bei der Triangulation der Dachflächen (= Generieren von 3DFaces) zu Widersprüchen führten.

Von sämtlichen Dachflächen wurde die vorgegebene geometrische Definitionsrichtung (im Gegenuhrzeigersinn) mit dem VR-GI-Modeler überprüft. Falsche Definitionsrichtungen wurden vom VR-GI-Modeler direkt korrigiert.

7.2.4 Integration von zusätzlichen Laserscan-Daten in der Topic ‚Höhen‘

Ergänzende Gelände-Detaillkanten wurden nur im Baugebiet des Dorfbereiches terrestrisch erhoben. Detaillierte Angaben siehe Kap. 10).

Im Baugebiet der St. Chrischona und in den übrigen Gebieten wird in einem ergänzenden Pilotprojekt im Jahr 2007 untersucht, wieweit die fehlende Gelände-Detail-Information mit Hilfe von Laserscan-Daten abgedeckt werden kann.

7.3 Terrestrische Ersterhebung der Höheninformationen der EO-Einzelobjekte

7.3.1 Aufnahmeverfahren



Die Höheninformationen der EO-Einzelobjekte wurden mit Ausnahme der Dachlinien terrestrisch bestimmt.

Bei horizontalen Flächenelementen wurde in der Regel nur eine Höhenkote ermittelt.

Die Erhebung wurde nach der GVA-Anleitung ‚Ersterhebung der Höheninformationen der Topics Einzelobjekte_3D und Höhen‘ durchgeführt.

7.3.2 Spezielle Erhebungsverfahren

a) Stockwerkhöhen



Je Stockwerk-Flächenelement wurde eine Bodenkote bestimmt. Diese wurde anhand der EG-Eingangshöhe und der gemessenen Stockwerkhöhe berechnet. Versetzte Stockwerke wurden nicht erfasst (= generalisierte Erfassung). Die Höhenlage kann daher um eine halbe Stockwerkhöhe abweichen.

Kellerbodenhöhen wurden nur eingemessen, wenn ein direkter Zugang von aussen möglich war. In den übrigen Fällen wurde vorausgesetzt, dass die UG-Höhe den übrigen Stockwerkhöhen entspricht.

b) Höhen bei Durchgängen und bei zurückversetzten Fassaden



Bei Durchgängen und zurückversetzten Fassaden im Erdgeschoss wurden die Boden- und Deckenhöhen erfasst. Horizontale Flächen wurden mit einer Kote, die übrigen Elemente als 3D-Fläche eingemessen.

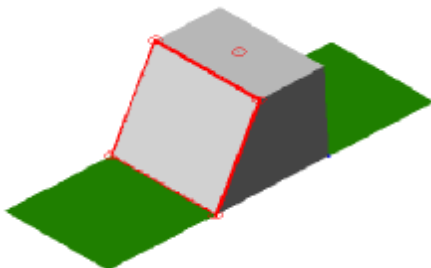
c) Höhen der übrigen Gebäudeteile

Bei Fassadenanbauten (Balkone, Erker) wurden die Höhen der Untersichten und bei Erkern zusätzlich auch die Dachflächen bestimmt. Horizontale Flächen wurden mit einer Kote, die übrigen Elemente als 3D-Fläche eingemessen.

Bei horizontalen Vordächern wurden die Aufsichtflächen mit einer Kote und bei geneigten Vordächern die 3D-Aufsichtfläche eingemessen.

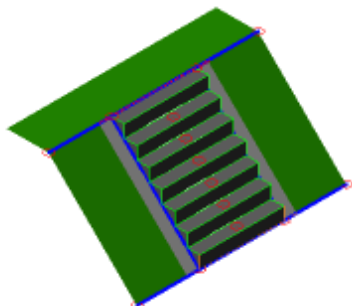
Horizontale Untersichten von geneigten Vordächern wurden mit einer Kote erfasst. Die übrigen Untersichten wurden mit den Standardvorgaben (einheitliche Dachstärke) gemäss Kap. 4.2.1) aus den Dach-Aufsichtselementen hergeleitet.

d) Anzugflächen der Mauern



Die Anzugflächen der Mauern wurden über die Mauerkronenhöhe (Abb. horizontal, daher mit Kote erfasst) und die Schnittlinien der Anzugflächen mit dem Gelände bestimmt. Auf die Ermittlung der Fundamenthöhen wurde verzichtet.

e) Treppenstufen



Bei Treppen wurde je Treppenstufe eine Kote erfasst.

7.4 Vorbereitungsarbeiten für die DXF-Generierung der 3D-Objektoberflächenelemente

Siehe dazu auch GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ Kap.5).

7.4.1 DXF-2D-Gebäudegrundrissflächen und EO-Elemente dienen als Basisdaten

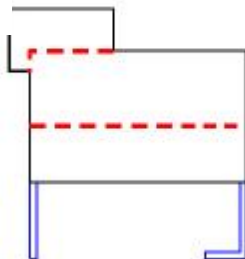
Die benötigten Gebäudegrundrissflächen der Topic ‚Bodenbedeckung‘ wurden über den Geo-Shop in DXF im Datenmodell ‚Geostandard BS 3D‘ aufbereitet und bereitgestellt.

7.4.2 Vollständigkeitskontrolle der 2D-Gebäudegrundrissflächen

Die Vollständigkeit der Gebäudedaten der Topic ‚Bodenbedeckung‘ wurde mit Hilfe der fotogrammetrisch erfassten Dachflächen überprüft. Allfällig fehlende AV-Gebäudegrundrissflächen wurden terrestrisch erhoben und im AV-Datenbestand nachgeführt.

7.4.3 Aufteilung der 2D-Gebäudegrundrissflächen

Gebäudegrundrissaufteilung + Dach- und Kotenzuweisung



Anhand der bestehenden EO-Linienelemente der übrigen Gebäudeteile sowie der Dachform wurden die Gebäudegrundrissflächen zusätzlich unterteilt. Die Strukturierung erfolgte gemäss dem nachstehenden Kapitel. Fehlende Boden- und Deckenkoten zufolge der Grundrissaufteilung

wurden neu festgelegt (Kopien von bestehenden Koten) und zugewiesen.

7.4.4 Strukturierung der DXF-2D-Gebäudegrundrissflächen

Die Layerorganisation der Gebäudegrundrissflächen wurde jener der Dachflächen angepasst. Siehe Kap. 7.2.2). Diese unterscheidet sich in der Layerbezeichnung nur durch den Zusatz ‚Grundriss‘. Damit ist eine eindeutige Zuweisung der Grundrissfläche zu den zugehörigen Dachflächenelementen über die Layerorganisation gewährleistet.

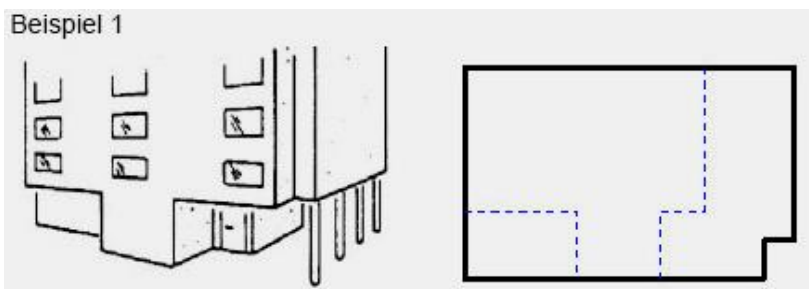


Abb. zur Erläuterung: Auszug aus der DXF-Layerorganisation

7.5 Generierung der 3D-Objektoberflächenelemente in DXF

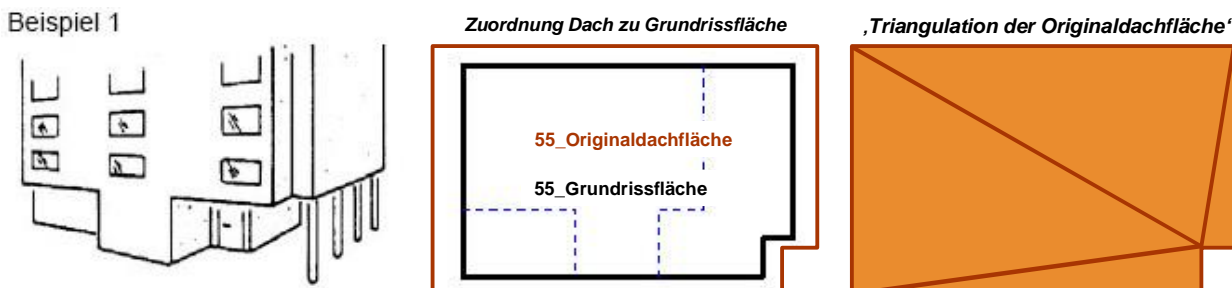
Mit Hilfe der EO-Grundrissflächen sowie den aufgeteilten Grundrissflächen der Gebäude, den Originaldachflächen und den im Feld erhobenen Höheninformationen wurden die Oberflächenelemente mit dem VR-GI-Modeler gemäss der GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ generiert.

Am Beispiel 1 der KKVA-Richtlinien ‚EO-Detaillierungsgrad‘ wird stellvertretend aufgezeigt, wie Gebäude mit ‚übrigen Gebäudeteilen‘ (im EG) generiert werden. Analog werden auch die übrigen Einzelobjekte modelliert.

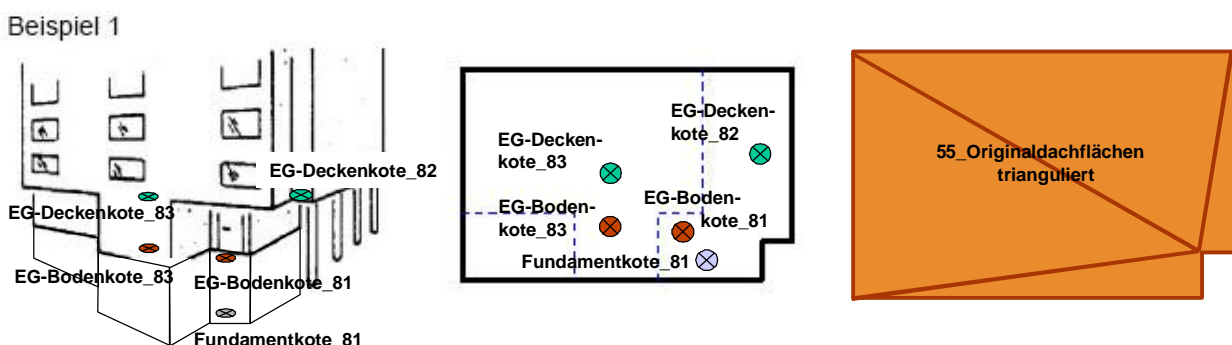


Vorbereitungsarbeiten:

- Zuordnung der Originaldachflächen (Bsp. Layer 55) zur Gebäude-Grundrissfläche mit dem System AutoCAD.
- Triangulation der Dachflächen = Erstellen des digitalen Höhenmodells (DHM) der Dachflächen. Durchführung mit dem VR-GI-Modeler gemäss Kap. 5.3) der GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘.



Als Höheninformationen werden benötigt:



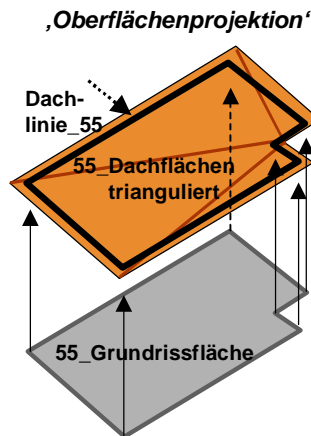
- die triangulierten Originaldachflächen; sie dienen zur Generierung der Dachlinie mit Hilfe der Gebäudegrundrissfläche. Mit der Dachlinie und der EG-Deckenkote_82 werden die Fassaden der Obergeschosse und die Untersicht (EG-Decke) generiert.

- Die EG-Bodenkote_83 und die EG-Deckenkote_83 des genutzten Innenraumes im EG, dienen der Generierung der Wandflächen des Erdgeschosses mit Hilfe der Elemente der übrigen Gebäudeteile.

- Die EG-Bodenkote_81 und die Fundamentkote_81, dienen der Generierung der Aufsicht (EG-Boden), der Wände des Untergeschosses und der Gebäudeuntersicht (Fundamentfläche).

Der einzelnen Generierungsprozesse sind in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

7.5.1 Generierung der Dachlinie (Schnitt BB_Fassaden mit den Originaldachflächen)



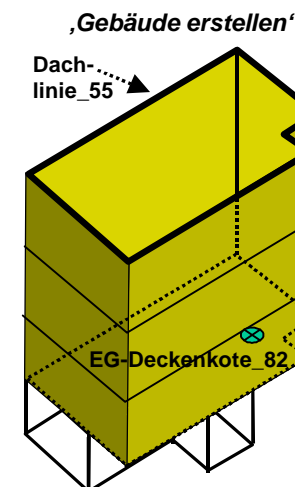
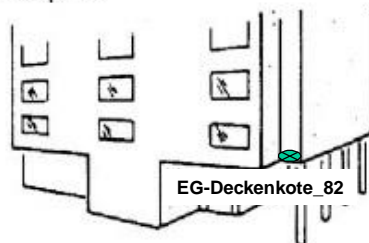
Die Dachlinien werden durch Projektion der Gebäudegrundrissflächen in die triangulierten Originaldachflächen generiert (VR-GI-Tool ‚Oberflächenprojektion‘).

Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ 6.1.1).

7.5.2 Generierung der Fassaden der Obergeschosse und der Untersicht (EG-Decke)

Benötigt werden die unter Kap. 7.5.1 generierte Dachlinie und die Deckenkote_82 des EG

Beispiel 1



Die Fassaden- und die EG-Deckenfläche (Untersicht) werden mit Hilfe der Dachlinie sowie der zugehörigen EG-Deckenkote generiert (VR-GI-Tool ‚Gebäude erstellen‘).

Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ 6.1.5a).

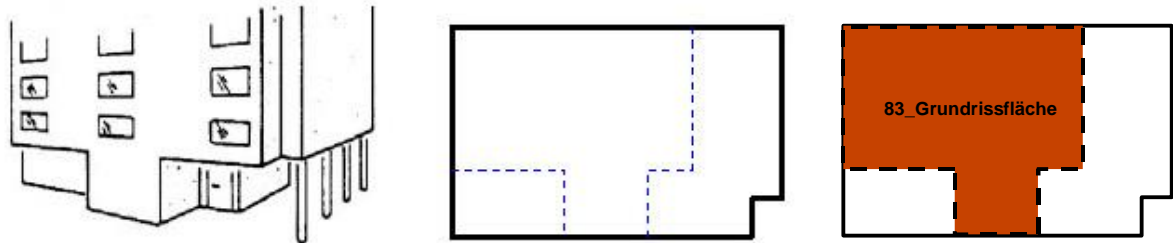
Anmerkung: Die Fassaden und die Untersicht (Fundamentfläche) der Gebäude ohne ‚übrige Gebäudeteile‘ (im EG) werden aus der Dachlinie und mit der Fundamentkote generiert.

Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ 6.1.4).

7.5.3 Generierung der Deckenlinien und der Fassaden von Gebäudedurchgängen und zurückversetzten Fassaden (im EG).

Vorbereitungsarbeiten mit dem System AutoCAD:

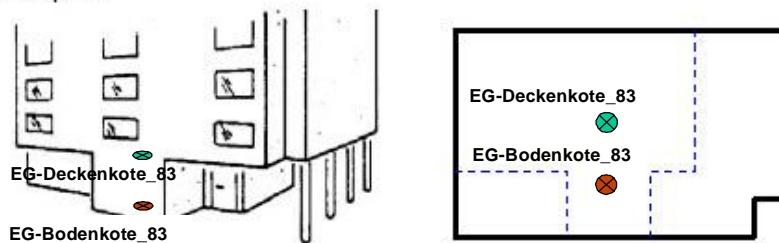
Beispiel 1



Aus den EO-Linienelementen der ‚übrigen Gebäudeteile‘ muss die 83_Grundrissfläche (rot) generiert werden.

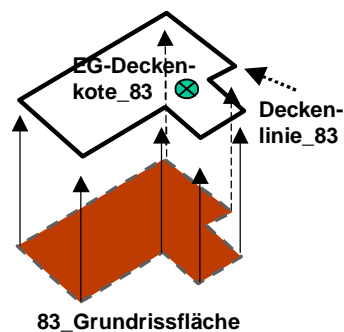
Benötigt werden die EG-Boden- und EG-Deckenkote_83 des genutzten Innenraumes im EG.

Beispiel 1



a) Generierung der EG-Deckenlinie

‚Projektion auf Punkt‘

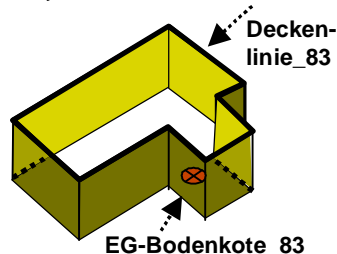


Die Deckenlinie_83 wird mittels der neu erstellten 83_Grundrissfläche des Innenraumes und der Deckenkote_83 generiert (VR-GI-Tool ‚Projektion auf Punkt‘).

Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ Kap. 6.1.5b).

b) Generierung der Gebäudefassaden des Erdgeschosses

‚Gebäude erstellen‘



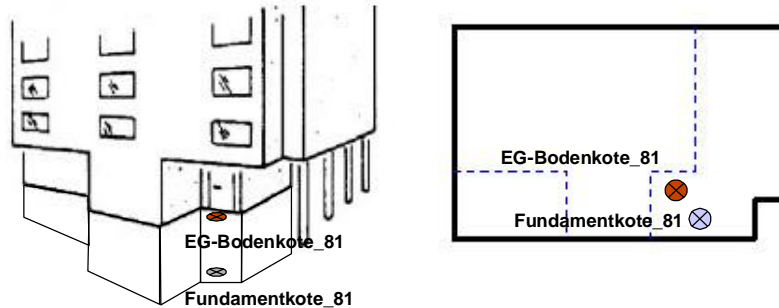
Die Fassaden des EG werden mittels der unter a) erstellten 83_Deckenlinie und der Bodenkote_83 generiert (VR-GI-Tool ‚Gebäude erstellen‘).

Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ Kap. 6.1.5c).

7.5.4 Generierung der Aufsicht (EG-Bodenfläche) und der Fassaden der Untergeschosse sowie der Untersicht (Fundamentfläche)

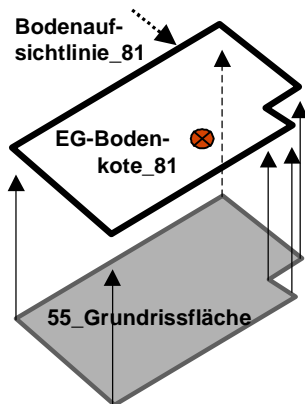
Benötigt werden die EG-Boden- und EG-Deckenkote_81 der Untergeschosse.

Beispiel 1



a) Generierung der EG-Boden-Aufsichtlinie

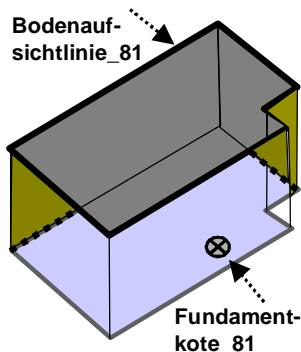
„Projektion auf Punkt“



Die Bodenaufsichtlinie_81 wird mittels der Gebäudegrundrissfläche und der EG-Bodenkote_81 generiert.
Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ Kap. 6.1.5d).

b) Generierung der Gebäudefassaden der Untergeschosse

„Gebäude erstellen“



Die Aufsicht (EG-Bodenfläche), die Fassaden der Untergeschosse sowie die Untersicht (Fundamentfläche) des Gebäudes werden aus der unter Kap. b) erstellten Bodenaufsichtlinie_81 und mit der Fundamentkote_81 generiert.
Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ 6.1.5e).

7.5.5 Generierung der Stockwerkflächen

Die Stockwerkflächenelemente wurden mit Hilfe der Gebäudegrundrissflächen und den Bodenkoten der Stockwerke generiert.

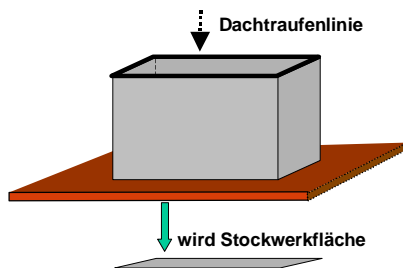
Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ Kap. 6.1.6).

7.5.6 Generierung der Flächenelemente der Fassadenanbauten

Die Flächenelemente der Fassadenanbauten und Vordächer wurden mittels der Grundrissflächen der übrigen Gebäudeteile und den erfassten Auf- und Untersichthöhen generiert.

Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ Kap. 6.4.1) Balkone und 6.4.2) Vordächer.

7.5.7 Generierung der Dachtraufenlinien und Fassadenelemente der Attikas



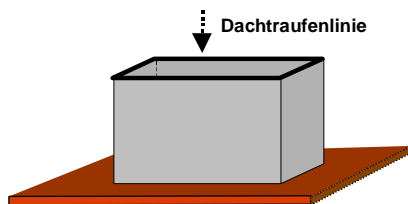
Im ersten Schritt wurden die Dachtraufenlinien der Attikas direkt aus den Originaldachflächen generiert.

