

GIS-basierte Verifikation in der amtlichen Vermessung

Nikolaus Grässle, Amt für Geoinformation des Kantons Bern
Dr. Stefan A. Voser, Dienststelle Raumentwicklung, Wirtschaftsförderung und Geoinformation des Kantons Luzern
Gian Gregori, Amt für Geoinformation des Kantons Bern

Zusammenfassung

Die Daten der amtlichen Vermessung kommen dank ihrer zunehmenden digitalen Verfügbarkeit in immer mehr Anwendungsgebieten zum Einsatz. Die kantonalen Vermessungsaufsichten kontrollieren diese Daten und achten auf die Einhaltung eines einheitlichen Qualitätsstandards. Bei 26 Kantonen ist die Gefahr dennoch gross, dass schweizweit ein inhomogener Datensatz entsteht. Um dieser Entwicklung entgegen zu wirken, wurde im interkantonalen Projekt BELUTI (Bern, Luzern, Tessin) eine einheitliche Verifikationsstrategie entwickelt. Die technische Umsetzung des gemeinsamen Verifikationskonzeptes erfolgte mit Hilfe von gängigen und konfigurationsfreundlichen Softwareprodukten.

Hintergrund

Im Rahmen der GIS/SIT 2006 hat Herr Dr. Fridolin Wicki, Leiter der Eidgenössischen Vermessungsdirektion, den Begriff der amtlichen Vermessung wie folgt beschrieben:

Die amtliche Vermessung (AV) ist eine Infrastruktur mit einer eingespielten Organisation, mit klar definierten Produkten und mit bedürfnisgerechten Dienstleistungen.

Die Daten der AV dienen dem Aufbau und dem Betrieb von Landinformationssystemen, die sowohl für öffentliche wie auch private Zwecke genutzt werden. Zahlreiche hoch spezialisierte Fachanwendungen in Wirtschaft und Verwaltung werden auf Grundlage der AV-Daten betrieben. Die Nationale Geodaten-Infrastruktur (NGDI) stützt sich wesentlich auf die Daten der AV.

Betrachtet man die AV nicht nur als Datensammlung sondern als Infrastruktur, so wird der enge Zusammenhang zur NGDI deutlich. Einerseits baut die NGDI auf den langjährigen Erfahrungen der Vermessungsaufsichten und Ingenieur-Geometern auf und profitiert von deren konzeptionellen und praktischen Vorarbeiten. Andererseits stützt sich die NGDI auf Produkte der AV. Im Gegensatz zu reinen Datensammlungen sind bei diesen Produkten Eigenschaften wie zum Beispiel Qualität, Homogenität und Flächendeckung klar definiert.

Die kantonalen Verwaltungen tragen den hohen Anforderungen an die Produkte der AV durch strenge Prüfung der Vermessungswerke Rechnung. Ziele der Verifikation sind die Sicherstellung der Einheitlichkeit, die Qualitätssicherung der Vermessungswerke, der Investitionsschutz und die Rechenschaft des Auftragnehmers gegenüber dem Auftraggeber.

Motivation

Die Umstellung auf das *Datenmodell 2001 der amtlichen Vermessung* (DM.01-AV) führt auch zu Veränderungen der Verifikationsprozesse der Vermessungswerke. Das DM.01 erfüllt einerseits neue Anforderungen im Hinblick auf die Geodateninfrastruktur, andererseits erlaubt die GIS-Technologie erweiterte Unterstützung bei der Verifikation. Die Vermessungsaufsichten der Kantone Bern, Luzern und Tessin nutzen die Gelegenheit, um diese Herausforderungen auf konzeptioneller Ebene gemeinsam in Angriff zu nehmen. Der Verifikationsvorgang sollte dabei weitgehend automatisiert und nach Möglichkeit mit einheitlichem Werkzeug realisiert werden. Für die Umsetzung wurde nach modularen und einfach konfigurierbaren Softwarepaketen mit grösstmöglicher Systemunabhängigkeit gesucht.

