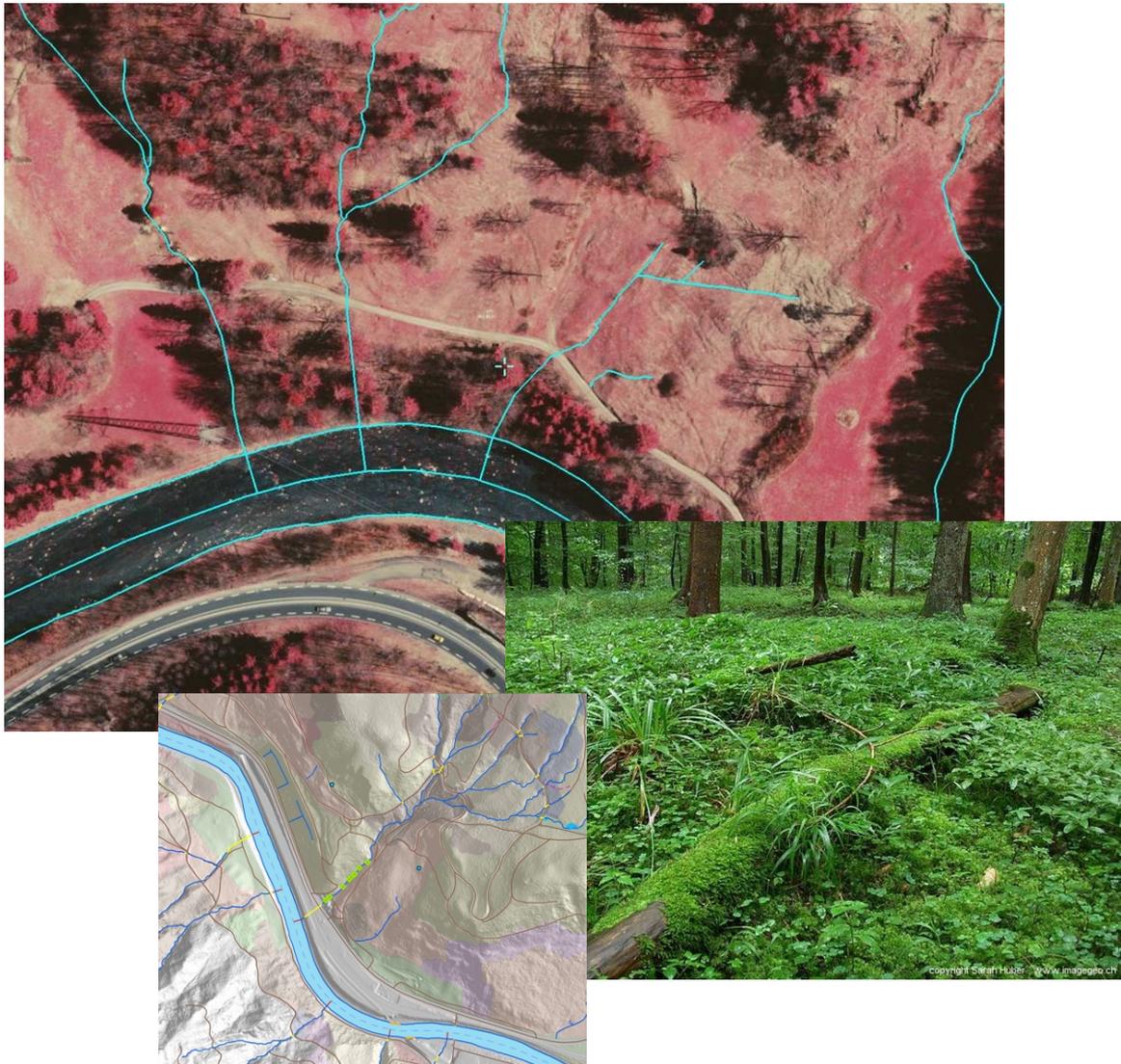


Luftbildinterpretation SIHLWALD 2005



Auftraggeber

GIS SIHLWALD
Universität Zürich-Irchel
Geographisches Institut
Abteilung GIS
Winterthurerstr. 190
CH-8057 Zürich

Auftragnehmer Luftbildinterpretation

Hauenstein GeoInformatik

Waidagurt 6 CH-7015 Tamins Switzerland
Phone ++41 81 641 25 85
Mobile ++41 79 786 87 19
Pius.Hauenstein@alumni.ethz.ch

Version

1.1
03. Dezember 2007

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Verfügbare Luftbilder	5
3	Luftbildauswertung	7
3.1	Allgemeines	7
3.1.1	Qualitätsangaben zur Luftbildauswertung	7
3.1.2	Kartographische Zielwerte	8
3.2	Qualitätsmanagement	8
3.2.1	Technische Mittel	8
3.2.2	Manuelle Kontrollen	8
3.3	Quell- und Grundwasserfassungen	9
3.3.1	Zielsetzung	9
3.3.2	Grundlagen	9
3.3.3	Luftbildauswertung	9
3.3.4	Ergebnisse	9
3.4	Fließgewässer und Stillgewässer	10
3.4.1	Zielsetzung	10
3.4.2	Grundlagen	10
3.4.3	Datenmodell	11
3.4.4	Luftbildauswertung	14
3.4.5	Qualitätskontrolle	15
3.4.6	Ergebnisse	15
3.5	Nachmessung signalisierter Punkte	17
3.5.1	Zielsetzung	17
3.5.2	Grundlagen	17
3.5.3	Luftbildauswertung	17
3.5.4	Ergebnisse	17
4	Eingesetzte Geräte und Software	19
5	Verwendete Hintergrunddaten und -informationen	20
6	Datenbank	21
6.1	Basisdaten	21
6.2	Auswertung	22
6.2.1	Feature Classes	22
7	Lieferumfang	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Technische Bildflugdaten	5
Tabelle 2	Ausprägungen des Feldes DQ_Geometrie	7
Tabelle 3	Ausprägungen des Attributs Source	10
Tabelle 4	Ausprägungen des Attributs Validierung	11
Tabelle 5	Ausprägungen des Attributs DQ_Attribut	13
Tabelle 6	Ausprägungen des Attributs DQ_Vollstaendigkeit	14
Tabelle 7	Ergebnis der Fliessgewässerkartierung (Anzahl Gewässerabschnitte/ Km)	16
Tabelle 8	Nachmessungen der signalisierten Punkte.	18
Tabelle 9	Geodatabase: Sihlwald_Basisdaten.mdb	21
Tabelle 10	Geodatabase: Sihlwald_Luftbilder.mdb	21
Tabelle 11	Geodatabase: Sihlwald_Auswertung.mdb	22
Tabelle 12	Fields (Feature Class: Fliessgewaesser_Achse_L)	23
Tabelle 13	Fields (Feature Class: Fliessgewaesser_F)	23
Tabelle 14	Fields (Feature Class: Stillgewaesser_F)	24
Tabelle 15	Fields (Feature Class: Fliessgewaesser_Struktur_P)	24
Tabelle 16	Fields (Feature Class: Gewaesser_Ufer_L)	24
Tabelle 17	Fields (Feature Classes: Grundwasserfassung_P, Quellfassung_P)	25
Tabelle 18	Domain Classes	26
Tabelle 19	Topologieregeln	27
Tabelle 20	Spatial References	27
Tabelle 21	Gelieferte Daten und Dokumente	28

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Gebiets- und Luftbildübersicht	6
Abbildung 2	Ergebnis der Luftbildbearbeitung der Quellfassungen	9
Abbildung 3	Prinzipskizze des Datenmodells Oberflächengewässer	13
Abbildung 4	Verifikationsqualität der bearbeiteten Fliessgewässer (in % Länge)	16
Abbildung 5	Verifikationsqualität der bearbeiteten Stillgewässer (Anzahl)	17
Abbildung 6	Kartier-Arbeitsplatz bei Hauenstein Geoinformatik	19

1 Einleitung

Der Sihlwald liegt 10 bis 15 km südlich des Stadtzentrums von Zürich im mittleren Sihltal zwischen der Albis- und der Zimmerbergkette. Er ist mit 1013 ha der grösste zusammenhängende Laubmischwald des schweizerischen Mittellandes. Die höchsten Erhebungen befinden sich auf ca. 900 m ü.M., die tiefsten auf ca. 500 m ü.M.

Der Sihlwald wird seit über 500 Jahren forstwirtschaftlich genutzt. 1985 wurde das Projekt "Naturlandschaft Sihlwald" ins Leben gerufen. Ziel des Projektes ist, der Natur die Möglichkeit zu geben, sich gemäss ihren eigenen Gesetzen frei entfalten zu können. Der Wald und die umliegenden Gebiete (z.B. die Sihl) sollen aber als Erholungsgebiet weiterhin zugänglich sein. Die Holznutzung steht ausschliesslich im Zeichen der Durchforstung, was bedeutet, dass Bestände lediglich aufgelockert werden, um den vitalsten, standortgerechten Bäumen Platz für ihr Wachstum zu schaffen. Seit 1994 wird definitiv auf rund 50 % der Fläche nicht mehr eingegriffen ("freie Waldentwicklung").