Anschließend wurden die Fassadenflächenelemente mittels der Dachtraufenlinien und der darunterliegenden Hauptdachflächen als DHM generiert.

Die Attika_Stockwerkflächen wurden aus den Untersichtflächen generiert.

Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ Kap. 6.2).

7.5.8 Generierung der Dachtraufenlinien und Fassadenelemente der Aufbauten



Im ersten Schritt wurden die Dachtraufenlinien der Dachaufbauten direkt aus den Originaldachflächen generiert.

Anschließend wurden die Fassadenflächenelemente mittels der Dachtraufenlinien und der darunterliegenden Hauptdachflächen als DHM generiert.

Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ Kap. 6.3).

7.5.9 Mauern

Mit Hilfe der Mauergrundrissflächen und der im Feld erhobenen Koten wurden im ersten Schritt die Aufsichtflächenelemente der horizontalen Mauern generiert.

Die geeigneten Maueraufsicht- und die Maueranzugflächenelemente wurden mittels der Mauergrundrissflächen und der terrestrischen Höhenaufnahmen digitalisiert.

Die Wandflächen wurden mit Hilfe der Aufsichtflächen und dem Geländemodell generiert.

Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ Kap. 6.5).

7.5.10 Treppen

Im ersten Schritt wurden die Aufsichtflächen der Treppenstufen anhand der Stufengrundrissflächen und der im Feld erhobenen Koten generiert.

Im zweiten Schritt wurden die Front- und Untersichtflächen mit den festgelegten Standardwerten generiert.

Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ Kap. 6.6) wichtige Treppen, 6.7) Freitreppen und 6.8) freistehende Treppen.

7.5.11 unterirdische Gebäude

Mit Hilfe der Grundrissflächen und der im Feld erhobenen Deckenkoten wurden im ersten Schritt die Deckenlinien resp. die Deckenflächenelemente der horizontalen Decken generiert.

Die geeigneten Deckenelemente wurden mittels der Grundrissflächen und der terrestrischen Höhenaufnahmen digitalisiert.

Die Wand- und Fundamentflächen wurden mit Hilfe der Deckenflächenelemente und den Fundamentkoten generiert.

Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ Kap. 6.9).

7.5.12 Brunnen

Die Aufsicht-, Wand- und Fundamentflächenelemente der Brunnen wurden mit Hilfe der Grundrissflächen und der im Feld erhobenen Koten generiert.

Siehe GVA-Anleitung ‚DXF_3D‘ Kap. 6.11).

7.6 Verifikation der DXF_3D-Generierung und Erstellung der DXF_3D-Gesamtdat

Die Generierung der Oberflächenelemente wurde im System AutoCAD visuell überprüft.

Anschliessend wurden alle Oberflächenelemente, die im Datenmodell ‚GeoBau_EO_3D_BS‘ für die Konversion nach Interlis_3D erstellt worden sind, in einer Gesamtdat (Geo_DXF_3D) zusammengefasst und für die Konversion ins Interlis_3D-Datenmodell bereitgestellt.

7.7 Konversion der DXF_3D-Flächenelemente ins Interlis_3D-Modell

Mit dem ICS-Konversionsprogramm ‚DXF_3D > Interlis_3D‘ wurden die Originaldach-Flächenelemente und die Oberflächenelemente der obigen ‚Geo_DXF_3D‘-Gesamtdat ins Interlismodell überführt.

Das Konversionsprogramm setzt voraus, dass die DXF_3D-Elemente im Datenmodell ‚GeoBau_EO_3D_BS‘ und die itf_2D-AV-Daten im Interlismodell ‚DM01AVBS05D‘ bereitgestellt werden.

Die Konversion läuft in folgenden Schritten ab:

- Selektion aller 2D-Grundrisselemente der Topic ‚Einzelobjekte‘ mit zugehörigen DXF_EO_3D-Elementen, inkl. der Gebäudedaten aus der Topic ‚Bodenbedeckung‘
- Ersatz der 2D- durch die 3D-Elemente
- Attributierung: Die bestehenden AV-2D-Attribute werden im 3D-Datenbestand integriert und mit jenen aus dem GeoBau_EO_3D_BS-Datenmodell ergänzt.
- Zuordnung der Originaldachflächen zur OArt ‚Gebäude_aus_BB‘.
- Ausgabe der konvertierten 3D-Daten im Interlis_3D-Datenmodell ‚DM01AVBS05D_3D‘ als itf_3D-Datei.

8. Meldewesen, Nachführungsverfahren und Abläufe

(Beschreibung der Nachführungsmethode der InfoEbenen ‚Höhen‘ und ‚Einzelobjekte_3D‘)

Die 3D-Nachführung ist mit dem Meldewesen der Amtlichen Vermessung eng gekoppelt.

Die Nachführungsinformationen werden im eigens dafür entwickelten Nachführungsinformationssystem (NIS) verwaltet. Jeder Nachführungsauftrag wird im NIS geocodiert erfasst.

Informationsquellen für das Meldewesen sind:

- Informationssystem über das Baubewilligungsverfahren (BBG) des Bauinspektorates
- Zirkulation der Baubewilligungspläne. Diese zirkulieren alle beim Vermessungsamt (Erfassung aller Dachaufbauten, die in der Amtlichen Vermessung keine Nachführung auslösen).
- Laufende Nachführung der Amtlichen Vermessung (falls keine laufende 3D-Nachführung erfolgt, wird nach Abschluss der Feldarbeit im NIS eingetragen, ob eine periodische Nachführung des Geländes oder der Dachlandschaft erfolgen muss).

Beispiel einer NIS-Erfassung (Teilauszug)

The screenshot displays the 'Auftragsbearbeitung' (Order Processing) interface within the NIS. The interface is divided into several sections:

- Header:** Justizdepartement GRUNDBUCH- UND VERMESSUNGSAMT, Auftragsbearbeitung
- Order Details:**
 - Auftrags-Kopf: Neubauten/Änderneubauten/Kübelgrenzen, Nachführung AV
 - Nummer: NBR.4685, Status: aktiv, Mutation: 24.02.2006 15:59 / svlham
 - Beginn: 11.04.2005, Ende: (empty)
 - Objekt: Anbau Veranda, Umbau Wohnhaus
 - Bauherr: St. Stephanie Mumenthaler, In der Au 43, 4125 Rheien
 - Bemerkungen: Gesamtkosten
 - Mutationshandriß gescannt: nein
- Administrative Daten:**
 - Nachführungsart: laufende Nachführung, periodische Nachführung
 - Auftragskategorien: Bauliche Veränderung, Isolation, Bodenbedeckung, Allmendeeinbauten, Waldbestellung, Ergänzungen, Löschungen, Keine Kategorie
 - 3D Objekte: Gelände, Dachlandschaft
 - Bau- (Abbruchbewilligung): 9007537 vom 24.02.2005
 - Baukosten: 440800 CHF
 - Verweis auf weitere Aufträge: (empty)
 - Berechnungshandriß-Nummer: (empty)
 - Art/Größe: klein
- Process Data:** (empty)

9. Dokumentation und Verifikation

(Beschreibung der Dokumentation und der Verifikation)

9.1 Fotogrammetrische Auswertungen

9.1.1 Dokumentation

Die fotogrammetrischen Auswertungen beruhen auf einer vorgängig durchgeführten Aerotriangulation. Diese ist in ausserhalb des vorliegenden Projektes realisiert worden.

Zu den Gelände- und Dachauswertungen liegen keine Auswerte- oder Einpassprotokolle vor. Die Auswertungen stammen aus zeitlich unterschiedlich erfassten Luftbildern mit unterschiedlichem Bildmassstab 1: 8'000 (Dorfgebiet) bis 1:12'000 (St. Chrischona). Die Nachführung erfolgte 2002 im Bildmassstab 1:10'000 resp. im Jahre 2005 im Bildmassstab 1:5'000).

Bei der Verifikation wurde dieser Begebenheit Rechnung getragen.

9.1.2 Verifikation

Durchgeführte Verifikation der Dachflächen

- Die Vollständigkeit der Hauptdächer und der Überdachungen wurden vorgängig anhand der 2D-AV-Daten (Gebäude, Unterstände und Vordächer) verifiziert und diejenige der Attikas und Dachaufbauten wurden anhand der Orthofotos im CAD-System MicroStation visuell überprüft.

- Anlässlich der 3D-EO-Erhebung erfolgte die Feldverifikation. Die Dachflächen wurden stichprobenweise durch terrestrische Nachmessung überprüft. Siehe Differenznachweis im Anhang Kap. 19.12.2).

- Die Geometrie der Dachflächenelemente wurden mit dem VR-GI-Modeler von Markus Meier überprüft und bereinigt.

Resultate der Verifikation der Dachflächen

- Vollständigkeit: Es fehlten nur wenige Dachflächen. Gründe: nicht erfasst wurden begrünte Flachdachgaragen und fotogrammetrisch nicht einsehbare Vordächer.

Attikas und Dachaufbauten wurden vollständig erfasst.

- Genauigkeit der Dachflächen: Im Bereich mit Bildmassstab 1:12'000 gibt es Höhenabweichungen bis zu 1m (z.B. Chrischona-Kirche). In den übrigen Bereichen liegen die mittleren Höhendifferenzen bei 13cm.

- Geometrie: Der Anteil an fehlerhaften Geometriedaten lag bei 1-2%. Störend waren vor allem einzelne Punkt- und Linienelemente sowie Kreiskonstruktionselemente, die bei der Erfassung entstanden und vom Fotogrammeter nicht gelöscht worden sind. Der Datenbestand wurde vor der Generierung der 3D-Objekte vollständig bereinigt.

Durchgeführte Verifikation der Geländekanten

Die Überprüfung der fotogrammetrisch erhobenen Geländekanten erfolgte anhand der terrestrisch erfassten Detail-Geländekanten und mit den modellierten 3D-Einzelobjekten. Das aus den Kanteninformationen generierte Höhenkurvenbild wurde visuell analysiert. In Bereichen mit Widersprüchen wurden terrestrische Ergänzungsmessungen durchgeführt und fehlerhafte Kanteninformationen ersetzt.

Resultate der Verifikation der Geländekanten

- Vollständigkeit: Die Geländekanten im Siedlungsgebiet von Bettingen sind für den Fotogrammeter mehrheitlich schlecht erkennbar. Die Geländeterrassierung im Siedlungsgebiet konnte daher vom Fotogrammeter nur ungenügend erfasst werden. Die fehlenden Geländekanten wurden anlässlich der 3D-EO-Aufnahmen terrestrisch erfasst.

- Genauigkeit: Die Höhengenaugigkeit der ausgewerteten Geländekanten entspricht den gestellten Anforderungen.

9.2 Terrestrische Ersterhebung

9.2.1 Dokumentation

Die Originalmessungen aus dem Leica TCRP1202-System wurden im vorgesehenen Feldordner gespeichert und unterliegen der normalen Datensicherung beim GVA.

Pro Station wurde zusätzlich ein Stationsprotokoll in A4 erstellt, aus dem ersichtlich ist, wie die Station kontrolliert worden ist. Siehe Mustervorlage im Anhang. Die einzelnen Messungen wurden nicht ausgedruckt, da es sich ausschliesslich um Einfachaufnahmen handelt. Die zugehörigen Geometriedaten (3D-Punkte und 3D-Polylinien) wurden mittels des Leica Geo-Office aus den Originärdateien in ein DXF-LGO-File gespeichert.

Die Verwaltung der LGO-Files erfolgt pro Planeinheit für das Grundbuch. Die DXF-LGO-Files unterliegen ebenfalls der normalen Datensicherung.

9.2.2 Verifikation der Ersterhebung

Durchgeführte Verifikation der terrestrischen Ersterhebung

- Vollständigkeit: Zu jeder 2D-AV-Objekt-Grundrissfläche musste ein 3D-Punkt, eine 3D-Linie oder eine 3D-Fläche zugewiesen werden können. Die Verifikation erfolgte im 1. Schritt visuell. Eine 2. Verifikation ergab sich bei der Projektion der Grundrissflächen in die dritte Dimension. Erfolgte keine Projektion, so fehlten die zugehörigen Höheninformationen.

- Genauigkeit: Die 3D-Objekte wurden mittels 3D-Visualisierungen auf grobe Fehler überprüft. Die Stationsgenauigkeit konnte anhand der Stationsprotokolle verifiziert werden. Zudem erfolgte eine stichprobenweise durchgeführte Feldverifikation.

Resultate der Verifikation

Die Verifikation erfolgte laufend. Allfällige Fehler wurden bereinigt.

9.3 Terrestrische Nachführung

9.3.1 Dokumentation

Die Originalmessungen aus dem Leica TCRP1202-System wurden im vorgesehenen Feldordner gespeichert und unterliegen der normalen Datensicherung beim GVA.

Pro Station wird ein Stationsprotokoll in A4 erstellt, aus dem ersichtlich ist, wie die Station kontrolliert worden ist. Die einzelnen Messungen werden vollständig ausgedruckt, da es sich um einzelne Nachführungen handelt. Die zugehörigen Geometriedaten werden mittels des Leica Geo-Office aus den Originärdateien in ein DXF-LGO-NF-File gespeichert. Aus diesem File wird jeweils ein Technisches Dokument erstellt (siehe Anhang). Dieses wird zusätzlich als PDF-Datei auf dem GVA-Map-Server zur Einsicht bereitgestellt.

Die Verwaltung der LGO-Files erfolgt pro Nachführungsauftrag. Die DXF-LGO-Files unterliegen ebenfalls der normalen Datensicherung.

9.3.2 Verifikation der Nachführung

Durchgeführte Verifikation der terrestrischen Nachführung

- Vollständigkeit: Überprüfung gemäss der bestehenden Regelung der 2D-AV ergänzt um die Massnahmen gemäss Kap. 9.2.2).

- Genauigkeit: Gemäss der bestehenden Regelung der 2D-AV. Wo zwingend, wurde diese um die dritte Dimension erweitert.

Resultate der Verifikation

Die Verifikation der Nachführungsarbeiten erfolgte laufend.

Es kann nur über eine laufende Verifikation sichergestellt werden, dass der Fehleranteil minimal bleibt. Die laufende Verifikation ist daher in den Standardabläufen integriert.

10. Datenmodell und Detaillierungsgrad der Topic ‚Höhen‘

(Welche Auswirkungen hat die Erhebung der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ auf das Führen der Topic ‚Höhen‘?)

10.1 Erhöhung des Detaillierungsgrades

Wird die Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ in der AV eingeführt, so muss der Inhalt und der Detaillierungsgrad der Topic ‚Höhen‘ des aktuellen Datenmodells ‚DM01AVCH24D‘ erweitert werden.

Gründe für diese Erweiterung sind (Erfahrungen aus dem Pilotprojekt Bettingen):

- *Detaillierungsgrad der Einzelobjekte.* Damit die Höhenlage der Einzelobjekte bezüglich dem Geländemodell stimmt (Vermeidung von zu hohen oder durch das DTM verdeckte Mauern und Treppen) musste der Detaillierungsgrad der Topic ‚Höhen‘ angepasst resp. erhöht werden.

- *Fotogrammetrisch generalisiert erfasste Bruchkanten.* Bei der Erfassung der AV93-Gelände-Bruchkanten wurden Kleinformen nicht berücksichtigt, d.h. im Bereich der Einzelobjekte und bei Zugängen zu unterirdischen Bauten sind diese meist generalisiert erfasst worden. Dies wirkte sich im Bereich der Einzelobjekte störend aus. Generalisierte Geländekanten wurden daher der neuen Kantenart ‚generalisierte_Kante‘ zugewiesen oder mit Hilfe der Detail-Geländekanten bereinigt.

10.2 Führen von Objekt-Aussparflächen zur Vereinfachung der Geländemodellierung

Mit der Erfassung von Aussparflächen im Bereich der Einzelobjekte (primär bei Treppen und Gebäuden mit Stockwerkinformationen) sowie bei Zugängen zu unterirdischen Objekten konnten komplexe Geländemodellierungen weitgehend vermieden werden. Die Aussparflächen liessen sich in der Regel aus den Objektgrundrissflächen durch Projektion ins Geländemodell generieren. Die dreidimensionalen Umrisslinien dieser Objekt-Aussparflächen wurden in der Topic ‚Höhen‘ als neue Kantenart eingeführt und differenziert als Aussparkanten für Gebäude, Treppen und unterirdische Zugänge attribuiert.

Beispiel: Geländekanten und Aussparflächen von Gebäuden und Kellertreppe

Detaillierungsgrad der Geländekanten

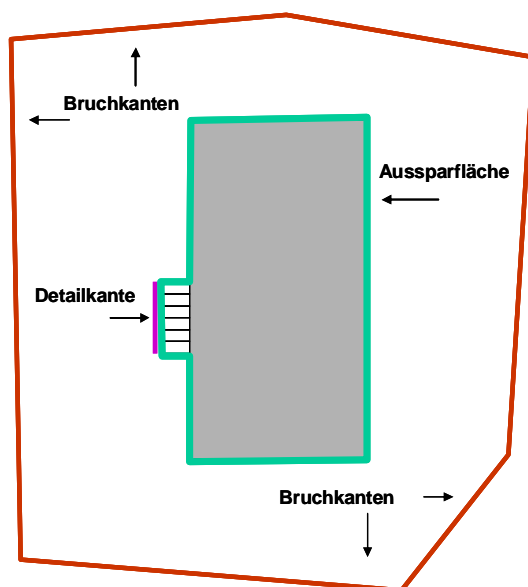
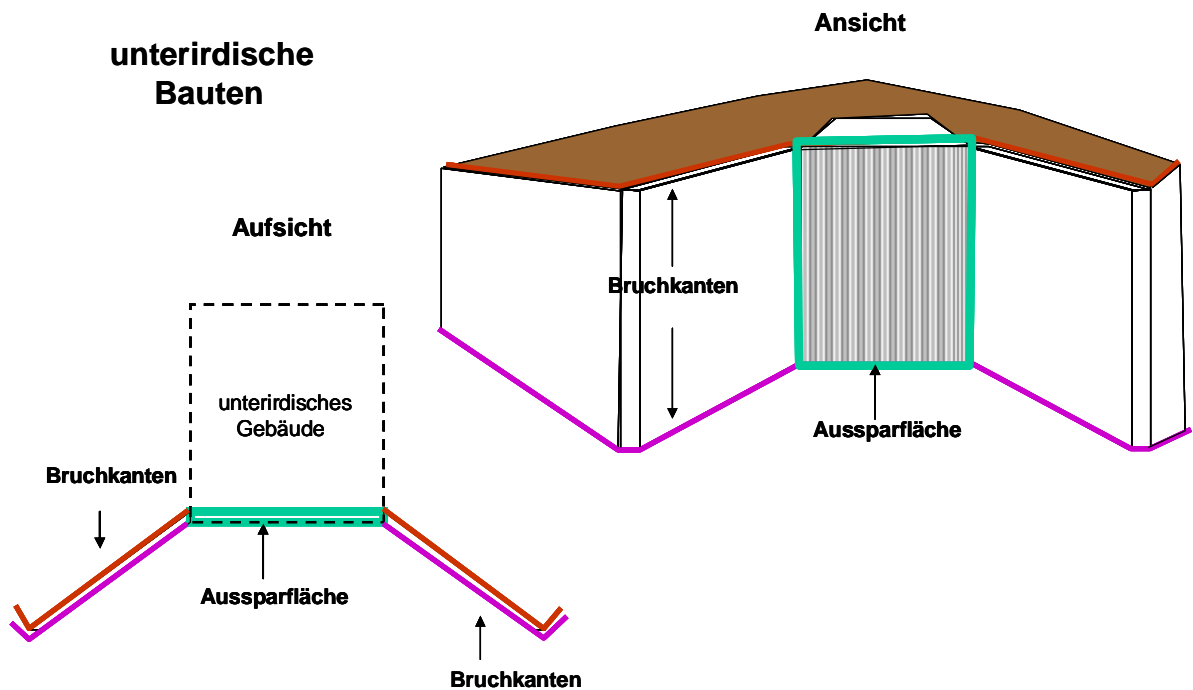


Abb. Angaben betreffend Erfassung der Bruchkanten, der Aussparflächen und der Detailkanten



*Abb. Visualisierung der Aussparflächen im Geländemodell
Beispiel: Aussparfläche bei Zugängen zu unterirdischen Bauten*



10.3 Qualitativ verbesserte Topic ‚Höhen‘ als zusätzliches Produkt

Obige Erweiterungen haben folgende Vorteile:

Die Topic ‚Höhen‘ kann als Produkt in zwei qualitativ unterschiedlichen Geländemodellen erstellt werden:

- Das Geländemodell gemäss den Anforderungen ‚AV93‘ beinhaltet die Bruch- und Strukturkanten sowie die neu attributierten ‚generalisierten_Kanten‘.
- Das Höhenmodell, das dem Inhalt und dem Detaillierungsgrad der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ angepasst ist, beinhaltet die Bruch-, Struktur- und Detailkanten sowie die dreidimensionalen Kanten der Objekt-Aussparflächen.

