

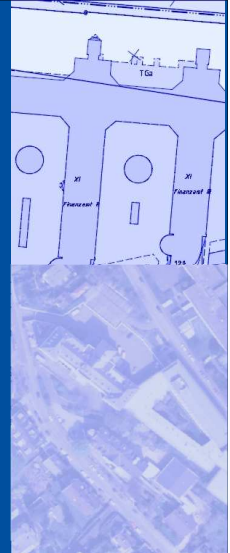


DGM-Aktualisierung mit bDOM

Konzept einer Aktualisierungsstrategie

Carsten Dorn

AdV-Workshop „DGM-Fortführung und 3D-Geländemodelle“
am 11. und 12.03.2014 in Würzburg



agenda

- DHM-Datengrundlage
- DHM-Produkte
- Aktualisierungslegitimation
- Aktualisierungsmethoden
- Erfahrungen mit bDOM
- Aktualisierungsstrategie
- Aktualisierungsparameter
- Change Detection
- Interaktive Aktualisierung
- Offenes/Ausblick

DHM-Datengrundlage

DHM-Datengrundlage ist Airborne Laserscanning (ALS).

Die landesweite ALS-Befliegung ist eine Kooperation zwischen dem hessischen Wirtschafts- und Umweltministerium.

Das Umweltministerium finanziert die Befliegung – Kosten ca. 2,2 Mio. Euro.

Motivation für das ALS war in erster Linie hochgenaue Höhendaten für den Hochwasserschutz gemäß EU-Richtlinie 2007/60/EC zur Bewertung und für das Management von Hochwasserrisiken zu erhalten.

Die technischen Spezifikationen der Primärdaten sind:

- Mindestens 4 Messpunkte pro Quadratmeter
- Maximaler Messpunktabstand: in x / y 60 cm
- Lagegenauigkeit $U_x / U_y: \leq \pm 30$ cm
- Höhengenaugkeit $U_z: \leq \pm 15$ cm
- Bezugssystem/Abbildung: ETRS89, GCG 2005, UTM Zone 32,
- Dateigröße/Format: 1km²-Kachelung in LAS1.1
- Klassifizierung: 3 Klassen – Boden (2), Nichtboden (13), Sonstige (15)



3D-Geoinformation



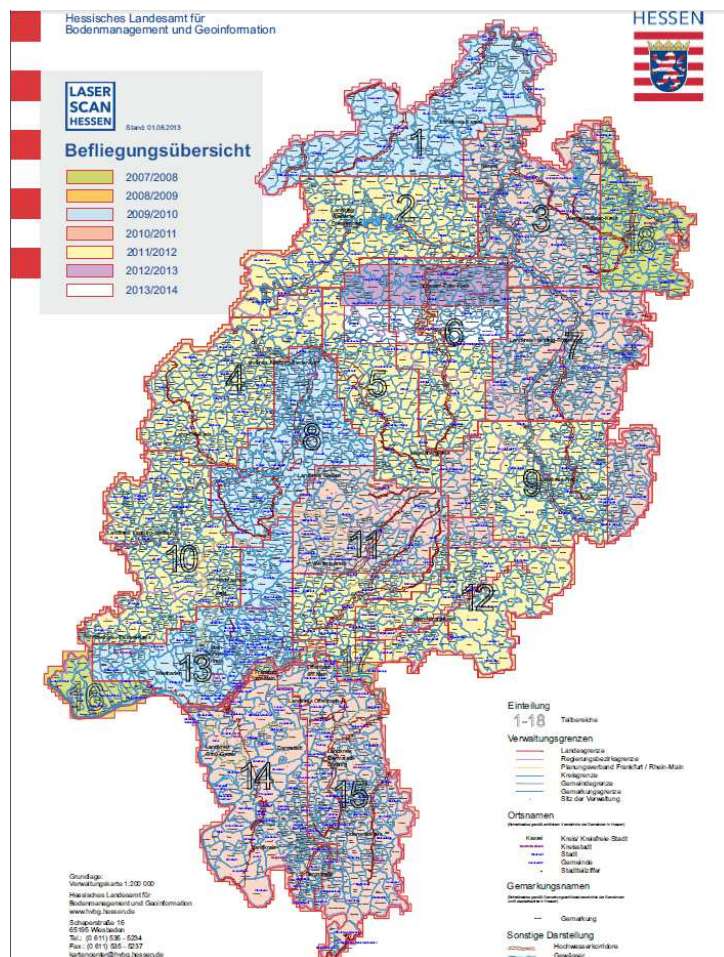
Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

