Moderne Technologien und Methoden – verbesserte Prozesse in der amtlichen Vermessung

M. Beer, Ch. Gamma

Die amtliche Vermessung (AV) der Schweiz dient in vielen Bereichen als wichtige Grundlage. Die Aufnahme der Bodenbedeckungen auf dem Feld und die Auswertung im Büro erfolgen heute meist mit den konventionellen Vermessungsinstrumenten. In vielen anderen Bereichen werden andere Vermessungsinstrumente eingesetzt. Diese Instrumente und deren Methoden finden in der AV bis heute kaum Anwendung. Die Bachelor-Thesis «Moderne Technologien und Methoden – verbesserte Prozesse in der amtlichen Vermessung» hatte zum Ziel zu eruieren, ob moderne Technologien und deren Prozesse Zukunft in der Nachführung von Bodenbedeckungen haben. Es wurden verschiedene Objekte aus der Praxis mit vier verschiedenen Aufnahmeverfahren aufgenommen und ausgewertet. Das konventionelle terrestrische Aufnahmeverfahren diente als Referenzverfahren. Untersucht wurden die Eigenschaften: Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und Praktikabilität. Die Bachelor-Thesis wurde zusammen mit dem Vermessungsbüro Ackermann + Wernli AG aus Aarau durchgeführt.

La mensuration officielle de la Suisse (MO) constitue une base essentielle dans beaucoup de domaines. Le levé de la couverture du sol dans le terrain et son traitement au bureau se font aujourd'hui surtout avec les instruments conventionnels. Dans beaucoup d'autres domaines d'autres moyens de mensuration sont utilisés. Ces instruments et leurs méthodes ne sont à ce jour guère utilisés. La thèse bachelor «Technologies modernes et méthodes – processus améliorés de la mensuration officielle» avait pour but d'évaluer si des méthodes modernes et leurs applications présentaient un avantage pour l'avenir de la mise à jour de la couverture du sol. Lors d'essais pratiques plusieurs objets ont été levés et traités par quatre procédés de levé différents. La méthode de levé terrestre conventionnelle servait de référence. Les qualités suivantes ont été examinées: précision, fiabilité, rendement économique et praticabilité. La thèse bachelor a été menée en collaboration avec le bureau de géomètre Ackermann + Wildi AG d'Aarau.

La misurazione ufficiale (MU) della Svizzera costituisce uno strumento importante per molti settori. Al giorno d'oggi si ricorre in genere a strumenti di misurazione convenzionali per il rilevamento della copertura del suolo e per la successiva valutazione in ufficio. Altri strumenti di misurazione trovano però un utilizzo in molti altri settori. Tuttavia, questi strumenti e le relative metodologie sono finora impiegati limitatamente nella MU. L'obiettivo del lavoro di tesi di Bachelor «Tecnologie e metodi moderni – processi migliorati nella misurazione ufficiale» risiede nello scoprire se le tecnologie moderne e i loro processi hanno un futuro nell'aggiornamento della copertura del suolo. A questo scopo sono stati rilevati e valutati diversi oggetti sul terreno utilizzando, quattro diversi metodi di rilievo. Come metodo di riferimento si è preso il metodo di rilievo terrestre convenzionale. Sono state analizzate le seguenti caratteristiche: la precisione, l'affidabilità, l'economicità e la praticabilità. La tesi di laurea è stata realizzata in collaborazione con l'ufficio di geometra Ackermann + Wernli AG di Aarau.

Grundlagen

Aufnahmeverfahren

Um ein breites Spektrum zu gewährleisten, wurden vier Aufnahmeverfahren gewählt, welche auf vier verschiedenen Technologien basieren. Ziel für jedes Verfahren war es, kein weiteres Vermessungsinstrument für die Bestimmung der Passpunkte miteinzubeziehen. Die Untersuchung soll aufzeigen, ob das Verfahren unabhängig von anderen Vermessungsinstrumenten funktioniert. Die Aufnahmeverfahren sind: terrestrisch mit Tachymeter und GNSS, photogrammetrisch mit der Multikopterdrohne, terrestrisches Laserscanning (TLS) mit einem statischen Laserscanner und das mobile Laserscanning (MLS) mit einem dynamischen Laserscanner.