10.4 Sukzessive Qualitätsverbesserung

Die Topics ‚Einzelobjekte_3D‘ und ‚Höhen‘ können inhaltlich und zeitlich in 2 Etappen erfasst werden. Dies vereinfacht die Einführung der dritten Dimension in der Amtlichen Vermessung ganz wesentlich:

- Werden in einem ersten Schritt (= fotogrammetrische Etappe) nur die Objekte ‚Gebäude_aus_BB‘ (ohne Stockwerkinformationen), ‚Attika‘, ‚Dachaufbau‘ und ‚Brücken_Passerellen‘ realisiert, so genügt der Inhalt der Topic ‚Höhen‘ des Datenmodells DM01AVCH24D‘ und somit der heutige AV93-Detaillierungsgrad der Topic ‚Höhen‘.
- Werden dann in einem zweiten Schritt (= terrestrische Etappe) die restlichen Objekte der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ erfasst, so kann gleichzeitig auch die Topic ‚Höhen‘ entsprechend erweitert und der Detaillierungsgrad terrestrisch ergänzt werden.

Fazit:

Wird die Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ in der Amtlichen Vermessung eingeführt, so muss die Topic ‚Höhen‘ um die Kantenarten ‚Detailkante‘, ‚Aussparkante_Gebäude‘, ‚Aussparkante_Treppe‘, ‚Aussparkante_unterird_Zugang‘ und ‚generalisierte_Kante‘ erweitert werden.

11. Aufgetretene Probleme, Problemlösungen und Empfehlungen

(Welche Probleme sind aufgetreten und wie wurden diese gelöst? Empfehlungen zur Problemlösung und offen gebliebene Probleme)

11.1 Ungenügende oder fehlende Standard-Software

Zur Zeit gibt es keine geeignete 3D-AV-Standard-Software auf dem Markt, mit welcher die Daten in der neuen Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ der AV erfasst, modelliert und optimal geführt werden können. Dies führte zu aufwändigen Produkt-Evaluationenverfahren und Entwicklungsarbeiten.

11.1.1 Modellierungssoftware

Die 3D-Modellierungsarbeiten wurden mit den Systemen MicroStation von Bentley und AutoCAD von AutoDesk sowie mit dem VR-GI-Modeler von Markus Meier durchgeführt. Die anschließende Konversion der DXF_3D-Daten ins Interlis_3D-Datenmodell und die Ausgabe-schnittstellen erfolgte mit der eigens dafür entwickelten ICS-Konvertierungssoftware ‚DXF_3D > Interlis_3D‘, ‚Interlis_3D > Interlis_2D‘ und ‚Interlis_3D > DXF_3D und Shape_3D‘ der Firma InfoGrips. Detaillierte Angaben dazu siehe Anhang.

Die Integration der 3D-Daten in die AV ist dadurch aber nur indirekt möglich und die Erhebungs- und Nachführungsabläufe können somit nur bedingt optimiert werden.

Hier wird ein wesentlicher Entwicklungsschritt bei den bestehenden AV-Systemen abgewartet.

11.1.2 Feldinstrumentarium und Feldsysteme

Für die Felderhebung wurden diverse Systeme und Programme evaluiert. (Siehe Kap. 5.1).

Vorgesehen war der Einsatz des Leica TCRP1202-Systems mit PowerSurch kombiniert mit einem Tablet-PC und dem Leica-System ‚MobileMatrix‘, das seit anfangs 2005 von der Firma Geocom vertrieben wird.

Aus erwähnten Gründen kam leider dieses System im 3D-Pilotprojekt Bettingen nicht zum Einsatz. Es wurde die nachstehende Zwischenlösung realisiert:

Die Feldaufnahmen wurden ausschliesslich mit dem Leica TCRP1202-System durchgeführt. Das System ist für den 3D-Bereich geeignet. Die 3D-Geometrie-Elemente können gleichzeitig mit der Punkterfassung definiert, attribuiert und registriert werden. Ein direkter Datenfluss über den Tablet-PC ist aber nicht möglich und wirkt sich bei der Ersterhebung der Höheninformationen sehr negativ aus. Eine unmittelbare Kontrolle betreffend Übereinstimmung der Aufnahme mit den vorhandenen 2D-AV-Daten ist nicht möglich. Abweichungen können erst im nachhinein erkannt werden. Zudem muss der Feldgruppenleiter das Instrument selber bedienen und kann nicht, wie vorgesehen, die Aufnahme direkt am Aufnahmestandort mitverfolgen. Eine Optimierung der Felderhebung war daher nur bedingt möglich.

Weitere Nachteile:

Eine optimale Erhebung der Dachflächen bei den Ergänzungs- und Nachführungsarbeiten war nicht möglich, da die Feldaufnahmen aus erwähnten Gründen nicht direkt mit dem MobileMatrix (Feld-GIS) erfasst werden konnten.

11.1.3 Interlis_3D-Checker

Für die formale Kontrolle gibt es keinen Interlis_3D-Checker. Dieser sollte von der V+D in Auftrag gegeben und bereitgestellt werden.

11.2 Ungenügende AV-Datenqualität

11.2.1 Topic ‚Höhen‘

a) Ergänzung mit Detailkanten

Wird die heutige Topic ‚Einzelobjekte‘ in die dritte Dimension überführt, genügen die DM.01-Qualitätsanforderungen der Topic ‚Höhen‘ nicht mehr. Der Aufwand für die notwendige Qualitätsverbesserung verteuert die Erhebung der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ um ca. den Faktor 2.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Zur Verringerung des Erhebungs- und Modellierungsaufwandes für das Geländemodell wurden neben den Detailkanten zusätzliche Aussparflächen für die Gebäude und Treppen erfasst.

b) Erfassung von Aussparflächen bei teilweise unterirdischen 3D-Objekten

In der heutigen Topic ‚Höhen‘ wird das Geländemodell als unabhängige Datenebene erfasst. Wird die Topic Einzelobjekte_3D erfasst, so müssen die Zugänge zu unterirdischen Objekten sowie alle 3D-Objekte, welche das Gelände teilweise durchdringen durch Aussparflächen im Geländemodell freigestellt werden.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Anlässlich der terrestrischen Erhebung der Detailkanten wurden auch die notwendigen Aussparflächen erfasst.

11.2.2 Treppen

a) Abtrennung von Mauern, wenn diese Bestandteil der Treppe sind

Die Definition für das Objekt ‚Treppe‘ (Mauern entlang von Treppen sind Bestandteil des Objekts Treppe), wie dies von der Arbeitsgruppe ‚Detaillierungsgrad‘ vorgeschlagen wird, ist für den 3D-Bereich ungeeignet. Die direkte Generierung der Treppenstufen aus den 2D-AV-Daten wird dadurch verhindert und verursacht einen massiven Mehraufwand. Zudem ist in der Praxis keine eindeutige Abgrenzung zwischen einer Mauer und einer ‚Treppen-Mauer‘ möglich. Besteht das Objekt ‚Treppe‘ nur aus Treppenstufen, so ist die Definition immer eindeutig (> Info an ArG ‚Detaillierungsgrad‘).

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Die Treppendefinition wurde neu und verbindlich festgelegt (siehe Kap. 19.9.1).

Die Abtrennung der Mauerteile von den Treppen erfolgte in Bettingen in einem separaten AV-Erneuerungsschritt

b) Die Treppenstufen der AV werden als Flächen benötigt

Bei Treppen wird jede Stufe als Flächenelement benötigt oder die Treppen sollten mindestens in Form eines echten Kanten-Knoten-Modells definiert sein.

Im bestehenden AV-Datenmodell des Kantons Basel-Stadt können Treppenstufen nicht als Flächen erfasst werden und das System ADALIN unterstützt keine strenge Kanten-Knoten-Generierung.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Die Flächenbildung als Basis für die 3D-Überführung der Treppenstufen erfolgte ausserhalb der AV in einem Zwischenschritt im System AutoCAD.

11.2.3 Mauern

a) Mauern inkl. Anzug müssen als Flächen vorliegen

Bei Mauern mit Anzug werden die Anzugflächen als separate Flächenelemente benötigt oder die Mauern mit Anzug sollten mindestens in Form eines echten Kanten-Knoten-Modells definiert sein.

Im bestehenden AV-Datenmodell des Kantons Basel-Stadt sind Mauern mit Anzug nicht als Flächen erfasst und werden auch nicht streng als Kanten-Knoten-Modell geführt.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Die Flächenbildung als Basis für die 3D-Überführung der Treppenstufen erfolgte ausserhalb der AV in einem Zwischenschritt im System AutoCAD.

b) Mauerabsätze infolge unterschiedlicher Mauerhöhe müssen erfasst sein

In Bettingen war diese Anforderung nicht erfüllt.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Die Trennlinien wurden anlässlich der Felderhebung der Mauerhöhen erfasst und anschliessend im AV-Datenbestand nachgeführt.

Die notwendige Flächenbildung für die 3D-Generierung erfolgte im System AutoCAD.

11.2.4 Bodenbedeckungsfläche ‚Gebäude‘ beinhaltet auch die ‚übrigen_Gebäudeteile‘

Die Bodenbedeckungsfläche ‚Gebäude‘ beinhaltete in Bettingen auch die EOArt ‚übriger_Gebäudeteil‘, d.h. Vordächer und Balkone.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Die Abtrennung und Überführung der ‚übrigen_Gebäudeteile‘ in die Topic ‚Einzelobjekte‘ erfolgte in einem zusätzlich durchgeführten AV-Erneuerungsschritt. Diese Erneuerung war nicht Bestandteil des Pilotprojekts. Kantonale Festlegung der Definition der übrigen Gebäudeteile siehe Anhang.

11.2.5 Mangelnde Aktualität, uneinheitlich erfasste Objekte und Erhebungsfehler

Bei der Felderhebung der Höheninformation werden nicht oder uneinheitlich erfasste Objekte und Erhebungsfehler in der 2D-AV schonungslos aufgedeckt. Diese hemmen den Arbeitsablauf beträchtlich und müssen vorgängig in der 2D-AV bereinigt werden.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Gleichzeitig mit der 3D-Felderhebung wurde eine periodische Nachführung (PNF) der Topic ‚Einzelobjekte‘ durchgeführt, die auch der Standardisierung des Detaillierungsgrades diente.

Dieses Vorgehen hat sich bewährt, da die entstandenen Synergien genutzt und dadurch der Gesamt-Erfassungsaufwand im Feld wesentlich reduziert werden konnte.

Die PNF war nicht Bestandteil des Pilotprojektes.

11.2.6 Weitere fehlende oder nicht 3D-konforme Objektdefinitionen in der AV

a) Terrestrisch nicht einsehbare innere Fassaden

Terrestrisch nicht einsehbare Fassaden von unterschiedlich hohen Gebäudetrakten sowie diejenigen der Attikas und der Dachaufbauten werden in der AV BS nicht geführt.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Die fehlenden Informationen wurden für die 3D-Modellierung der Fassaden aus den fotografisch erhobenen Dachflächen abgeleitet.

b) übriger_Gebäudeteil im Kt. BS im DM.01 als ‚innenliegendeFassade‘ attribuiert

In der AV des Kt. BS werden offene Fassaden im Erdgeschoss von Gebäuden mit einem zusätzlichen EO-Objekt dargestellt (im heutigen Datenbestand: ‚Gebäudedetail_gestrichelt‘ / im künftigen Datenbestand DM.01: als ‚übriger_Gebäudeteil‘ mit ‚innenliegenderFassade‘ attribuiert). Das Objekt ‚Gebäudedetail_gestrichelt‘ ersetzt, wenn es auf der Umrisslinie des ‚Gebäudes_aus_BB‘ liegt, die Innenaufnahme der Gebäude-Fassadenwände.

Das Problem liegt darin, dass hier ein EO-Objekt erfasst wird, das in der Wirklichkeit gar nicht existiert (keine Wandfläche!) und als Ersatz für ein EO-Objekt steht, das im AV-Datenbestand nicht geführt wird (= Innenwandfläche von Fassaden).

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Im 3D-Pilotprojekt Bettingen werden die offenen Fassaden bei der 3D-Modellierung durch eine standardisierte Fassadenwandstärke (20cm bei Gebäudes_aus_BB und 8cm bei Unterständen) ersetzt.

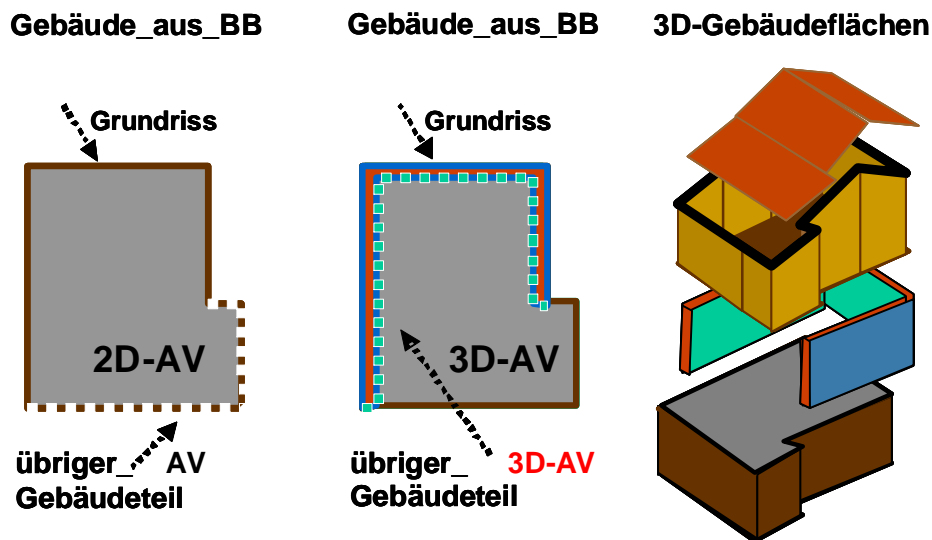


Abb. Erfassungs- und Darstellungsänderung 2D-AV > 3D-AV, falls ein ‚übriger Gebäudeteil‘ im EG in der 2D-AV eine offene Fassade darstellt

c) Unterstände werden im Kt. BS in der Topic Bodenbedeckung als Objekt ‚Gebäude offen‘ geführt

Die Gebäudegrundrissinformationen und die zugehörigen Originaldachflächen mussten daher im Pilotprojekt manuell selektiert und separat verwaltet werden.

Bei Unterständen, die teilweise mit Wänden versehen sind, musste eine zusätzliche Bearbeitung mit dem System AutoCAD wie unter Kap. b) beschrieben durchgeführt werden. Die EO ‚Gebäudedetails_gestrichelt‘ und ‚Gebäudedetails_ausgezogen‘ lieferten die benötigten Basisinformationen.

Bei Unklarheiten, ob es sich um eine Gebäude oder einen Unterstand handelt, wurde anlässlich einer Feldbegehung entschieden.

11.2.7 Ungerichtete Dachflächenelemente

Die fotogrammetrisch erfassten Dachflächen waren nicht gerichtet.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Die Flächenelemente wurden mit dem VR-GI-Modeler anlässlich der Qualitätskontrolle der Dachflächen gerichtet.

11.3 Strukturierung der Oberflächenobjekte mittels der Niveauewertebereiche

Die explizite Aufteilung der Oberflächenobjekte in Aufsicht-, Untersicht-, Ansicht- und Stockwerkflächen, war in der Arbeitsgruppe 3D-AV umstritten, aus der Sicht des GVA BS aber dringend notwendig. Aus diesem Grunde wurde im Datenmodell das Attribut ‚Niveau‘ eingeführt.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Im 3D-Pilot Bettingen (sowie im 3D-Pilot in Thun) wurde dieses Attribut zur Strukturierung der Oberflächenobjekte verwendet. Siehe kantonale ‚3D-AV Modellierungsrichtlinien im Anhang.

Es wäre wesentlich zweckmässiger, wenn die Strukturierung der Oberflächenobjekte direkt im Datenmodell über Klassen wie Dachlinie, Aufsicht, Untersicht, Ansicht und Stockwerk (EG = Erdgeschoss, UG = Untergeschoss, OG = Obergeschoss und DG = Dachgeschoss) sowie Vordach und Balkon erfolgen würde.

11.4 Mathematische Probleme

11.4.1 Kreis und Kreisbogen

In der neuen Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ wird auf die Führung von Kreisbogen verzichtet. Da die Überführung in die dritte Dimension in Bettingen nur Pilotcharakter hat, muss sichergestellt werden, dass die Kreis- und Bogenelemente der Topic ‚Einzelobjekte‘ bei der Überführung in die dritte Dimension und bei der Nachführung erhalten bleiben und weitergeführt werden können.

Erfassungsmöglichkeiten von 3D-Bogenelementen und daraus entstehende Probleme siehe im Anhang.

Problemlösung im 3D-Pilot Bettingen:

- In der Übergangsphase (bis CH-Einführung 3D-AV) werden beide Topics (EO und EO_3D) geführt.
- Bei der Nachführung werden die Objekt-Aufsicht-Flächenelemente direkt 3D, jedoch nur mit Geraden erfasst. Weisen die realen Aufnahmeobjekte Bogenelemente auf, so werden die Stützpunkte mit einem Zusatzattribut (Bogenanfang, Bogenpunkt und Bogenende) versehen. Die 3D-Flächendefinition weist nur Geraden auf. Bei der Nachführung der 2D-Topic ‚Einzelobjekte‘ müssen anhand der attributierten Bogenpunkte die Geradenelemente durch entsprechend konstruierte Bogenelemente ersetzt werden.
- In den Technischen Dokumenten werden die Bogenpunktattribute dargestellt.

11.4.2 Objektkoordinaten

3D-Geometrie-Elemente aus der MicroStation (vom Fotogrammeter geliefert) werden im DXF in Objektkoordinaten ausgegeben (Dachlandschaft, Geländemodell, ins Geländemodell projizierte Linien- und Flächenelemente).

In Interlis beschriebene Elemente müssen in Landeskoordinaten bereitgestellt werden.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Die Objektkoordinaten wurden vorgängig im DXF_3D mit dem VR-GI-Modeler in Landeskoordinaten konvertiert.

11.4.3 Verschnitt von Gebäude-Grundrissflächen mit überlappenden oder fehlenden Dachinformationen

Zur Generierung der 3D-Fassadenelemente muss die Gebäudegrundrissfläche der AV mit den Dachflächenelementen verschnitten werden.

a) Angebaute Flachdachbauten mit reduzierter Gebäudehöhe

In der Amtlichen Vermessung werden Reihenhäuser und zusammengebaute Gebäude mit Hilfe der bestehenden Grenzlinien aufgeteilt. Die Grenze verläuft meist in der Mitte der Brandmauer und entspricht bei unterschiedlichen Gebäudehöhen nicht der aufgehenden Fassade. Bei angebauten oder zusammengebauten Flachdachbauten mit unterschiedlicher Gebäudehöhe liegt die Gebäudegrundrissfläche der AV dann beim niedrigeren Gebäude ausserhalb der zugehörigen Dachfläche. Bei allen markt gängigen Programmen werden beim Verschnitt die ausserhalb liegenden Linien und Flächen eliminiert. Dies ist jedoch nicht erwünscht.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Mit dem VR-GI-Modeler können Fassadenelemente auch dann generiert werden, wenn sie ausserhalb der zugehörigen Dachfläche liegen. Die Höhe der ausserhalb der Dachfläche liegenden Dachlinie wird beim VR-GI-Modeler durch Interpolation ermittelt.

b) Alle Dachflächen liegen vollständig innerhalb der Grundrissfläche

Liegen sämtliche Dachflächen vollständig innerhalb des Gebäudegrundrisses, so ist kein Verschnitt möglich. Dieses Problem tritt generell nur bei Flachdachbauten auf.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Mit dem VR-GI-Modeler kann die Dachlinie einer Flachdachbaute durch Verschnitt des Grundrisslinie mit einer einzigen repräsentativen Dachkote (= horizontale Fläche) generiert werden. Die fotogrammetrisch ausgewerteten Dachflächen wurden in diesen Fällen durch eine Dachkote ersetzt.

c) Überlappende Dachflächen

Bei überlappenden Dächern ist kein eindeutiger Verschnitt mit dem Gebäudegrundriss möglich. Es ist nicht erkennbar, welche Dachfläche für den Verschnitt massgebend ist. Ein eindeutiger Algorithmus gibt es nicht, da aus den einzelnen Dachflächenelementen nicht hervor geht, zu welcher Hauptdachfläche diese gehören.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Durch eine geeignete Layerorganisation und entsprechende Zuweisungen der Gebäude-Grundrissflächen und der Dachflächen wurden überlappende Dachflächen modelltechnisch getrennt.

11.4.4 Höhenkoten als horizontaler Bezugshorizont

Für die Generierung der Fassaden von Gebäuden (falls die Stockwerke erhoben werden), von übrigen_Gebäudeteilen und von unterirdischen Gebäuden wird in der Regel eine horizontale Bezugsfläche benötigt (Fundament- oder Bodenfläche). Die Dachlinien werden mit der Bezugsfläche verschnitten und daraus die Fassaden generiert.

