



DIE REGIERUNGSPRÄSIDENTIN

Bildkorrelation in NRW

Ergebnisse der Projektgruppe Bildkorrelation



Würzburg, 11.03.2014

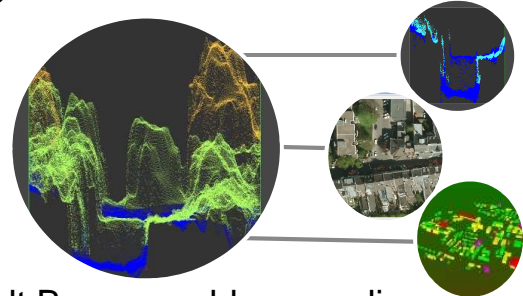


Überblick:

- Das Projekt „Bildkorrelation“ in NRW
- Parameter der Korrelation
- Genauigkeiten und Probleme des bDOM
- Datenfilterung
- weitere Anwendungen
 - DGM
 - Klassisches Orthophoto
 - True Orthophoto
 - LOD2
- Empfehlungen der Projektgruppe für NRW



- Mitte 2012 wird die Projektgruppe gegründet
- Wie kann ein bildbasiertes DOM in NRW eingesetzt werden für:
 - DGM
 - DOP
 - True Orthophoto
 - LOD2
- Ende 2012 wird eine Kooperation mit der Stadt Bonn geschlossen, die vorsieht neben dem klassischen DOP auch True Orthophotos für den Innenstadtbereich von Bonn zu liefern. Für 48km² wird eine Befliegung mit 80% Längs- und 70% Querüberdeckung ausgeführt.

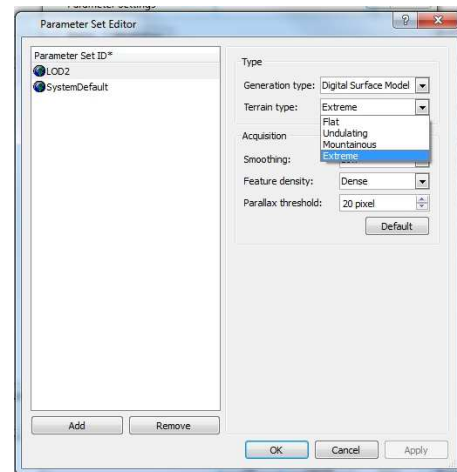


Die Untersuchungen der Projektgruppe beziehen sich, wenn nichts anderes erwähnt, ist auf Bildmaterial mit 10cm GSD und einer Bildüberdeckung von 80%/70%, 16bit RGBI.



Überblick:

- Das Projekt „Bildkorrelation“ in NRW
- Parameter der Korrelation
- Genauigkeiten und Probleme des bDOM
- Datenfilterung
- weitere Anwendungen
 - DGM
 - Klassisches Orthophoto
 - True Orthophoto
 - LOD2
- Empfehlungen der Projektgruppe für NRW



- Terrain Type
- Optimize
- Strip constraint

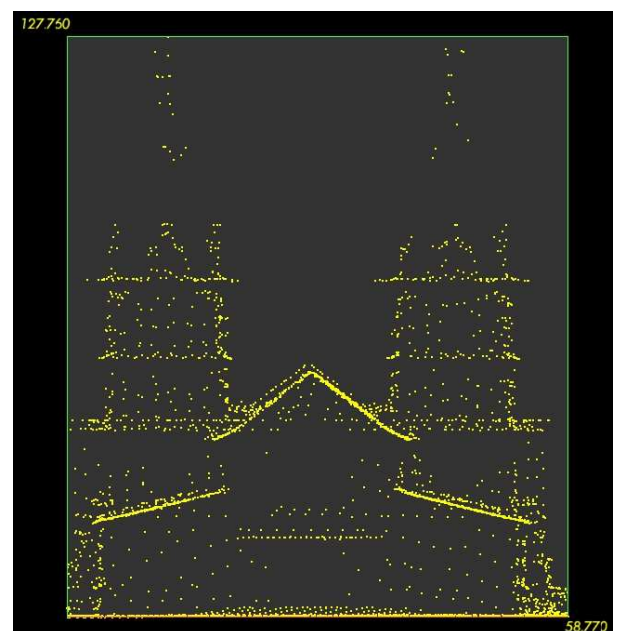


Diese Parameter beeinflussen das Ergebnis der Korrelation: Anhand dieser wird entschieden, wie die Kosten beim CBM zu bewerten sind.

Beispiel: Stiftskirche Bonn



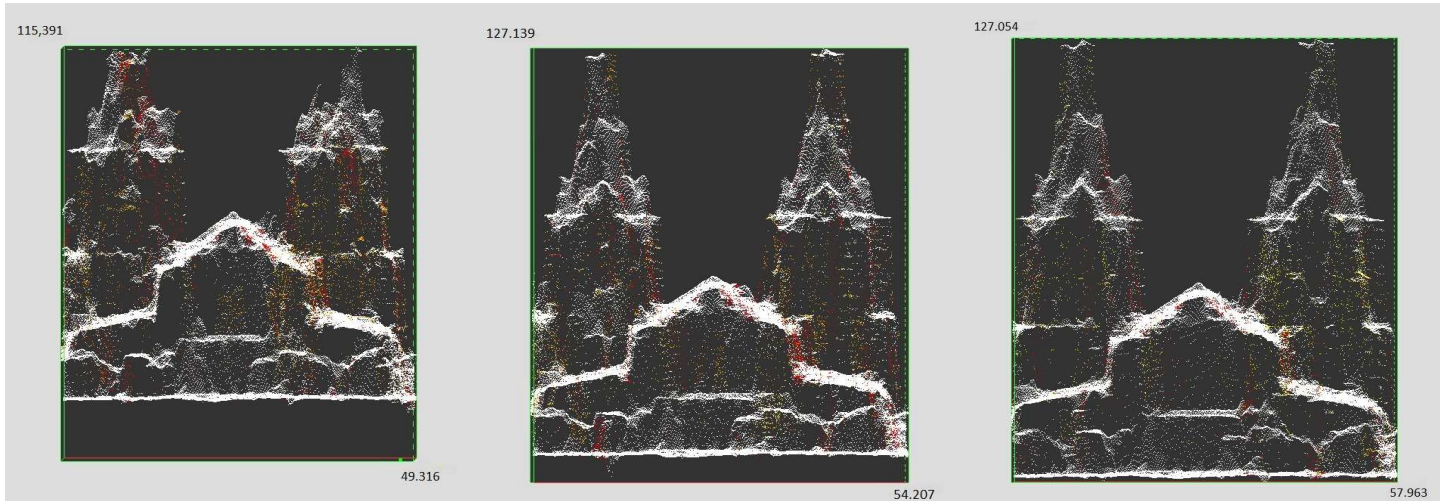
Luftbild



ALS-Daten

Terrain Type –

Durch Angabe des Geländetyps werden typische Werte für die Parameter „smoothing“, „feature density“ und „parallax threshold“ vorgeschlagen.