Objekte

Damit möglichst viele verschiedene Situationen im Berufsalltag abgedeckt werden, wurden drei verschiedene Praxisbeispiele untersucht. Es wurde dabei ein Einfamilienhaus (Objekt A), eine Wohnüberbauung mit fünf Mehrfamilienhäusern (Objekt B) und eine Situationsveränderung eines fliessenden Gewässers (Bach – Objekt C) untersucht.

Vergleiche und Evaluation

Ziel war es, für alle Objekte die jeweils geeignetste Aufnahmemethode zu eruieren. Dabei wurden die Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und Praktikabilität untersucht.

Genauigkeit

Alle drei Objekte befinden sich in der Toleranzstufe 2 (TS2) und liegen im spannungsarmen Gebiet. Die Genauigkeit und Toleranz werden in der TS2 folgendermassen definiert: Genauigkeit 1 Sigma = 10 cm, Toleranz, welche der dreifache Sigmawert der Genauigkeit ist, = 30 cm. Die AV muss nach Gesetz (Art. 4 VAV-VBS) diese Genauigkeit und Toleranz aufweisen. Daher ist die Ausweisung dieser Parameter unerlässlich. Für die Vergleiche (Genauigkeit und Toleranz) wurden die fertig kon-

struierten Objekte miteinander verglichen. So fliessen nur die empirischen Werte in die Vergleiche ein. Als Referenzaufnahmen wurden die konventionellen Aufnahmen verwendet und mit jedem anderen Aufnahmeverfahren einzeln verglichen.
Es wurden zwei verschiedene Vorgehensweisen für die Evaluation der Genauigkeit und Toleranz gemacht. Bei klaren Eckpunkten wie Gebäudeecken und Fahrradunterständen wurden die Ecken als Punkte miteinander verglichen. Die Berechnung der Punkte erfolgt über die direkte Distanz der zu vergleichenden Eckpunkte. Die Koordinaten aller Punkte wurden ausgewiesen und diese mit dem Soll-Ist-Verfahren berechnet. Aus den jeweiligen Differenzen von E- und N-Koordinaten erfolgt mittels dem Satz des Pythagoras die Distanz zwischen den Punkten. In Abb. 1 ist die Berechnung grafisch zu sehen. Dabei ist die schwarze Linie das Referenzverfahren und die blaue Linie das zu vergleichende Verfahren.
Die zweite Vorgehensweise bezieht sich auf alle Objekte, welche keine exakten Eckpunkte aufweisen. Dies betrifft die Gehwege und das fliessende Gewässer. Hier sollen die Linien miteinander verglichen werden. Der Vergleich der Linien erfolgte über die Flächen. Die Berechnung der Flächen erfolgte über die Verschnittsfläche der beiden zu vergleichenden Aufnahmeverfahren. Daraus wurden in mehreren Abstufungen Puffer vom Referenzobjekt berechnet und diese erneut mit dem Vergleichsobjekt verschnitten. In Abb. 2 ist die schwarze Linie das Referenzverfahren und die blaue Linie das zu vergleichende Verfahren.
Es wurden verschiedene Puffergrössen (w, x, y und z) aus der Referenzlinie berechnet und diese jeweils erneut mit dem zu untersuchenden Aufnahmeverfahren verschnitten und berechnet. Aus diesen Verschnittsflächen konnte berechnet werden, wie viel Prozent der Linien sich jeweils innerhalb der Genauigkeit und der Toleranz befinden.

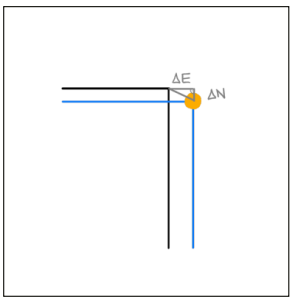

Abb. 1: Berechnung der Punktabweichung (Distanz) zum Referenzobjekt aus Koordinaten.