(Quelle: VEREINIGUNG PRO SIHLTAL (1993): Blätter der Vereinigung pro Sihltal, Nr. 43. Herausgegeben von der Vereinigung pro Sihltal, Zürich; FROST, O. & CHRISTEN, M. (1995): Naturlandschaft Sihlwald & Zürcher Waldschulen. Stadtforstamt Zürich).

2 Verfügbare Luftbilder

Die Befliegung umfasst acht (1:2500) bzw. fünf Fluglinien (1:4000) mit total 628 Bildern. Einige technische Informationen zu den Luftbildern sind in Tabelle 1 aufgeführt, die Fluglinien sind auf der Abbildung 1 dargestellt.

Tabelle 1 Technische Bildflugdaten

	Auftragsflug	Zusatzflug
Flugdatum	02.04.2005	02.04.2005
Flugzeit	12:20 Uhr – 13:07 Uhr	11:51 Uhr – 12:13 Uhr
Massstab	1:2500	1:4000
Mittlere Flughöhe über Grund	601m – 1066m	1107m –1494m
Anzahl Bilder	454	174
Filmmaterial	Kodak Aerochrome III IR 1443	Kodak Aerochrome III IR 1443
Längsüberdeckung	80%	80%
Querüberdeckung	25%	25%
DGPS	Ja (aber unbrauchbar)	Ja (aber unbrauchbar)
INS	Ja (aber unbrauchbar)	Ja (aber unbrauchbar)
Kamera	Zeiss RMK Top 30	Zeiss RMK Top 30
Objektiv	Topar A3	Topar A3
Brennweite	305.083 mm	305.083 mm
Scan	15µm	15µm
Koordinaten- und Höhensystem der Aerotriangulation	CH1903+ LV95, prov. orthometr. Höhen	CH1903+ LV95, prov. orthometr. Höhen
Genauigkeit der Aerotriangulations-Passpunkte (RMS-Error) (Vorgaben von GIS Sihlwald / erreichter Wert)	<10 cm / < 3.5 cm	<15cm / < 6 cm
Bodenauflösung des Orthophotos	5 cm	-
Lagegenauigkeit des Orthophotos	< 20cm	-
Besonderheiten	2 verschiedene Filmemulsionen	1 Filmemulsion

Die Stereomodelle der Luftbilder 1:4000 sowie 1:2500 decken den grössten der zu verwendenden Kartierperimeter nicht vollständig ab.

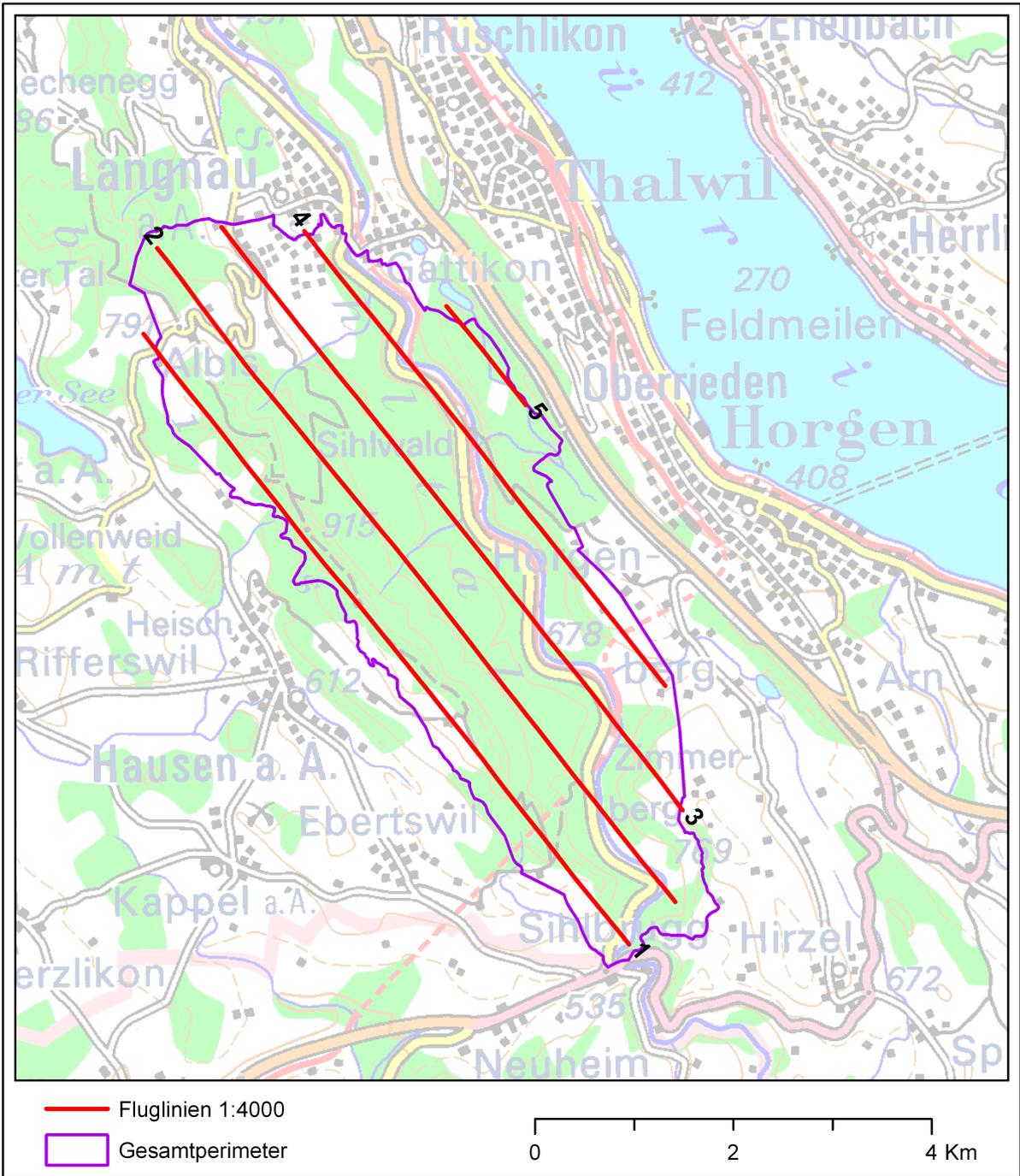


Abbildung 1 Gebiets- und Luftbildübersicht

3 Luftbildauswertung

3.1 Allgemeines

3.1.1 Qualitätsangaben zur Luftbildauswertung

Für jedes Objekt (Feature) sämtlicher photogrammetrisch bearbeiteter Feature Klassen wurde festgehalten, ob es im Luftbild erkennbar war und ob es geometrisch verändert wurde (Feld DQ_Geometrie).

Tabelle 2 Ausprägungen des Feldes DQ_Geometrie

Attribut DQ_Geometrie	Bedeutung
Nicht sichtbar / nicht verändert [0]	Vorhandenes Objekt ist im Luftbild nicht sichtbar, die gesamte Umgebung ist schlecht einzusehen (dichter Wald, Überblendung, Schatten...). Die Lage des Objektes kann nicht überprüft werden. Es erfolgte keine Objektveränderung.
Gut sichtbar / nicht verändert [1]	Die Umgebung des Datenobjektes ist gut einsehbar. Die Lage des Datenobjektes ist identisch mit eindeutigen, gut erkenn- und identifizierbaren Strukturen im Luftbild. Das Objekt liegt richtig. Es erfolgt keine Objektverschiebung oder geometrische Modifikation.
Gut sichtbar / verändert [2]	Die Umgebung des Datenobjektes ist gut einsehbar. Die Lage des Datenobjektes ist nicht identisch mit eindeutigen, gut erkenn- und identifizierbaren Strukturen im Luftbild. Das Objekt lag eindeutig falsch, und wurde verschoben (Punkt) oder geometrisch modifiziert (Linien, Flächen).
Mässig bis schlecht sichtbar, unsicher verifiziert / nicht verändert [3]	Gebiet ist nur teilweise gut einzusehen. Lage des Datenobjektes kann nicht bestätigt werden. Andere luftbildsichtbare Objekte im nahen Umkreis sind nicht erkennbar und/oder auch nicht plausibler. Das Objekt liegt möglicherweise falsch, wurde jedoch nicht verschoben (Punkt) oder geometrisch modifiziert (Linien, Flächen).
Mässig bis schlecht sichtbar, unsicher verifiziert / Verändert [4]	Gebiet ist nur teilweise gut einzusehen. Lage des Datenobjektes kann nicht bestätigt werden. Andere luftbildsichtbare Objekte im nahen Umkreis sind wahrscheinlicher. Das Objekt liegt wahrscheinlich falsch und wurde verschoben (Punkt) oder geometrisch modifiziert (Linien, Flächen).
Gut sichtbar / neu digitalisiert [5]	Im Luftbild ist ein gesuchtes Objekt deutlich zu erkennen. Es wurde neu erfasst.
Mässig bis schlecht sichtbar oder unsicher identifizierbar / neu digitalisiert [6]	Gebiet ist nur teilweise gut einzusehen. Im Luftbild ist ein gesuchtes Objekt nur mässig bis schlecht sichtbar oder unsicher identifizierbar. Es wurde trotzdem erfasst.
Gut sichtbar / Gelöscht [7]	Das Gebiet um das entsprechende Datenobjekt ist gut einsehbar, es sind aber im Luftbild keine Strukturen zu erkennen, welche auf das Vorhandensein des entsprechenden Objektes hinweisen. Das Datenobjekt wurde als gelöscht markiert (Es wurde nicht physisch gelöscht, Originalattribute bleiben erhalten)
Mässig bis schlecht sichtbar / Gelöscht [8]	Das Gebiet um das entsprechende Datenobjekt ist nur teilweise gut einzusehen, es sind aber im Luftbild keine Strukturen zu erkennen, welche auf das Vorhandensein des entsprechenden Objektes hinweisen. Das Datenobjekt wurde als gelöscht markiert (Es wurde nicht physisch gelöscht, Originalattribute bleiben erhalten)
Nicht bearbeitet [9]	Vorgegebene / gelieferte Geometrie lag entweder ausserhalb des Perimeters oder des mit den Luftbildern abgedeckten Gebietes