• Undulating

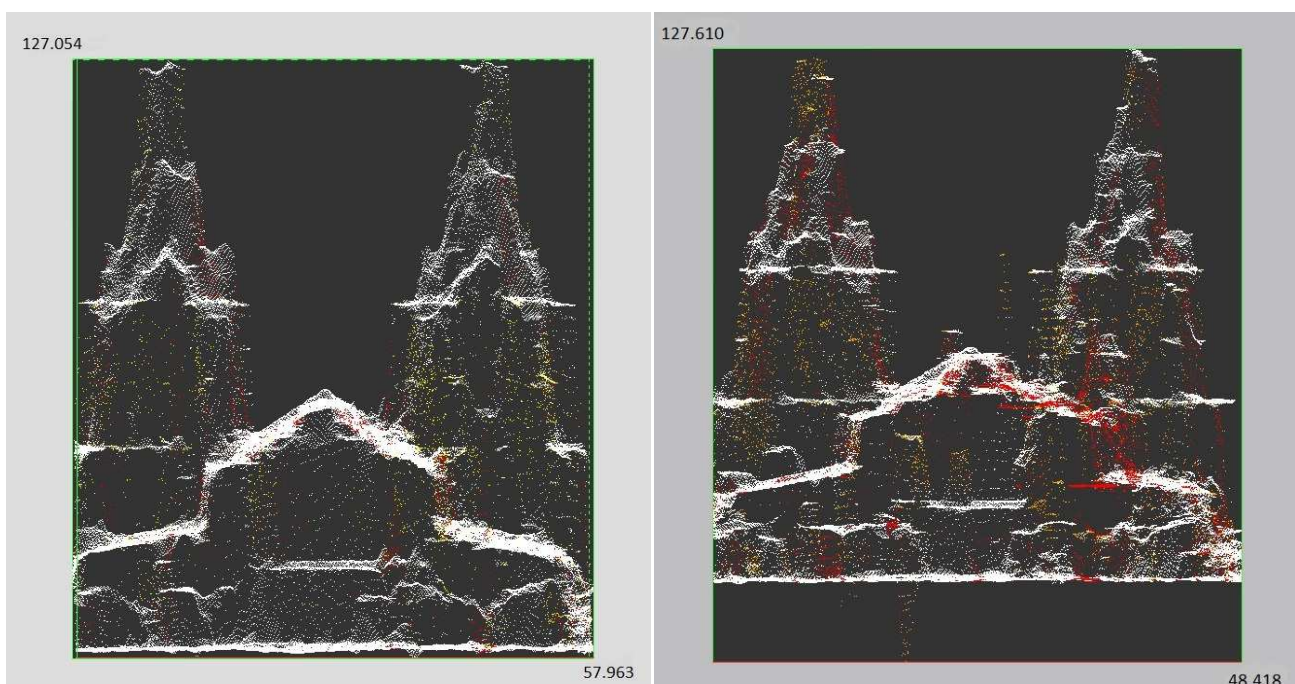
• Mountainous

• Extreme

- ☐ gute Verlässlichkeit (created)
- ☐ mittlere Verlässlichkeit
- ☐ geringe Verlässlichkeit

Optimize –

Der Parameter beschreibt das Verhältnis von Rechenzeit zu DTM-Genauigkeit

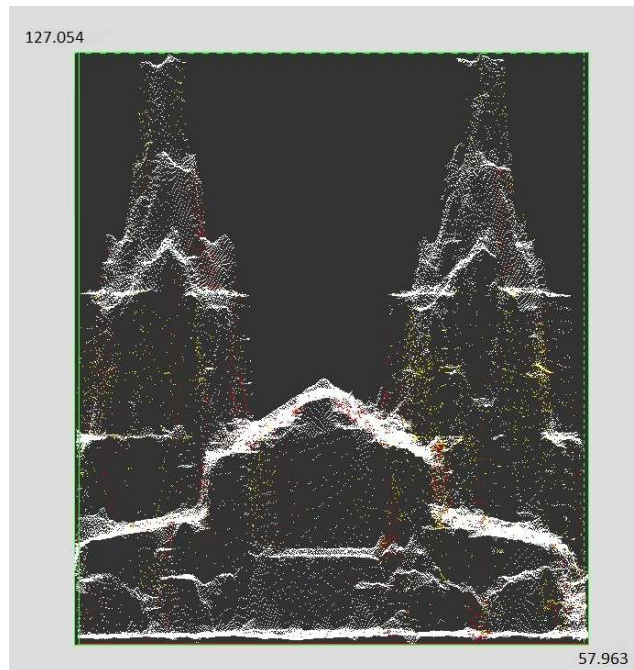


• Precision

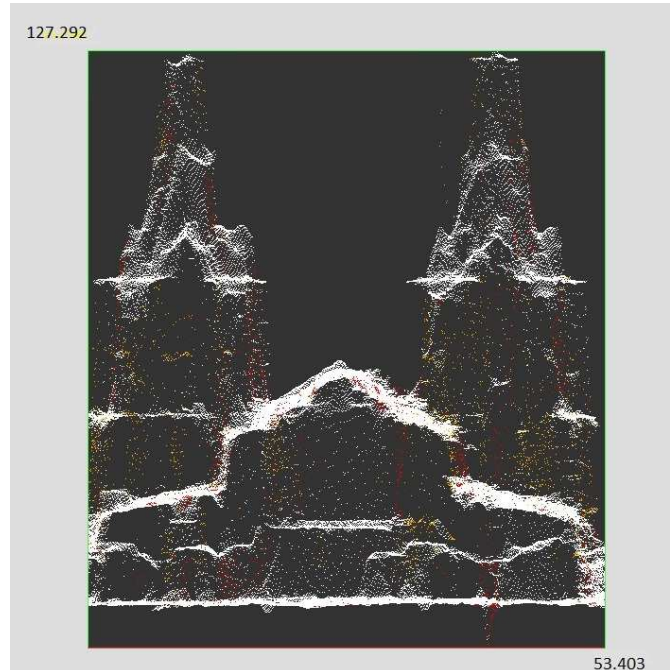
• UAS

Strip constraint –

Festlegen, ob auch die Bilder anderer Flugstreifen zur Korrelation benutzt werden