Bei der Überführung der vorhandenen 2D-AV-Daten in die dritte Dimension ist es zweckmässig (minimaler Felderhebungs- und Modellierungsaufwand), wenn die Oberflächenelemente bezüglich einer repräsentativen Bezugskote (= Repräsentant für eine horizontale Höhenbezugsfläche) generiert werden können. Je horizontalem Oberflächenelement muss dann lediglich eine Kote und nicht das gesamte Flächenelement erfasst werden.

Es gibt zur Zeit keine Standard-Software, die diesen Anforderungen genügt.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Da es für diese Generierungen keine Standard-Software gab, wurden diese mit dem VR-GI-Modeler durchgeführt. Zudem wurden alle horizontalen Untersichten und die zugehörigen Fassaden jeweils in einem Schritt flächendeckend über eine gesamte Gebietseinheit generiert.

11.5 Rationalisierung der Feld-Ersterhebung und der Objektmodellierung

Die Generierung von horizontalen 3D-Oberflächenelementen mittels 2D-Grundrissflächen und Einzelkoten ermöglicht eine vereinfachte und effiziente Ersterhebung der Höheninformation.

In Bettingen gibt es Überbauungen mit einheitlichen Gebäudetypen. In diesen Gebieten wurden die Koten von Stockwerken, Balkonen, Vordächern, Einheitstreppe etc. nur von einem ‚Norm‘-Gebäudetyp erhoben. Bei allen übrigen Gebäuden desselben Typs wurden nur noch die Eingangshöhe und eine zusätzliche Kontrollhöhe ermittelt. Die restlichen Koten wurden durch kopieren ab dem erfassten Normtyp und bezüglich der Eingangshöhe ermittelt. Das analoge Verfahren wurde auch bei ‚Norm‘-Treppen etc. eingesetzt. Durch diese Erhebungsmethode kann der Feldaufwand teilweise stark reduziert werden. Die Lagegenauigkeit der AV-Objekte bleibt erhalten, da die 3D-Objektgenerierung auf den 2D-Grundriss-Informationen der AV basiert. Die geforderte Höhengenaugigkeit wird eingehalten. Die Kontrollhöhe ermöglicht die notwendige Qualitätskontrolle. Auf dem Technischen Dokument ist ersichtlich, ab welchem Normobjekt die Höheninformationen kopiert worden sind.

Diese Erhebungsart ist in der 2D-AV nicht zugelassen.

Das Problem wurde wie folgt gelöst:

Die Arbeitsgruppe 3D-AV hat entschieden, dass diese Erhebungsmethode für die Ersterhebung der Höheninformation im Pilotprojekt Bettingen zugelassen wird, da bei der Erhebung eine zusätzliche Qualitätskontrolle durchgeführt wird.

11.6 Erstellen von Richtlinien und Anleitungen

Um die Ausbildung und den Einsatz des Personals sicherstellen zu können wurden folgende Richtlinien und Anleitungen erstellt:

Für Ingenieure und Geomatiker:

- 3D-AV-GVA-Modellierungsrichtlinien zur Erläuterung und Präzisierung des Objektkatalogs und des Datenmodells der Arbeitsgruppe 3D-AV.
- Anleitung zur Ersterhebung der Höheninformationen der Topics ‚Einzelobjekte_3D‘ und ‚Höhen‘
- Anleitung für die DXF-Generierung der 3D-Oberflächenelemente mit dem VR-GI-Modeler
- Arbeitsanleitung für das ‚Leica TCRP1202‘-System
- Anleitung zum Arbeiten mit dem ‚Leica Geo-Office V3.00‘

Für den Fotogrammeter:

- Anforderungen an die Erhebung des digitalen Geländemodells BS
- Anforderungen an die Erhebung der Dachlandschaften BS

12. Organisation und eingesetztes Personal

Das Grundbuch- und Vermessungsamt führte die Erneuerungsarbeiten in eigener Regie durch.

Sämtliche Arbeiten wurden durch die Abteilung Amtliche Vermessung des GVA ausgeführt.

Projektleiter: Walter Meier (Ing.-Geometer), Leiter der Abteilung Amtliche Vermessung

Technische Betreuung: Anuschka Bader (Ing.-Geometerin) und Andreas Kettner (Ing.)

Durchführung: diverse Mitarbeiter der Abteilung Amtliche Vermessung (Ing. und Geomatiker).

Die 3D-AV Modellierungsrichtlinien, das GeoBau_EO_3D_BS-Produktionsmodell und die Anleitung für die DXF-Generierung der 3D-Objekt-Oberflächenelemente wurden von W. Meier erstellt.

Die Anleitungen, die Arbeitspapiere sowie der Inhalt und das Layout der Technischen Dokumente entstanden in enger Zusammenarbeit zwischen Walter Meier, Anuschka Bader, Pascal Froidevaux, Paul Haffner und Alexander Peuckert (Praktikant FH Dresden).

Der Einsatz eines Tablet-PC's mit den Feldsystemen ‚MAP500‘ und ‚TachyCAD‘ in Kombination mit dem Leica 1100- resp. TCRP1202-System wurde von A. Peuckert auf 3D-Feldtauglichkeit getestet.

13. Neue 3D-Produkte

(Welche neuen 3D-Produkte werden Dritten bereitgestellt?)

13.1 DTM-AV und DOM als Höhenpunktgitter und Reliefschattierung



Abb. 1m-DOM aus Geländekanten, resp. Dreieckvermaschung und den Originaldachflächen sowie aus der BB-Waldfläche mit der Standardhöhe 23m mit dem VR-GI-Modeler generiert.

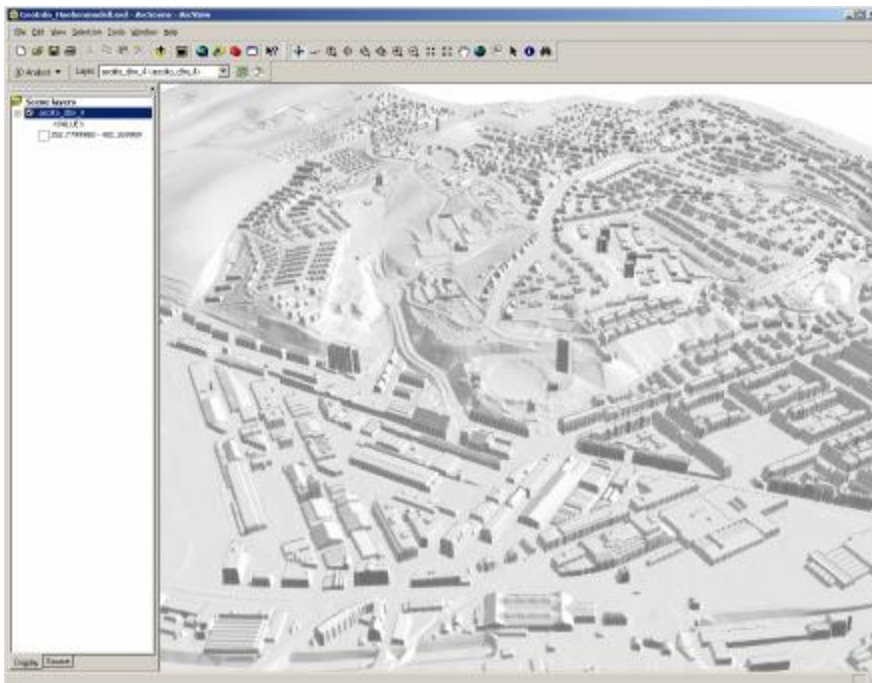
13.1.1 DTM-AV-Grid und digitales Oberflächenmodell (DOM)

Im GeoShop sind die digitalen Höhenmodelle als regelmässige Höhenpunktgitter mit einer Maschenweite/Auflösung von 1m oder 2m erhältlich. Diese wurden aus den Topics ‚Einzelobjekte_3D‘ und ‚Höhen‘ generiert.

Die Daten können wahlweise als xyz-Punktliste oder als ESRI ASCII-Grid bestellt werden.

Es stehen zwei DOM-Varianten zur Verfügung:

- Bebauung kombiniert mit DTM-AV
- Bebauung und Wald (fix 26m Höhe) kombiniert mit DTM-AV



Das 1m-DOM visualisiert in ESRI ArcScene

13.1.2 Reliefschattierung

Als Derivat der Höhenpunktgitter sind auch Reliefschattierungen (Hillshades) der Höhenmodelle erhältlich. Es handelt sich um digitale Schummerungsbilder, bei denen das Licht aus Richtung Nordwest im 45°-Winkel einfällt. Im GeoShop können die Reliefschattierungen als georeferenzierte TIFF bestellt werden.



Hillshade ohne Schattenwurf



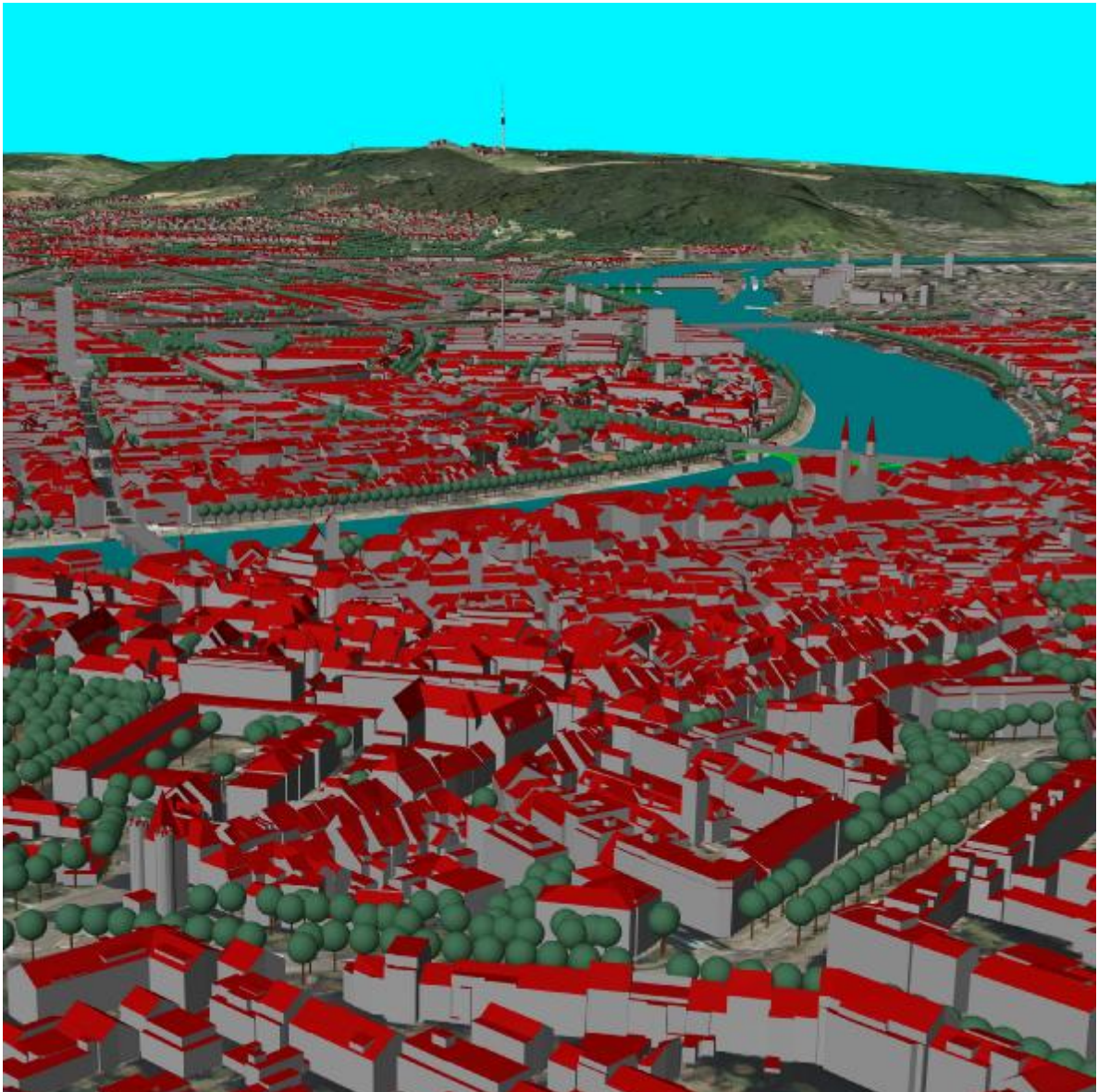
Hillshade mit Schattenwurf

13.2 DXF_3D Datenabgabe mittels ‚GeoBau_EO_3D‘

Über das GeoPortal ist die Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ auch im DXF-Datenmodell ‚GeoBau_EO_3D‘ erhältlich.

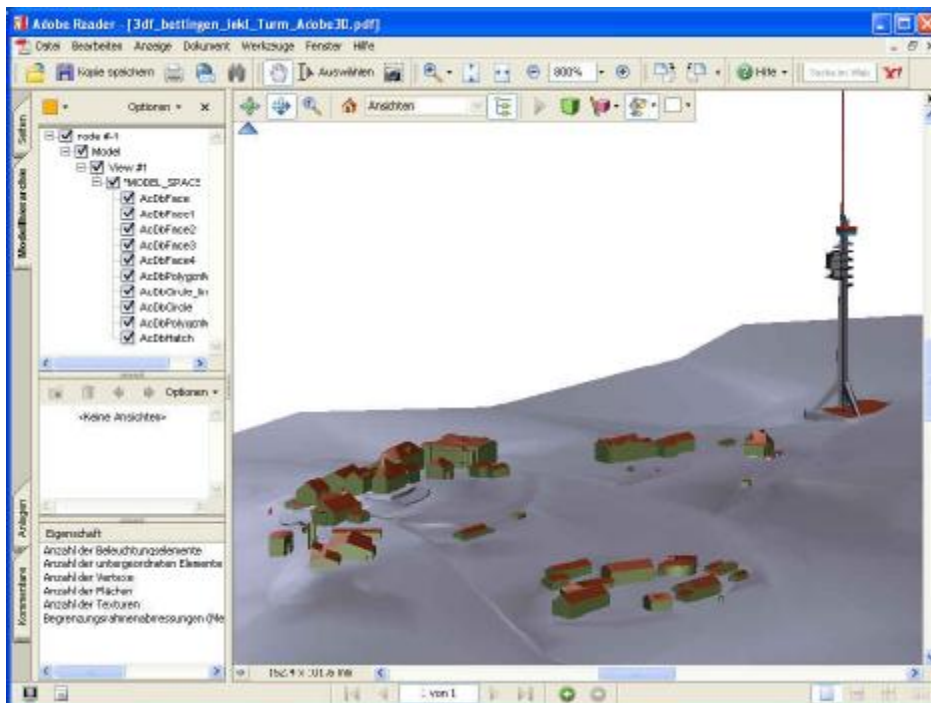
Detaillierte Beschreibung siehe im Anhang Kap. 19.12.1). Die Layerorganisation basiert auf der SN ‚GeoBau‘ und dem SIA-Merkblatt 2014.

Abb. Geländemodell mit Orthofoto, Gebäude als Dachtraufenmodell generiert, AV-Baumstandorte mit 3D-Baumsymbol visualisiert.

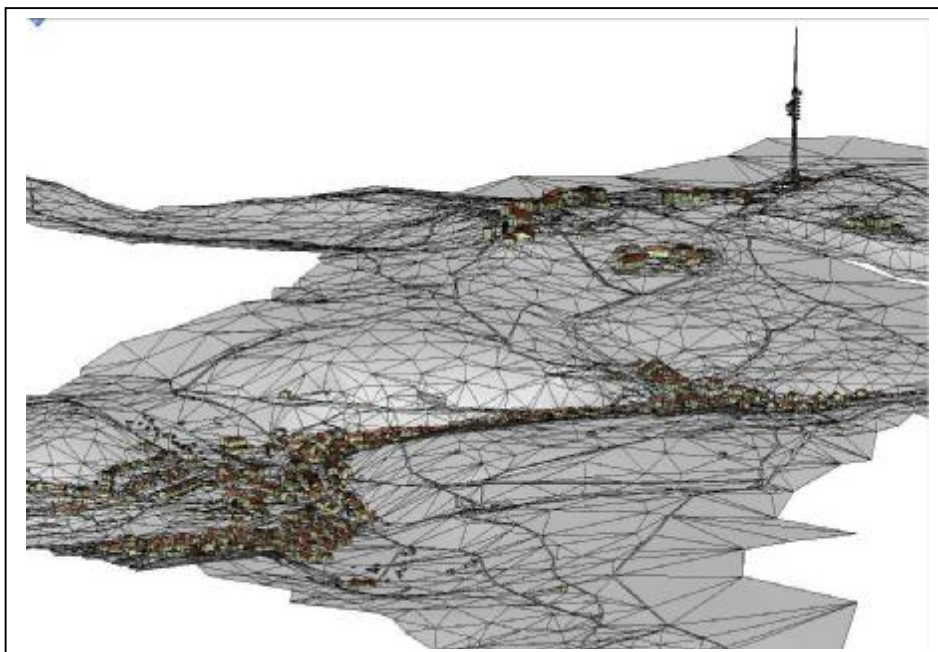


13.3 3D-PDF

DXF-3D-Dateien oder VRML-Dateien können neu auch in ein 3D-PDF konvertiert werden. Die Modell-Architektur wird im 3D-PDF abgebildet. Die Ansichten aus dem VRML-File werden mitgespeichert. Ebenso können die Symbole abgebildet werden. Jedes einzelne Objekt lässt sich ein- und ausschalten. Damit lassen sich auch Projektdaten oder zeitliche Veränderungen festgehalten und visualisiert. Das 3D-PDF kann mit dem Adobe Reader 7.0 geöffnet und dreidimensional betrachtet, gedreht, geschoben und gezoomt werden. Für die Betrachtung stehen vorgegebene Darstellungs- und Beleuchtungsvarianten zur Auswahl. Nachfolgend einige Darstellungsvarianten:



VRML-File als 3D-PDF im Adobe Reader



VRML-File als 3D-PDF im Adobe Reader dargestellt als , transparentes Drahtmodell'

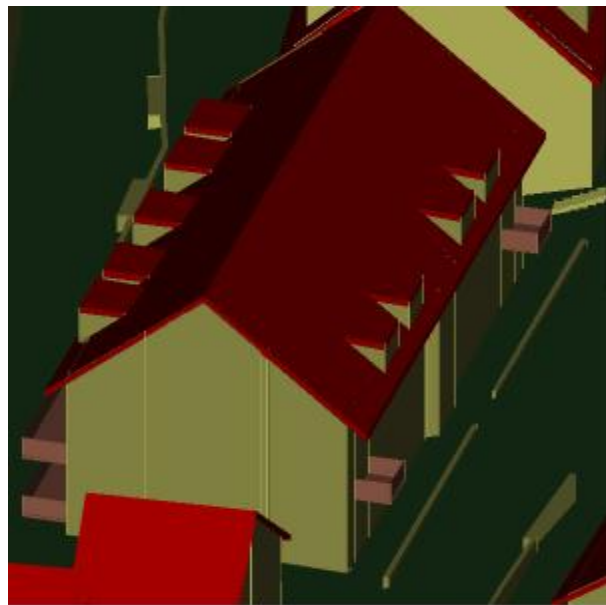
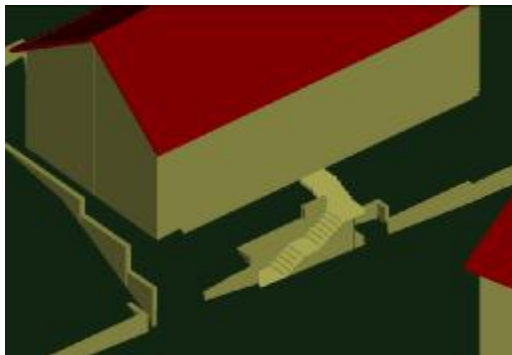
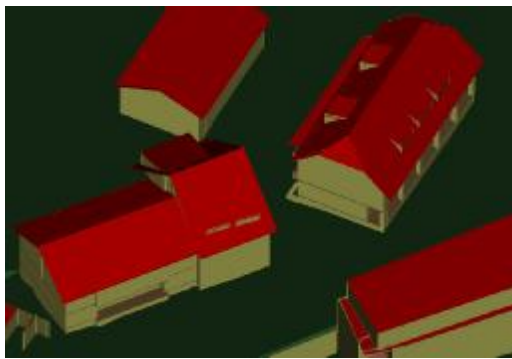
14. Bereitstellung der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘

(Wie wird die InfoEbene ‚Einzelobjekte‘ Dritten bereitgestellt?)