3.1.2 Kartographische Zielwerte

Zielmassstab	1:500 bis 1:1000
Zielkoordinatensystem	CH1903+_LV95
Zielhöhenystem	provisorisch orthometrische Höhen
Perimeter	unterschiedlich für verschiedene Kartierthemen
Zielgenauigkeit	in Abhängigkeit vom zu kartierenden Objekt (max. Lagefehler: 20 cm; max. Höhenfehler 30 cm)

3.2 Qualitätsmanagement

3.2.1 Technische Mittel

Das Domainsystem der Datenbank mit Zwangseingabefeldern beugt Fehlern, v.a. fehlenden Attributen, bei Eingabe der Attribute vor. Für alle Codierungen wurden Domain-Klassen definiert. Mittels des integrierten Validierungs-Mechanismus' sind Code-Fehler auszuschliessen.

Abfragen

Abfragealgorithmen ermöglichen es, Objekte mit inhaltlich unlogischen Attribut-Kombinationen zu erkennen und zu überprüfen. Ausnahmen sind dabei je nach Abfrageaspekt möglich.

Topologie

Die je nach Kartierthema individuell zusammengestellten Topologieregeln garantieren einen topologisch korrekten Datensatz. Zusätzlich zu den klassischen Topologieregeln der Topology Class kann die Connectivity mittels Netzwerkabfragen überprüft werden.

3.2.2 Manuelle Kontrollen

Da die kartierten Objekte permanent im 3D-View wie auch auf der Karte dargestellt werden, ist eine visuelle Kontrolle durch den Operator laufend möglich.

Durch einen zweiten Operator werden ebenfalls Kontroll-Stichproben vorgenommen. Diese dienen zur Überprüfung der Einhaltung der geforderten Genauigkeit und Detaillierung und der Konstanz der Kartierqualität über die Zeit.

3.3 Quell- und Grundwasserfassungen

3.3.1 Zielsetzung

Überprüfung und - falls möglich - Korrektur der Lage der Quell- und Grundwasserfassungen.

3.3.2 Grundlagen

Luftbilder 1:4000

Gewässerschutzkarte des Kantons ZH (1:5000), erstellt auf Grundlage der Originalpläne des Amtes für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL)

3.3.3 Luftbildauswertung

Sämtliche Punkte der Feature Classes *gwf_gen* sowie *qf_gen* (Tabelle 9) wurden im Stereobild überprüft und ggf. neu positioniert. Die vorhandenen Attribute wurden beibehalten und nicht verändert. Hinzugefügt wurde das Feld DQ_GEOMETRIE (Tabelle 2). Bei allen neu digitalisierten Objekten wurde nur dieses Attribut erfasst.

Alle zur Verfügung stehenden Bildmaterialien wurden genutzt, v.a. bei ungünstigen Belichtungsverhältnissen. Zusätzliche Informationen wie die Quellstränge (Feature Class *quellstrang*, siehe Tabelle 9) erwiesen sich als hilfreich bei der korrekten Zuweisung der Quelfassungen.

3.3.4 Ergebnisse

Von den 88 zu überprüfenden Quelfassungen wurden 52 (=58%) neu positioniert. Nur 2 einzelne Fassungen lagen korrekt und wurden nicht verschoben. 16 Objekte (= 17%) konnten wegen unzureichender Sicht nicht beurteilt werden. Weitere 16 Quelfassungen waren zwar sichtbar, konnten aber aus verschiedenen Gründen nicht neu positioniert werden. Zusätzlich wurden 6 neue Objekte aufgenommen (Abbildung 2).

Die drei bestehenden Grundwasserfassungen konnten nicht beurteilt werden, da sie entweder grundsätzlich oder wegen schlechter Sichtverhältnisse nicht zu erkennen sind. In Offenlandschaften und in lichtem Wald war eine Überprüfung und Neupositionierung der Quelfassungen gut möglich.

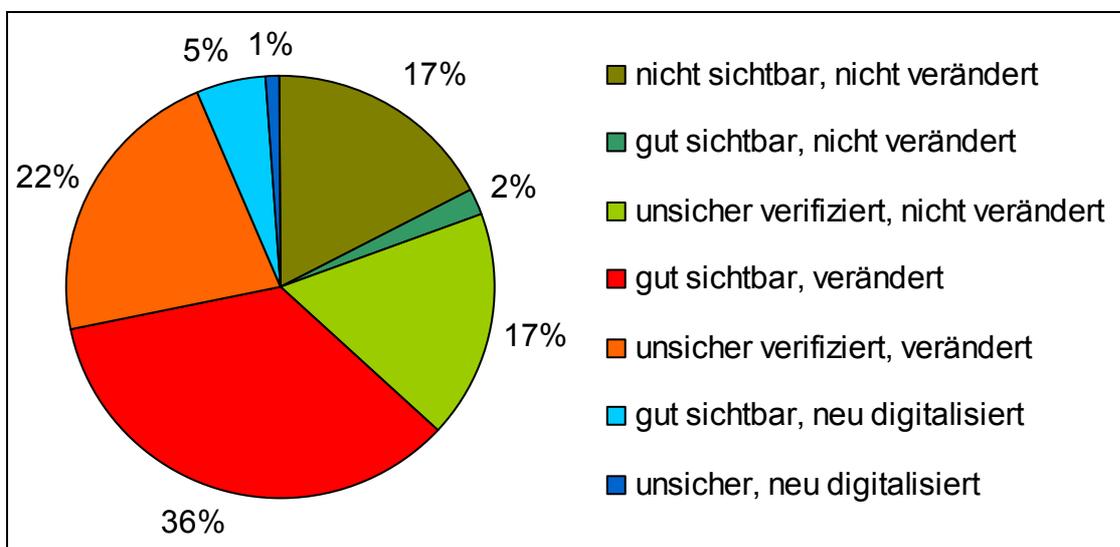


Abbildung 2 Ergebnis der Luftbildbearbeitung der Quelfassungen

3.4 Fließgewässer und Stillgewässer

3.4.1 Zielsetzung

- Korrektur bzw. Präzisierung des Verlaufs von Fließ- und Stillgewässern der Feature Classes *fließsgewaesser_gen* sowie *gewaesser_stehend*.
- Digitalisierung noch nicht aufgenommener, sowie Löschen nicht existierender Gewässer.

3.4.2 Grundlagen

3.4.2.1 Luftbilder

Grundsätzlich wurde die Luftbildauswertung mit den Bildern 1:4000 vorgenommen. Für bessere Verifikationen wurden vereinzelt auch Luftbilder 1:2500 verwendet. Zur Vervollständigung der Kartierung im Perimeter mussten im Gebiet Gross-Stumpenhölzli Luftbilder 1:2500 verwendet werden, da die Luftbilder 1.4000 dieses Gebiet nicht vollständig abdecken.

3.4.2.2 Vom GIUZ erstelltes Gewässernetz

Grundlage für die Erzeugung der Feature classes *Fließsgewässer_gen* war das Laserscan-DTM (Flug vom 20.04.2004) mit 1m Auflösung.