- strip constraints



- ohne strip constraints

Rechenzeiten:

64bit, Windows7, 16GB RAM, 8 Core

Terrain	Optimize	Strip	Genauigkeit	Zeit / 1km ²
Undulating	Precision	Ja	Ungenügend	08' 58"
Mountainous	Precision	Ja	Ausreichend	11' 15"
Extreme	Precision	Ja	Gut, wenig low points	14' 16"
Extreme	Precision	Nein	Sehr gut, viele low points	20' 08"
Extreme	UAS	Ja	Sehr gut, viele low points	23' 40"



**Parameter zur Korrelation Städtischer Gebiete:
Extreme, Precision, Strip Constraints**

Überblick:

- Das Projekt „Bildkorrelation“ in NRW
- Parameter der Korrelation
- Genauigkeiten und Probleme des bDOM
- Datenfilterung
- weitere Anwendungen
 - DGM
 - Klassisches Orthophoto
 - True Orthophoto
 - LOD2
- Empfehlungen der Projektgruppe für NRW

Genauigkeiten der korrelierten Punkte:

- Um die Höhengenaugkeiten der korrelierten Punkte zu überprüfen, wurden sie an terrestrischen Passpunkten exemplarisch überprüft:

Längs- überdeckung	Quer- überdeckung	Bild- auflösung	Abweichung [cm]
60%	30%	10 cm	- 0,3
60%	50%	10 cm	- 9,4
80%	70-80%	10 cm	- 3,5

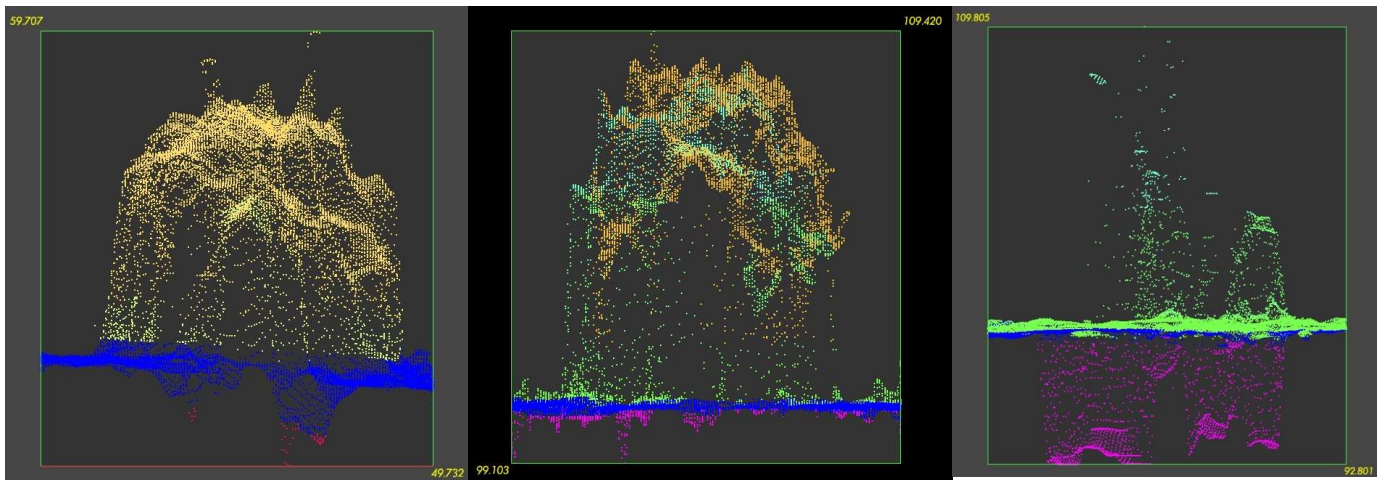
Terrestrische PP zeichnen sich durch eine eindeutige Signatur im LB aus und werden auch bei der Korrelation verlässlich zugeordnet:



An Passpunkten finden sich bestmögliche Genauigkeiten!

Probleme der Korrelation:

1. Vegetation: Hier hängt das Vorkommen eines Punktes im Bild sehr vom Standpunkt ab → Punkte können oft nicht gefunden werden



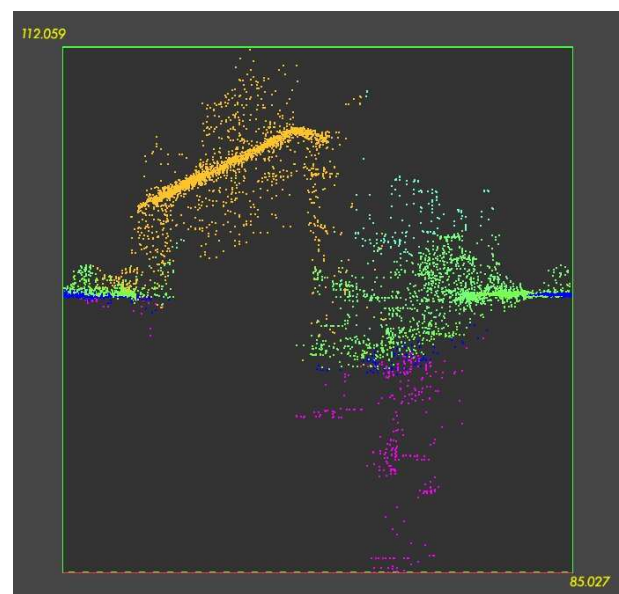
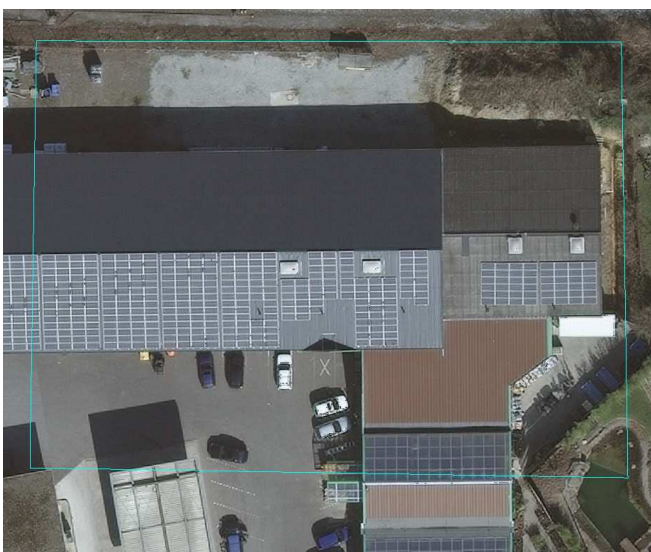
- Baum belaubt