14.1 Bereitstellung nach Benutzergruppen

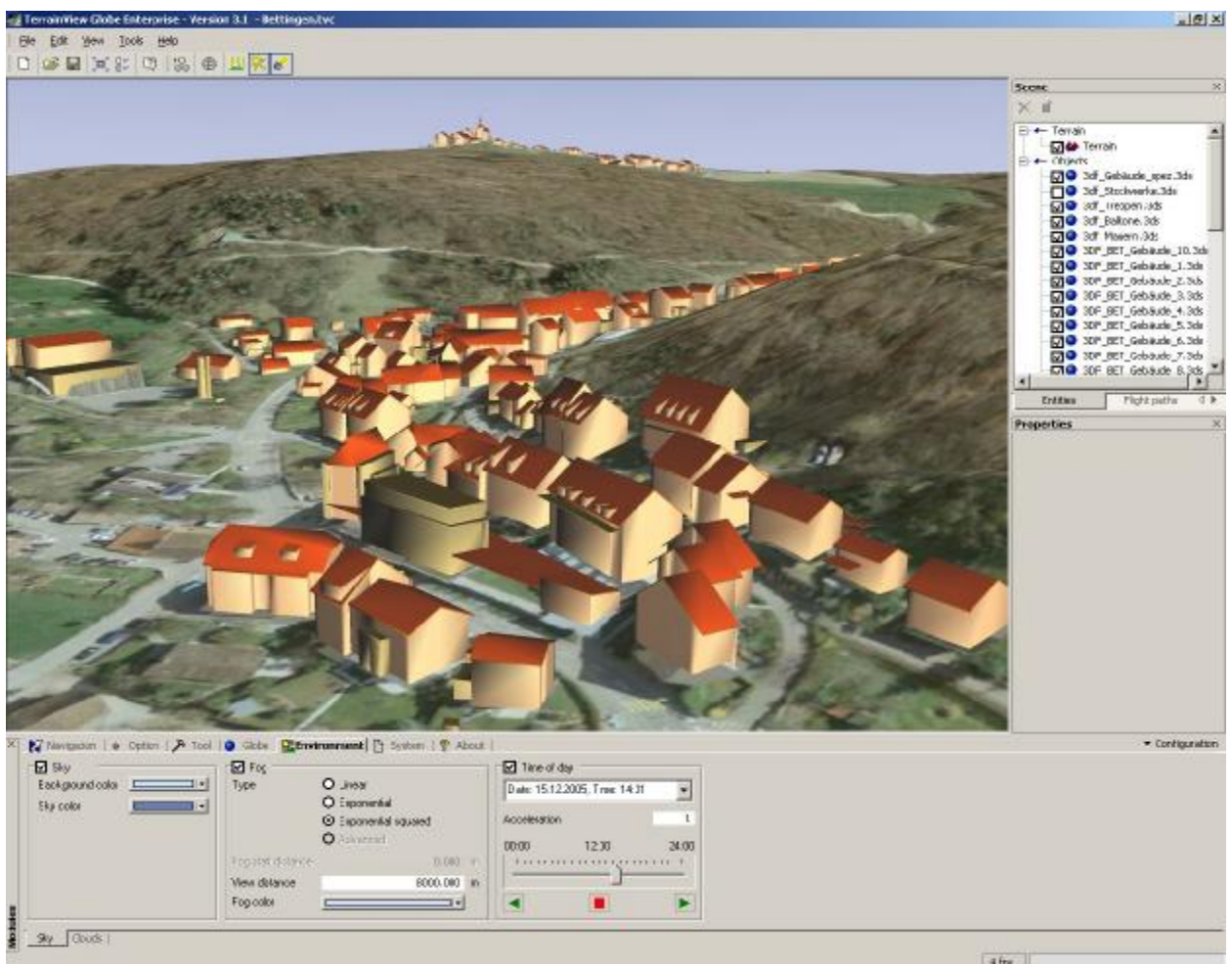
14.1.1 Spezialisten und individuelle Nutzer

werden über den GeoShop direkt bedient und zwar mit den Standardformaten DXF_3D (Geo-Bau_EO_3D), Shape_3D und Interlis_3D. Dies ist nur eine kleine Benutzergruppe mit hohen und individuellen Ansprüchen. Dieser Bereich wird seit 1999 abgedeckt. Mit dem neuen 3D-Datenmodell und der Entwicklung der 3D-Schnittstellen kann die Bereitstellung der Daten rationalisiert und der Zugang für verwaltungsinterne Fachstellen direkt über den GeoShop ermöglicht werden.



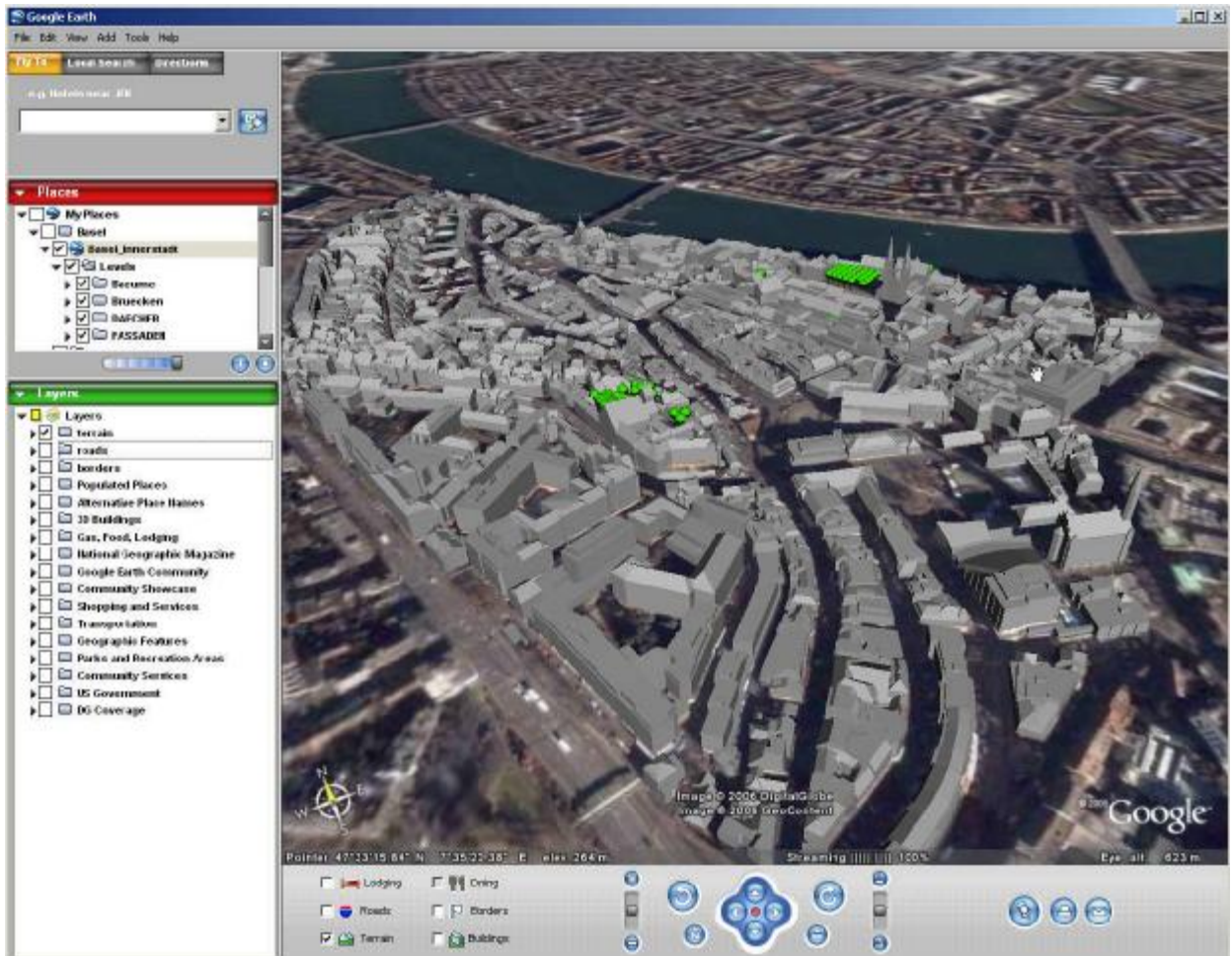
14.1.2 GIS-Anwender auf Stufe MapServer

In diesem Bereich sind zur Zeit keine Nutzer zu finden. Mittels des Programms ‚TerrainView‘ der Firma ViewTec soll in einem 1. Schritt dem Planungsamt der Direktzugriff auf die 3D-Daten über den MapServer ermöglicht werden. Mit der Einbindung der 3D-Information auf dem MapServer wird ein sehr grosses verwaltungsinternes Nutzungspotential erschlossen. Vor allem in den Bereichen Raum- und Stadtentwicklung, Raumgestaltung und Baubewilligung, Umwelt- und Katastrophenschutz ergeben sich damit neue Kommunikationsmöglichkeiten, die auch raumrelevante Beurteilungen und politische Meinungsbildungsprozesse stark beeinflussen könnten. Alle Fachbereiche, welche raumrelevante Informationen benötigen wie Polizei, Feuerwehr, Rettungsequppen oder die Ermittlung und Visualisierung von räumlichen Statistiken werden die neuen Nutzungsmöglichkeiten zu schätzen wissen. Der individuelle Nutzwert für den GIS-Anwender ist in diesem Segment geringer als unter Kap. a) und soll innerhalb der Verwaltung vorwiegend der rationelleren und zweckmässigeren Auftrags erledigung dienen.



14.1.3 Internet-Anwender auf Stufe GeoViewer

Diesem Bereich ist die Masse der Internet-Nutzer zuzuordnen. Die Bereitstellung der 3D-Daten dient hier vorwiegend der Grundversorgung der Allgemeinheit zu Orientierungszwecken und zur Unterhaltung sowie der eigenen Werbung und der eigenen Informationsvermittlung. Der Nutzwert für den einzelnen Anwender ist nicht mehr messbar und daher auch nicht verrechenbar. Zur Information und zur Werbung in eigener Sache wird ein vereinfachtes 3D-Modell in ‚Google Earth‘ gratis bereitgestellt. Inhalt: generalisierte Gebäude als Dachtraufenmodell, Baumsymbole und DTM mit Orthofoto überlagert, siehe Beispiel:



15. Dokumentation der durchgeführten Arbeiten und des Aufwandes

(Dokumentation der Personalstunden strukturiert nach Entwicklungsaufwand (wie Programm-entwicklung, erstellen von Arbeitsabläufen, internen Richtlinien und Weisungen etc.), Projektbegleitung, Personalausbildung, Aufwand für die vorbereitenden Massnahmen sowie Ersterhebung der InfoEbene ‚Einzelobjekte‘ Feld/Büro, Verbesserung der InfoEbene ‚Höhen‘ Feld/Büro und Nachführung InfoEbenen ‚Einzelobjekt_3D‘ und ‚Höhen‘ Feld/Büro, Fotogrammetriearbeiten inkl. Mengengerüst).

15.1 Entwicklungsarbeiten

15.1.1 Generelles

Vor dem Start und teilweise auch während der 3D-Pilotarbeiten in Bettingen mussten umfangreiche Entwicklungsarbeiten durchgeführt werden. Der Aufwand für diese Arbeiten war sehr hoch, kann aber im Einzelnen nicht beziffert werden und zwar aus den nachstehenden Gründen:

- Die notwendigen Basis-CADSysteme für die 3D-Modellierung sowie die notwendige Infrastruktur für den Zugriff auf die AV-Basisdaten und die Qualitäts- und Datensicherung waren bereits vorhanden und konnten ohne Zusatzaufwand voll genutzt werden.
- Die Konfiguration und der Aufbau der Infrastruktur für den Feld-Einsatz des Leica-TCRP 1202-Systems, sowie das Austesten und Festlegen der Abläufe wurden primär von Alexander Peuckert als Praktikant zu Ausbildungszwecken realisiert.
- Die 3D-Konversionsprogramme der Firma InfoGrips basieren auf den Funktionen des betriebseigenen GeoShops.
- Neue 3D-Produkte werden auf dem GeoShop verwaltet und bereitgestellt sowie über diesen der Verwaltung und Dritten zugänglich gemacht.
- Die vielen und mehrjährigen 3D-Erfahrungen des GVA trugen dazu bei, dass eine wirtschaftliche und integrierte Lösung ohne wesentlichen Mehraufwand realisiert werden konnte.

15.1.2 Anpassung des VR-GI-Modelers durch Markus Meier

Die notwendigen Anpassungsarbeiten wurden von Markus Meier erledigt.

15.1.3 Erstellen der notwendigen Interlis_3D-Tools durch die Firma InfoGrips

Die Arbeiten wurden im Auftrag des GVA durchgeführt.

15.2 Ersterhebung

15.2.1 Fotogrammetrische Arbeiten

Die fotogrammetrisch ausgewerteten Dachflächen liegen bereits vor und sind aktuell.

Angaben über die Kosten wurden in früheren Berichten dokumentiert.

15.2.2 Terrestrische Ersterfassung im Dorfgebiet

Im Dorfgebiet von Bettingen erfolgte die Ersterhebung der Topic ‚Einzelobjekt_3D‘ vollständig inkl. Stockwerkinformationen.

Der Detaillierungsgrad der 2D-AV ist im Kanton BS gegenüber den anderen Kantonen sehr hoch. Siehe dazu im Vergleich auch das Mengengerüst im Pilotprojekt Thun.

Im Dorfgebiet (Baugebietsfläche ca. 81ha) erfasst und modelliert wurden:

- 486 Gebäude aus der Topic ‚Bodenbedeckung‘, davon 34 mit Modellierungen im EG
- 1'007 Stockwerke
- 136 Balkone
- 143 Vordächer

- 64 unterirdische Bauten
- 313 Mauern
- 280 Treppen mit gesamthaft 2'675 Stufen
- 2 Brunnen
- 3'270 neue Detailkanten oder fehlende Geländekanten

Die Zusammenstellung des Feld-Aufwandes siehe Kap. 19.10) statistische Angaben. Der Aufwand muss zwingend in Relation zum hohen Detaillierungsgrad beurteilt werden.

Die Abläufe sind gemäss Kap. 19.6) und in den Anleitungen des GVA dokumentiert.

15.2.3 Terrestrische Erfassung im Gebiet St. Chrischona

In diesem Gebiet erfolgte die Ersterhebung ohne die Erfassung der Stockwerke.

Die unterirdischen Gebäude sind nur teilweise erfasst.

Die Topic ‚Höhen‘ wurde nicht ergänzt. Hier ist ein Folgeprojekt zur Erfassung der fehlenden Geländedetailformen mit Laserscan-Daten der swisstopo vorgesehen.

Betreffend Detaillierungsgrad gilt dieselbe Aussage wie im Dorfgebiet.

Die Ersterhebung wurde von A. Peuckert durchgeführt. Es diente als Testgebiet zur Abklärung diverser offener Fragen und zur Überprüfung und Verbesserung der vorgesehenen Abläufe. Die Chrischona Kirche und der Chrischona Turms wurden zu Testzwecken detaillierter modelliert. Die Dokumentation des Aufwandes ist in diesem Gebiet nicht aussagekräftig und wird deshalb in diesem Bericht auch nicht dokumentiert.

Im Gebiet Chrischona (Baugebietsfläche ca. 32ha) erfasst und modelliert wurden:

- 57 Gebäude aus der Topic ‚Bodenbedeckung‘
- 9 Balkone
- 6 Vordächer
- 174 Mauern
- 38 Treppen mit gesamthaft 431 Stufen

Die Abläufe sind im Anhang Kap. 19.6) und in den Anleitungen des GVA dokumentiert.

15.3 Nachführung

Es wurden mehrere Gebäude und EO-Objekte dreidimensional erhoben und nachgeführt.

Die Arbeiten dienten zur Prüfung und Verbesserung der festgelegten Abläufe, der Beurteilung der Zweckmässigkeit der festgelegten Layouts der technischen Dokumente und der Weiterverwendung der Felddaten zur Modellierung und Nachführung der 3D-Einzelobjekte.

Der Aufwand für die 3D-Nachführung inkl. der Topic ‚Höhen‘ ist erfahrungsgemäss doppelt so hoch wie die Nachführung der reinen 2D-AV. Eine Optimierung ist nicht möglich, da es zur Zeit keine voll 3D-fähigen AV-Systeme gibt.

Dokumentationen zu der 3D-Nachführung siehe Kap. 19.7 und 19.8).

16. Welche Fragen der ArG 3D-AV wurden nicht beantwortet

Es wurden alle Fragen behandelt.

17. Zwischenberichte und Stand der Arbeiten

17.1 Stand der Arbeiten am 30. September 2005

- Dachlandschaft und Höhen liegen vollständig vor, Nachführung Bildflug März 2005 hängig.
- ICS-3D-Konversionsprogramme der Firma InfoGrips in Auftrag gegeben. 3D-Testdaten sind aufbereitet und geliefert.
- Bestellung MobileMatrix offen.
- Alexander Peuckert arbeitet sich in den 3D-Bereich und die AV des Kantons BS ein. Erste Arbeiten von ihm erfolgen mit dem System ‚Geograf‘ (deutsches Produkt, von ihm für 3D-Arbeiten während Studium eingesetzt). Ausgereiftes System, jedoch auf die deutsche Ing.- und Katastervermessung ausgerichtet.
- Stellungnahme zur informellen Vernehmlassung der KKVA-Arbeitsgruppe ‚Detaillierungsgrad‘ ist erfolgt.
- Grundeigentümer betr. 3D-Pilotprojekt schriftlich orientiert.

17.2 Stand der Arbeiten vom 31. Dezember 2005

- Dachlandschaft und Höhen nachgeführt, Stand Bildflug März 2005. Die Dächer sind gemäss der Layerorganisation für die Objektgenerierung strukturiert und die Gebäudegrundrissdaten aus der Bodenbedeckung sind zugewiesen.
- 3D-Konversionsprogramme der Firma InfoGrips sind geliefert, jedoch nicht ausgetestet. Weitere Datenmodell Anpassungen infolge AV07-Projekt.
- MobileMatrix inkl. Funkübertragungsausrüstung geliefert. Handbuch fehlt > kein Einsatz.
- TachyCAD wurde von Hans Ritzmann zu Testzwecken geliefert. 1 Tag durch A. Peuckert getestet > Schlussfolgerung: passt nicht ins 3D-Erhebungskonzept des GVA.
- Leica TCRP1202-System konfiguriert und von A. Peuckert ca. 2 Monate eingesetzt.
- AV-Daten betr. Mauerflächen von A. Buob ergänzt und alle Treppendefinitionen bereinigt.

17.3 Stand der Arbeiten und Zwischenbericht vom 28. Februar 2006

17.3.1 Vertrag

- 17. Februar 2006 Vertrag für 3D-Pilot von swisstopo unterschrieben und damit wurde der Auftrag zur Durchführung erteilt. (Der Auftrag zur Durchführung des 3D-Pilots in Thun erfolgte an Peter Dütschler bereits im Januar 2006).

17.3.2 Personaleinsatz und Ausbildung

- A. Peuckert hat sein Praktikum beendet.
- J. Altermatt wurde für den Feldeinsatz ausgebildet, die Feldarbeit wurde daher zurückgestellt. Weitere Instruktionen sind notwendig.
- Am 1. März beginnt F. Stojanov mit seinem 6-monatigen Praktikum. Er wird von A. Bader für den Feldeinsatz als Messoperateur ausgebildet.

17.3.3 Bestandesaufnahme / Stand der Arbeiten

Die Bestandesaufnahme von Ende Februar 06 zeigt folgende offene Probleme auf:

- ca. 50% der EO_3D-Aufnahmen sind erledigt, die Erfassung der Geländedetailkanten fehlt.
- Die Topic 2D-EO weist einen heterogenen Detaillierungsgrad, unterschiedliche Objektdefinitionen, Aufnahmefehler oder fehlende Objekt auf.
- Der Systemeinsatz Leica TCRP1202 ist nicht optimal: 2 Mannbetrieb mit Kommunikationsproblemen (neu: Funkeinsatz, Detail-Instruktion Messoperateur), da Chef am Instrument und nicht wie vorgesehen am Aufnahmestandort steht.

- A. Peuckert hat die Anzahl Gebäude-Stockwerke nicht erfasst, damit fehlen auch die notwendigen attributiven Informationen über die Stockwerke (EG, UG, OG und DG).
- Höheninfos von unterirdischen Bauten sind nicht erfasst
- Keine Höheninfos betreffend Vordächern, innen liegenden Sitzplätzen und Durchgängen
- Datenbestand betr. schiefen Aufsichtflächen unklar
- Die Aufnahme der Koten ist lagemässig und betr. Attributierung zu überprüfen. Die Eingangshöhen liegen alle ausserhalb des Gebäudegrundrisses (wurden nicht wie vorgesehen nachträglich in die Gebäudegrundrissfläche verschoben).
- Abläufe werden durch viele Zwischenschritte unterbrochen > aufwändig und schwerfällig.
- Einsatz von TachyCAD wurde nur 1 Tag geprüft > eine nochmalige aber bessere Abklärung ist zwingend notwendig.
- Der Chrischona-Turm und die Kirche sind 3D erfasst und spez. modelliert worden.

17.3.4 Erkenntnisse

- Die Detailgeländekanten müssen zwingend erfasst werden.
- A. Peuckert hat EO-Detaillierungsgrad zu hoch angesetzt.