ALS-Stand:

- Noch in der Ersterhebung - begonnen im Winter 2007/8; Abschluss am 10.03.2014.
- In Summe 5 Kampagnen 2 Pilotprojekte im Anschluss Landesbefliegung in 3 Kampagnen jeweils mit eigener Ausschreibung.
- Die Ausschreibungen erfolgten in Lose mit Größen zw. ca. 1.500 bis 3.000 km². Jede Kampagne der Landesbefliegung war in 3 Lose aufgeteilt und je Firma wurde nur 1 Los zugelassen.
- Abschlüsse haben sich durch Firmenpleiten und wegen schlechter Witterung verzögert.



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

DHM-Produkte

DHM-Produkte:

Primärdaten:

- ALS-Daten im Original ohne Nachbearbeitung

Sekundärdaten:

Berechnet werden im HLBG flächendeckend:

- DGM1
mit der Einschränkung, dass nur in überflutungsgefährdeten Gebieten interaktiv feinklassifiziert wird.
- DOM1
mit Nachbearbeitungen im Gewässerbereich und auftragsbezogen Feinklassifizierungen bzgl. Kfz und Energieversorgungsleitungen.
- Aus dem DGM1/DOM1 werden alle weiteren DHM-Produkte (Gitterweiten: 2, 5, 10, 25, 50 m) durch Ausdünnung im Rasterdatenmanagementsystem novaFACTORY (nF) abgeleitet.
- Auf Wunsch Fertigung von technischen Höhenlinien und Schummerungen mit nF.



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Aktualisierungslegitimation

In Hessen gibt es keine direkten zeitlichen Vorgaben.

Im Hessische Gesetz über das öffentliche Vermessungs- und Geoinformationswesen (HVGG), vom 6.9.2007 heißt es ganz allgemein:

...ERSTER TEIL

Grundlagen des öffentlichen Vermessungs- und Geoinformationswesens

§ 1 Auftrag

...(2) Das öffentliche Vermessungs- und Geoinformationswesen stellt seine Informationen und seine Dienstleistungen **nach den Bedürfnissen des Rechts, der Verwaltung, der Wirtschaft, der öffentlichen Sicherheit, der Landesverteidigung, des Umwelt- und Naturschutzes und der Bürgerinnen und Bürger** bereit. ...

Allgemein ist zu sagen:

Die Anforderungen an Genauigkeit, Detailliertheit, Aktualität für alle Produkte der Geotopographie sind in den letzten Jahren erheblich gestiegen.

Geodaten haben mittlerweile quasi den Charakter von „Allgemeingut“.

Die Akzeptanz unserer Geobasisdaten steht und fällt mit ihrer Aktualität und Vollständigkeit!



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Aktualisierungslegitimation

Allerdings kann sich indirekt an der EU-Richtlinie 2007/60/EC für überflutungsgefährdete Bereiche orientiert werden, da hier eine 6-jährige Berichtspflicht gilt.

- Artikel 16: Die Kommission unterbreitet dem Europäischen Parlament und dem Rat bis zum 22. Dezember 2018 und danach alle sechs Jahre einen Bericht über die Durchführung dieser Richtlinie.

Für sonstige Bereiche können ggf. die allgemeinen Vereinbarungen der AdV bzgl. der Aktualität herangezogen werden:

Beispiele:

- Die Spitzenaktualisierung ATKIS-Basis-DLM beträgt objektabhängig 3, 6 oder 12 Monate.
- Die Grundaktualisierung des ATKIS Basis-DLM soll einen 5-Jahreszyklus folgen.
- DOP sollen nicht älter als 3 Jahre sein.