- Baum blühend

- Baum unbelaubt

Probleme der Korrelation:

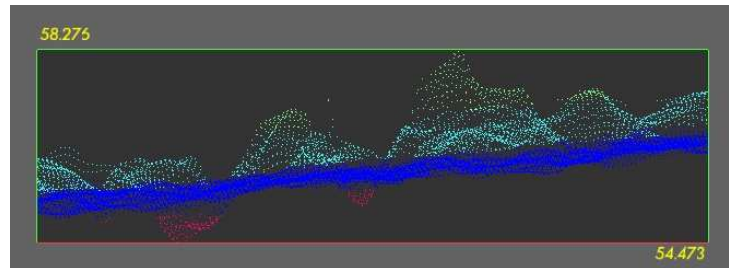
2. geringe Textur / Schatten: Bei geringer Textur können Punkte oft nicht zugeordnet werden, z.B. Bei großen Hallendächern, Fahrbahnen oder in Schattenbereichen. Es entstehen falsche Punkte oder Punktlücken.



Probleme der Korrelation:

3. Überstrahlung:

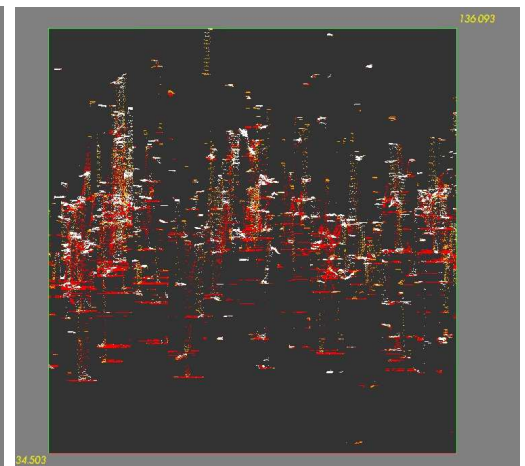
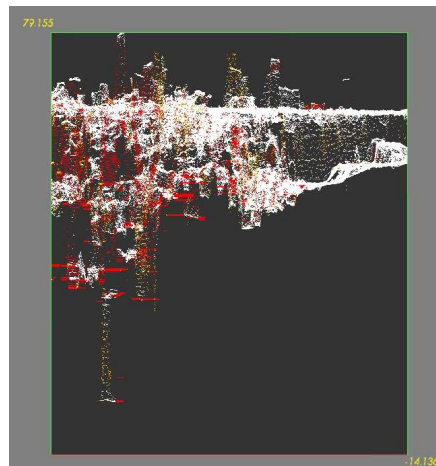
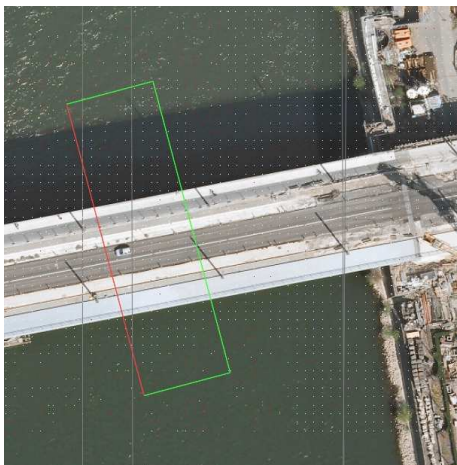
Auch Sonnenreflexe sorgen für fehlerhaft korrelierte Punkte



Probleme der Korrelation:

4. Wasserflächen:

Bei größeren Wasserflächen versagt die Bildkorrelation mit der Inphosoftware, da keine zueinander passenden Bildpunkte gefunden werden können.



• Kennedybrücke Bonn

• Profil im Uferbereich

• Profil in Rheinmitte



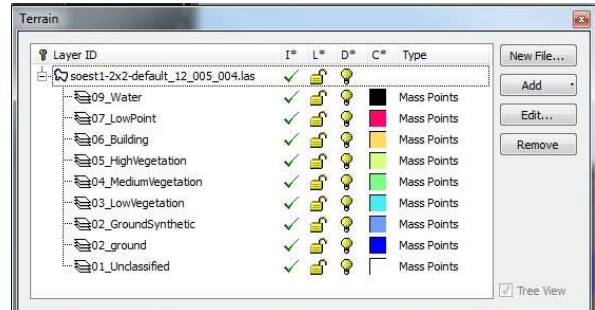
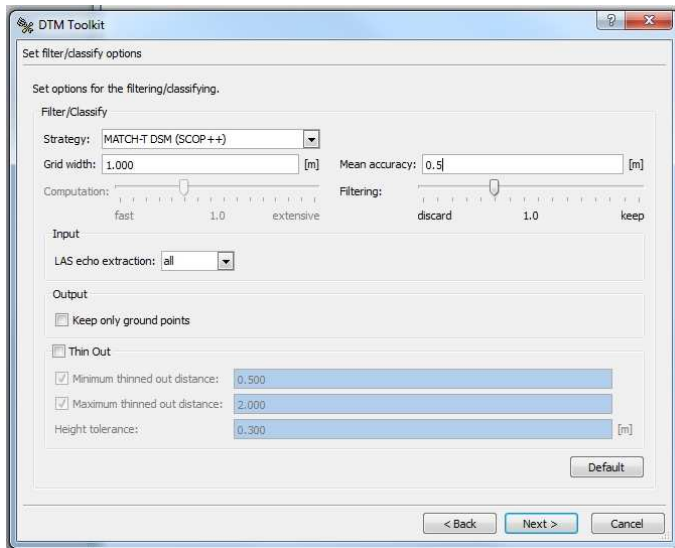
- **Wasserflächen** müssen ausmaskiert werden:
 - für das Ausmaskieren können in Match-T die sogenannten „exclusion areas“ definiert werden. Eine WNP-Datei definiert Flächen, die ausgespart werden sollen. Da diese Flächen nicht korreliert werden, verringert sich die Dauer der Korrelation entsprechend.
 - Die Lücken können entweder mittels der Funktion „gap filling“ in DTM-Toolkit aufgefüllt werden, oder indem an diesen Stellen ein vorhandenes DGM eingearbeitet wird.
- „**low points**“, falsch-negative Werte sollten entfernt werden, dies ist mithilfe der Datenfilterung in DTM-Toolkit möglich.
- **Qualität der Punkte:**
 - Gute Höhengenaugkeit bei eindeutiger Textur.
 - Schlechte Höhengenaugkeit entsteht bei starken Stetigkeitswechseln (Gebäudekanten) und bei schlechter Textur.
 - Kleinere Punktlücken entstehen bei starken Stetigkeitswechseln, große Punktlücken entstehen bei Verschattungen, d.h. die Bildüberlappung wurde zu gering gewählt und bei extrem schlechter Textur.