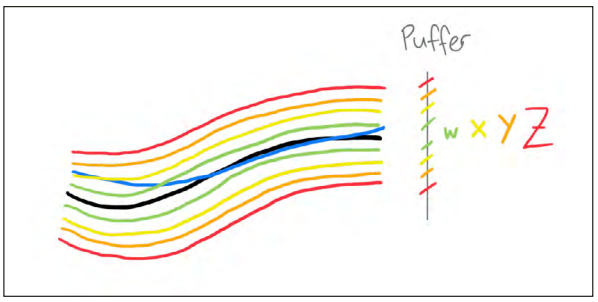

Abb. 2: Berechnung der Linienabweichung mittels Flächenverschnitte mit verschiedenen Puffergrössen.

Zuverlässigkeit

Neben der Genauigkeitsanforderung ist die Zuverlässigkeit der Daten ebenso wichtig. Die erhobenen Daten sind zuverlässig, wenn ihre Werte auf mindestens zwei unabhängigen Messungen beruhen. Um die Zuverlässigkeit zu gewährleisten, wurden auf dem Feld unabhängige Referenzmessungen durchgeführt. Pro Objekt wurden Stichproben von 2–3 Strecken gemessen. Dafür eigneten sich Strecken zwischen zwei Gebäudeecken oder Fensterbreiten. Bei allen Vergleichsaufnahmen wurden diese Referenzmessungen mit den abgegriffenen Längen in der jeweiligen Punktwolke verglichen. Zudem wurden bei allen Punktwolken die Passpunkte abgegriffen und diese mit den Sollkoordinaten verglichen. Auch die Auswertungsreports der jeweiligen Software wurden erstellt sowie die darauf protokollierten Abweichungen zu den Passpunkten untersucht.

Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit wurde anhand des Faktors Zeit untersucht und beurteilt. Für jedes Aufnahmeverfahren wurde die benötigte Arbeitszeit dokumentiert (Feldvorbereitung und Datentransfer, Feldarbeit, Datentransfer nach der Feldarbeit und Auswertung sowie Konstruktion und Erfassung in der AutoCAD Map3D Fachschale).

Praktikabilität

Neben den bereits erwähnten Faktoren ist die Praktikabilität eines Workflows ebenso wichtig. Ist ein Workflow wirtschaftlich, genau und zuverlässig, jedoch nicht praktikabel oder niemand kann ihn ausarbeiten, wird der Workflow nicht oder nicht richtig ausgeführt. Die Praktikabilität jedes Aufnahmeverfahrens soll mit folgenden Kriterien untersucht werden: Ausbildung Personal, Anzahl Personen für die Feldarbeit, äussere Umstände (Flexibilität der Passpunkte), Handlichkeit, Wetterabhängigkeit, Komplexität des Workflows (Feldarbeit) und Komplexität des Workflows (Büroarbeit). Da diese Einschätzungen teilweise weiche Faktoren sind, wurde hier vor allem auf persönliche Erfahrungen zurückgegriffen.

Vorgehensweisen

Die photogrammetrischen Aufnahmen wurden mit der Drohne DJI Mavic 3E RTK durchgeführt. Es wurden sowohl Nadir- und auch Obliqueaufnahmen durchgeführt und die Auswertung kombiniert ausgewertet. Die terrestrische Laserscanaufnahme wurde mit dem Laserscanner Trimble X9 ausgeführt. Zur Zeitersparnis wurden keine Fotos gemacht, womit die Punktwolke nicht eingefärbt wurde. Die mobile Laserscanaufnahme wurde mit dem NavVis VLX3 gemacht. Für alle drei

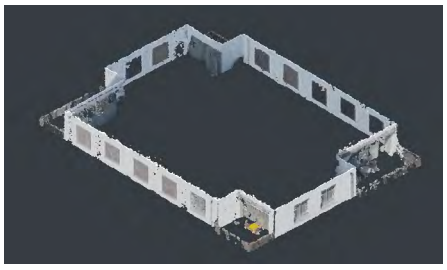

Abb. 3: Gebäude mit horizontaler Schnittebene mit einer Dicke von 250 cm.