Entscheidend ist, dass fast alle Produkte der Geotopographie sich z.T. auf DOP beziehen. Die Bildflugturni sind folglich auch für die Aktualität und Qualität des DGM relevant, da akkurate DOP nur auf Grundlage eines guten DGM gefertigt werden können!

Hessen verwendet für die DOP-Produktion ein DGM5 auf Basis des DGM1.

Das DGM ist somit essentiell für die Produkte der Geotopographie und entsprechend genau und aktuell vorzuhalten!



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Aktualisierungslegitimation

Bildflugprogramm 2012 - 2015



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Aktualisierungsmethoden

Aktualisierung mittels ALS:

Vorteil:

- Umfassender Datenbestand – im Fluggebiet flächendeckend DGM und DOM ableitbar
- Hohe Daten-Homogenität
- Hohe relative und absolute Genauigkeit und Detailliertheit
- Filigrane Objekte sind erfassbar
- Verfahren ist erprobt und anerkannt
- Workflows sind umfänglich vorhanden und haben sich bewährt

Nachteil:

- Für die meisten Anwendungen zu genau
- Keine Farbinformation
- Aufwendige Durchführung und Umsetzung, da Zeitfenster im Winter sehr begrenzt und hoher Koordinationsaufwand
- Flächendeckung ist in einer Kampagne unrealistisch, 3 Kampagnen sind realistisch
- Vergabe/Ausschreibungsaufwand
- Kosten



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Aktualisierungsmethoden

Aktualisierung mittels Bildkorrelation:

Vorteile:

- Hohe Daten-Homogenität
- Hohe relative Genauigkeit und Detailliertheit (entsprechend der OLB-Auflösung)
- Kostengünstig, da vorhandene OLB verwendet werden können
- Relativ kurzer Aktualisierungszyklus durch OLB (momentan 4 Jahre)
- Farbinformation für weitere thematische Analysen ist per se vorhanden
- ALS-Workflows können größtenteils übernommen werden
- Keine Ausschreibung; kann mit „Bordmittel“ erzeugt und verarbeitet werden

Nachteil:

- Kein umfassender Datenbestand – nur DOM, DGM unter Vegetation nicht möglich
- Verfahren ist noch nicht ausgereift
- Absolute Genauigkeiten entsprechen nicht dem des ALS
- bDOM ist nicht gleich ALS-DOM
- Befliegungszeitraum ist der Sommer – Vegetationshochphase
- Je nach Flugplanungsparameter sichttote Räume mit Matchingausfällen
- Fehlmatchings/Artefakte in radiometrisch gleichförmigen Gebieten und im Gewässerbereich
- Hohe Bauwerke mit geringem Querschnitt (WKA) werden nicht ganz gematcht



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Erfahrungen mit bDOM

Erfahrungen mit bDOM aus Dense Matching in Bezug auf hessische Daten:

- Bei einem bDOM aus OLB20 mit einer Überdeckung von 60% längs und 30% quer, kann man theoretisch von einer Standardabweichung von +/- 3-4 dm in Bereichen mit keiner bis niedriger Vegetation ausgehen.
- Die Erfahrung zeigt aber, dass bei der Prozessierung mit MatchT-DSM Offsets von weit über 1 m in Bezug zu einem ALS-Referenzdatensatz auftreten können. Nach einer Niveaue Anpassung, die für einen AT-Block empirisch ermittelt und global angebracht wird, kann man aber obige theoretische Genauigkeit ansetzen.
- In Gewässern, radiometrisch gleichförmigen Bereichen, Schatten etc. treten Lücken und Fehlmatchings auf, die mehrere 10 m groß sein können.
- Allgemein ist es so, dass sich 16 Bit-Farbtiefe in Schattenbereichen positiv bemerkbar macht. Die Matchinglösungen sind besser als bei 8 Bit!
- Ein erster Test in Bezug auf eine größere Überlappung in Längsrichtung mit 80% bei einer Querüberlappung von 30% zeigt, dass mit MatchT-DSM bei einer Verwendung aller Bilder oder bei einer Verwendung jedes zweiten Bildes keine signifikanten Unterschiede in der Qualität und Quantität der Ergebnisse zu beobachten sind. Weitere Untersuchungen werden folgen.