Diese Überlegungen mündeten in ein zweistufiges Verifikationskonzept:

1. internetbasierter Checkservice für die automatisierbare formale Qualitätssicherung
2. eine auf Standardsoftware aufsetzende Verifikationsfachschaale zur Unterstützung der visuellen Kontrollen (grafisch-interaktive Verifikationsfachschaale)

Daraus entstand das Projekt BELUTI (Bern, Luzern, Tessin), das neben dem Abgleich der kantonalen Verifikationskonzepte die Entwicklung und den Betrieb einer einheitlichen Verifikationsinfrastruktur zum Ziel hatte. Nach der technischen Umsetzung und erfolgreichen Eingliederung in den Verifikationsprozess dient nun das Projekt BELUTI als Plattform für den Gedankenaustausch und die konzeptionelle und strategische Weiterentwicklung im Bereich Verifikation der AV-Daten.

Gemeinsames Verifikationskonzept

In den verschiedenen kantonalen Vermessungsaufsichten bestehen unterschiedliche Verifikationsansätze. Diese resultieren auf Grund der unterschiedlichen Voraussetzungen in den einzelnen Kantonen, wie zum Beispiel Datenmodelle (alle basierend auf dem Bundesmodell), Software-Systeme oder Verifikationsorganisationen. Im Grundsatz sollen möglichst viele Prüfungen gemeinsam genutzt werden. Die automatisierte Prüfung durch den Checkservice ist der personalintensiven Prüfung durch die grafisch-interaktive Verifikationsfachschaale vorzuziehen. Gleichzeitig müssen aber auch die kantonalen Mehranforderungen an die AV-Daten im Rahmen der gemeinsamen Verifikationsinfrastruktur geprüft werden. All diese Anforderungen setzen eine sowohl beim Checkservice als auch bei der Verifikationsfachschaale grösstmögliche Modularität voraus.