Im Projektseminar im SS05 wurde für die gesamte Fläche des Laserscan-DTM ein Gewässernetz automatisch abgeleitet. Die Studenten beschäftigten sich dann mit der Ausarbeitung und Verbesserung der Ergebnisse auf der linken Sihlseite. Dabei wurde das Gewässernetz von Hand nachbearbeitet und teilweise im Gelände verifiziert.

Das restliche (bisher fehlende) Gewässernetz wurde im Frühjahr 2007 von Ronald Schmidt nachbearbeitet und im Gelände verifiziert.

Die Nachbearbeitung betraf in beiden Fällen vorwiegend die Bachdurchlässe an verschiedenen Waldwegen. Zur Nachbearbeitung wurden die Daten des Gewässernetzes 1:2500 des Kantons ZH (Feature Class *owg_name_nr*, siehe Tabelle 9) als Anhaltspunkt verwendet, sowie die Zeilenscanneraufnahmen vom 20.04.2004 und das Orthophoto vom 2.04.2005. Alle automatisch generierten Linien, die keinem Bachverlauf entsprechen, wurden entfernt. Fehlende Abschnitte wurden ergänzt.

Das Ufer der Sihl wurde ebenfalls automatisch aus dem DTM generiert und mit den Zeilenscanneraufnahmen verifiziert.

Die Herkunft der Linien ist in der Spalte **Source** enthalten (Tabelle 3). In der Spalte **Validierung** ist enthalten ob die Linien im Gelände verifiziert wurden (Tabelle 4).

Tabelle 3 Ausprägungen des Attributs Source

Attribut	Bedeutung
Projektseminar generiert 5000	Im Projektseminar automatisch generiert und im Projektseminar bearbeitet
Digitalisiert Projektseminar	Im Projektseminar manuell nachbearbeitet
Generiert 5000	Im Projektseminar automatisch generiert und im Frühjahr 2007 von Ronald Schmidt bearbeitet
Digitalisiert Ronald Schmidt	Von Ronald Schmidt manuell nachbearbeitet

Tabelle 4 Ausprägungen des Attributs Validierung

Attribut	Bedeutung
Projektseminar	Wurden von Studenten im Projektseminar verifiziert
Ronald Schmidt	Wurden von Ronald Schmidt verifiziert
Nicht erfolgt	Wurden noch nicht ausreichend verifiziert

Bei der Verifizierung im Frühjahr 2007 wurden in den vom Projektseminar verifizierten Bereich noch vereinzelt kleinere Fehler gefunden und ausgebessert. In dem vom Projektseminar verifizierten Bereich können unter Umständen noch mehr kleinere Fehler enthalten sein.

Spalte **Trocken** gibt an, ob im Frühjahr 2007 die Bachläufe trocken waren oder nicht. Für die Bäche, die nicht von Ronald Schmidt verifiziert wurden liegen keine Angaben vor. Nach der manuellen Bearbeitung wurde das Gewässernetz noch generalisiert. Dabei wurden nur die Abschnitte, die aus der automatischen Generierung stammen generalisiert, nicht aber die Abschnitte, welche manuell digitalisiert wurden und auch nicht das Ufer der Sihl. In Spalte **Simplify** ist angegeben, welche Abschnitte generalisiert wurden.

Vorgehen bei der Generalisierung in ArcGIS 9.2: Alle betroffenen Abschnitte wurden mit „Simplify Line“ Methode Point Remove und einem Maximalen Offset von 1.02m generalisiert. Anschliessend wurden diese Abschnitte mit „Smooth Line“ Methode PAEK (Polynomial Approximation with Exponential Kernel) und einer Smoothing Tolerance (length of the "moving" path along the line used to calculate the smoothed coordinates) von 5m geglättet. Dabei entstehen in den Rundungen sehr viele unnütze Vertices. Diese wurden danach mit einem erneuten Simplify und einem Offset von 0.1m wieder entfernt.

3.4.3 Datenmodell

Das hier erstellte Datenmodell basiert auf dem Datenmodell des Digitalen Gewässernetzes 1:25'000 der L+T und des BAFU (DGN25), weist aber entsprechend des grösseren Massstabes und der Anforderungen des Auftraggebers einige Erweiterungen auf. Ein Gewässerlaufsystem sowie lineares Referenzsystem (Kilometrierung) sind jedoch nicht enthalten.

Hydrologisches Netz

Alle Oberflächenfliessgewässer werden als hydrologisches System, d.h. lückenlos von der Quelle bis zur Mündung in den Vorfluter kartiert. Durchflossene Stillgewässer werden integriert und erhalten ebenfalls eine Gewässerachse. Das hydrologische System wird durch topologisch verknüpfte Achsen (Polylines) der Fliessgewässer, resp. durchflossenen Stillgewässer gebildet. Die Richtung der Fliessgewässer-Polylines entspricht der Fliessrichtung des Gewässers (Abbildung 3).

Die Gewässerachsen sind in Objekte (Abschnitte) unterteilt. Als Objektbildner fungieren:

- Bestehende Source-, Simplify-, Validierungsattribute (siehe Kap. 3.4.2)
- Gewässertyp (natürlich, künstlich...)
- Gewässerverlauf (oberirdisch, unterirdisch...)
- Zusammentreffen von ≥ 2 Geometrieobjekten an einem Punkt
- Wasserbauliche Objekte (Querverbauung...)
- Erkennbarkeit und Veränderungsstatus bei der Luftbildauswertung

Aufeinanderfolgende Geometrieobjekte sind kohärent, weisen also einen gemeinsamen Knoten auf. Dieser ist, in Fliessrichtung gesehen, zugleich Endknoten des oberen und Anfangsknoten des unterhalb folgenden Geometrieobjekts.

An jeder Kontaktstelle eines Fliessgewässers mit einem anderen Fliessgewässer bzw. einem Gewässerbauwerk (Punktobjekt) werden die Geometrieobjekte geteilt (neuer Knoten). Kreuzen sich zwei Geometrieobjekte ohne hydrologischen Zusammenhang (z.B. Aquädukt) wird bei der Über-/Unterführung kein Knoten gebildet.

Wo aus der Gesamtsituation eindeutig erkennbar ist, dass ein Fliessgewässer eine unterirdische Fortsetzung und einen Anschluss zum Vorfluter hat, wird diese Achse ebenfalls erstellt. Dieser Abschnitt ermöglicht die hydrologische Anbindung des oberen kartierten Teils an das Gewässersystem.

Uferlinien

Ufer sind ökologisch wertvolle und wichtige Landschaftselemente. Entsprechende Beurteilungen und Inventare können unter ArcGIS nur einer Linien-Feature Class zugewiesen werden (entweder durch Aufsplitten der Uferlinien und Linienattribute oder durch lineare Referenzierung). Die Objektbildner der Uferlinien sind Natürlichkeit, Sichtbarkeit im Luftbild, Verifikation/Mutation, Einmündungen, Ausflüsse. Da zurzeit kein lineares Referenzsystem (Routen) definiert und aufgebaut ist, sind die Uferlinien nicht systematisch gerichtet.

Von Gewässern oder Gewässerabschnitten, welche eine Breite von ≥ 2 m aufweisen, werden auch die Uferlinien (beim aktuellen Wasserstand) kartiert. Aus diesen Uferlinien werden anschliessend geometrisch identische Fliessgewässer-Polygone gebildet.

Bei der Einmündung in breite Fliessgewässer, also solche mit einer Uferlinie, wird die Achse des Einmünders bis zur Achse des Vorfluters gezogen. Dieser *Zufluss zur Fliessgewässerachse* wird dabei möglichst im rechten Winkel zur Vorfluterachse gezeichnet.

Wird eine Fliessgewässerfläche von einer Brücke überspannt, sind deren Uferlinien als nicht sichtbar attribuiert. Flussachse und Uferlinien werden jeweils durch die seitlichen Brückenbegrenzungen geteilt. Die Brücke selbst wird nicht kartiert.

Fliessgewässerflächen

Aus den Uferlinien werden Fliessgewässer-Polygone gebildet, die Geometrie ist dadurch identisch. Da von der Sihl nur ein Ausschnitt kartiert wird, enthalten die Fliessgewässerpolygone künstliche Abschlusslinien am oberen und unteren Ende. Inseln werden nicht als Polygone erfasst. Hingegen werden wasserbauliche Objekte (Wehr bei Sihlhüsli) ebenfalls als Polygone gestaltet und entsprechend attribuiert.

Stillgewässerflächen

Aus den Stillgewässer-Polygonen werden Uferlinien gebildet (\rightarrow Feature Class *Gewaesser_Ufer_L* Subtype: Stillgewässer), bei Ein- und Ausläufen sowie bei Änderungen der Natürlichkeit gesplittet.

Wasserbauliche Objekte

Besondere Gewässerstrukturen, wie z.B. Sohlschwelen, Wehre, werden bei Fliessgewässern mit < 2 m Breite als Punkte und bei Fliessgewässern mit ≥ 2 m Breite als Linie (Uferlinie) und als Fläche topologisch verknüpft erfasst. Es wird nur das kartiert, was klar als Objekt ggf. mit Wasserüberfall erkennbar ist.