Fazit:

bDOM-Daten aus OLB20 sind nach einer Sichtung und einer Höhenkorrektur für eine Aktualisierung des DGM5 verwendbar!



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Aktualisierungsstrategie

Fazit:

Durch die genannten Vor- und Nachteile der Verfahren und die unterschiedlichen Anforderungen wird ein 2-stufiges Vorgehen angestrebt:

1. Es ist angedacht für überflutungsgefährdete Bereiche ein hochauflösendes DGM1 in einem 6-Jahres-Zyklus mittels ALS zu erstellen. Abstimmungsgespräche mit der Umweltverwaltung stehen an.
2. In allen anderen Bereichen sollen bDOM für die Aktualisierung des DGM im Zyklus der OLB-Aktualisierung (momentan 4 Jahre) Verwendung finden.

Aktualisiert wird in beiden Fällen trotzdem das DGM1!

- Die Höhenänderungen sollen aus einem möglichst automatisierten Vergleich zwischen DGM und bDOM gewonnen werden.
- Bei der Aktualisierung mittels bDOM ist es vordringliches Ziel bebaute/versiegelte Flächen und Objekte, die infrastrukturell-/ATKIS-Basis-DLM-relevant sind, in der Höhe aktuell zu halten.
- Im DGM werden somit in erster Linie Flächen ohne Vegetation und ohne Gewässer fortgeführt. Die anderen Flächen bleiben somit unberücksichtigt!



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Aktualisierungsparameter

Aufgrund der OLB20 und der Software MatchT-DSM sind nur die Adv-Spezifikationen des DGM5 ($\pm 0,35$ m bis 1,10 m) einzuhalten, welches aber für die DOP-Produktion und die meisten sonstigen Anwendungen ausreichend ist.

Da die bDOM02 eine Standardabweichung von rund $\pm 3-4$ dm haben, wird eine signifikante Höhenänderung erst über ± 5 dm sicher nachweisbar sein.

Die Änderungen sollen auch eine gewisse Mindestgröße haben, so dass nicht jede kleine Aufschüttung oder z.B. ein Komposthaufen als relevant erkannt wird.

Fazit:

Höhenänderungen in den genannten Bereichen sind erst ab ± 8 dm und ab einer Fläche von 100 m² (4 Gitterpunkte des DGM5) als relevant an zu sehen!

Anmerkung:

Problematisch wird in der Erstaktualisierung der Vergleich zwischen DGM und bDOM werden, da die Datensätze grundverschieden sind.

In den folgenden Aktualisierungen wird für die Änderungshinweiserkennung jeweils ein altes mit einem neuen bDOM verglichen. Diese beiden Datensätze sind ohne weiteres vergleichbar und sollten im Wesentlichen nur wirkliche Änderungen liefern.



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Change Detection

Das HLBG hat Ende 2012 einen Forschungsauftrag an die Fachhochschule Frankfurt a.M. vergeben, dessen Ziel ist es Verfahren zur automatisierten Analyse von Fernerkundungsdaten zu entwickeln.

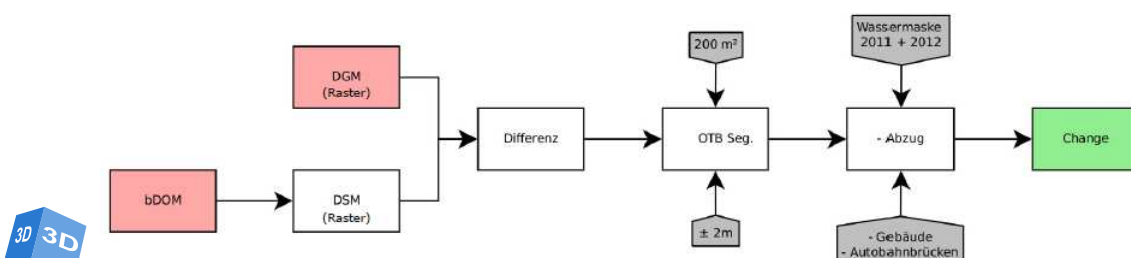
Eine Lösungsstrategie und ein Arbeitsablauf zur Change-Detection für die DGM-Aktualisierung ist ein Punkt der Zusammenarbeit und Forschung.