Überblick:

- Das Projekt „Bildkorrelation“ in NRW
- Parameter der Korrelation
- Genauigkeiten und Probleme des bDOM
- **Datenfilterung**
- weitere Anwendungen
 - DGM
 - Klassisches Orthophoto
 - True Orthophoto
 - LOD2
- Empfehlungen der Projektgruppe für NRW

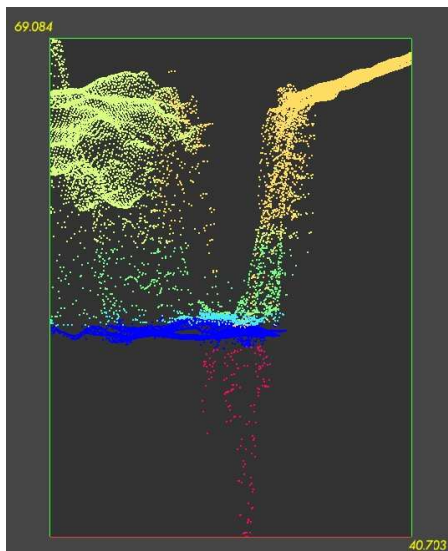
Datenfilterung mit DTM-Toolkit:



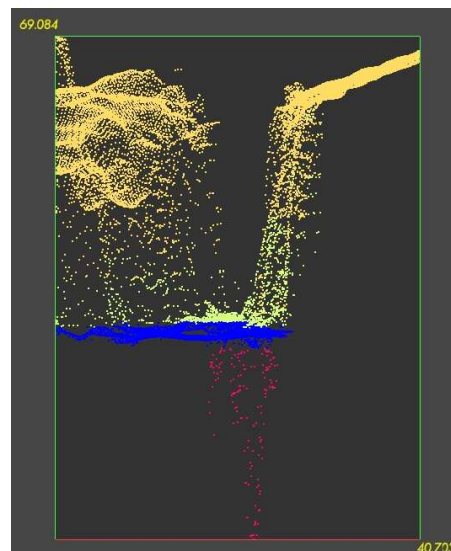
Unser Ziel: Extreme „low points“, die offensichtlich unter dem Gelände liegen, zu entfernen.

Filterstrategien:

	Rechenzeit/ 48 km ²	Rechenzeit /1 km ²	Lizenzname	Preis [netto]
Match-T DSM Scop++	5 Tage, 14h, 13Min. (8053 Min)	2h, 48 Min	SCOP++ Lidar	4000.-€
Match-T DSM fast	3h, 18 Min (200 Min)	4 Min	DTM-Toolkit- Extended	2000.-€



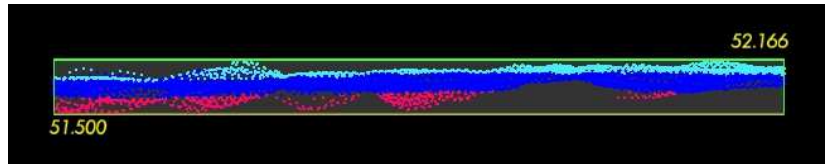
Scop++



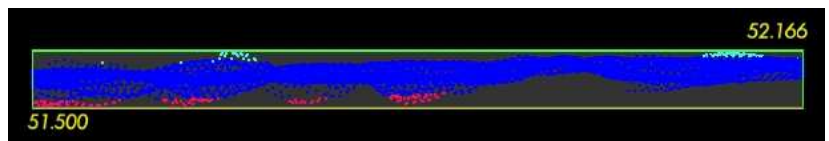
fast

Die Mittlere Genauigkeit „Mean Accuracy“

- Beschreibt die Toleranz innerhalb welcher ein Höhengsprung innerhalb einer Klasse noch zulässig ist, die zulässige Streuung.
- Inpho empfiehlt den Wert aus dem Log File zu verwenden (bei uns 0,065m).
- Dieser Wert erweist sich aber als zu streng. Bei kleinsten Höhenwechseln (welliges Gelände) werden die Punkte verschiedenen Klassen zugeordnet:



MeanAccuracy: 0,1m



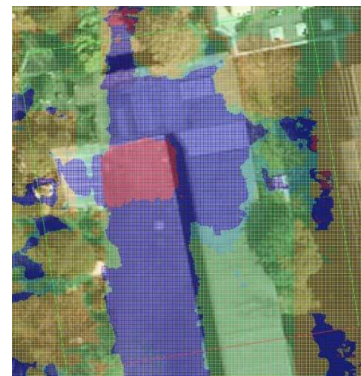
MeanAccuracy: 0,20m



Mean Accuracy: 0,50m

Parameter der Datenfilterung:

Mit den Parametern „**grid width**“ und „**filtering**“ kann die Klassifizierung noch weiter justiert werden. Das hat aber auf das Auffinden der extremen „low points“ kaum Einfluss.



- Unser Ziel ist nicht die Filterung der Daten in DOM und DGM sondern das Löschen offensichtlich falsch korrelierter Punkte: „low points“.