Verfahren wurden für die Georeferenzierung bekannte Lagefixpunkte gewählt, damit das Verfahren unabhängig bleibt. Aus der jeweiligen Auswertung (Agisoft Metashape, Trimble Realworks und NavVis IVION) konnten Punktwolken erstellt und exportiert werden. Daraus wurden die Gebäude und die Situationen konstruiert. In Abbildung 3 ist dies am Beispiel eines Gebäudes des Objekts B zu sehen. Die Schnittdicke beträgt 250 cm.

Resultate und Vergleiche

Genauigkeit

Die Differenzen ergaben sich jeweils aus dem Sollzustand - Istzustand. Als Sollzustand wurden die Referenzmessungen aus dem Aufnahmeverfahren 1 (konventionelle Vermessungsinstrumente) genommen. In den Histogrammen (Abb. 4) sind die Differenzen aller Eckpunkte nach Häufigkeit dargestellt. Die Auswertung ist nach Objekt und Aufnahmeverfahren getrennt. Den Tabellen 1, 2 und 3 ist zu entnehmen, dass sich die Messungen aller drei Aufnahmeverfahren für die Objekte A und B innerhalb der vorgegebenen Standardabweichungen befinden. Somit liegen alle Aufnahmeverfahren für die Objekte A und B in der vorgegebenen Genauigkeit und Toleranz.

Die zweite Vorgehensweise bezieht sich auf alle Objekte, welche keine exakt definierten Eckpunkte haben. Das betrifft die Gehwege und das fliessende Gewässer. Hier sollen die Linien miteinander verglichen werden. Der Vergleich der Linien erfolgte über die Flächen. Dabei wurden aus den zu untersuchenden Situationen Polygone erstellt, welche miteinander verschnitten und verglichen wurden. Die Differenzen ergaben sich aus dem Sollzustand – Istzustand. Als Sollzustand wurden die Referenzmessungen aus dem Aufnahmeverfahren 1 genommen.

Den Tabellen 4, 5 und 6 ist zu entnehmen, dass sich die Messungen aller drei Aufnahmeverfahren für das Objekt B innerhalb der vorgegebenen Standardabweichungen befinden. Für das Objekt C wurden die vorgegebenen Standardabweichungen nicht eingehalten. Somit