Hier ein erster Ablauf:



Change Detection | DGM - bDOM

Change Detection



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Change Detection

Datengrundlage: ALS-DGM1 und bDOM20 von 2011 und bDOM20 von 2012

Untersuchungsgebiet | Mainspitzdreieck



2011



2012



3D-Geoinformation



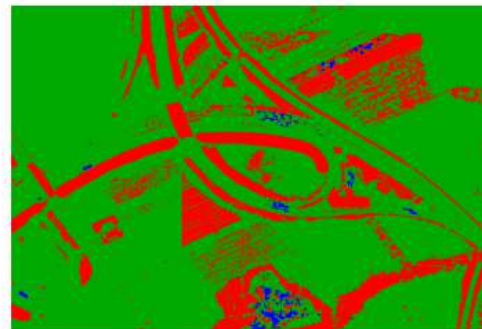
Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Change Detection | DGM - bDOM

Differenzbildung



DGM - Agisoft bDOM



DGM - MatchT bDOM

- Keine Veränderung ($\pm 2\text{m}$ Toleranz)
- Auftrag
- Abtrag



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Change Detection | DGM - bDOM

Anwendung der „Change Parameter“



DGM - Agisoft bDOM



DGM - MatchT bDOM

■ Veränderung

± 2 m
> 200 m²



3D-GeoInformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Change Detection | DGM - bDOM

Exkludieren der zuvor bestimmten Features → „Change“



DGM - Agisoft bDOM



DGM - MatchT bDOM

■ Veränderung

- Wasser
- Brücken
- Gebäude



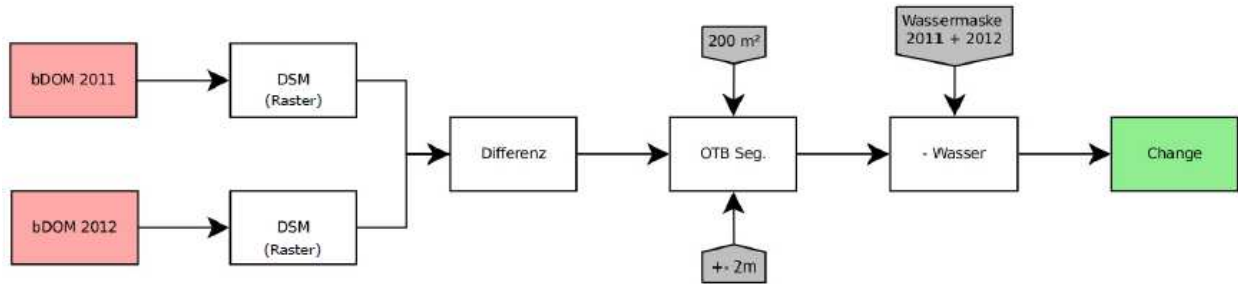
3D-GeoInformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Change Detection | bDOM - bDOM

Change Detection



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Change Detection | bDOM - bDOM

Exkludieren der zuvor bestimmten Features → „Change“



Agisoft bDOM 2011 - 2012



MatchT bDOM 2011 - 2012

- Wasser
- Brücken
- Gebäude

■ Veränderung



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Change Detection | Methode 1 vs. Methode 2