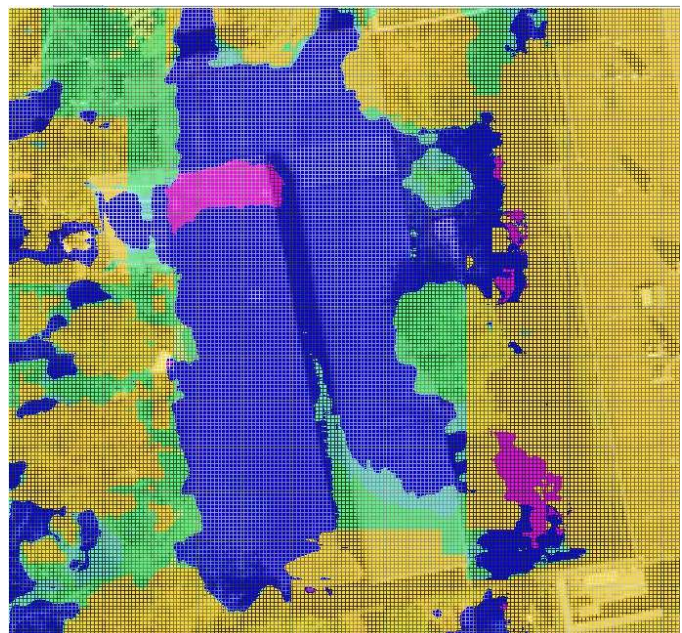
Strategie	Grid Width	Mean accuracy	Filtering
Match-T DSM fast	1 m	0,5 m	1

Überblick:

- Das Projekt „Bildkorrelation“ in NRW
- Parameter der Korrelation
- Genauigkeiten und Probleme des bDOM
- Datenfilterung
- weitere Anwendungen
 - DGM
 - Klassisches Orthophoto
 - True Orthophoto
 - LOD2
- Empfehlungen der Projektgruppe für NRW

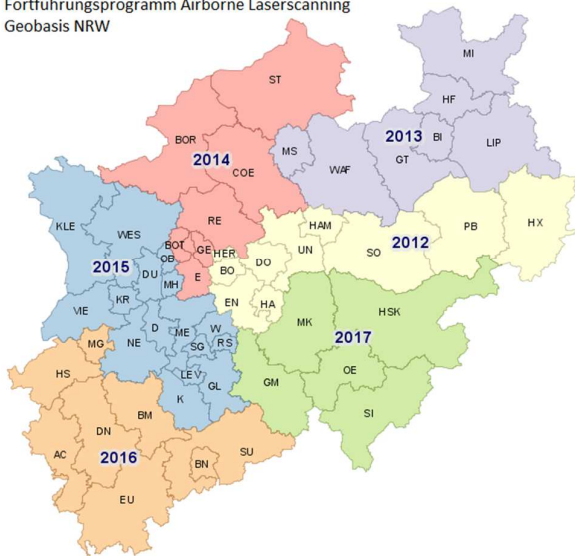
DOM → DGM

- Man könnte ein DGM erzeugen, indem Lücken in den Bodenpunkten aufgefüllt werden. (gap filling)
- Dies setzt eine sichere Klassifizierung von Bodenpunkten voraus: Diese ist aber mit der SCOP-Filterung nicht gegeben. (Selbst definierte Filter in DTMaster wurden von uns nicht getestet.)
- In Gebieten mit starkem Bewuchs oder dichter Bebauung versagt diese Vorgehensweise.

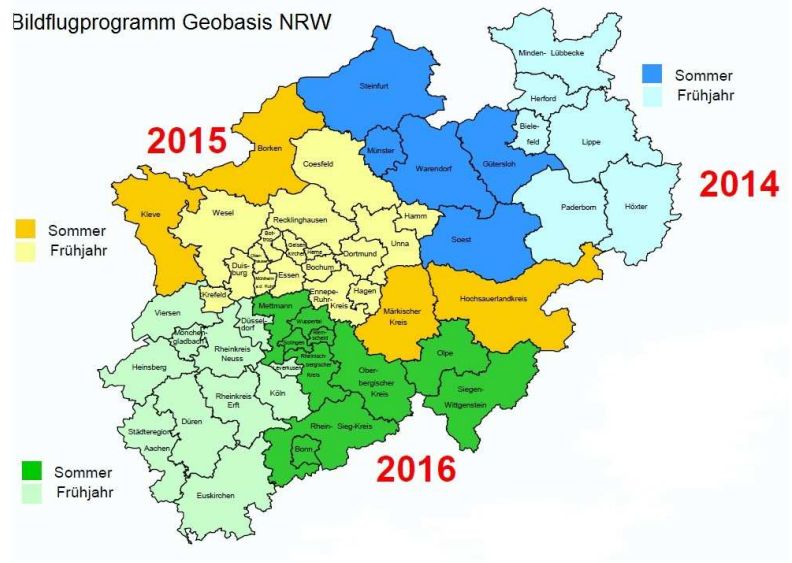




Fortführungsprogramm Airborne Laserscanning
Geobasis NRW



Bildflugprogramm Geobasis NRW



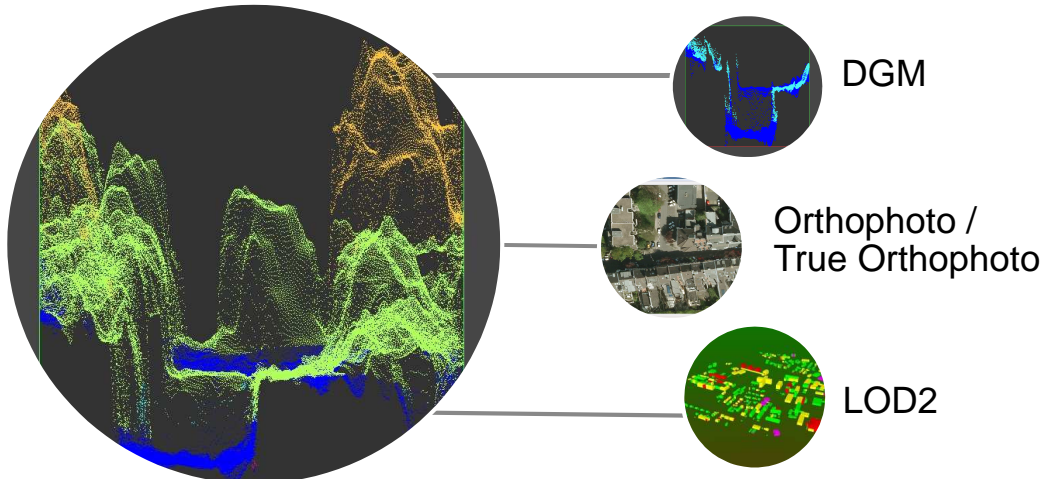
- ALS – 6-jähriger FF-Zyklus
- Bildflug – 3-jähriger FF-Zyklus