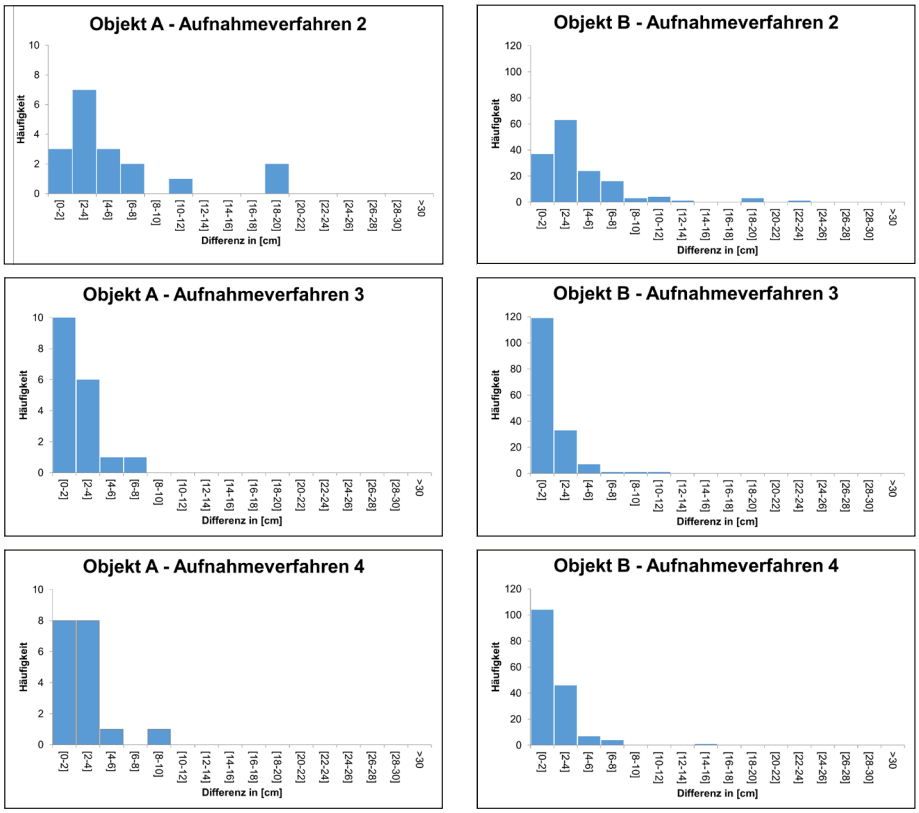

Abb. 4: Histogramme der Genauigkeits- und Toleranzangaben über Punkte.

Aufnahmeverfahren 2 (Drohne)

Genauigkeit/Toleranz	Objekt A: Häufigkeit Punkte in %	Objekt B: Häufigkeit Punkte in %
< 1 σ	83.3 %	94.1 %
1 σ–2 σ	16.7 %	5.3 %
2 σ–3 σ	0.0 %	0.7 %
> 3 σ	0.0 %	0.0 %

Tab. 1: Häufigkeit der Genauigkeits- und Toleranzwerte der Punkte für das Aufnahmeverfahren 2.

Aufnahmeverfahren 3 (statischer Laserscanner)

Genauigkeit/Toleranz	Objekt A: Häufigkeit Punkte in %	Objekt B: Häufigkeit Punkte in %
< 1 σ	100.0 %	99.4 %
1 σ–2 σ	0.0 %	0.6 %
2 σ–3 σ	0.0 %	0.0 %
> 3 σ	0.0 %	0.0 %

Tab. 2: Häufigkeit der Genauigkeits- und Toleranzwerte der Punkte für das Aufnahmeverfahren 3.

Aufnahmeverfahren 4 (mobiler Laserscanner)

Genauigkeit/Toleranz	Objekt A: Häufigkeit Punkte in %	Objekt B: Häufigkeit Punkte in %
< 1 σ	100.0 %	99.4 %
1 σ–2 σ	0.0 %	0.6 %
2 σ–3 σ	0.0 %	0.0 %
> 3 σ	0.0 %	0.0 %

Tab. 3: Häufigkeit der Genauigkeits- und Toleranzwerte der Punkte für das Aufnahmeverfahren 4.

Aufnahmeverfahren 2 (Drohne)

Genauigkeit/Toleranz	Objekt B: Häufigkeit Punkte in %	Objekt C: Häufigkeit Punkte in %
< 1 σ	98.8%	40.1%
1 σ–2 σ	1.2%	24.2%
2 σ–3 σ	0.0%	13.8%
> 3 σ	0.0%	21.9%

Tab. 4: Häufigkeit der Genauigkeits- und Toleranzwerte der Linien für das Aufnahmeverfahren 2.

Aufnahmeverfahren 3 (statischer Laserscanner)

Genauigkeit/Toleranz	Objekt B: Häufigkeit Punkte in %	Objekt C: Häufigkeit Punkte in %
< 1 σ	98.8%	32.5%
1 σ–2 σ	1.1%	21.0%
2 σ–3 σ	0.0%	13.7%
> 3 σ	0.0%	32.8%

Tab. 5: Häufigkeit der Genauigkeits- und Toleranzwerte der Linien für das Aufnahmeverfahren 3.

Aufnahmeverfahren 4 (mobiler Laserscanner)

Genauigkeit/Toleranz	Objekt B: Häufigkeit Punkte in %	Objekt C: Häufigkeit Punkte in %
< 1 σ	96.5%	34.7%
1 σ–2 σ	3.5%	21.9%
2 σ–3 σ	0.0%	14.7%
> 3 σ	0.0%	28.8%

Tab. 6: Häufigkeit der Genauigkeits- und Toleranzwerte der Linien für das Aufnahmeverfahren 4.

liegen alle drei Aufnahmeverfahren für das Objekt B in der vorgegebenen Genauigkeit und Toleranz. Für das Objekt C liegen alle drei Aufnahmeverfahren ausserhalb der vorgegebenen Genauigkeit und Toleranz.