DGM – Agisoft bDOM



DGM – MatchT bDOM



Agisoft bDOM
2011 – 2012



MatchT bDOM
2011 – 2012



3D-Geoinformation

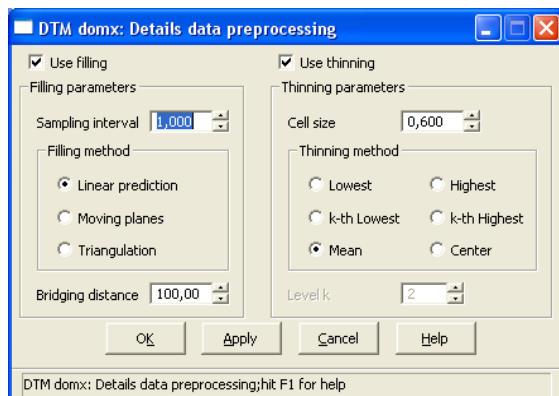


Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Interaktive Aktualisierung

- Aus allen OLB20 wird ein flächendeckendes bDOM20 berechnet!
- Berechnung für Aktualisierung DGM1 aus bDOM02-colorierte-Original-Punktwolke im LAS-Format 1.2 :

Berechnung mit SCOP++ 1 m Grid mit 41 Gridlines und folgendem Preprocessing:



- Als Thinning-Werte werden eine Zellgröße von 60 cm – entsprechend den max. Pkt.-Abständen beim ALS - und der mittlere Höhenwert in der Zelle genommen. So sollen Ausreißer beim Matching, die Treppeneffekte von Matcht-DSM und die Sprünge an den Modellgrenzen minimiert werden.
- Von der Punktzahl pro m² ist im Schnitt eine ähnliche Pkt.-Dichte wie beim ALS von 4 Pkt. pro m² zu erreichen.
- Die Lagegenauigkeit besser als 1m wird so auch erreicht.

Es wird ein vollständiges bDOM1 für ein nF-Produkt berechnet!



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Interaktive Aktualisierung

Als Zwischendateien entstehen 3 Dateien im bwnp-Format:

- X_preThin – ausgedünnter Datensatz mit Schrittweite (Zellgröße) von 60 cm, welche den mittleren Höhenwert enthält
- X_preFill – enthält ein 1m-Gitter für die Lückenbereiche
- X_preJoin – ist eine Kombination aus den oberen beiden Dateien; eine Unterscheidung der jeweiligen Punkte nach einem Code ist nicht möglich.

Für das Aktualisieren des DGM1 ist die X_preThin-Datei und ggf. X_preFill zu verwenden!

Die Ausdünnung gewährleistet noch eine akzeptable Stereosicht und Performance was die Dateigrößen anbelangt.

Dann können Höhenänderungshinweise aus dem Change Detection im DGM gezielt im originären ALS-Datensatz abgearbeitet werden.

Die Abarbeitung erfolgt mit dem DTMaster in Stereo, da das Ziel die Aktualisierung des DGM1 ist und manuelle Filterungen und Nachmessungen im bDOM06 nur so exakt genug durchgeführt werden können.