- Sinnvollerweise nur dort wo:
 - DGM=DHM: Große Straßen- oder Bahntrassen, sowie Tagebauggebiete
 - Der Bildflug aktueller ist, als die ALS-Daten
 - Damit sich der Aufwand der Korrelation und anschließenden manuellen Einarbeitung in das DHM lohnt, sollten die betroffenen Flächen mindestens 2km² groß sein
- Probleme:
 - Die NRW-TIM-DB (FF für ATKIS) liefert keine vollautomatischen Informationen über relevante Objekte, diese müssten interaktiv bei der Durchsicht erkannt und übermittelt werden.
 - bDOM-Daten passen nicht in unsere Systematik der Last Pulse und First Pulse-Dateien: Es müsste ein neuer Layer „bdom“ entstehen. Dort wo bDOM-Daten vorhanden sind müssten dann die ALS-Daten gelöscht werden (Digitalisieren der Flächen erforderlich).



- Sinnvoller erscheint uns die flächendeckende Ableitung eines bildbasierten DOM, im Zyklus der Luftbildbefliegungen
- Dieses ggf. aktuellere bDOM kann als eigenes Produkt dauerhaft neben den Laserdaten abgelegt werden.
- Für die verschiedenen Anwendungen können diese bDOM-Daten selektiert oder ausgedünnt werden.

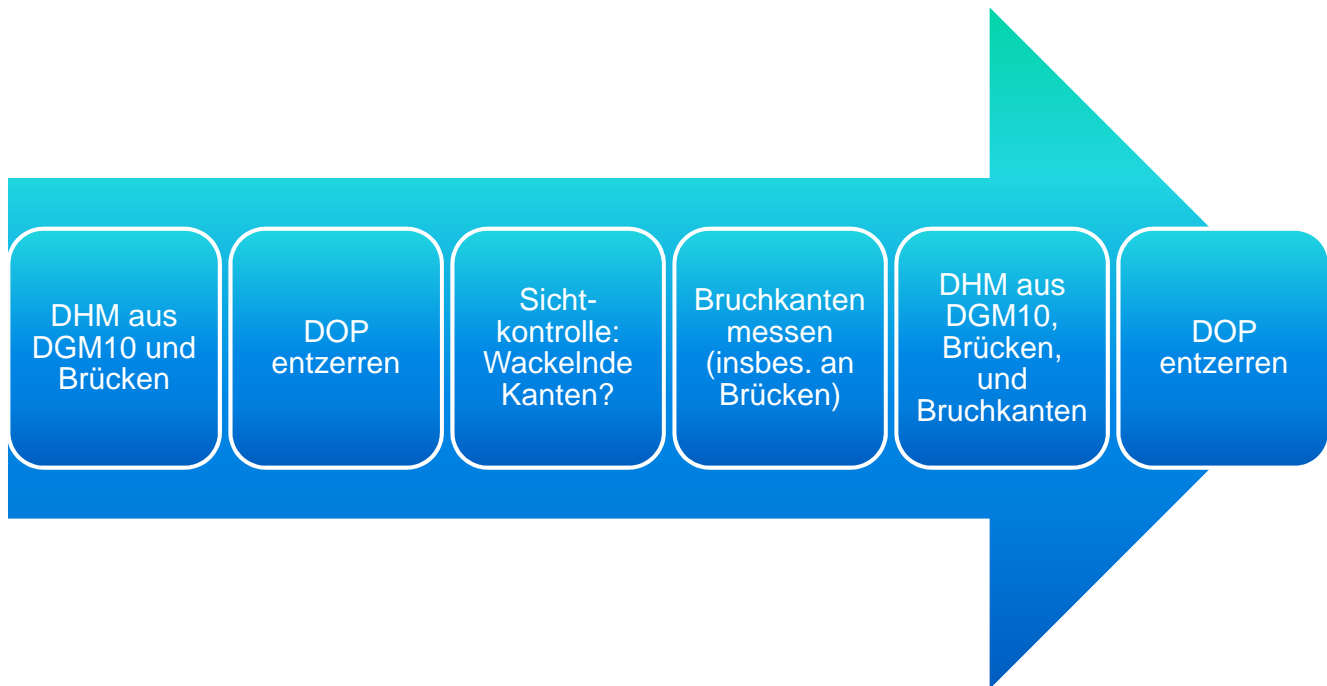


Überblick:

- Das Projekt „Bildkorrelation“ in NRW
- Parameter der Korrelation
- Genauigkeiten und Probleme des bDOM
- Datenfilterung
- weitere Anwendungen
 - DGM
 - Klassisches Orthophoto
 - True Orthophoto
 - LOD2
- Empfehlungen der Projektgruppe für NRW

Klassisches Orthophoto

- momentaner Ablauf in NRW



Klassisches Orthophoto



Beim Erzeugen eines klassischen Orthophotos aus korrelierten Daten entstehen an den Gebäudekanten deutlich mehr Artefakte als bei Verwendung der DGM-Daten. Der Aufwand einer Bruchkantenmessung wäre zu hoch. Das alte Verfahren wird beibehalten.

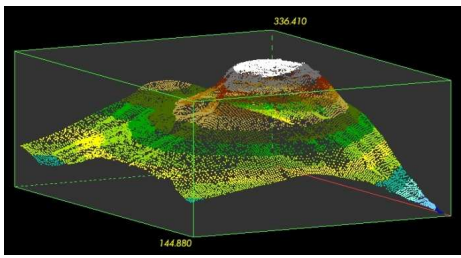
- Tagebauegebiete von insgesamt über 100 km²
- Wegen kontinuierlicher Änderungen passt DGM nicht zum Bildflug
- Bruchkanten zu messen wäre sehr aufwändig
- Zur Orthophotoproduktion werden Gebiete mit Standard-Überdeckung (60%/30%) und xy_factor=3 (jedes 3. Pixel) korreliert.
- Daraus wird ein DTM mit einer Rasterweite von 10m berechnet
- Die Ergebnisse reichen vollkommen aus → es müssen keine Bruchkanten gemessen werden, Bagger werden manuell gelöscht.