Am Beispiel der photogrammetrischen Aufnahmen bei Objekt C ist klar zu sehen, dass es hauptsächlich in Bereichen mit Schilfgras grosse Abweichungen gibt. In Abb. 5 stellt die schwarze Linie die Referenzmessungen des Aufnahmeverfahrens 1 und die blaue Linie die Situationslinie des Aufnahmeverfahrens 2 dar.

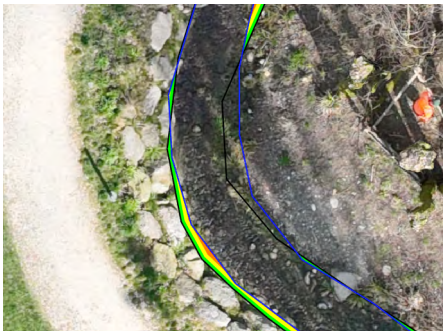

Abb. 5: Differenzen des Aufnahmeverfahrens 2 (Blau) im Vergleich zum Aufnahmeverfahren 1 (Schwarz) im Bereich von Schilfgras (Fläche zwischen blauer und schwarzer Linie). Im linken Bild ist das Schilfgras im Bach, im rechten Bild befindet es sich ausserhalb des Baches.

Zuverlässigkeit

Bei den Aufnahmeverfahren 2-4 wurden Referenzmessungen von Hand mit dem DISTO gemacht und diese mit den Massen in der Punktwolke verglichen. Als zuverlässig wurden die Differenzen < 5 cm festgelegt. Grund dafür war, dass die Vergleichsmessungen von Hand eingemessen und auf 1 cm gerundet wurden. Die abgegriffenen Werte wurden zudem nicht an den exakt gleichen Orten durchgeführt.

Bei den photogrammetrischen Aufnahmen wurde zudem ein Report aus der Auswertungssoftware Agisoft Metashape generiert, welcher die Abweichungen der Kamerastandorte zu den RTK-Näherungskoordinaten und die Abweichungen der Passpunkte zu den Sollkoordinaten aufweist. Die Abweichungen der Passpunkte lagen jeweils unter 2 cm. Es wurde darauf geachtet, dass bei der Bildauswertung im Agisoft Metashape eine hohe Redundanz von Verknüpfungspunkten vorlag.

Zudem wurden aus der Punktwolke die Passpunkte abgegriffen und mit den Sollkoordinaten verglichen. Die Abweichungen der Passpunkte lagen alle unter 5 cm. Die Auswertung der Photogrammetrie ist somit sehr zuverlässig und genau. Da aus mehreren Bildern eine Bündelblockausgleichung erfolgt und eine hohe Redundanz vorliegt, kann gesagt werden, dass das photogrammetrische Verfahren an sich sehr zuverlässig ist.

Bei den statischen und mobilen Laserscan-Aufnahmen wurden wie auch bei der photogrammetrischen Auswertung die Koordinaten der Passpunkte aus der Punktwolke abgegriffen und mit den Sollkoordinaten verglichen. Diese Abweichungen lagen alle unter 5 cm. Bei der Auswertung der statischen Laserscan-Aufnahmen wurde aus der Software Trimble RealWorks ein Registration Report erstellt, welcher den cloud-to-cloud-Error und die Abweichung der Passpunkte zu den Sollkoordinaten ausweist. Hier wurde darauf geachtet, dass sich der cloud-to-cloud-Error im Millimeterbereich befand.

Bei den dynamischen Laserscan-Aufnahmen wurden zusätzlich aus dem Auswertungsprogramm NavVis IVION ein Ausrichtungsprotokoll und ein Überprüfungsprotokoll der Passpunkte heruntergeladen. Darauf sind die Restklaffen der Passpunkte ersichtlich. Hier wurde darauf geachtet,

dass sich die Restklaffungen im wenigen cm-Bereich befanden.
Aus all diesen Untersuchungen ist ersichtlich, dass die Zuverlässigkeit für alle Aufnahmeverfahren gegeben ist.

Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit wurde anhand des verwendeten Zeitaufwands untersucht. Die Untersuchungen wurden pro Objekt separat aufgeführt. Zur Übersicht wurde der jeweilige Zeitaufwand im Vergleich zum Aufnahmeverfahren 1 ausgewiesen. Aus den Vergleichen ist ersichtlich, dass das Aufnahmeverfahren 4 (mobiler Laserscanner) immer das effizienteste war. Vor allem bei der Feldarbeit konnte viel Zeit eingespart werden.

Praktikabilität

Die Praktikabilität wurde mittels verschiedener Faktoren untersucht und dabei wurde vor allem auf eigene Erfahrungen zurückgegriffen. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das Aufnahmeverfahren 1 (konventionell mit Tachymeter und GNSS) das praktikabelste ist.

Zusammenfassung der Resultate und Vergleiche

Für das Objekt A (Einfamilienhaus) wurden zwei Sieger eruiert. Das konventionelle terrestrische Verfahren mittels Tachymeter und das mobile Laserscan-Verfahren mittels NavVis VLX3 eigneten sich am besten für die Nachführung eines Einfamilienhauses. Beide Verfahren lagen in der Genauigkeit, wiesen eine hohe Zuverlässigkeit auf und waren effizient und praktikabel.
Für die Nachführung einer Wohnüberbauung (Objekt B) wurde als geeignetes Verfahren das mobile Laserscanning erkoren. Da das zu untersuchende Objekt sehr gross war, gewann das MLS-Verfahren mittels dynamischem Laserscanner bei der Wirtschaftlichkeit. Die klaren Strukturen in der Überbauung boten eine gute Grundlage für die Verarbeitung und daraus resultierte die Einhaltung der Genauigkeit.
Für die Nachführung des fliessenden Gewässers (Bach – Objekt C) wurde das konventionelle terrestrische Verfahren als geeignetste Nachführungsmethode eruiert. Alle anderen Verfahren waren nicht geeignet, da die Genauigkeit nicht eingehalten werden konnte. Dies war auf die Verarbeitung zurückzuführen. Anhand des Orthofotos oder der Punktwolke konnte die Abgrenzung zwischen Gewässer und Land nicht definiert werden.
Die Arbeit zeigt auf, dass verschiedene Faktoren für die geeignetste Wahl der Methode und Technologie für die Nachführung von Bodenbedeckungen entscheidend sind. Zum einen ist die Objektgrösse entscheidend und ob es sich um ein Gebäude, um eine Situation oder um beides handelt, zum anderen ob es klare Abgrenzungen zwischen den Bodenbedeckungen gibt oder ob die Übergänge in den Punktwolken oder Orthofotos nur schwer erkennbar sind. Es ist somit für jedes Objekt einzeln zu entscheiden, mit welchem Verfahren die Aufnahmen und die darauffolgenden Auswertungen und Konstruktionen gemacht werden sollen. Im Allgemeinen ist festzuhalten, dass moderne Verfahren in der AV sinnvoll eingesetzt werden können. Moderne Technologien und Methoden haben einen Platz in der amtlichen Vermessung verdient!

Ausblick

Die Erfassung der Daten mittels Laserscanner oder Drohne enthält zusätzliche Informationen, welche für diverse weitere Zwecke eingesetzt werden könnten. Falls es in der Zukunft ein 3D-Kataster geben wird, liefern diese Aufnahmen wichtige Grundlagen. Der Zustand der Aufnahmen ist mit Orthofotos und Punktwolken ebenfalls besser dokumentiert. Zweifellos kann nachgewiesen werden, ob beim Moment der Aufnahme Objekte vorhanden waren oder nicht. Weiter können im Nachhinein, ohne zusätzliche Feldarbeit, weitere Informationen wie Höhen oder Masse aus den Daten gewonnen werden.
Aus den Vergleichen wurde eruiert, welches Aufnahmeverfahren für welches Objekt das geeignetste ist. Dabei spielen Kriterien, ob es sich um eine Gebäudenachführung oder eine Situationsnachführung handelt oder wie umfangreich das nachzuführende Objekt ist, jeweils eine grosse Rolle. Für kleinere Objekte wie beispielsweise ein Einfamilienhaus sind das konventionelle terrestrische Aufnahmeverfahren sowie das mobile Laserscan-