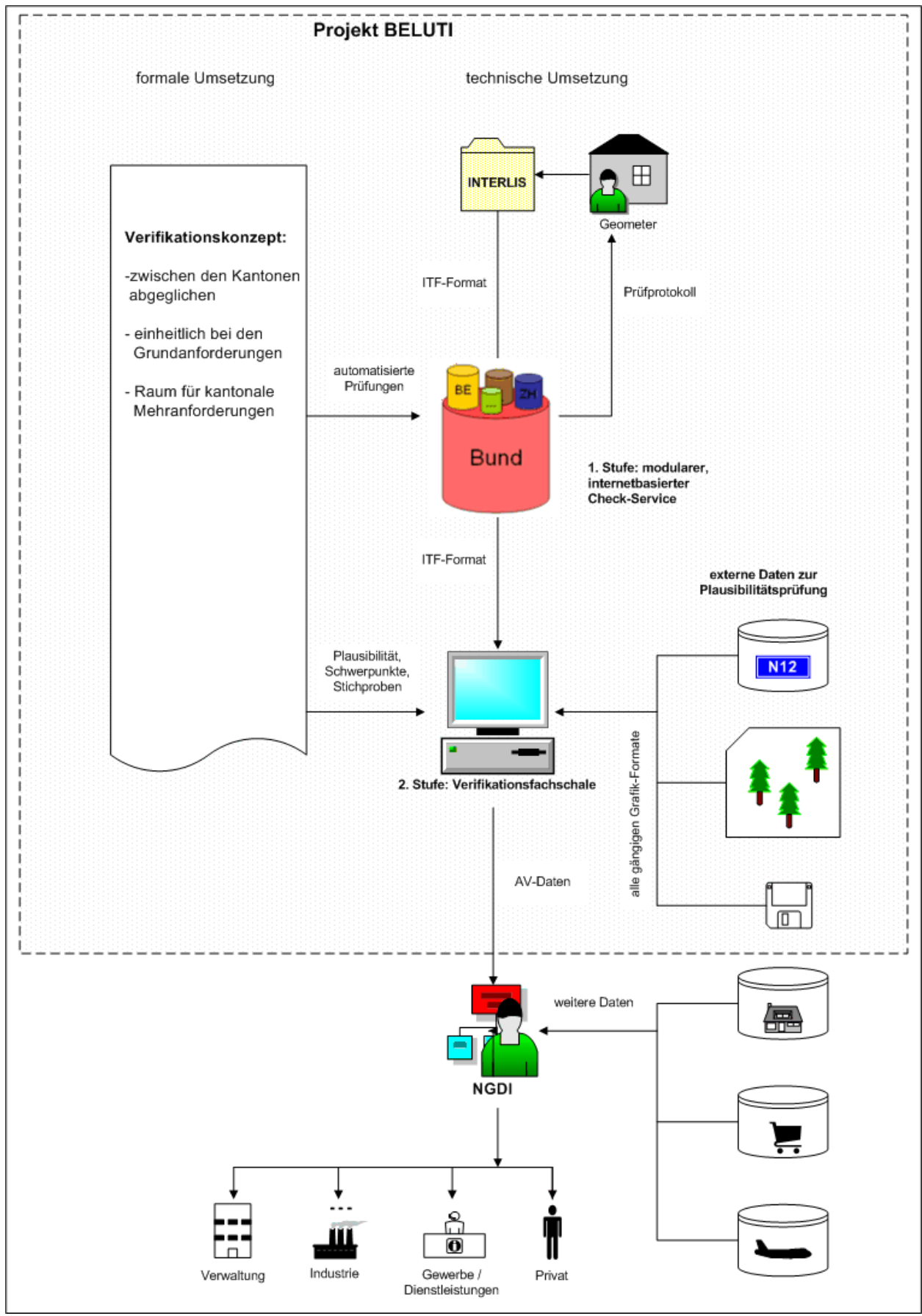


Abbildung 1: Projektübersicht BELUTI

Die Prüfungen lassen sich wie folgt unterteilen:

Prüfwerkzeug	Bund / Allgemeine Prüfungen	Kanton Luzern	Kanton Bern
Checkservice	Automatisierbare formale Prüfungen basierend auf dem Bundesmodell.	Automatisierbare Prüfungen der kantonalen Erweiterungen (DM.01-AV-LU).	Automatisierbare Prüfungen der kantonalen Erweiterungen (DM.01-AV-BE).
Beispiel	Ein Fixpunkt dritter Ordnung (LFP3) muss versichert sein.	Gebäudefür Nummern benötigen für die Eindeutigkeit den korrekten NBIdent GBPER.	Für Liegenschaften muss ein Qualitätsstandard angegeben werden.
Verifikationsfachscha	allgemeine Plausibilitätsprüfungen.	Plausibilitätsprüfungen der kantonalen Erweiterungen LU.	Plausibilitätsprüfungen der kantonalen Erweiterungen BE.
Beispiel	Hochspannungsleitungen dürfen nicht über Flugplätze führen.	Das Verkehrsnetz setzt sich lückenlos aus einigen wenigen Bodenbedeckungsarten bzw. Einzelobjekten zusammen.	Es müssen mindestens die in einem Vergleichsdatensatz geführten Wasserreservoir in den AV-Daten geführt werden.

Tabelle 1: Prüfwerkzeug und Anwendungsgebiet

Ablauf der Verifikation

1. Stufe: der Checkservice

Die AV-Daten (ITF-File) werden über das Internet (HTTP oder FTP) an einen Server verschickt und durchlaufen die für das jeweilige Datenmodell vorgesehenen Tests. Das Prüfergebnis wird dem Benutzer per E-Mail zugestellt. Die Prüfungen verlaufen vollständig automatisiert, so dass sie sich auch für regelmässige Qualitätssicherungsmassnahmen eignen. Der Checkservice bietet völlige System-unabhängigkeit. Der registrierte Benutzer benötigt keine eigene Software sondern muss lediglich über einen Internetzugang und eine E-Mail-Adresse verfügen.

Bis jetzt haben sich verschiedene Kantone mehr oder weniger stark mit dem eigenen Checker befasst. Eine Arbeitsgruppe aus Bund und Kantonen hat sich nun zum Ziel gesetzt, die unterschiedlichen Levels der Checker auf eine einheitliche Basis zu stellen. Die Basisanforderungen werden im so genannten Grundmodul zu einem erweiterten Bundes-Checker zusammen gefügt. Dieser Checker enthält dann alle Checks, die das Bundesmodell betreffen. Die Checks mit den kantonalen Mehranforderungen können bei Bedarf in einer übersichtlichen Tabelle aufgelistet werden, die jedem Kanton zugänglich ist. Dadurch können die Kantone auf einfache Art und Weise die für ihr Datenmodell gewünschten Tests auslesen und zusammenstellen lassen. Das bedeutet, dass ein für den Kanton A entwickelter Test auch vom Kanton B verwendet werden kann. Grundvoraussetzung ist allerdings, dass die Checks nach einheitlichen Kriterien aufgebaut sind.