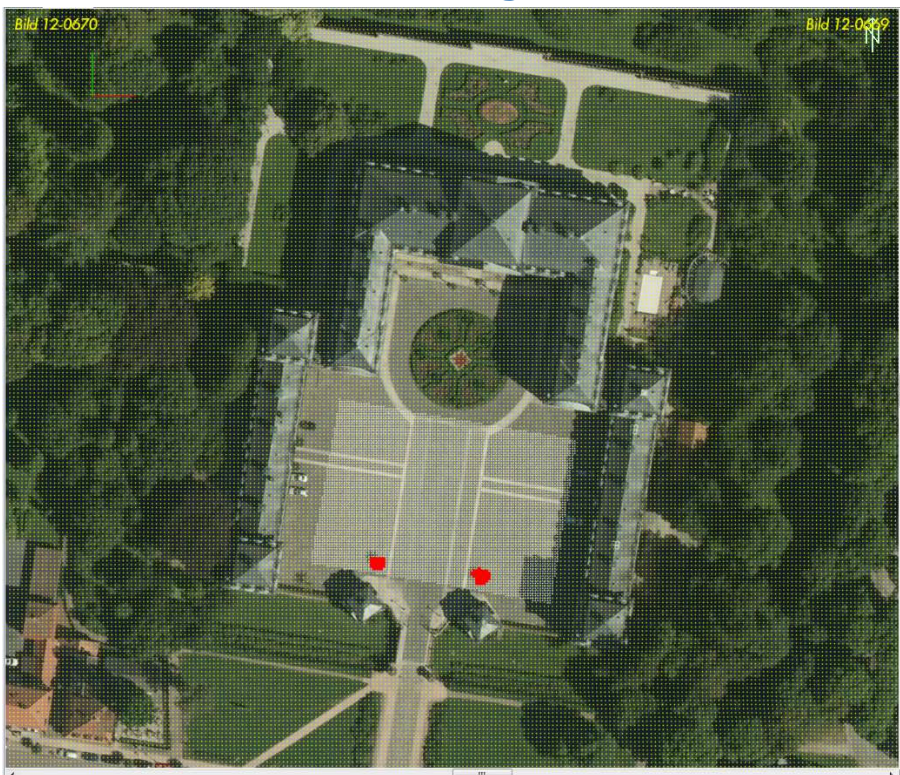


3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Interaktive Aktualisierung



Im DOP
sichtbare
Palmen im
bDOM als
"Hügel" rot
markiert



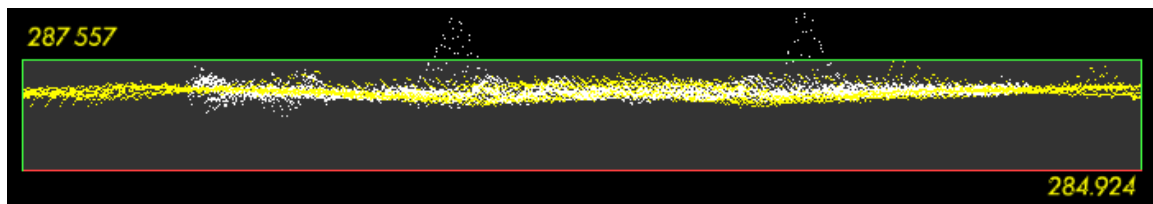
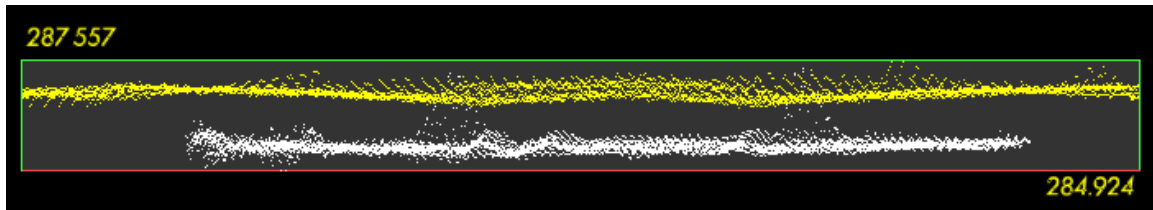
3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Interaktive Aktualisierung

- Einpassen in ALS-Datensatz
- Filtern/Löschen von Nicht-Bodenpunkten im bDOM60



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Interaktive Aktualisierung



Ergebnis einer
Kombination
ALS-DGM1 + bDOM01
Änderung im BAB-
Bereich der südlich
liegenden Halde



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Offenes/Ausblick

- Volle Integration des LAS-Formates im DTMaster für die Umklassifizierung der historischen Daten vor einer Aktualisierung mit bDOM
- Automatische Korrektur des restlichen Höhen-Offsets
- Umringspolygon des Aktualisierungsgebietes (Aktualisierungspolygon) muss als Metainformation genutzt werden können – entsprechend den Seamlines bei DOP
- Metainformationsbeschreibung für den Aktualisierungspolygon muss definiert werden
- INSPIRE-Papier für Höhen muss umgesetzt werden
- Angleichung zwischen AdV-DHM-Vorgaben und der neuen DIN muss geprüft werden
- DHM-Daten müssen GID7.0-fähig werden (z.B. Reliefinformationen für Böschungen des Basis-DLM bzw. der DTK)
- DHM-Modellierungsbeispiele für GID7.0
- Automatische Extraktion von 3D-Strukturlinien aus 3D-Punktwolken
- Harmonisierung Landesgrenzen
- ...