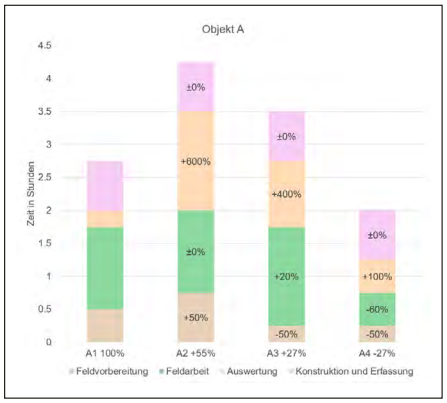

Abb. 6: Zeitaufwand Objekt A (Einfamilienhaus).

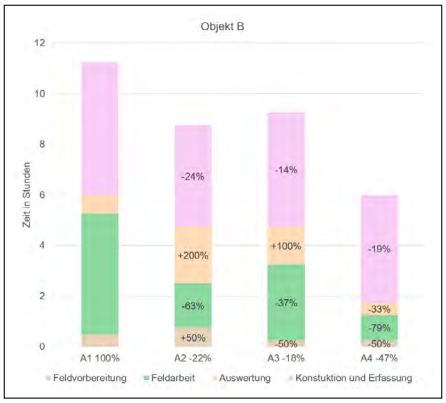

Abb. 7: Zeitaufwand Objekt B (Mehrfamilienhäuser).

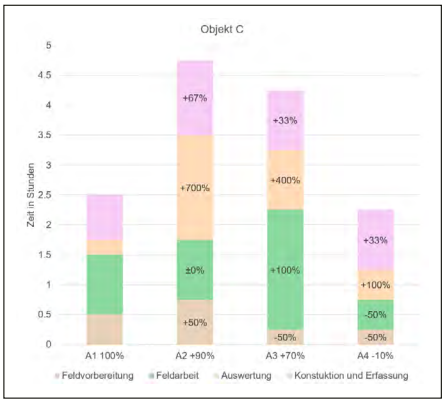

Abb. 8: Zeitaufwand Objekt C (fliessendes Gewässer).

Verfahren die geeignetsten. Dies vor allem aufgrund der effizienten Auswertungsschritte im Büro. Sobald ein Objekt grösser ist, mehrere Gebäude aufweist und Situationen mit klaren Abgrenzungen wie Parkplätze oder Gehwege beinhaltet, eignet sich das mobile Laserscanning am besten. Dank der hohen Effizienz während der Feldarbeit setzt es sich gegen die anderen Aufnahmeverfahren durch. Bei Situationsnachführungen, welche keine klaren Abtrennungen haben, ist die Definition über photogrammetrische Bilder oder Punktwolken nicht möglich. Die erforderliche Genauigkeit kann bei diesen Aufnahmeverfahren nicht eingehalten werden. Hier muss weiterhin auf das konventionelle terrestrische Verfahren gesetzt werden.

Im Allgemeinen haben moderne Technologien und deren Methoden eine Chance auf die Anwendung in der amtlichen Vermessung.

Referenzen:

Beer, M. 2024. Moderne Technologien und Methoden – verbesserte Prozesse in der amtlichen Vermessung. Bachelor-Thesis, BSc Geomatik, Institut Geomatik, FHNW.

Melanie Beer
Christian Gamma
Institut Geomatik
Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik
Fachhochschule Nordwestschweiz
Hofackerstrasse 30
CH-4132 Muttenz
melanie.beer@planora.ch
christian.gamma@fhnw.ch