Nach wie vor werden grundsätzlich alle formalen modellbasierten Prüfungen automatisiert im Checker durchgeführt. Dadurch wird ein exakt definierter Qualitätsstandard ausgewiesen, auf dem der weitere Verifikationsprozess aufbaut. Zur Überprüfung können neben den gelieferten AV-Daten auch der Fixpunktdatenservice der swisstopo (FPDS), Vergleichslisten sowie die Perimeter der angrenzenden Gemeinden verwendet werden. Der Abgleich der Gemeindegrenzen ist eine wichtige Grundvoraussetzung, um im Rahmen der NGDI alle Daten der AV zu einem flächendeckenden, konsistenten Datensatz zusammen führen zu können.

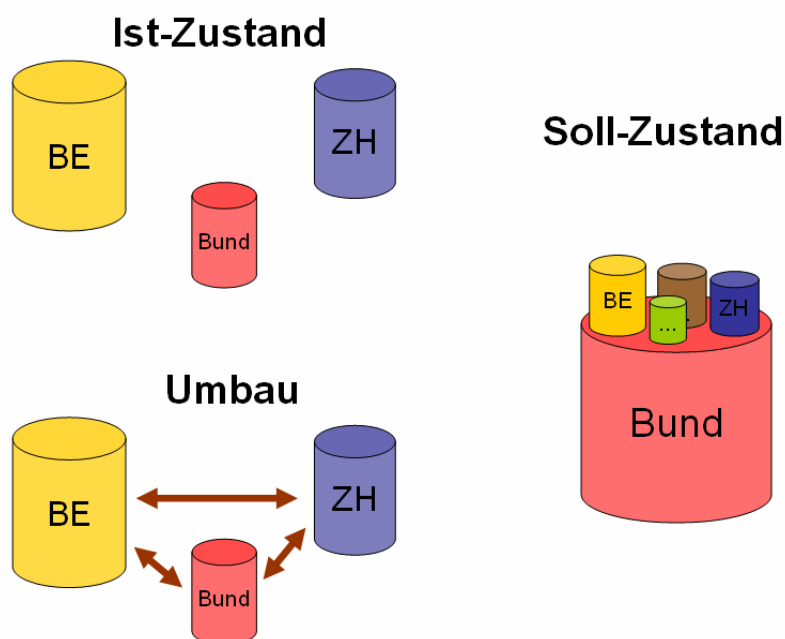


Abbildung 2: Projekt 'Modularer Checker'

2. Stufe: grafisch-interaktive Verifikationsfachschale

Die Verifikationsfachschale dient der Prüfung komplexer Sachverhalte, die nicht automatisiert durchgeführt werden können und einer Interpretation oder Abwägung bedürfen. Als Grundlage dienen das ITF-File, das Prüfprotokoll des Checkservice mit den durch das Geometerbüro kommentierten Fehlern und der Unternehmerbericht des bearbeitenden Geometers. Das Verifikationstool BELUTI besteht aus Hilfsprogrammen für die Datenmigration und der eigentlichen Verifikationsfachschale.