Es gibt noch viel zu tun, packen wir´s an!



3D-Geoinformation



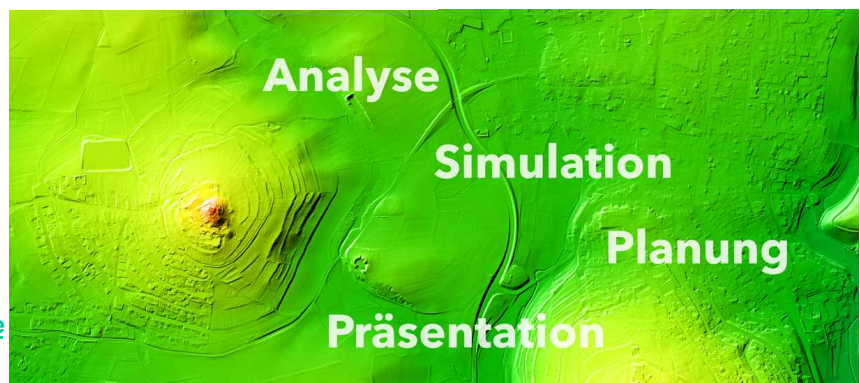
Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

3D-Geo

Carsten Dorn
Hessisches Landesamt für
Bodenmanagement und
Geoinformation
Fernerkundung, 3D-Geo
Schaperstraße 16
65195 Wiesbaden
Telefon: +49(611) 535 5548
Fax: +49(611) 535 5340
E-Mail: carsten.dorn@hvbq.hessen.de
<http://www.hvbq.hessen.de>



Change Detection

- Interaktive Höhenanpassung der bDOM an ALS-DGM-Daten
- Differenzmodellbildung zw. ALS-DGM1 und gefiltertem bDOM
- Segmentierung mittels der OrfeoToolBox (Monteverdi) gemäß der Aktualisierungsparameter

Zur Selektion der relevanten DGM-Bereiche müssen anschließend Ausmaskierungen durchgeführt werden. Die Masken werden wie folgt erstellt:

1. Erstellung einer Vegetationsmaske
mit NDVI (Normalized Differenced Vegetation Index = $(NIR-R)/(NIR+R)$,
Wert > 0 weist auf Vegetation hin) unter Monteverdi auf Grundlage von DOP
2. Erstellung einer Gewässermaske
mit NDVI (Normalized Differenced Vegetation Index = $(NIR-R)/(NIR+R)$,
Wert < -0,25 weist auf Wasser hin) unter Monteverdi auf Grundlage von DOP
3. Erstellung einer Gebäudemaske
Puffern der ALKIS-Gebäudeumringe mit ca. 2-5 m

Dann erfolgt ein Löschen der bDOM-Punktwolke in den Umringen aus 1.) bis 3.).

Das Ergebnis ist eine DGM-Änderungsmaske, die interaktiv abgearbeitet werden muss. Wünschenswert wären Polygone, die das Änderungsgebiet direkt selektierbar machen würden.



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden

Change Detection

Anmerkung:

Die Änderungen werden mit der OTB als Rasterdaten verarbeitet – d.h. die Daten werden in Pixel mit einer Größe von 1m umgewandelt.

Akzeptiert werden bei diesem Vorgehen, dass Höhenänderungen an bewachsenen Objekten durch die Vegetationsmaskierung nicht mehr berücksichtigt werden!

Bei der stereoskopisch interaktiven Nachbearbeitung werden aber die relevanten infrastrukturbegleitenden Veränderungen im Umfeld der automatisch detektierten Veränderungen von den Bearbeitern erkannt und aktualisiert.

Die so nicht aktualisierten Erdbewegungen können in einer Zweitaktualisierung über den Vergleich zweier bDOM-Epochen ermittelt und dann abgearbeitet werden.



3D-Geoinformation



Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation Wiesbaden