17.3.5 Getroffene Massnahmen

Massnahmen aufgrund der obigen Bestandesaufnahme:

- Die 3D-Modellierungsrichtlinien, die 3D-Erhebungs- und Systembedienungsanleitungen sind angepasst worden und sind fertig erstellt. Der Detaillierungsgrad und der Inhalt der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ ist festgelegt (Ing.-Team Sitzung mit W. Oswald) und die notwendigen Festsetzungen betr. der Datenmodellierung sind erfolgt.
- Das weitere Vorgehen betreffend die Felderhebung ist festgelegt. Die Feldarbeiten werden vollständig pro Grundbuchblatt abgeschlossen und anschliessend stichprobenweise im Feld verifiziert und auf Vollständigkeit überprüft. Es findet eine wöchentliche Sitzung statt (J. Altermatt, A. Bader und W. Meier), an der die aufgetretenen Probleme besprochen werden und die notwendigen Entscheide getroffen werden.
- Liegen in einem Aufnahmegebiet identische Gebäude- und Treppentypen vor, dürfen die Höheninformationen gesamthaft kopiert werden, wenn zusätzlich die notwendigen Referenzhöhen wie Gebäudeeingänge oder verbindliche Treppenstufenhöhen inkl. eine Kontrollehöhe erfasst werden.

17.4 Stand der Arbeiten und Zwischenbericht vom 8. September 2006

17.4.1 Vertrag

Am 6. September 2006 fand eine Sitzung mit der swisstopo statt. Anwesend von der swisstopo waren die Herren Markus Sinniger, Roberto Artuso, Emanuel Schmassmann und Robert Balanche, das GVA wurde durch Walter Meier vertreten.

Beschluss: Das Pilotprojekt Bettingen wird betr. Abklärungen über die zweckmässige Nutzung von Laserscan-Daten der swisstopo erweitert. Die gegenseitig notwendige Bereitstellung von Daten wird vertraglich geregelt.

17.4.2 Personaleinsatz und Ausbildung

- 1. 9. 2006: Claudia Jäger beginnt ihr 6-monatiges Praktikum und wird für den Einsatz im 3D-Pilotprojekt ausgebildet (Feldeinsatz, Datenmodellierung und Konfiguration MobileMatrix).
- Herr Jukka Altermatt wird Frau C. Jäger im Feldbereich ausbilden. Walter Meier übernimmt die Ausbildung im Bereich der 3D-Objektmodellierung.
- 8. 9. 2006: letzter Arbeitstag von F. Stojanov als Messoperateur.
- Andreas Kettner wird für die Geländemodellierung (Topic ‚Höhen‘) und für 3D-Nachführungsarbeiten im Dorfgebiet von Bettingen eingesetzt.

17.4.3 Stand der Arbeiten

a) Stand der terrestrischen Felderhebungen

Die Feldverifikation ist generell ausstehend.

a.1) Dorfgebiet mit vollständigem EO_3D-Inhalt:

- abgeschlossene Blätter: Nr. 1, 2, 3, 9, 11, 12, 18, 19, 20 und 21
- offenes Blatt: Nr. 4

a.2) St. Chrischona mit EO_3D-Inhalt ohne Stockwerke und zurückversetzte Fassaden im EG (2D-AV = Gebäudedetail_gestrichelt) und ohne unterirdische Objekte. Die Detailkanten und Aussparflächen in der Topic ‚Höhen‘ sind nicht erfasst:

- abgeschlossene Blätter: Nr. 13, 15, 16, 17 und 18

a.3) übrige Gemeindegebiete ohne terrestrische Höhenaufnahmen (nur Fotogrammetrie):

- Blätter Nr. 5, 6, 8, 10 und 22

a.4) nicht existierende Blätter:

- Blätter Nr. 7 und 14

b) Stand der Richtlinien für die DXF 3D-Objektmodellierung mit dem VR-GI-Modeler

Die notwendigen Verifikations- und Vorbereitungsarbeiten und die Abläufe sind beschrieben für:

- Gebäude_aus_BB
- Stockwerke
- Attikas
- Dachaufbauten
- übrige_Gebäudeteile (Vordächer in Bearbeitung)
- Treppen
- Mauern

offen ist die Beschreibung der Abläufe für:

- unterirdische Gebäude
- Pfeiler
- Brunnen

weitere vorgesehene Beschreibungen der Abläufe für EO-Objekte, die in Bettingen fehlen:

- Starkstromleitungen
- zugehörige Masten zu Starkstromleitungen

c) Stand Vorbereitung für die 3D-Objektmodellierung:

Die BB_Gebäudegrundriss-Informationen sind entsprechend der EO ‚übriger_Gebäudeteil‘ und entsprechend der Dachformen aufgeteilt und für die Gebäudemodellierung strukturiert.

d) Stand der Arbeiten betreffend Nachführung der Topic EO_3D

- Dokumentation der 3D-Nachführung prov. festgelegt (Besprechung mit ArG 3D-AV).
- Einfache Einmessung von EO-Objekten inkl. Höhenbestimmung festgelegt.
- Bsp. Nachführung ‚Gebäude_aus_BB‘ liegt vor.
- 3 komplexe Gebäudeaufnahmen inkl. übrige_Gebäudeteile, Treppen, Mauern und Geländekanten, Aussparflächen etc. sind in Arbeit.

e) Fotodokumentation

Als zusätzlich Hilfe für die 3D-Objektmodellierung und zu Dokumentationszwecken innerhalb des Pilotprojektes wurde in Bettingen eine geocodierte Fotodokumentation erstellt.

f) neue 3D-Produkte

f.1) 1m DTM-AV-Raster mit VR-GI-Modeler aus DTM-Dreiecksvermaschung generiert. Auf GeoShop als 1m- oder 2m-Raster in beliebigen Ausschnitten verfügbar.

f.2) 1m DOM-AV-Raster mit VR-GI-Modeler aus Dachflächen und Wald-Dreiecksvermaschung (26m über DTM-AV) generiert. Auf GeoShop als 1m- oder 2m-Raster verfügbar.

- f.3) Aus obigen Rasterdaten wurden Hillshades generiert. Diese werden über das GeoPortal im Internet bereitgestellt.
- f.4) kmz-Datei für Google Earth als Demo-Datei erstellt und verfügbar.
- f.5) Entwicklungsarbeiten für vollständige Integration in Google Earth laufen.
- f.6) VRML-Dateien inkl. Baumsymbole in Form von Beispieldateien verfügbar.
- f.7) diverse AVI-Filme verfügbar.
- f.8) diverse 3D-PDF ab DXF-File oder direkt ab VRML-File inkl. Symbole erstellt und verfügbar.
- f.9) Demodatei auf ‚TerrainView‘ verfügbar (Entwicklungsarbeiten laufen)
- f.10) DXF-Files mit modellierten EO_3D-Objekten sind verfügbar.
- f.11) Bsp. Shape-Files mit modellierten EO_3D-Objekten sind verfügbar.
- f.12) Ein Interlis_3D-File (nicht aktuelles ili-File) eines Gebäudes_aus_BB ist verfügbar.

g) Konversionsprogramme DXF_3D – Interlis_3D

Die Programme sind zur Zeit nicht funktionsfähig. Die Fehler sind der Firma InfoGrips am 6. Juni 06 gemeldet worden. Die Bereinigung ist immer noch ausstehend.

17.4.4 Erkenntnisse

- Der Aufwand für die Erhebung der Detailgeländekanten ist unverhältnismässig gross. Es sind daher alternative Erhebungsverfahren zu evaluieren (z.B. mit Laserscan-Daten, Grund für die Erweiterung des Pilotprojekts).
- Der Erhebungsaufwand bei der Geländemodellierung entlang der Gebäude (nur falls die Stockwerke erfasst werden) und entlang von Treppen sowie bei Eingängen zu unterirdischen Objekten kann optimiert werden, indem entlang dieser Objekte Aussparflächen erfasst werden.
- Die Aussparflächen können im Detailbereich zu Visualisierungsproblemen führen -> ‚Löcher‘ im Geländemodell.
- Die Integration der Detailkanten in die bestehende Topic ‚Höhen‘ (fotogrammetrisch ausgewertet) ist sehr aufwändig, da die Lage- und Höhenungenauigkeiten der fotogrammetrisch erhobenen Kanten vorgängig visualisiert und danach manuell bereinigt werden müssen.

17.4.5 Getroffene Massnahmen

- Auf die tachymetrische Erhebung der Detailkanten wird im Baugebiet St. Chrischona und im übrigen Gemeindegebiet ausserhalb der Bauzone verzichtet. Im vorgesehenen Zusatzprojekt soll untersucht werden, ob eine Erhebung über Laserscan-Daten der swisstopo möglich und zweckmässig ist.
- Es müssen Aussparflächen entlang der Gebäude, der Treppen und Eingänge zu unterirdischen Objekten und Gebäudeteilen erhoben werden. Diese werden aus den 2D-Grundriss-Informationen erhoben, danach ins bestehende Geländemodell projiziert und als zusätzliche Geländekanten in die Topic ‚Höhen‘ integriert. Dadurch müssen im Bereich der 3D-Objekte nur noch die effektiven Bruchkanten im Gelände erfasst werden.
Siehe auch Richtlinien. Diese sind entsprechend erweitert worden.
- Die ‚Löcher‘ im Geländemodell, die durch Aussparflächen entstehen können, werden durch die Generierung einer zusätzlichen Vertikalfläche entlang der Aussparfläche geschlossen.
- Im Gebiet St. Chrischona und im übrigen Gemeindegebiet ausserhalb der Bauzone werden keine weiteren Erhebungen betr. unterirdischen Gebäuden und Stockwerken mehr gemacht, d.h. die Aufnahmen von A. Peuckert werden in diesen Gebieten nicht mehr ergänzt.

17.5 Stand der Arbeiten und Zwischenbericht vom 9.11.2006

17.5.1 Vertrag

Vertrag mit swisstopo offen, zuständig Roberto Artuso. Am 20. Sept. 06 eine Sitzung auf den 12. Dezember 10-12 Uhr vereinbart.

17.5.2 Personaleinsatz und Ausbildung

Ab 6. 9. 2006: C. Jäger Einsatz im 3D-Pilotprojekt (Feldeinsatz und Datenmodellierung).

- Herr J. Altermatt hat C. Jäger im Feldbereich ausgebildet. W. Meier hat C. Jäger im Bereich der 3D-Objektmodellierung mit AutoCAD und dem VR-GI-Modeler ausgebildet.
- 8. 9. 2006: war der letzte Arbeitstag von Praktikant F. Stojanov im Feld als Messsoperateur.
- A. Kettner führte die Topic ‚Höhen‘ mit den Detailkanten nach.
- A. Kettner wurde in der 3D-Nachführung in Bettingen eingesetzt (3 Neubauten inkl. Umgebung und 3 kleine bauliche Änderungen, nur Einmessungen). Erstellung der 3D-Techn. Dokumente.

17.5.3 Stand der Arbeiten

a) Stand der terrestrischen Felderhebungen

Die Feldverifikation ist abgeschlossen.

a.1) Dorfgebiet mit vollständigem EO_3D-Inhalt:

Ende Oktober 06 wurden die Feld-Erhebungen des letzten Blattes: Nr. 4 abgeschlossen.

Die anlässlich der Verifikation aufgedeckten Fehler werden zur Zeit behoben.

b) Stand der kantonalen Anleitungen für die Feld- und Modellierungsarbeiten

Stand der Anleitung für die Ersterhebung der Höheninformationen für die Topics ‚Einzelobjekte_3D‘ und ‚Höhen‘.

Die Anleitung wurde nochmals überarbeitet und den neusten Erkenntnissen aus dem Pilotprojekt Bettingen angepasst.

Stand der Anleitung für die DXF 3D-Objektmodellierung mit dem VR-GI-Modeler

Die Verifikations- und Vorbereitungsarbeiten und die Abläufe sind beschrieben für:

- Gebäude_aus_BB
- Stockwerke
- Attikas
- Dachaufbauten
- übrige_Gebäudeteile (Vordächer in Bearbeitung)
- Unterstände
- Treppen
- Mauern
- unterirdische Gebäude
- Brunnen
- massive_Sockel (dazu gehören auch die Sockel der Masten zu Starkstromleitungen)

offen ist die Beschreibung der Abläufe für:

- Starkstromleitungen

c) Stand Vorbereitung für die 3D-Objektmodellierung:

Die Vorbereitungsarbeiten wurden abgeschlossen.

d) Stand der Arbeiten betreffend Nachführung der Topic EO_3D

6 neue Nachführungsaufträge sind zur Zeit in Arbeit.

e) Fotodokumentation

Als zusätzlich Hilfe für die 3D-Objektmodellierung und zu Dokumentationszwecken innerhalb des Pilotprojektes wurde für jedes Gebäude in Bettingen eine geocodierte Fotodokumentation erstellt. Diese wurde abgeschlossen.

f) neue 3D-Produkte

- f.1) Entwicklungsarbeiten für vollständige Integration in Google Earth laufen.
- f.2) Demodatei auf ‚TerrainView‘ verfügbar (Entwicklungsarbeiten laufen)
- f.3) DXF-Files mit modellierten EO_3D-Objekten sind verfügbar.
- f.4) Bsp. Shape-Files mit modellierten EO_3D-Objekten sind verfügbar.

f.5) Ein Interlis_3D-File (nicht aktuelles ili-File) eines Gebäudes_aus_BB ist verfügbar.

g) Konversionsprogramme DXF_3D – Interlis_3D

Die Programme sind nun voll funktionsfähig. Das Datenmodell ‚GeoBau_EO_3D‘ zur Konversion der DXF_3D-Daten ins Interlis_3D-Modell wurde am 7.11.2006 den letzten Erkenntnissen angepasst und die Konversionstools wurden von der Firma InfoGrips entsprechend bereinigt.

h) Stand der Verifikationsarbeiten

Seit Mitte Oktober 2006 sind die Feldverifikationsarbeiten und die damit verbundenen Reinigungsarbeiten im Gange.

17.5.4 Erkenntnisse

- Die Schnittstelle Feld-Büro wurde zu offen festgelegt. Die nachträgliche Festlegung der definitiven Koten sowie der schiefen Mauern und der Stockwerkhöhen aufgrund der Aufnahmen von A. Peuckert bereitet Mühe und verursachen einen grossen Zusatzaufwand und Nachmessungen.

17.5.5 Getroffene Massnahmen

- Die Schnittstelle Feld-Büro wird neu festgesetzt. Der Feldbetrieb liefert die definitiv verbindlichen Koten der Mauern und Treppen sowie die Boden- und Deckenkoten im EG bei innenliegenden Fassaden sowie die definitiven Bodenkoten der Stockwerke und Balkone. Werden die Balkon-Untersichten aufgenommen so liefert der Feldbetrieb auch die Balkonbodenkoten (Kote der Untersicht + 15cm).

18. Schlussbemerkungen

18.1 Etappieren der Realisierung der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘

Wichtig ist eine möglichst rasche Flächenendeckung in den TS1- und TS2-Gebieten mit dreidimensionalen Gebäudedaten zu realisieren. Diese Anforderung ist wie folgt erreichbar:

- a) Erfassung der Dachflächen und der Topic ‚Höhen‘. Aus diesen Informationen und den Grundrissinformationen der Gebäude aus der Topic ‚Bodenbedeckung‘ lassen sich effizient und kostengünstig geeignete Gebäudedaten sowie die Attikas und Dachaufbauten hergeleitet. Ca. 80% des heutigen Bedarfs an dreidimensionalen Gebäudedaten werden damit abdeckt.
- b) Die übrigen Daten der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ können danach sukzessive und nach Bedarf erhoben werden.

18.2 Optimierte Datenhaltung

Eine optimierte Datenhaltung wird erst möglich sein, wenn die AV-GIS vollständig 3D-fähig sind und Interlis_3D unterstützen.

Aus diesem Grund ist es äusserst wichtig, dass

- Interlis_3D möglichst rasch definitiv festgelegt und allgemeinverbindlich erklärt wird und
- die AV-Systemhersteller motiviert werden Interlis-3D zu unterstützen sowie
- die AV-Systeme zu umfassend 3D-fähigen GIS weiterentwickelt werden.

18.3 Hauptkostenfaktoren bei der 3D-Erhebung und Nachführung

18.3.1 Qualität des bestehenden Vermessungswerkes

Bei der Ersterhebung der Höheninformationen der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ werden fehlende Elemente oder Unstimmigkeiten in der 2D-AV bis ins letzte Detail schonungslos aufgedeckt.

Die Qualität des bestehenden Vermessungswerkes wird daher zu einem entscheidenden Kostenfaktor.

18.3.2 Detaillierungsgrad der Topic ‚Einzelobjekte‘

Ein erhöhter Detaillierungsgrad, wie er im Kanton Basel-Stadt realisiert ist, führt zu massiven Mehrkosten. Die Mehrkosten resultieren vorwiegend daraus, dass die Topic ‚Höhen‘ mit zusätzlichen Detailkanten geführt werden muss. Diese terrestrisch erfassten Detailkanten führen zu sichtbaren Widersprüchen zu den fotogrammetrisch erhobenen Kanten. Diese müssen dann wiederum bereinigt oder korrigiert werden.

Der Detaillierungsgrad der Topic ‚Einzelobjekte‘, wie er von der Arbeitsgruppe ‚Detaillierungsgrad in der AV‘ vorgeschlagen wird, ist für die 3D-AV optimal. Die Erhebung von zusätzlichen Detailkanten wird dadurch auf ein Minimum beschränkt.

18.3.3 Integrationsgrad der 3D-Erhebungsprozesse in die bestehende Infrastruktur

Im 3D-Pilotprojekt Bettingen wurden die Arbeitsprozesse so optimiert, dass die bestehende Infrastruktur weitgehend genutzt werden konnte.

Durch den Einsatz eines Tablet-PC bei der Felderhebung ist noch ein wesentliches Rationalisierungspotential vorhanden. Entwicklungsarbeiten in diesem Bereich sind deshalb beim GVA bereits initialisiert worden und sind in Arbeit.

18.3.4 AV-System

Nur bedingt 3D-fähige AV-Systeme zwingen zur Beschaffung von zusätzlichen 3D-CAD-Systemen und führen vorwiegend bei der Nachführung zu aufwändigen Doppelspurigkeiten bei der 3D-Modellierung.

18.4 Erhebungsaufwand im Vergleich zur Kostenschätzung im 1. Bericht der ArG 3D-AV

Aus der Sicht der heutigen Entwicklung sollten die fotogrammetrischen Arbeiten (Geländemodell und Dachflächen) eher günstiger als teurer werden.

Der Aufwand für die Gebäudemodellierung bewegt sich im geschätzten Rahmen.

Der Aufwand für die terrestrische Geländemodellierung mit Detailkanten erweist sich als unerwartet hoch und verdoppelt die Kosten für die Ersterhebung der Höheninformationen der Einzelobjekte. Für die Erhebung der Detailkanten sollten daher alternative Erhebungsverfahren gesucht und entwickelt werden, denn in diesem Bereich wäre das grösste Sparpotential zu realisieren.

18.5 Finanzielles

Die Einnahmen aus der Nutzung des bestehenden 3D-Stadtmodells (ganzes Kantonsgebiet) betragen in den Jahren 2005 ca. Fr. 8'500.- und 2006 ca. Fr. 38'500.- davon 3 Grossprojekte ca. Fr 30'000.-. Die Beiträge der Dauerbenutzer sind hier nicht eingerechnet.

Die Nachführungskosten betragen pro Jahr ca. Fr. 5'000.- bei einem dreijährigen PNF-Turnus.

Bei einer Realisierung der Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ werden die Nachführungskosten massiv höher sein. Diese sollten primär den Dauerbenutzern (Verwaltung und Privaten) und nicht den Grundeigentümern überwältigt werden.

18.6 Fazit

Mit Hilfe des 3D-Pilotprojekts Bettingen wurden beim GVA die Voraussetzungen geschaffen und eine Infrastruktur aufgebaut, die es ermöglichen die Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ über das ganze Kantonsgebiet einheitlich zu erheben und in geeigneter Weise über die bestehende Infrastruktur allen interessierten Amtsstellen, den Gemeindeverwaltungen und privaten Benutzern bereitzustellen.

Mit den neu entwickelten 3D-Produkten lassen sich die heutigen Bedürfnisse aller Benutzerstufen im Kanton Basel-Stadt weitgehend abdecken.

Die Grundrissinformationen der Objekte der Topic ‚Einzelobjekte‘ sowie die Gebäudegrundrissflächen aus der Topic ‚Bodenbedeckung‘ lassen sich mit Ausnahme der Mauern (nur jene mit Höhenversatz oder mit Bruchkanten) mit einfachen und rationellen Höhenergänzungsaufnahmen in die neue Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ konvertieren. Die aufwändigen Lageaufnahmen entfallen. Damit wird ersichtlich, welch grosses Einsparpotential in der Amtlichen Vermessung vorhanden ist. Dieser Vorteil ist einzigartig und sollte aktiv umgesetzt werden.

Die Fotogrammetrie kann zwar ebenfalls 3D-Objekte erfassen und liefern, diese weisen aber einen qualitativ wesentlich geringeren Standard auf.

Um die neue 3D-Topic effizient und wirtschaftlich pflegen zu können, sind noch wesentliche Entwicklungsschritte in allen Bereichen nötig. Die Aus- und Weiterbildung sollte möglichst rasch und umfassend vorangetrieben werden.