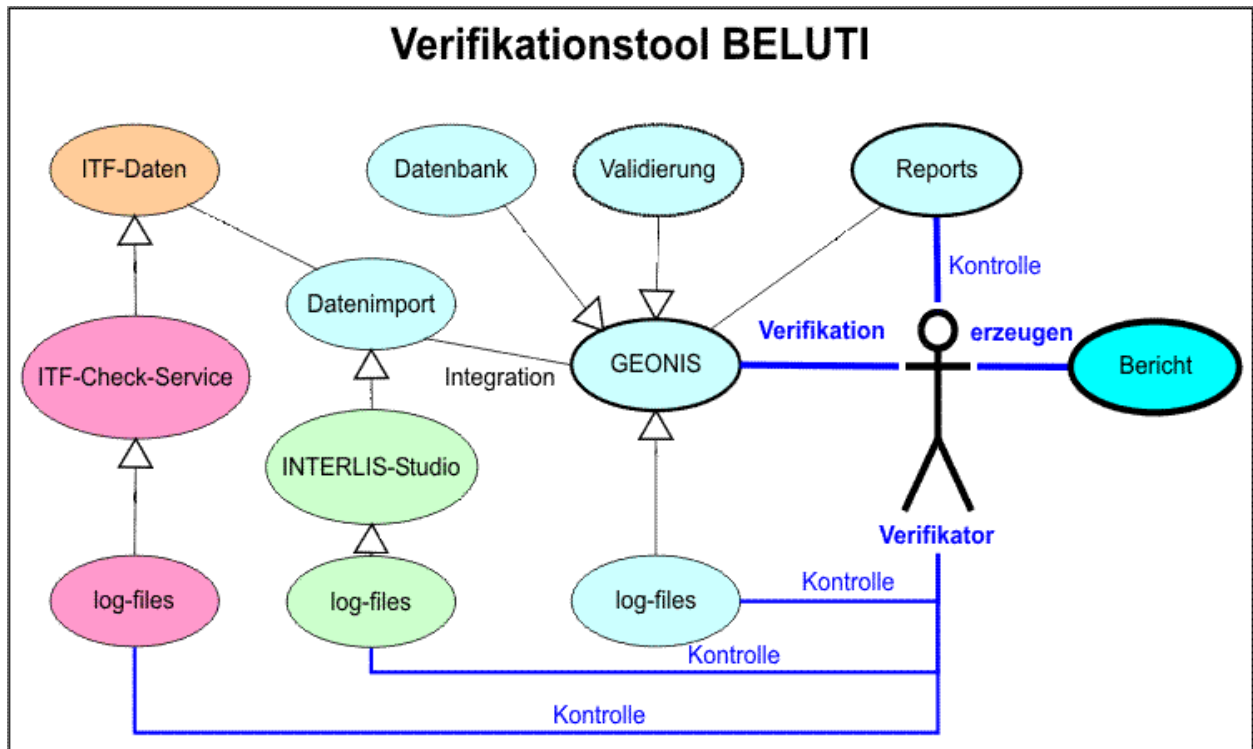


Abbildung 3: Verifikationstool BELUTI

Die Verifikation erfolgt in verschiedenen Themenbereichen, die in Geonis (basierend auf ArcGIS) als Legenden abgebildet und aufgerufen werden. Im Zuge des Datenimports werden Verschnitte zwischen einzelnen Informationsebenen erstellt (z.B. Verschnitt von Toleranzstufen (Genauigkeitszonen) mit Fixpunkten oder Bodenbedeckung), um später Plausibilitätstests und Interpretationen durchzuführen.

Das Verifikationskonzept beschreibt für jede Legende die durchzuführenden Prüfungen. In den einzelnen Legenden werden dabei nur die notwendigen Informationen dargestellt.

Kantonale Mehranforderungen können in speziellen Legenden geprüft und, dank des modularen Aufbaus, leicht in die Verifikationsfachschale eingebunden werden.

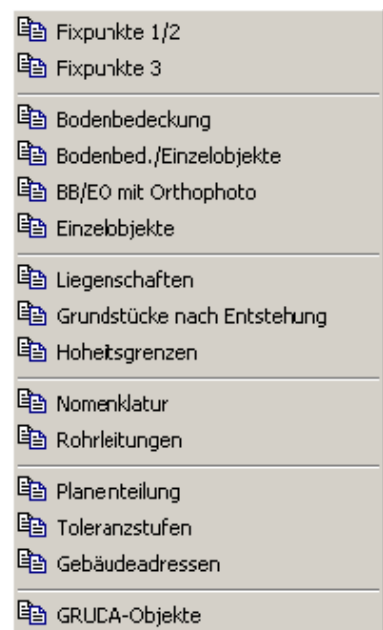


Abbildung 4: Legenden

- AV Liegenschaft Qualität
 - Grenzpunkte nach Punktzeichen
 - Grenzpunkte nach Lagegenauigkeit
 - 6.1..8.0
 - 4.1..6.0
 - 0.0..4.0
- Grenzpunkte nach Lagezuverlässigkeit
 - lagezuv
 - Ja
 - Nein
- Liegenschaft rechtsgültig nach Qualität
 - k_qualitaet
 - AV93
 - PV74
 - PN def. annerkant