Datenbearbeitung

Bei der Luftbildauswertung wurde für jedes Gewässerobjekt festgehalten, ob es gegenüber der Grundlagenkartierung (Kap. 3.1.1) verändert, gelöscht oder neu aufgenommen wurde und ob das Gewässer im Luftbild gut, schlecht oder gar nicht erkennbar war. Diese beiden Informationen wurden ebenfalls als Objektbildner verwendet.

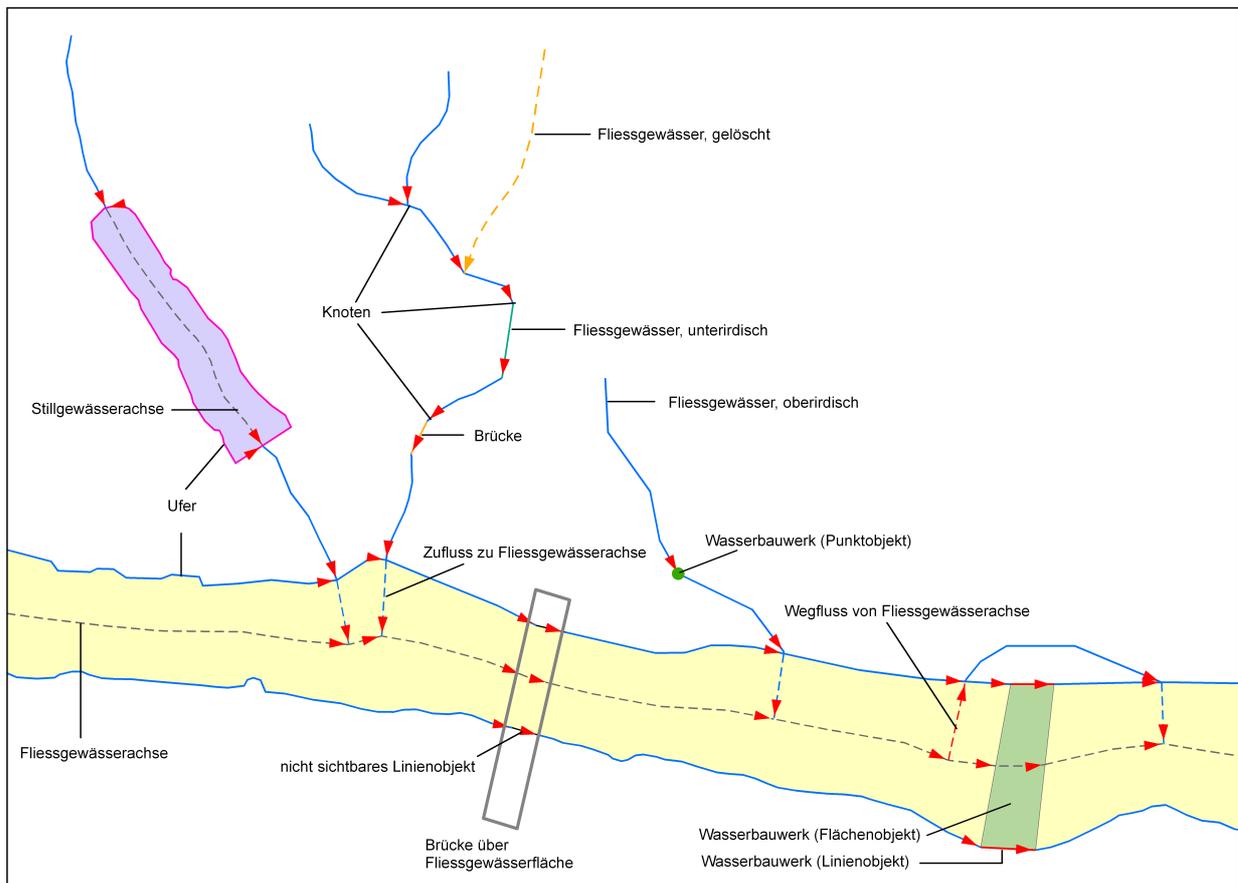


Abbildung 3 Prinzipische Skizze des Datenmodells Oberflächengewässer

Für alle Fließgewässer-Linienobjekte wurde vermerkt, ob die Attribute der Original-Feature Class *fließgewaesser_gen* (Tabelle 9) übernommen wurden (Tabelle 5) und ob ein Anschluss an das hydrologische System besteht (Tabelle 6).

Tabelle 5 Ausprägungen des Attributs DQ_Attribut

Attribut DQ_Attribut	Bedeutung
Attribute beibehalten [0]	Die Attribute Source, validierung, trocken und simplify der Feature Class <i>fließgewaesser_gen</i> wurden unverändert übernommen.
Merge mit Kleinstobjekt, Attribute vom grösseren Objekt [1]	Luftbildauswertung erforderte Teilung bestehender Linienobjekte aufgrund von Gewässertyp oder -verlauf, wobei Kleinstlinien entstanden (< 1m). Diese wurden mit benachbarten Linien vereinigt, welche den gleichen Gewässertyp und -verlauf aufweisen. Die Attribute Source, validierung, trocken und simplify der Feature Class <i>fließgewaesser_gen</i> wurden von der grösseren Linie übernommen.

Tabelle 6 Ausprägungen des Attributs DQ_Vollstaendigkeit

DQ_Vollstaendigkeit	Bedeutung
Vollständig erfasst bis Vorfluter [0]	Der kartierte Fliessgewässerabschnitt ist über ein lückenloses hydrologisches System an den Vorfluter Sihl angeschlossen.
Kein Anschluss an hydrolog. System, weil ausserhalb Luftbildbereich [1]	Der kartierte Fliessgewässerabschnitt ist kartographisch nicht an den Vorfluter Sihl angeschlossen, da dazwischen liegende Abschnitte aufgrund fehlender Luftbilder (entspricht meist der Perimetergrenze) nicht kartiert werden konnten.
Gut einsehbar, Anschluss an hydrolog. System vermutlich unterirdisch [2]	Der kartierte Fliessgewässerabschnitt ist kartographisch nicht an den Vorfluter Sihl angeschlossen. Das Gelände ist gut einsehbar, aber es ist kein oberirdischer Zufluss zum Vorfluter zu erkennen.
Schlecht einsehbar, Anschluss an hydrolog. System nicht erkennbar [3]	Der kartierte Fliessgewässerabschnitt ist kartographisch nicht an den Vorfluter Sihl angeschlossen. Das Gelände ist nicht oder nur schwer einsehbar und damit auch kein Zufluss zum Vorfluter zu erkennen.

Es ist möglich, dass die Geometrie des Gewässer im Luftbild nicht erkannt werden kann, aufgrund der Situation und Plausibilität mit anderen Elementen auf den ober-/unterirdischen Verlauf und die Natürlichkeit geschlossen werden kann.

3.4.4 Luftbildauswertung

Alle im Bereich der Stereomodelle und innerhalb des Perimeters *interpretation_gross* (siehe Abbildung 1) liegenden Fliessgewässerabschnitte und Stillgewässer aus den Feature Classes *fliessgewaesser_gen* sowie *gewaesser_stehend* wurden überprüft und wenn nötig korrigiert.

Die vorhandenen Attribute wurden unverändert beibehalten. Hinzugefügt wurden die Felder DQ_Geometrie (Tabelle 2), Typ, Verlauf und Bemerkungen (Tabelle 12).

Die Feature class *Fliessgewaesser_Achse_L* erhielt zusätzlich die Felder DQ_Attribute sowie DQ_Vollständigkeit (Tabelle 5, Tabelle 6). Alle nicht bearbeiteten Objekte erhalten DQ_Geometrie = 9 (nicht bearbeitet). Die ursprünglichen Attribute bleiben bestehen.

Die Z-Werte der Linienpunkte wurden ausschliesslich visuell stereoskopisch festgelegt und erfasst. An den Knotenpunkten weisen aneinandergrenzende Linien dieselben Z-Werte auf. Eine Nachkontrolle der Kontinuität des Fliessgefälles wurde nicht vorgenommen und kann deshalb nicht garantiert werden. Die Vollständige Kontinuität des Fliessgefälles könnte bei einer vollständigen Neukartierung aller Gewässer garantiert werden. Bei einer Nachbearbeitung eines bestehenden Gewässernetzes ist dies jedoch sehr aufwändig.

Während der Kartierarbeiten musste festgestellt werden, dass die gelieferten Luftbildorientierungsdaten fehlerhaft waren und daher zwischen den Stereomodellen verschiedener Fluglinien Objektverschiebungen über 30 cm auftraten. Die Kartierarbeiten mussten daher ca. 12 Wochen unterbrochen werden. Nach der Lieferung korrekter Luftbildorientierungsdaten mussten zusätzliche Kontroll- und Korrekturarbeiten ausgeführt werden.