19. Anhang (19.1 bis 19.6 separate Beilagen)

19.1 Dienstleistungsvereinbarung für das 3D-Pilotprojekt Bettingen zwischen der swisstopo (V+D) und dem Justizdepartement BS (GVA)

19.2 Objektkatalog, Datenmodell und Erläuterungen der ArG 3D-AV

19.2.1 Objektkatalog und Modell der ArG ,3D-AV' vom 23.3.2006

19.2.2 Interlis: Datentypen zur Modellierung von 3D-Oberflächen Erweiterungsvorschlag/Spezifikationen von Andreas Morf, ETH IGP)

19.2.3 Erläuterungen zum Datenmodell der ArG ,3D-AV' vom 13.2.2006

19.3 Kantonale Datenmodelle für das 3D-Pilotprojekt Bettingen

19.3.1 Datenmodell siehe 3D-AV-Modellierungsrichtlinien Kap. 19.5.1)

19.3.2 Datenmodell ,GeoBau_EO_3D_BS' in DXF / Layerorganisation der ,EO_3D_BS' für die Konvertierung ins Datenmodell DM.01-AV-BS-05D_3D vom 7.11.2006

19.3.3 Datenmodell ,GeoStandard_BS_3D' / Layerorganisation für die Bereitstellung der 2D-AV-Basisdaten vom 30.11.2005

19.4 Kantonale Anforderungen an die 3D-Datenerhebung resp. Datenkonvertierung

19.4.1 Anforderungen an die Erhebung des digitalen Geländemodells BS vom 2.7.1998

19.4.2 Anforderungen an die Erhebung der Dachlandschaften BS vom 31.1.2006

19.4.3 Anforderungen an die 3D-AV-Konversionsprogramme; DXF_3D > Interlis_3D / Interlis_3D > Interlis_2D / Interlis_3D > DXF_3D und Schape_3D vom 16.9.2005

19.5 Kantonale Richtlinien und Anleitungen für das 3D-Pilotprojekt Bettingen

19.5.1 3D-AV-Modellierungsrichtlinien, Version 2 vom 22.3.2006

19.5.2 Anleitung des GVA zur Ersterhebung der Höheninformationen der Topics ,EO_3D' und ,Höhen' Version 2 vom 6.11.2006

19.5.3 Anleitung des GVA zur Arbeit mit dem ,Leica Geo-Office V3.00' Februar 2006

19.5.4 Anleitung des GVA für das ,Leica TCRP1202'-System vom Februar 2006

19.5.5 Anleitung des GVA zur Erfassung der Topic ,Einzelobjekte_3D' und zur DXF- Generierung der 3D-Objekt-Oberflächenelemente (Anleitung ,DXF_3D' vom 9.11.2006

19.6 Beschreibung der Abläufe und der zu verwaltenden Dateien

19.6.1 Prozess ,Neustrukturierung der Originaldachflächen und Zuordnung der Gebäudegrundrissflächen'

Dieser Prozess beinhaltet die Vorbereitungsarbeiten mit AutoCAD als Grundlage für die DXF_3D-Generierung der Gebäude-Elemente mit dem VR-GI-Modeler.

19.6.2 Prozess ,Spezialfälle bei der Grundrissaufteilung‘

Dieser Prozess beinhaltet die Vorbereitungsarbeiten mit AutoCAD als Grundlage für die DXF_3D-Generierung der EO-Elemente von unterschiedlichen hohen Gebäudeteilen, der zurückversetzten Fassaden sowie der Durchgänge mit dem VR-GI-Modeler.

19.6.3 Prozess ,DXF_3D-Generierung der Originaldach- und Gebäude-Elemente‘

Dieser Prozess beinhaltet die Generierung der Originaldach- sowie der Gebäude-Elemente im DXF-Datenmodell GeoBau_EO_3D_BS mit dem VR-GI-Modeler im Batch-Verfahren.

19.6.4 ,Prozess DXF_3D-Generierung der Elemente der Attikas, Dachaufbauten und der restlichen Einzelobjekte‘

Dieser Prozess beinhaltet die Generierung der Elemente der Attikas, Dachaufbauten und der restlichen Einzelobjekte im DXF-Datenmodell GeoBau_EO_3D_BS mit dem VR-GI-Modeler im Batch-Verfahren.

19.6.5 Prozess ,Generierung der Balkonelemente‘

Dieser Prozess beinhaltet die DXF_3D-Generierung der Balkon-Elemente mit dem VR-GI-Modeler.

19.6.6 Prozess ,Konstruktion und Generierung der Vordach-Flächenelemente‘

Dieser Prozess beinhaltet die DXF_3D-Erstellung der Vordachelemente mit dem System AutoCAD im Erdgeschoss mit dem CAD-System AutoCAD oder MicroStation.

19.7 Mustervorlage Stationsprotokoll

Stationsprotokoll für Einzelpunkte

Grundbuch- und Vermessungsamt Basel - Stadt

LGO - PVER

Datum : 14. 12. 2005 10: 43
 Station: H 1729M Y: 18081.779 X: 68885.133 Z: 476.450 I: 1.661

Punkt nr.	Code	Richtung	Di stanz	Ex. L	Ex. Q	Ex. h
H 0814I	HPP	110. 9093	58. 127	0. 000	0. 000	0. 000
Di st. korr. :	0 ppm	Y-Wert	X-Wert	Höhe	Ref. h	dh
Prismenkonst. :	0. 0175 m	18138. 982	68875. 233	479. 735	1. 300	3. 285
Punkt nr.	Code	Richtung	Di stanz	Ex. L	Ex. Q	Ex. h
1412051	Hilfspunkt	17. 1225	51. 339	0. 000	0. 000	0. 000
Di st. korr. :	0 ppm	Y-Wert	X-Wert	Höhe	Ref. h	dh
Prismenkonst. :	0. 0175 m	18095. 366	68934. 426	481. 424	1. 300	4. 974
Punkt nr.	Code	Richtung	Di stanz	Ex. L	Ex. Q	Ex. h
3458	Insel fläche	34. 1149	40. 958	0. 000	0. 000	0. 000
Di st. korr. :	0 ppm	Y-Wert	X-Wert	Höhe	Ref. h	dh
Prismenkonst. :	0. 0175 m	18102. 524	68920. 067	481. 138	2. 150	4. 688
Punkt nr.	Code	Richtung	Di stanz	Ex. L	Ex. Q	Ex. h
1412052	Hilfspunkt	112. 0162	11. 301	0. 000	0. 000	0. 000
Di st. korr. :	0 ppm	Y-Wert	X-Wert	Höhe	Ref. h	dh
Prismenkonst. :	0. 0175 m	18092. 875	68883. 013	477. 117	1. 300	0. 667
Punkt nr.	Code	Richtung	Di stanz	Ex. L	Ex. Q	Ex. h
3459	Bruchkante_w	77. 5403	16. 713	0. 000	0. 000	0. 000
Di st. korr. :	0 ppm	Y-Wert	X-Wert	Höhe	Ref. h	dh
Prismenkonst. :	0. 0175 m	18097. 460	68890. 907	476. 503	1. 300	0. 053

Protokoll ENDE

Grundbuch- und Vermessungsamt Basel - Stadt

Stationskontrolle

Stationsprotokoll, von Job: B_12_06022 Erfasst mit: TCRP1202 SNr.: 212811

14.12.05, 10:44

TPS Station : H 1729M Instrumentenhöhe: 1.635m
 Y= 18081.779 X= 68885.133 Z= 476.450

Punktnummer : H 1715L Ref.höhe: 1.500m
 IST Koord. : Y= 17632.033 X= 68652.126 Z= 466.410
 SOLL Koord. : Y= 17632.028 X= 68652.120 Z= 466.417
 Differenz : dY= 0.005 dX= 0.006 dH= -0.007

Stationsprotokoll, von Job: B_12_06022 Erfasst mit: TCRP1202 SNr.: 212811

14.12.05, 11:05

TPS Station : H 1729M Instrumentenhöhe: 1.635m
 Y= 18081.779 X= 68885.133 Z= 476.450

Punktnummer : H 0814C Ref.höhe: 1.300m
 IST Koord. : Y= 17657.268 X= 68795.614 Z= 477.374
 SOLL Koord. : Y= 17657.260 X= 68795.601 Z= 477.374
 Differenz : dY= 0.008 dX= 0.013 dH= 0.000

Kontrolle ENDE

19.8 Musterbeispiel Technisches Nachführungsdokument (Mutationshandriss)

Sektion 9

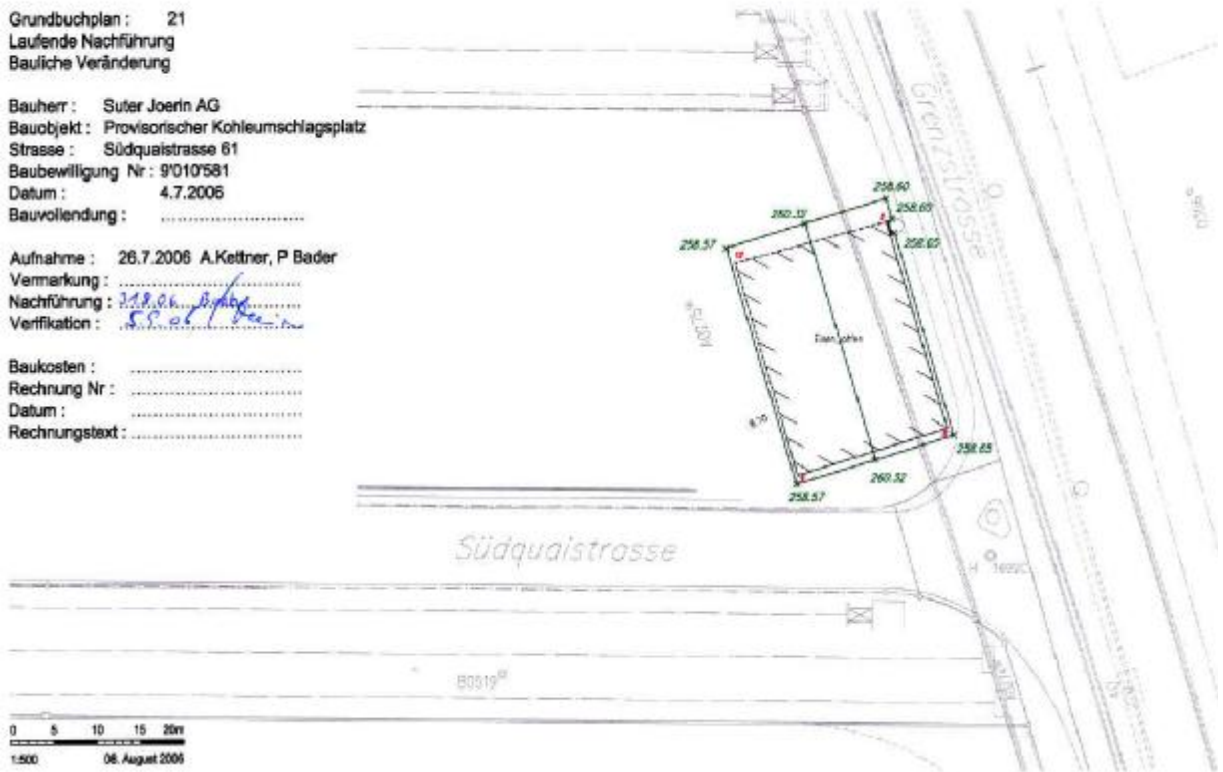
Mutationshandriss Nr. 1237

Grundbuchplan : 21
 Laufende Nachführung
 Bauliche Veränderung

Bauherr : Suter Joerin AG
 Bauobjekt : Provisorischer Kohleumschlagsplatz
 Strasse : Südquaistrasse 61
 Baubewilligung Nr : 9'010'581
 Datum : 4.7.2006
 Bauvollendung :

Aufnahme : 26.7.2006 A.Kettner, P Bader
 Vermarkung :
 Nachführung : *Handwritten signature*
 Verifikation : *Handwritten signature*

Baukosten :
 Rechnung Nr :
 Datum :
 Rechnungstext :



Weitere Beispiele von Aufnahme- und Dokumentationsmöglichkeiten

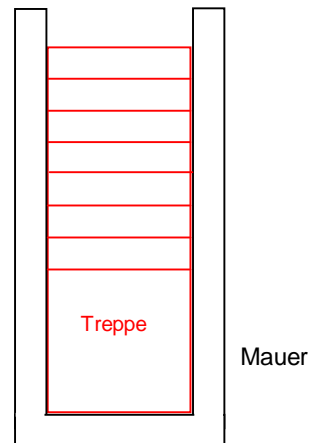


19.9 Normierung von AV-EO-Objektdefinitionen

19.9.1 Treppen

Die Treppendefinition wurde anfangs 2006 vom GVA neu und verbindlich festgelegt:

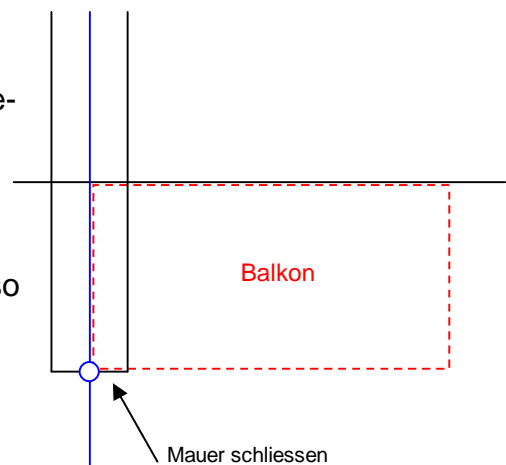
Die Treppen umfassen nur den Bereich der Stufen.



19.9.2 Abtrennung der übrigen Gebäudeteile

Die Definition der übrigen Gebäudeteile wurde anfangs 2006 vom GVA neu und verbindlich festgelegt:

- Balkone und Terrassen werden wie Gebäude behandelt: an Parzellengrenzen und Gebäudeunterteilungen werden sie aufgeteilt.
- Flügelmauern bis ca. 50 cm bleiben Gebäude, grössere werden vom Gebäude abgetrennt.
- Mauern werden geschlossen, wenn sie sowieso in Bearbeitung sind.



19.10 Bogenprobleme in der dritten Dimension

Erfassung von Bogenelementen im Feldbetrieb:

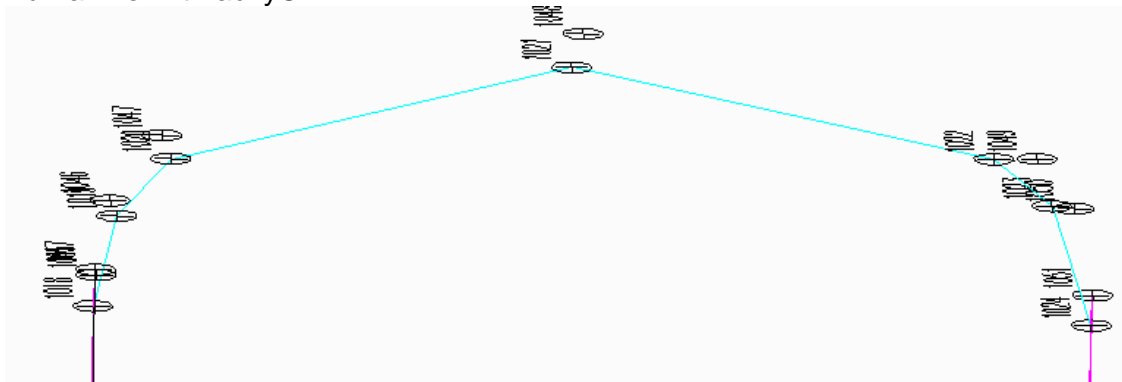
○ die Erstellung von Bogenelementen im Raum ist **mit AutoCAD** durch die Ausrichtung des BKS (Benutzerkoordinatensystem) umsetzbar, dazu müssen aber alle Punkte des Bogens in einer Ebene liegen.

Bemerkung: In der Praxis ist es oft nur mit grossem Aufwand möglich alle Punkt in einer Raum-Ebene zu erfassen, zudem geht die Bogeninformation bei der Transformation in die xy-Ebene verloren. Auf die Erfassung von räumliche Bogenelementen sollte daher in AV verzichtet werden!

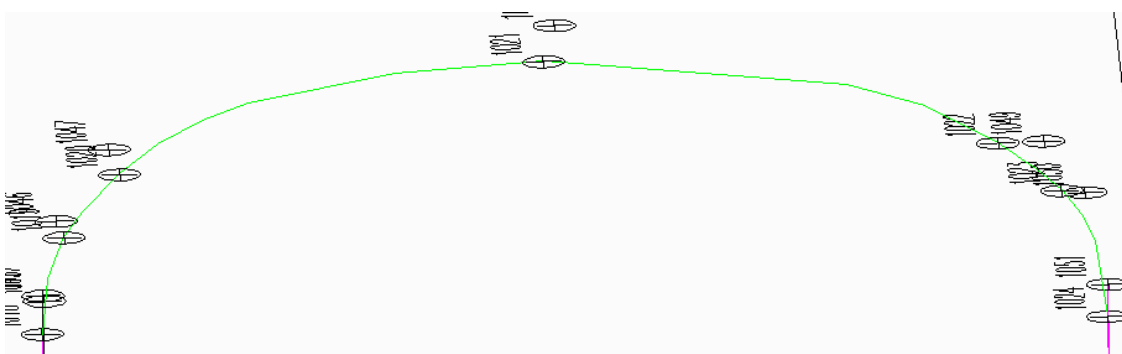
Mit dem beiden nachfolgenden Erhebungsbeispielen soll dies dokumentiert werden:

a) bei der Erhebung **mit TachyCAD** (Modul, welches auf der Basis von AutoCAD arbeitet) kann man Bogenelemente mit Hilfe des „3D-Modus“ im Raum erfassen / erstellen (durch Definition einer 3D-Polylinie und nach Verwendung der Funktion „Bogen umklappen und bemessen“).

Aufnahme mit TachyCAD:



bei der Aufnahme werden die Bogenpunkte mit einer 3D-Polylinie verbunden



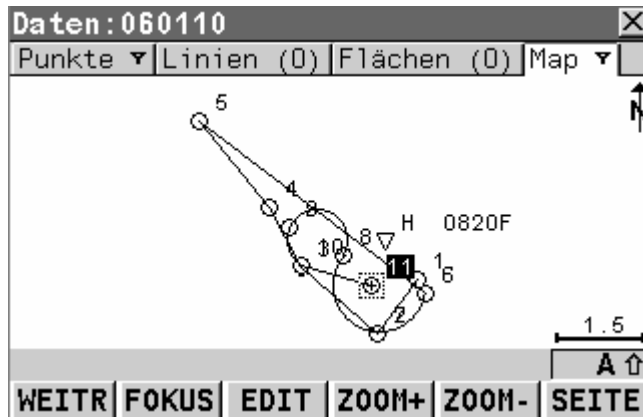
durch die Funktion „Bogen umklappen und bemessen“ wird ein ausgeglichener Bogen erzeugt, bei dem an den Enden können auf Wunsch die Höhen angepasst werden

b) Erhebung von 3D-Bogenelementen **mit dem Leica Tachymetersystem 1200**.

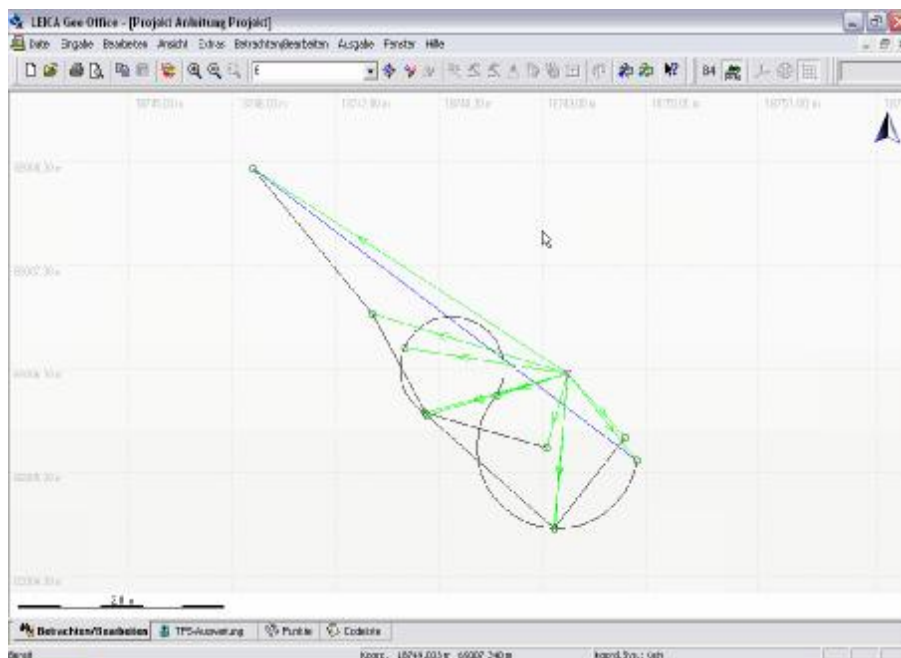
Im Dezember 2005 führte Leica Geosystems die Version 3.00 der TPS Firmware, sowie die Version 3.00 des Leica Geo-Office ein. Ab dieser Version ist es möglich im Feld Bögen zu erfassen und im Büro Bögen zu berechnen und zu bearbeiten. Beim Transfer der Bogenelemen-

te in andere CAD-Systeme werden die Bogeninformationen nicht übertragen (Polylinien die zuvor zwischen 2 Punkten einen Bogen beschrieben werden als Gerade abgebildet).