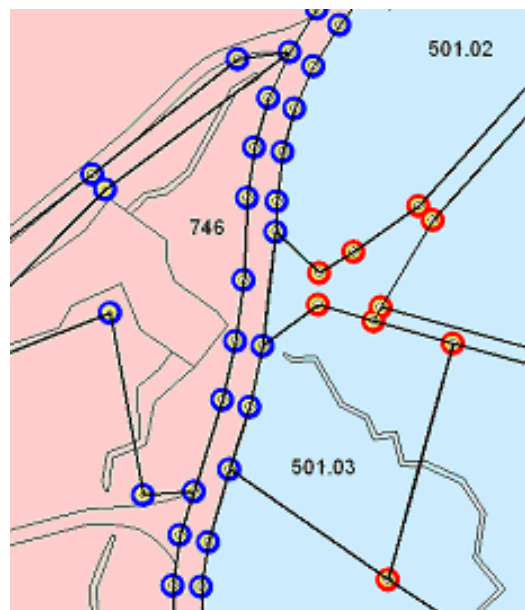


Abbildung 5: Legende Liegenschaft: prüft Lagegenauigkeit und Lagezuverlässigkeit der Grenzpunkte sowie Qualität der Liegenschaften (kantonale Mehranforderung Bern)

Die graphische Prüfung wird durch Reports ergänzt, zum Beispiel einem Flächenvergleich zwischen einzelnen Topologien. Diese Auswertungen können so angepasst werden, dass die Ergebnisse leicht mit den Vorgaben (zum Beispiel aus Werkverträgen) verglichen werden können. Die Tabellen lassen sich exportieren und in den Verifikationsbericht integrieren.

Liegenschaften	Bodenbedeckung	Differenz [qm]
150 99 49	151 00 31	81.15
	Nomenklatur	Differenz [qm]
	150 99 49	- 0.01
	Otsname	Differenz [qm]
	150 99 50	0.03
	Toleranzstufen	Differenz [qm]
	150 99 49	0.00

Tabelle 2: Flächenvergleich Liegenschaften zu anderen Informationsebenen

Toleranzstufe	Fläche TS [ha]	Ist-Anzahl LFP	Soll-Anzahl LFP	Ist-Soll LFP
2	6.77	5	5	0
	10.08	6	7	-1
	136.18	92	95	-3
3	10.20	0	2	-2
	163.57	34	33	1
	716.51	114	143	-29
4	25.07	3	3	0
	25.21	4	3	1
externe LFP3	.00	15	0	15
Total	1093.58	273	290	-17

Tabelle 3: Soll-Ist-Vergleich der Fixpunkt-Anzahl je Toleranzstufe

Die Vorschriften für die Erhebung der AV-Daten sind vielfältig und komplex und können sich im Einzelfall widersprechen. In diesen Fällen müssen die gelieferten Daten vom Verifikator richtig interpretiert werden können. Beispielsweise schreibt die *Technische Verordnung über die amtliche Vermessung* vor, in ländlichen Gebieten nur Flächen über 1000 m² zu registrieren. Die Verifikationsfachschale markiert solche Kleinstflächen sehr auffällig und unabhängig vom Massstab.

Im nachfolgenden Beispiel zeigt die Legende *Bodenbedeckung* im Fall A einen Kanal (Bodenbedeckungsart *fließendes Gewässer*), der den Nord- mit dem Südteil eines Sees (Bodenbedeckungsart *stehendes Gewässer*) verbindet und dieses Flächenkriterium nicht erfüllt.