3.4.5 Qualitätskontrolle

Kontrolle Z-Values Fliessgewässer und Uferlinien

Im Anschluss an die Kartierung wurde die Differenz der Höhenwerte zwischen Feature class *Fliessgewaesser_Achse_L* (bzw. *Gewaesser_Ufer_L*) und Geländemodell berechnet. Objekte, die als gut sichtbar attribuiert worden sind und Differenzen grösser als 1,5 m aufwiesen, wurden erneut überprüft und ggf. korrigiert. Grössere Differenzen wurden meist an Stellen mit grosser Höhendifferenz auf kleinem Raum (Brücken, enge Täler...) festgestellt. Die grossen Abweichungen der Z-Werte sind mit der relativ geringen Auflösung des Geländemodells (1m) im Vergleich zur photogrammetrischen Kartierung zu erklären.

Zur Überprüfung der Identität der Z-Werte an den Knotenpunkten wurden entsprechende Abfragen durchgeführt, Korrekturen über 1.5 Meter wurden von Hand, solche darunter automatisch durchgeführt.

Logische Abfragen

- alle als *unterirdisch* attribuierten Gewässer sind entweder künstlich oder verbaut, nicht natürlich
- alle nicht neu digitalisierten Objekte müssen sämtliche Attribute der Original-Feature Class besitzen
- neu digitalisierte Objekte besitzen keine Attribute der Original-Feature Class, aber sämtliche neue Attribute

Geometric Network

Es wurde überprüft, ob das hydrologische System lückenlos ist und alle Fliessgewässerabschnitte mit dem Hauptvorfluter (Sihl) in Verbindung stehen. Einzelne Linienobjekte ohne Verbindung wurden daraufhin nachbearbeitet. Allen Objekten der Feature Class *Fliessgewaesser_Achse_L* wurde im Anschluss an diese Kontrolle eine entsprechende Attribuierung des Feldes *DQ_Vollstaendigkeit* vergeben (siehe Tabelle 6.). 127 Fliessgewässerabschnitte mit Total 4.7 km blieben ohne hydrologischen Anschluss an den Vorfluter.

Weiter wurde überprüft, ob Loops existieren, welche in natürlichen Gewässernetzen nicht vorkommen sollten. Am Äquadukt der Sihl, an dem sich Wehrumlauf und Fischtreppe kreuzen, sowie innerhalb eines kanalisierten Entwässerungssystems konnten zwei Loops gefunden werden.

Ebenfalls anhand des Geometric Networks wurde überprüft, ob die Richtung aller Polylines der Fliessrichtung des Wassers entspricht. Die Fliessrichtungen wurden auch bei den nicht im Luftbild verifizierten Achsen überprüft und ggf. korrigiert.

3.4.6 Ergebnisse

Die Auswertung der Fliessgewässer ergibt folgende Zahlen: 48 % der zu bearbeitenden Fliessgewässer-Abschnitte wurden nicht verändert, wobei 15 % aus Sichtbarkeitsgründen (Schatten, Baumkronenüberdeckung) nicht neu interpretiert werden konnten. Einzelne Gewässerabschnitte lagen zudem ausserhalb der Stereomodelle.

Bei den restlichen 52 % der ursprünglichen Fliessgewässerabschnitte wurde eine geometrische Veränderung für nötig befunden und so detailliert wie möglich durchgeführt. 4 % der Linienobjekte wurden gelöscht. Oftmals waren nur Teilstrecken eines ursprünglichen Abschnittes einsehbar und ggf. zu verändern, so dass die Gesamtzahl der Fliess-

gewässerabschnitte durch Teilung auf ca. das 2,5 - fache angestiegen ist. Zudem wurden 490 neue Fließgewässerabschnitte digitalisiert (Tabelle 7, Abbildung 4). Mehr als die Hälfte der gesamten Fließgewässer wurden sicher erkannt und ggf. verändert ().

Tabelle 7 Ergebnis der Fließgewässerkartierung (Anzahl Gewässerabschnitte/ Km)

	Original-Datensatz		bearbeiteter Datensatz	
	N	Km	N	km
Fliessgewässerabschnitte	897	120 .0	2515	145.8
unbearbeitete Fließgewässerabschnitte	57	13.4	56	13.0
Bearbeitete Fließgewässerabschnitte			2459	132.8
Davon als gelöscht markiert	62		62	3.5
Davon neue			373	13.2
Generierte Achsen und Zuflüsse			176	11.9

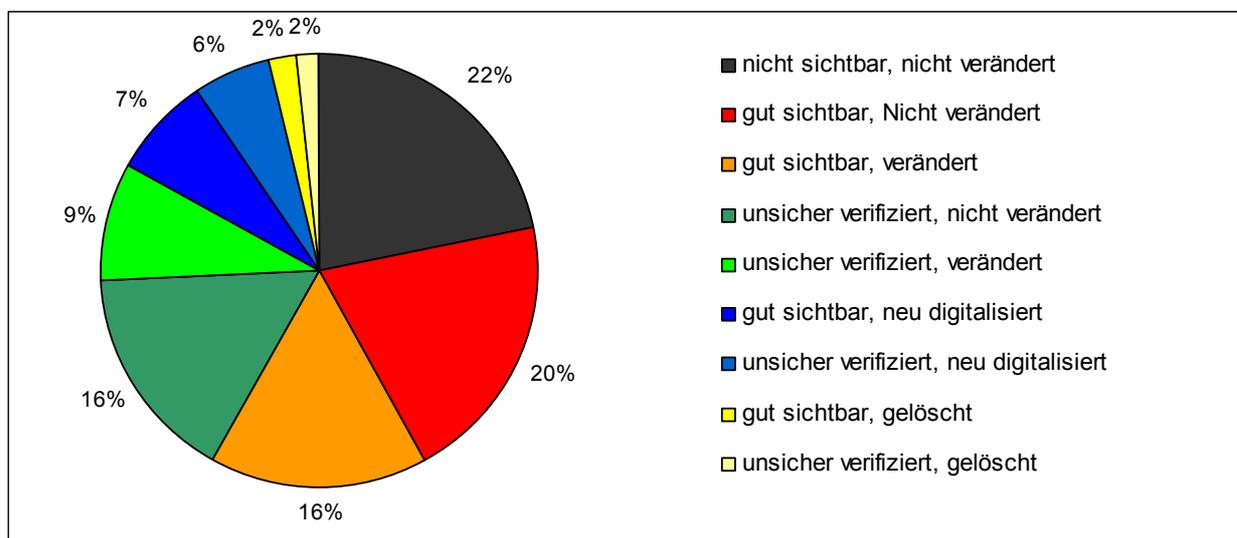


Abbildung 4 Verifikationsqualität der bearbeiteten Fließgewässer (in % Länge)

Die Ergebnisse der Stillgewässer-Bearbeitung werden in folgendem Diagramm deutlich (Abbildung 5). 6 Stillgewässer des Ausgangsdatsatzes *gewaesser_stehend* wurden nicht bearbeitet, da sie nicht im Perimeter-Bereich lagen, bzw. nicht im Bereich der Stereomodelle. Zusätzlich konnten 12 neue Stillgewässer kartiert werden. 34 besondere wasserbauliche Strukturen konnten kartiert werden.

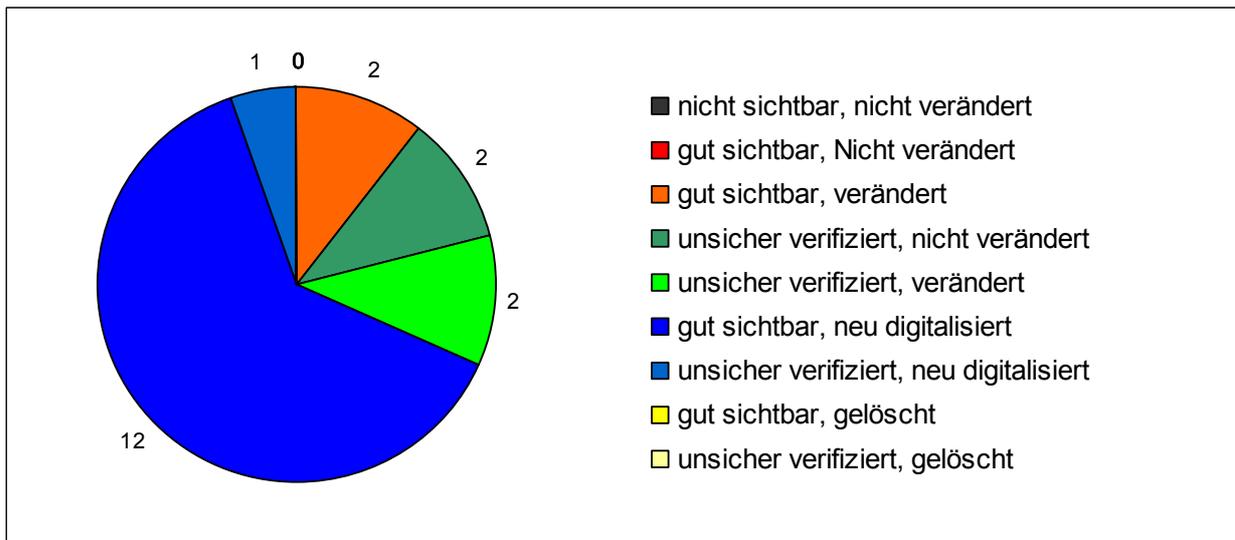


Abbildung 5 Verifikationsqualität der bearbeiteten Stillgewässer (Anzahl)

3.5 Nachmessung signalisierter Punkte

3.5.1 Zielsetzung

Vor der Befliegung wurden verschiedene Punkte signalisiert:

- Lagefixpunkte der amtlichen Vermessung
- Zentren der Waldinventur mit Stichproben
- Grenzpunkte der Dauerbeobachtungsfläche der WSL

Ziel der Luftbildauswertung war die Nachmessung möglichst vieler Punkte.