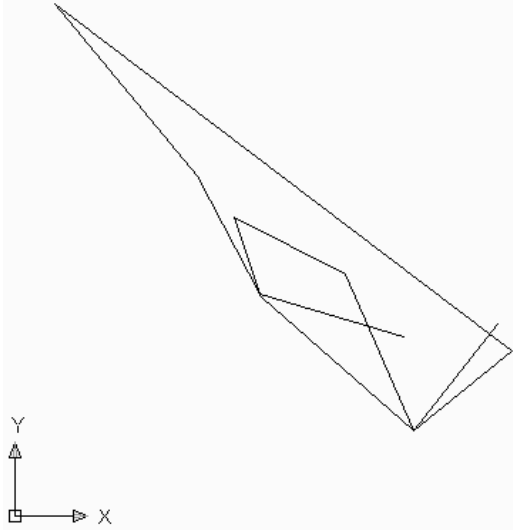
Erfassung mit dem Tachymetersystem 1200



Bogenelemente nach der Aufnahme im Tachymeter



Bogenelemente im Leica Geo-Office



obige Bogenelemente nach dem Transfer ins AutoCAD-System

19.11 Statistische Angaben zur Ersterhebung und zur periodischen Nachführung

19.11.1 Anzahl Elemente

Im Dorfgebiet (Baugebietsfläche ca. 81ha) erfasst und modelliert wurden:

- 486 Gebäude aus der Topic ‚Bodenbedeckung‘, davon 34 mit Modellierungen im EG
- 1'007 Stockwerke
- 136 Balkone
- 143 Vordächer
- 64 unterirdische Gebäude
- 313 Mauern
- 280 Treppen mit gesamthaft 2'675 Stufen
- 2 Brunnen
- 3'270 neue Detailkanten oder fehlende Geländekanten

19.11.2 Feldaufwand

In der nachstehenden Tabelle ist der Feldaufwand in Gruppen-Stunden festgehalten. Die Feldarbeit wurde mit 2er Gruppe durchgeführt.

81ha TS1- Gebiet Det- Grad Kt. BS	Fahrt + Pause	Basispkte	Orientierung Eigentümer	Stockwerk- höhen	Unterird. Geb.	2D-EO und Detail EG Gebäude	Verif. Dächer	Detailkan- ten Topic 'Höhen'	PIIF	Stunden Feld	Stunden Feld+Büro
Total	60.08	71.97	13.82	34.15	12.20	41.92	19.08	169.13	106.17	528.52	1056.67

Erläuterungen zur vorstehenden Tabelle:

- **Basispunkte:**

Die Feldaufnahmen erfolgten während der Vegetationsperiode. Die meisten Grundstücke sind mit Hecken umzäunt und mit Ziersträuchern bepflanzt, zum Teil stehend die Gebäude auch im Wald. Es mussten daher sehr viele neue Stationspunkte bestimmt werden, um die Erhebungen vollständig durchführen zu können.

- **Orientierung der Grundeigentümer:**

Im Kanton BS dürfen die Grundstücke nur betreten werden, wenn der Eigentümer oder der Mieter anwesend ist. Dies erschwerte ein rationelles Arbeiten sehr.

- **Stockwerkhöhen:**

Bei der ohnehin obligatorischen Anmeldung konnten die Informationen über etwelche Dachstockausbauten direkt erfragt werden. Diese Informationen konnten somit ohne wesentlichen Mehraufwand erhoben werden.

- **unterirdische Gebäude:**

Auch hier ist der Aufwand aus organisatorischen Gründen relativ hoch. In den meisten Fällen musste nur eine Boden- und eine Deckenhöhe erfasst werden.

- **Erhebung der Höheninformationen der 2D-EO:**

Da die fehlenden Höheninformationen ohne die exakte Lageinformation erhoben wurden, konnten diese Arbeiten effizient und rasch durchgeführt werden.

- **Verifikation der fotogrammetrischen Dacherhebungen**

Diese erfolgte nur mittels Stichproben und anlässlich der übrigen Feld-Erhebungen.

- **Erhebung der Gelände-Detailkanten**

Diese erwies sich als sehr aufwändig und war infolge Bewuchs schwierig zu erheben.

- PNF

Der Aufwand für die Feldarbeiten der PNF war erheblich.

In der AV des Kantons Basel-Stadt fehlen generell die Mauerstärken. Diese mussten daher in Bettingen zusätzlich und vollständig erhoben werden.

- Bereitstellung der Felddaten für die Modellierung

Der Büroaufwand für die Dokumentation der Feldarbeiten und die Bereitstellung der Felddaten für die 3D-Modellierung ist so hoch, weil die Feldaufnahmen nicht direkt mit einem Tablet-PC registriert werden konnten. Bei allen geneigten EO-Aufsichtflächen wie Maueranzug, abgeschrägte Mauern etc., erfolgte zudem eine manuelle Nachbearbeitung im Büro.

19.11.3 Modellierungsaufwand

Dieser umfasst die Vorbereitungsarbeiten wie Dachstrukturierung, Gebäudegrundrissaufteilung und Dachzuweisung, Triangulation der Dachflächen, Bereitstellung der DXF-Grundlagedaten pro Objektart für die 3D-Generierung sowie die Durchführung der DXF_3D-Generierung.

Die nachstehende Tabelle beinhaltet den Aufwand in Personalstunden.

Der Aufwand für die Konversion der DXF_3D-Objekte in die neue Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ ist in diesem nicht enthalten (ca. 1 Tag inkl. allfällige Bereinigungen).

81ha TS1, Gebiet, Det. Grad Kl. BS	Strukturierung Dach-Zuordnung Grundriss	Strukturierung/Generierung Vordächer, Balkone	Verifikation/Bereinigung der Fotogr. Dachauswertung	Vorbereitung DXF_3D-Generierung Gebäude	DXF_3D-Generierung Gebä. inkl. Bereinigung	Vorbereitung Mauern, Treppen, Brunnen (EO-Flächen)	DXF_3D-Generierung EO inkl. Bereinigung	Verifikation/Bereinigung zufolge mangelhafte Feldehebung
	42.00	51.50	22.00	71.50	59.50	ca. 50	ca. 30	15.00
Total								

Erläuterungen zur vorstehenden Tabelle:

- Gebäudemodellierung inkl. übrige Gebäudeteile

Der Aufwand (grün hinterlegt) für die Gebäudemodellierung ist höher, als dies im 1. Bericht der Arbeitsgruppe geschätzt worden ist (geschätzt: Fr 200.-/ha). Der Mehraufwand resultiert aus dem erhöhten Detaillierungsgrad (vergleiche Kap. 3.3) und den zusätzlich erhobenen Stockwerkinformationen.

- Modellierung der Mauern, Treppen und Brunnen

Die in der Tabelle aufgeführten Stunden (blau hinterlegt) beinhalten nur die Modellierungsarbeiten. Die Arbeiten für die manuelle Erfassung der geneigten Aufsichtflächen sind in den Feld-Büro-Arbeiten unter Kap. 19.11.2) enthalten.

Der Aufwand für die effektiven Modellierungsarbeiten ist nicht klar abgrenzbar, da die Arbeiten sehr stark mit der PNF verknüpft waren. Zudem ist der erhöhte Detaillierungsgrad für andere Kantone nicht repräsentativ, wie im Bericht bereits unter Kap. 3.3) festgehalten worden ist.

- Verifikations- und Bereinigungsaufwand

Der Verifikations- und Bereinigungsaufwand ist sehr hoch. Dies ist einerseits auf die nicht optimale Feldausrüstung sowie auf die mangelnde Erfahrung und den ungenügenden Ausbildungsstand (Feldgruppenleiter hatte keine Erfahrung in der Datenmodellierung) zurückzuführen.

In diesem Bereich ist noch ein wesentliches Einsparpotential vorhanden.

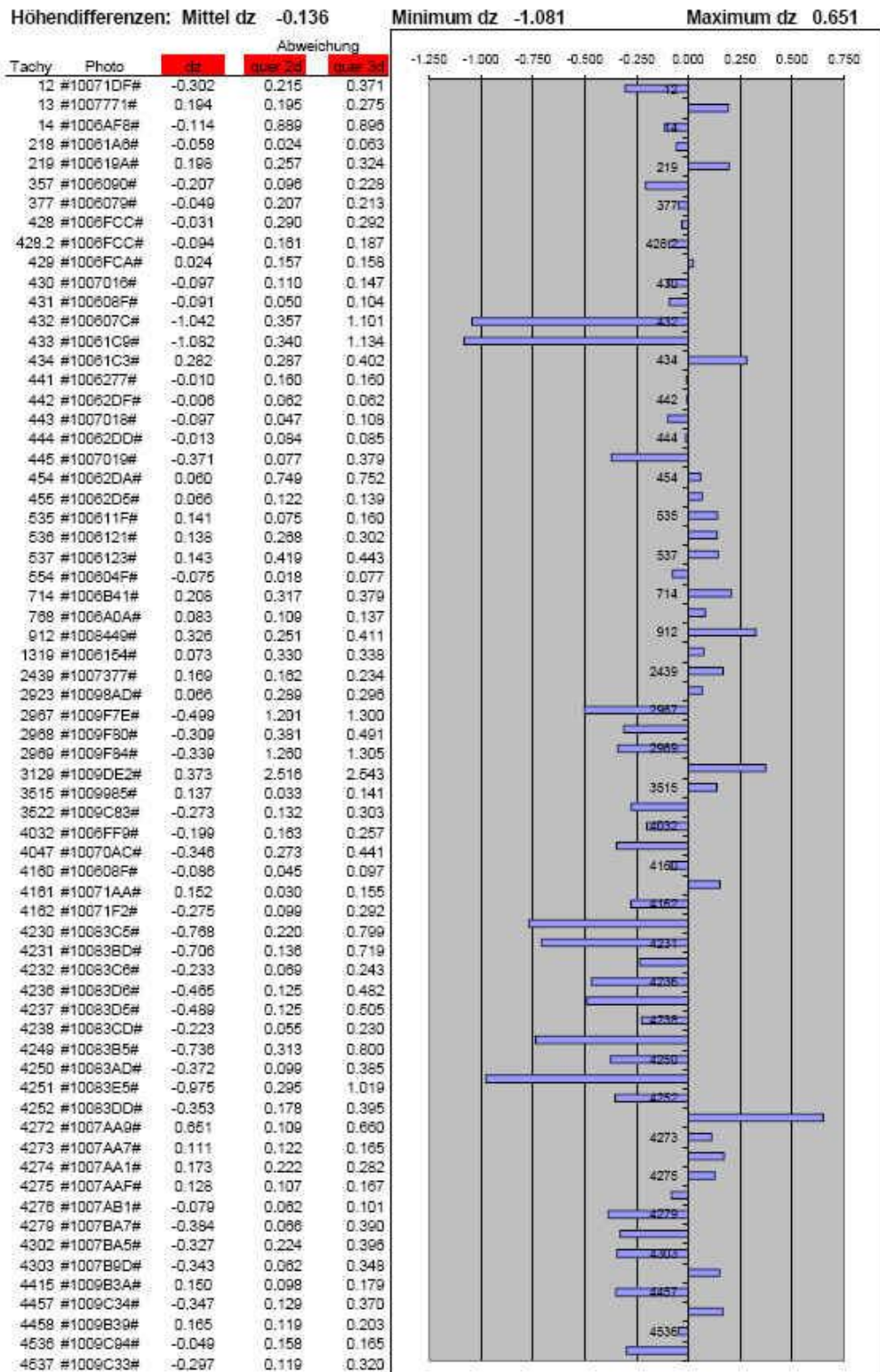
- Aufwand für die Erfassung und Nachführung der Topic ‚Höhen‘

Dieser Aufwand ist in obiger Tabelle nicht enthalten. Die Arbeiten sind nicht Bestandteil des Pilotprojektes und sind noch nicht abgeschlossen.

19.12 Statistische Angaben zu den fotogrammetrisch ausgewerteten Dachflächen *Differenznachweis zwischen der terrestrischen Verifikation und den fotogrammetrisch ausgewerteten Dachflächen*

Verifikation von fotogrammetrisch ausgewerteten Dachflächen mittels terrestrisch vermessenen Dachpunkten

GVA, 02.2006



19.13 Neues 3D-Datenmodelle ,GeoBau_3D‘

Die Geodaten der neuen Topic ‚Einzelobjekte_3D‘ können beim GVA im DXF in der Layerorganisation von ‚GeoBau_EO_3D‘ bezogen werden. Die grün markierten Layerinformationen entsprechen kantonalen Erweiterungen.

Dateninhalt	Objektart Interlis	gemäss	Objekttyp	Layer-Bezeichnung nach SIA 2014										
				Feld-Nr										
				1			2					3		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Bauten_3D														
Originaldachflächen	Gebaeude_aus_BB		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	1	0	O	E
Flächen der Gebäudehülle	Gebaeude_aus_BB		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	1	0	F	E
Flächen von Durchgängen etc.	Gebaeude_aus_BB		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	1	0	F	E
Stockwerkflächen	Gebaeude_aus_BB		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	1	0	F	E
Originaldachflächen	Attika		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	2	0	O	E
Fassadenflächen	Attika		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	2	0	F	E
Originaldachflächen	Dachaufbau		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	3	0	O	E
Fassadenflächen	Dachaufbau		POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	3	0	F	E
Originaldachflächen	Dachaufbau_klein		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	5	0	O	E
Fassadenflächen	Dachaufbau_klein		POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	5	0	F	E
Originaldachflächen	Fahrnisbauten		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	6	0	O	E
Fassadenflächen	Fahrnisbauten		POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	6	0	F	E
Originaldachflächen	Kleinbauten		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	7	0	O	E
Fassadenflächen	Kleinbauten		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	0	7	0	F	E
Originaldachflächen	uebriger_Gebaeudeteil		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	1	0	O	E
Flächen der Objekthülle	uebriger_Gebaeudeteil		POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	1	0	F	E
Balkonflächen	uebriger_Gebaeudeteil		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	1	0	F	E
Vordachflächen	uebriger_Gebaeudeteil		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	1	0	F	E
Polylinie der Brandmauer	Brandmauer		POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	1	1	L	E
Flächen der Treppenstufen	wichtige_Treppe		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	2	0	F	E
Flächen der Treppenstufen	Freitreppe		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	2	1	F	E
Flächen der Treppenstufen	freistehende_Treppe		SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	2	2	F	E

Mauerflächen	Mauer	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	3	0	F	E
Sockelflächen	massiver_Sockel	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	3	1	F	E
Polylinie	Lawinenverbauung	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	3	2	L	E
Originaldachflächen	Silo_Turm_Gasometer	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	4	0	O	E
Flächen der Objekthülle	Silo_Turm_Gasometer	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	4	0	F	E
Flächen von Durchgängen etc.	Silo_Turm_Gasometer	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	4	0	F	E
Originaldachflächen	Aussichtsturm	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	4	1	O	E
Flächen der Objekthülle	Aussichtsturm	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	4	1	F	E
Flächen von Durchgängen etc.	Aussichtsturm	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	4	1	F	E
Flächen des Hochkamins	Hochkamin	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	5	0	F	E
Objektflächen	Mast_Antenne	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	5	1	F	E
Flächen der Pfeiler	Pfeiler	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	6	0	F	E
Originaldachflächen	Bruecke_Passerelle	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	6	1	O	E
Flächen der Objekthülle	Bruecke_Passerelle	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	6	1	F	E
Flächen von Durchgängen etc.	Bruecke_Passerelle	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	6	1	F	E
Objektflächen	Landungssteg	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	1	6	2	F	E
	Objektname	Text	V	A	Z	0	1	3	1	9	V	D	E
Unterirdische Bauten													
Objektflächen	unterirdisches_Gebaeude	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	2	1	0	F	E
Stockwerksflächen	unterirdisches_Gebaeude	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	2	1	0	F	E
Objektflächen	Reservoir	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	2	1	1	F	E
Objektflächen	Unterstand	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	2	1	2	F	E
Objektinnenflächen	Tunnel_Unterfuhrung_Galerie	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	2	2	0	F	E
Objektname	Gebaeudenummer + Objektname	Text	V	A	Z	0	1	3	2	9	V	D	E
Verkehr + Transport													
Polylinie	schmaler_Weg	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	1	0	L	E
Polylinie	Fahrbahnrand	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	2	0	L	E
Polylinie	Detaillinie	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	2	1	L	E

Objektfläche	Bahnsteig	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	3	0	L	E
Polylinie	Bahngleise	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	4	0	L	E
Polylinie	Achse	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	4	1	L	E
Polylinie	Tramgleise	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	4	2	L	E
Polylinie	Kranbahngleise	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	4	3	L	E
Polylinie	Bahnachse	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	4	4	L	E
Polylinie	Bahnachse_in_Tunnel	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	4	5	L	E
Polylinie	Luftseilbahn	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	5	0	L	E
Polylinie	Gondelbahn_Sesselbahn	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	5	1	L	E
Polylinie	Skilift	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	5	2	L	E
Polylinie	Faehre	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	5	3	L	E
Polylinie	Materialeilbahn	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	3	6	0	L	E
Objektname	Objektname	Text	V	A	Z	0	1	3	3	9	V	D	E
Gewässer													
Wasserfläche	eingedoltes_oeffentl_Gewaesser	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	4	1	0	F	E
Verbauungsfläche	Uferverbauung	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	4	2	0	F	E
Flächen der Schwelle	Schwelle	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	4	2	1	F	E
Symboleinfügepunkt	Quelle	HKoord	V	A	Z	0	1	3	4	3	0	F	S
Objektfläche	Quelle	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	4	3	0	F	E
Objektfläche	Rinnsal	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	4	3	1	L	E
Wasserfläche	Sickerwasserkanal	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	4	4	0	F	E
Objektname	Objektname	Text	V	A	Z	0	1	3	4	9	V	D	E
Kulturobjekte													
Objektfläche	Brunnen	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	5	1	0	F	E
Wasserfläche	Brunnen	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	5	1	0	F	E
Symboleinfügepunkt	Denkmal	HKoord	V	A	Z	0	1	3	5	2	1	S	E
Objektfläche	Denkmal	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	5	2	1	F	E
Objektfläche	Ruine_archaeologisches_Objekt	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	5	2	2	F	E
Symboleinfügepunkt	Bildstock_Kruzifix	HKoord	V	A	Z	0	1	3	5	3	0	S	E
Objektfläche	Bildstock_Kruzifix	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	5	3	0	F	E
Objektname	Objektname	Text	V	A	Z	0	1	3	5	9	V	D	E
Diverses													
Symboleinfügepunkt	einzelner_Fels	HKoord	V	A	Z	0	1	3	6	1	0	S	E
Aufsichtfläche	einzelner_Fels	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	6	1	0	F	E
Symboleinfügepunkt	wichtiger_Einzelbaum	HKoord	V	A	Z	0	1	3	6	1	1	S	E

Aufsichtfläche	schmale_bestockte_Fläche	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	6	2	0	F	E
Symboleinfügapunkt	Grotte_Hoehleneingang	HKoord	V	A	Z	0	1	3	6	3	0	S	E
Objektfläche	Grotte_Hoehleneingang	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	6	3	0	F	E
Polylinie	Hochspannungsfreileitung	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	6	4	0	L	E
Polylinie	Druckleitung	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	6	4	1	L	E
Symboleinfügapunkt	Bezugspunkt	HKoord	V	A	Z	0	1	3	6	5	0	S	E
Objektfläche	technische_Anlage	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	6	6	0	F	E
Polylinie	Zaun	POLYLINE_3D	V	A	Z	0	1	3	6	6	1	L	E
Aufsicht	Lichtschacht	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	6	7	0	F	E
Aufsicht	Pflanzloch	SURFACE_3D	V	A	Z	0	1	3	6	7	1	F	E
Administratives													
Nachführungsperimeter	Nachführungsperimeter	SURFACE	V	A	Z	0	1	3	6	8	0	F	E
Objektnummer	Nummer_Technisches_Dokument	Text	V	A	Z	0	1	3	6	8	V	D	E
Objektname	Objektname	Text	V	A	Z	0	1	3	6	9	V	D	E
Kommentar	Kommentar	Text	V	A	Z	0	1	3	9	9	V	D	E

Legende:

Feld Nr. 1 (Lieferant, Dateneigentümer)
 - Pos. 1-2 VA = Vermessungsamt

Feld Nr. 2 (Element)
 - Pos. 3 Z = Kennzeichen für Geobasisdaten
 - Pos. 4-8 = Geobau-Layerbezeichnung

Feld Nr. 3 (Präsentation):
 - Pos. 9 ermöglicht in Kombination mit Feld Nr. 2 die eindeutige Zuordnung zur EOArt_3D.
 - Pos. 10 bezeichnet den 3D-Objektelementtyp. (D = Textelement, S = Punktelement,
 L = Linienelement, F = Flächenelement, O = Originaldachelement)
 - Pos. 11 kennzeichnet die Element-Gültigkeit (E = gültig, T = projiziert).