- Bodenbedeckung
 - Die Unskalierbaren BB
 - Gebäudeflächen <12m²
 - Wasserbeckenflächen <20m²
 - Wald-/bestockte Flächen <800m²
 - BB-Flächen T51/T52 <100m²
 - BB-Flächen T53 <1000m²
 - BB-Flächen T54/T55 <2500m²
 - Wald pro Liegenschaft <10m²
 - bestockte Fläche pro Liegenschaft <10m²
 - Einzelpunkt Bodenbedeckung nach ExaktDefiniert
 - Toleranzstufen unterschieden nach Art
 - Bodenbedeckungsflächen nach Qualität
 - Liegenschaft
 - Liegenschaftsnummer (L)

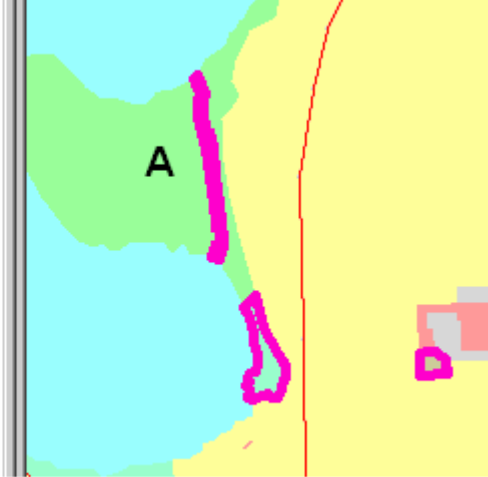


Abbildung 6: Legende Bodenbedeckung mit markierten Kleinstflächen

Im Fall A stellt sich nun die Frage, ob die Verbindung zwischen den Seen tatsächlich existiert und ob man die Fläche nicht in die Seefläche integrieren könnte. Zur Beantwortung dieser Fragen muss der Verifikator über zusätzliche Informationen verfügen. Diese externen Daten können in die Verifikationsfachschale integriert und dank der teiltransparenten Darstellung überlagert werden.



Bild 1

Bild 2

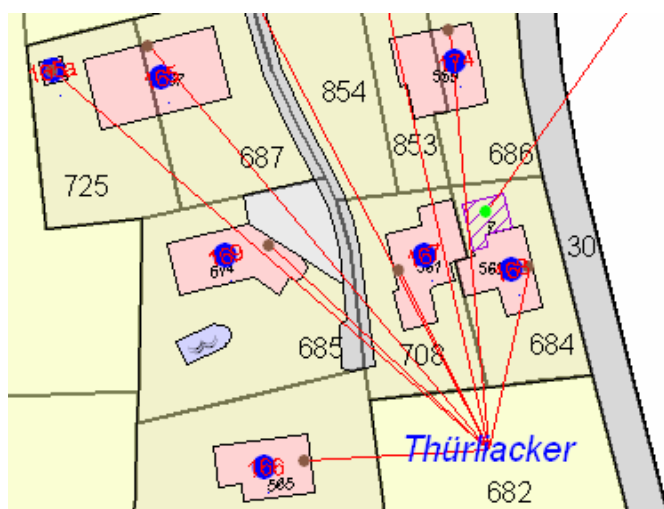
Bild 3

Abbildung 7: Verifikation mit dem Orthofoto und dem Gewässernetzplan

Die Überlagerung der Bodenbedeckungsarten mit dem Orthofoto zeigt, dass der Wald und die Wiese richtig ausgeschieden wurden (Bild 1). Eine Verbindung zwischen den stehenden Gewässern lässt sich beim Luftbild allerdings auch bei genauem Hinsehen nicht erkennen (Bild 2). Zusätzlich wurde der Gewässernetzplan 1:5'000 eingeblendet. Die Darstellung zeigt einen Kanal im Bereich der fraglichen Verbindung (Bild 3). Die

Attributierung eines Kanals als *fließendes Gewässer* ist richtig. Trotz nicht erfülltem Flächenkriterium wurde der Nachweis der Verbindung zwischen den Seeflächen durch den Geometer richtig durchgeführt.

Mit der Einführung des neuen Datenmodells DM.01 führt die amtliche Vermessung die offiziellen, geokodierten Adresdaten. Dabei muss jedes Gebäude einer Lokalisation (Strasse, Platz, benanntes Gebiet) zugeordnet werden. Die Existenz dieser Zuordnung wird automatisiert im Checkservice geprüft. Die Plausibilität einer Adressierung wird in der Fachschale verifiziert. Dazu wird die Legende *Gebäudeadressen* bereitgestellt, die die Zuordnung der Gebäude zur Lokalisation übersichtlich darstellt.