3.5.2 Grundlagen

Verwendet wurden primär die Luftbilder 1:2500. Einige Punkte konnten auf diesen Bildern nicht jedoch auf den Luftbildern 1:4000 erkannt werden.

3.5.3 Luftbildauswertung

Da sich die meisten Punkte im Wald befinden, besteht trotz der laubfreien Bäume eine hohe Wahrscheinlichkeit der Verdeckung durch Kronen und Stämme. Da die Luftbilder eine hohe Überdeckung aufwiesen, waren viele Punkte auf mehreren Stereomodellen vorhanden. Für jeden Punkt wurden jeweils sämtliche Modelle beigezogen, um die Nachmessung vorzunehmen. Es wurden jedoch keine systematischen Mehrfachmessungen mit der Möglichkeit der Fehleranalyse vorgenommen.

3.5.4 Ergebnisse

Die Signale zeigten im CIR-Luftbild gelegentlich einen leichten Gelbstich. Insgesamt war jedoch der Kontrast eher gering. Für sehr gute Kontrastwirkung auf dem Luftbild wird um die Signale eine möglichst reflexionsarme (schwarze) Fläche geschaffen. Bei CIR-Bildern ist dies besonders wichtig, da totes Pflanzenmaterial und v.a. auch totes Laub eine starke CIR-Remission aufweist und daher zu heller Farbumsetzung führt.

Wie zu erwarten war, waren die mit Hinweisstreifen signalisierten Punkte, leichter zu finden und zu positionieren. Insgesamt konnten ca. 2/3 der Punkte nachgemessen werden (Tabelle 8).

Tabelle 8 Nachmessungen der signalisierten Punkte.

	LFP	SP	WSL	Gesamtergebnis	
Nicht sichtbar /nicht verändert	6	3	20	29	32%
Gut sichtbar / nicht verändert	0	4	1	5	6%
Gut sichtbar / Verändert	15	3	17	35	39%
Mässig bis schlecht sichtbar, unsicher verifiziert / nicht verändert	0	1	0	1	1%
Mässig bis schlecht sichtbar, unsicher verifiziert / verändert	2	0	18	20	22%
Gesamtergebnis	23	11	56	90	100%

4 Eingesetzte Geräte und Software

Verwendete Software: ArcGIS 9.1 sowie Stereo Analyst for ArcGIS. Letzteres ermöglicht zusammen mit der Topo-Mouse und einer Stereographischen 3D-Brille das photogrammetrische Arbeiten in 3D (Abbildung 6).



Abbildung 6 Kartier-Arbeitsplatz bei Hauenstein Geoinformatik

5 Verwendete Hintergrunddaten und -informationen

Folgende Daten und Informationsquellen wurden als zusätzliche Hilfsmittel verwendet:

6 Datenbank

Die wichtigsten Strukturelemente der Datenbank sind in den folgenden Abschnitten zusammengestellt. Weitere Informationen können der automatisch generierten Beschreibung der Datenbank (Sihlwald_Lufbildauswertung_2005.html) entnommen werden.

6.1 Basisdaten

Die personal Geodatabases Sihlwald_Basisdaten.mdb (siehe Tabelle 9) sowie Sihlwald_Luftbilder.mdb (siehe Tabelle 10) beinhalten alle Feature Classes, welche für die Luftbildauswertung verwendet wurden.

Tabelle 9 Geodatabase: Sihlwald_Basisdaten.mdb

Dataset	Feature Class	Beschreibung	Polygon	Polyline	Point
wasser	fliessgewaesser_gen	Generierte und generalisierte Fliessgewässer		X	
	gewaesser_stehend	Stehende Oberflächengewässer	X		
	qf_gen	Quellfassungen			X
	owg_name_nr	Oberflächengewässer Kanton ZH 1:2500		X	
	gwf_gen	Grundwasserfassungen			X
	quellstrang	Quellstränge		X	
perimeter	perimeter_interpretation	Vom Auftraggeber vorgegebener Perimeter für Wegekartierung (Flächenkartierung, Gewässer)	X		
	perimter_interpretation_gross	Entspricht perimeter_interpretation plus Siedlungsfläche Langnau	X		
	perimeter_sihlwald	Offizieller Perimeter der Naturlandschaft Sihlwald	X		
	perimeter_totholz_test	Perimeter von 2 Flächen, die für den Test der linienhaften Kartierung von liegendem Totholz vorgeschlagen werden; Fläche 1 ist die WSL-Dauerbeobachtungsfläche; Fläche 2 ist eine Windwurffläche	X		

Tabelle 10 Geodatabase: Sihlwald_Luftbilder.mdb

Dataset	Feature Class	Beschreibung	Polygon	Polyline	Point
	Fluglinien_4000	Fluglinien Massstab 1:4000 (erstellt aus Bildmittelpunkten der Orientierungsparameter-Files)		X	
	PZ_4000	Mittelpunktkoordinaten der Luftbilder 1:4000 (erstellt aus SUP-Files)			X

6.2 Auswertung

In Folgenden eine kurze Beschreibung der abgelieferten Datenbank mit allen bearbeiteten Feature Classes:

- personal Geodatabase: Sihlwald_Auswertung.mdb
- Datenbankversion: ArcGIS 9.1, Geodatabase 2.0.1
- Koordinatensystem: CH1903+_LV95

Die in der pGDB enthaltenen Datasets und Feature Classes sowie alle weiteren Datenbank-Aspekte sind ausführlich in den Tabellen des Kapitels 6.2.1 zusammengestellt.

6.2.1 Feature Classes

Tabelle 11 Geodatabase: Sihlwald_Auswertung.mdb

Dataset	Feature Class	Beschreibung	Polygon	Polyline	Point
Wasser	Fliessgewaesser_F	Flächige Fliessgewässer (>= 2m breit), aus Fliessgewaesser_Ufer_L generiert	X		
	Gewaesser_Ufer_L	Uferlinien der Still- und Fliessgewässer		X	
	Fliessgewaesser_Achse_L	Achsen der Fliessgewässer, hydrologisches Netz		X	
	Stillgewaesser_F	Flächige Stillgewässer	X		
	Fliessgewaesser_Struktur_P	Wasserbauwerke (Sohlschwelle, Wehr...), topologisch verknüpft mit Fliessgewaesser_Achse_L			X
	Quellfassung_P	Quellfassungen			X
	Grundwasserfassung_P	Grundwasserfassungen			X

Tabelle 12 Fields (Feature Class: Fliessgewaesser_Achse_L)

Fliessgewaesser_Achse_L				
Feldname	Feldtyp	Länge	Domain Class	Beschreibung
DQ_Geometrie	Integer	Long	DQ_Geometrie	Objektmerkmale Erkennbarkeit, Veränderungsstatus
DQ_Attribute	Integer	Long	DQ_Attribute	Attribute aus Basis-Feature Class beibehalten oder für Kleinstflächen geändert
DQ_Vollstaendigkeit	Integer	Long	DQ_Vollstaendigkeit	Verbindung des Fliessgewässers mit Vorfluter
Source	Text	50		Herkunft der Original-Linien (<i>fliessgewaesser_gen</i>)
simplify	Text	10		Generalisierstatus der Original-Linien
validierung	Text	20		Verifizierung der Original-Linien im Gelände
trocken	Text	5		Wassergehalt der Gewässer im Frühjahr 2007
Typ	Integer	Long	Gewaesser-Typ_Achse	Angaben zum Gewässertyp (natürlich, künstlich, Fliess-, Stillgewässerachse...)
Verlauf	Integer	Long	GewaesserVerlauf_Achse	Angaben zum Gewässerverlauf (ober-, unterirdisch, Brücke...)
Bemerkung	Text	75		Zusätzliche Bemerkungen

blau: übernommen aus Original-Feature Class *fliessgewaesser_gen*

Tabelle 13 Fields (Feature Class: Fliessgewaesser_F)