Das Beispiel zeigt die Zuordnung der Gebäude zum benannten Gebiet *Thürliacker*. Nur das unterirdische Gebäude auf Parzelle 684 ist mit einer anderen Lokalisation verbunden. Dieser offensichtliche Fehler ist durch den Geometer zu korrigieren.

Abbildung 8: Zuordnung von Gebäuden zur Lokalisation

Allfällige im Verifikationsprozess aufgedeckte Mängel werden dem Geometer zurück gemeldet. Die Nachbesserung erfolgt auf Grundlage folgender Dokumente:

- Fehlerprotokoll des Checkservice
- Verifikationsbericht

Der internetbasierte Checkservice ist jederzeit benutzbar, so dass der Geometer auch Zwischenergebnisse prüfen kann.

Der Verifikationsbericht kann durch Reports angereichert und mit Plots (generiert aus einheitlichen Plotvorlagen) ergänzt werden. Zusätzlich können Bemerkungen zur Verifikation direkt in der Verifikationsfachschale erfasst und mit den entsprechenden Koordinaten in ein Excel-File exportiert werden.

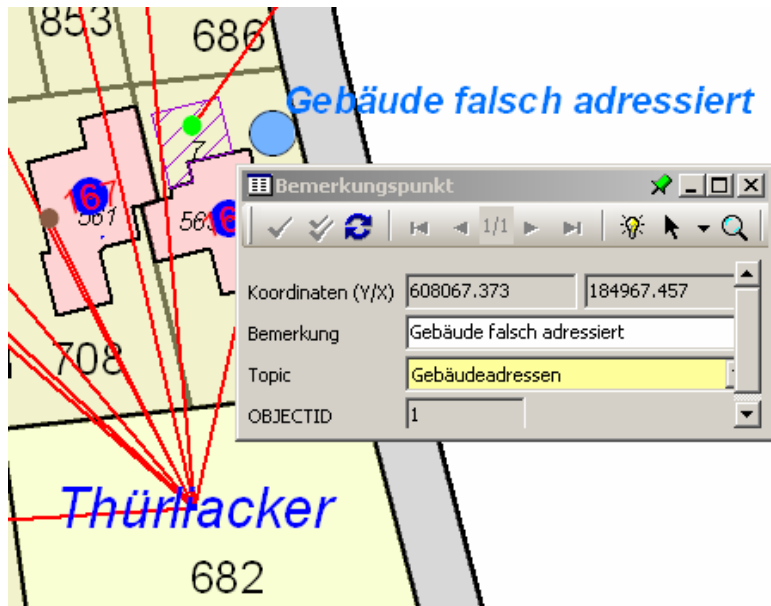


Abbildung 9: Erfassung von Mängeln bei der Verifikation

Fehler können als Bemerkungspunkte erfasst und mit Kommentaren versehen werden, die sich auch als Excel-Reports exportieren lassen.

Nutzen und Ausblick

Die AV bildet das Fundament der NGDI - eine schlechte Grundlage kann deren Erfolg in Frage stellen. In Anbetracht der beschränkten personellen und finanziellen Ressourcen der Kantone sowie durch die zunehmende Komplexität der AV sind Insellösungen weder sinnvoll noch tragbar. Die Zeit scheint reif, die kantonalen Verifikationsprozesse auf einander abzustimmen und gemeinsam zu optimieren.

Das Projekt BELUTI ist ein weiterer Schritt in der interkantonalen Zusammenarbeit der Vermessungsverwaltungen. Im Kern steht der Anspruch, gemeinsame Probleme gemeinsam zu lösen. Gleichzeitig wird jedem Kanton die Möglichkeit geboten, spezifische Anforderungen in die gemeinsame Verifikationsinfrastruktur zu integrieren. Dank dieser Modularität wurden die Erwartungen in die Verifikationslösung BELUTI vollumfänglich erfüllt. Das Projekt BELUTI lebt weiterhin vom Erfahrungsaustausch der beteiligten Stellen und steht sowohl auf formaler wie auch auf technischer Ebene allen Interessierten offen.