Fliessgewaesser_F				
Feldname	Feldtyp	Länge	Domain Class	Beschreibung
DQ_Geometrie	Integer	Long	DQ_Geometrie	Objektmerkmale Erkennbarkeit, Veränderungsstatus
Typ	Integer	Long	Gewaesser-Typ_Fläche	Angaben zum Gewässertyp (natürlich, verbaut, künstlich)
Verlauf	Integer	Long	GewaesserVerlauf_Fläche	Angaben zum Gewässerverlauf (ober-, unterirdisch, Wasserbauwerk)

Tabelle 14 Fields (Feature Class: Stillgewaesser_F)

Stillgewaesser_F				
Feldname	Feldtyp	Länge	Domain Class	Beschreibung
DQ_Geometrie	Integer	Long	DQ_Geometrie	Objektmerkmale Erkennbarkeit, Veränderungsstatus
Typ	Integer	Long	Gewaesser-Typ_Fläche	Angaben zum Gewässertyp (natürlich, verbaut, künstlich)

Tabelle 15 Fields (Feature Class: Fliessgewaesser_Struktur_P)

Fliessgewaesser_Struktur_P				
Feldname	Feldtyp	Länge	Domain Class	Beschreibung
DQ_Geometrie	Integer	Long	DQ_Geometrie	Objektmerkmale Erkennbarkeit, Veränderungsstatus
Strukturtyp	Text	100	Gewaesserstruktur	Angabe zu Art des Gewässerbauwerks

Tabelle 16 Fields (Feature Class: Gewaesser_Ufer_L)

Gewaesser_Ufer_L				
Feldname	Feldtyp	Länge	Domain Class	Beschreibung
DQ_Geometrie	Integer	Long	DQ_Geometrie	Objektmerkmale Erkennbarkeit, Veränderungsstatus
DQ_Attribute	Integer	Long	DQ_Attribute	Attribute aus Basis-Feature Class beibehalten oder für Kleinstflächen geändert
Source	Text	50		Herkunft der Original-Linien (fliessgew_gen)
simplify	Text	10		Generalisierstatus der Original-Linien
validierung	Text	20		Verifizierung der Original-Linien im Gelände
trocken	Text	5		Wassergehalt der Gewässer im Frühjahr 2007
Typ	Integer	Long	Gewaesser-Typ_Ufer	Angaben zum Gewässertyp (natürlich, verbaut, künstlich)
Verlauf	Integer	Long	GewaesserVerlauf_Ufer	Angaben zum Gewässerverlauf (ober-, unterirdisch, Wasserbauwerk)
Ufertyp (Sub-type Field)	Integer	Long	UferTyp	Fliess- oder Stillgewässer

blau: übernommen aus Original-Feature Class *fliessgewaesser_gen*

Tabelle 17 Fields (Feature Classes: Grundwasserfassung_P, Quelffassung_P)

Grundwasserfassung_P, Quelffassung_P				
Feldname	Feldtyp	Länge	Domain Class	Beschreibung
DQ_Geometrie	Integer	Long	DQ_Geometrie	Objektmerkmale Erkennbarkeit, Veränderungsstatus
GIS_DB_ID	Double			Schlüssel für GIS_Datenbank-Anbindung
GWR	Text	11		Grundwasserrecht
GWR_AQUA	Text	15		Grundwasserrecht gemäss Aqua +
GWR_ERLOSCH	Double			0 = aktives Grundwasserrecht 1 = erloschenes Grundwasserrecht
PVFNR	Text	9		Provisorische Fassungsnr. zur Beschriftung
PVFNR_AQUA	Text	13		Provisorische Fassungsnr. gemäss Aqua +
FASSART	Text	43		Fassungsart
NUTZART	Text	23		Nutzungsart
NAME	Text	35		Fassungsbezeichnung
SZ_VERF	Text	14		Schutzonenverfügung
BEM_EXT	Text	210		Bemerkung für externen Gebrauch
Q_KONZ	Text	8		Konzedierte Entnahmemenge
Q_KONZGRP	Double			Gruppenertrag zu Q_Konz
Q_MAX	Text	7		Maximaler Ertrag
Q_MAXGRP	Double			Gruppenertrag zu Q_Max
Q_GWKMIN	Text	11		Minimalertrag aus GWK25
Q_GWKMTL	Text	11		Durchschnittsertrag aus GWK25
Q_GWKWRT	Text	12		Maximalertrag aus GWK25
Q_GWKMAX	Text	12		Einzelertragsangabe aus GWK25
Q_GWKGRP	Double			Gruppenertrag aus GWK25
Q_WVAMIN	Text	11		Minimalertrag aus WVA25
Q_WVAMTL	Text	11		Durchschnittsertrag aus WVA25
Q_WVAMAX	Text	12		Maximalertrag aus WVA25
Q_WVAGRP	Double			Gruppenertrag aus WVA25
Q_ENTNAHME	Double			Nur bei Quelffassung_P. Für die Darstellung nach Entnahmemenge relevante Entnahmemenge.
ENTNAHME	Double			0 = keine Ertragsangabe 1 = <= 30 l/min 2 = 30 - 300 l/min 3 = 300 - 3000 l/min 4 = > 3000 l/min

blau: übernommen aus Original-Feature Classes *gwf_gen* sowie *qf_gen*

Tabelle 18 Domain Classes

Dataset	Domain Class	Feature Class						
		Fließgewaesser_F	Stillegewaesser_F	Fließgewaesser_Achse_L	Fließgewaesser_Struktur_P	Gewaesser_Ufer_L	Quellfassung_P	Grundwasserfassung_P
Wasser	DQ_Geometrie	Code	Code	Code	Code	Code	Code	Code
	DQ_Attribute	-	-	Code	-	Code	-	-
	DQ_Vollstaendigkeit	-	-	Code	-	-	-	-
	Gewaesserstruktur	-	-	-	Code	-	-	-
	GewaesseTyp_Achse	-	-	Code	-	-	-	-
	GewaesserTyp_Fläche	Code	Code	-	-	-	-	-
	GewaesserTyp_Ufer	-	-	-	-	Code	-	-
	GewaesserVerlauf_Achse	-	-	Code	-	-	-	-
	GewaesserVerlauf_Fläche	Code	-	-	-	-	-	-
	GewaesserVerlauf_Ufer	-	-	-	-	Code	-	-
	UferTyp	-	-	-	-	Code	-	-

Tabelle 19 Topologieregeln

Dataset	Feature Class	Rule	Feature Class
Wasser	Fliessgewaesser_Achse_L	Must not overlap	
	Fliessgewaesser_Achse_L	Must not self-overlap	
	Fliessgewaesser_Achse_L	Must not self-intersect	
	Fliessgewaesser_Achse_L	Must not intersect	
	Fliessgewaesser_Achse_L	Must not intersect or touch interior	
	Fliessgewaesser_Achse_L	Must be single part	
	Fliessgewaesser_F	Must not overlap	
	Fliessgewaesser_F	Must not overlap with	Stillgewaesser_F
	Fliessgewaesser_F	Boundary must be covered by	Gewaesser_Ufer_L: Fliessgewaesser
	Fliessgewaesser_Struktur_P	Must be covered by Endpoint of	Fliessgewaesser_Achse_L
	Gewaesser_Ufer_L	Must not intersect	
	Gewaesser_Ufer_L	Must not overlap with	Fliessgewaesser_Achse_L
	Gewaesser_Ufer_L	Must not self-overlap	
	Gewaesser_Ufer_L	Must not self-intersect	
	Gewaesser_Ufer_L	Must be single part	
	Gewaesser_Ufer_L: Fliess- gewaesser	Must be covered by boundary of	Fliessgewaesser_F
	Gewaesser_Ufer_L: Stillge- waesser	Must be covered by boundary of	Stillgewaesser_F
	Stillgewaesser_F	Must not overlap	
Stillgewaesser_F	Boundary must be covered by	Gewaesser_Ufer_L: Still- gewaesser	

Tabelle 20 Spatial References

Dimension	Minimum	Maximum	Precision
X	2674000	2695474	100 000
Y	1225000	1246474	
Z	0	21474	100 000

Bemerkung: Projektionssystem: CH1903_LV95

7 Lieferumfang

Folgende Daten und Dokumente werden geliefert (siehe Tabelle 21).

Tabelle 21 Gelieferte Daten und Dokumente

Inhalt	File
Datenbank Luftbildinterpretation Sihlwald	Sihlwald_Auswertung_2007_10_12.mdb
(vorläufiger) Schlussbericht Luftbildinterpretation	Projektdokumentation_2007.10.12.pdf
Datenbank-Schema	Sihlwald_Auswertung_2007_10_12.html