© commons.wikipedia.org

Überblick:

- Das Projekt „Bildkorrelation“ in NRW
- Parameter der Korrelation
- Genauigkeiten und Probleme des bDOM
- Datenfilterung
- weitere Anwendungen
 - DGM
 - Klassisches Orthophoto
 - True Orthophoto
 - LOD2
- Empfehlungen der Projektgruppe für NRW



True Orthophoto - Voraussetzungen

- Für jeden Bildpunkt im TOP muss eine Höhe vorhanden sein
- Match-T: Eintrag in die Status-Datei:
`-xy_factor 1.0`
 Factor for XY spacing of 2.5D filtering (default: 3.0 * [GSD])
- Wesentlicher Unterschied bei der True-Orthophoto-Entzerrung sind die **Sichtbarkeitsanalysen**: Dort wo anhand des DHM keine Sichtbarkeit zwischen Luftbild und Orthophoto hergestellt werden kann, entstehen „schwarze“ Pixel, die später aus benachbarten Luftbildern gefüllt werden – wenn dort Sichtbarkeit besteht.

True Orthophoto

- schwarze Pixel



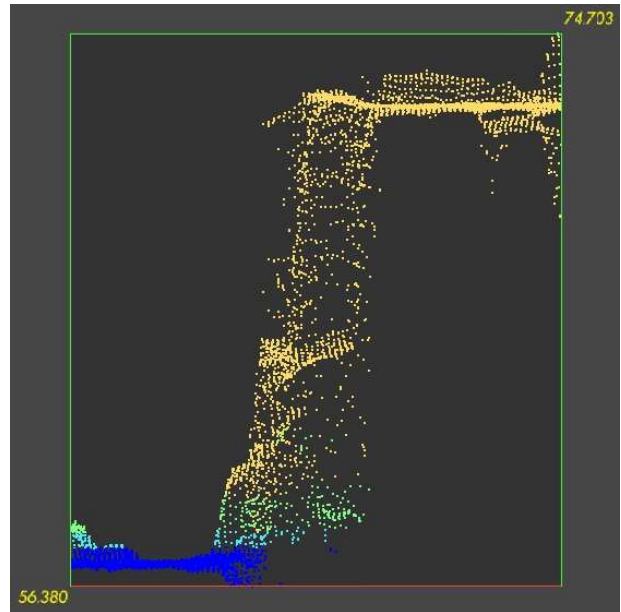
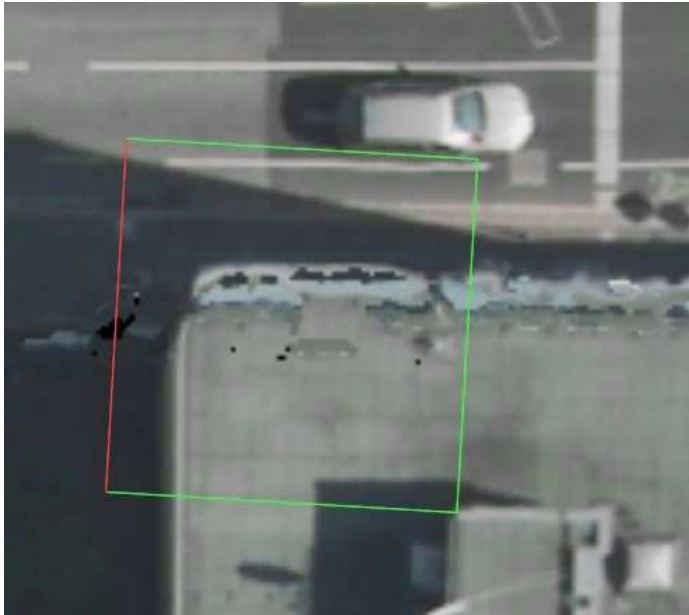
True Orthophoto, bdom ungefiltert



True Orthophoto, bdom gefiltert

True Orthophoto

- unsaubere Gebäudekanten – Zusammenhang mit DHM

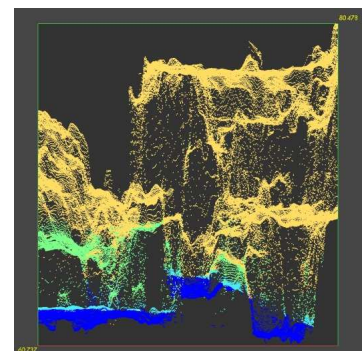


True Orthophoto

- Nadirbereich



- ca. 30-40m um Nadir: Keine Lücken, gerade Gebäudekanten
- Bei 80%/80% Nadirabstand 200-400m





True Orthophoto

- Nutzen



Das True Orthophoto ist kein Bild- oder Printprodukt, schwarze Pixel und unscharfe Kanten stören das Bild.



Das True Orthophoto kann zum grundrisstreuen Messen dienen.



Die Messgenauigkeit ist partiell unterschiedlich: Sind Kanten scharf abgebildet liegt sie bei 20cm, sind die Kanten verwaschen, so liegt sie oft bei 1m.



Bei Verdeckung durch Vegetation kann nicht gemessen werden.



Für das Messen werden erfahrene Auswerter benötigt, die die Entstehung und die Probleme des True Orthophotos kennen.

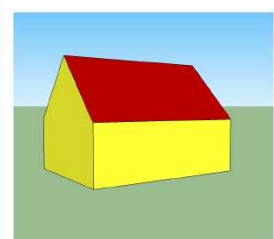
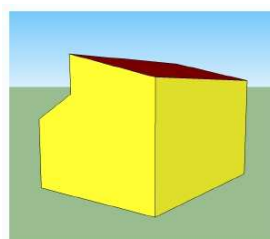
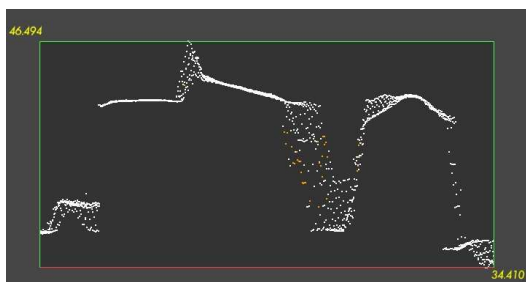
Überblick:

- Das Projekt „Bildkorrelation“ in NRW
- Parameter der Korrelation
- Genauigkeiten und Probleme des bDOM
- Datenfilterung
- weitere Anwendungen
 - DGM
 - Klassisches Orthophoto
 - True Orthophoto
 - LOD2
- Empfehlungen der Projektgruppe für NRW

LOD2

Ableiten von standardisierten Dachformen aus korrelierten Punktwolken

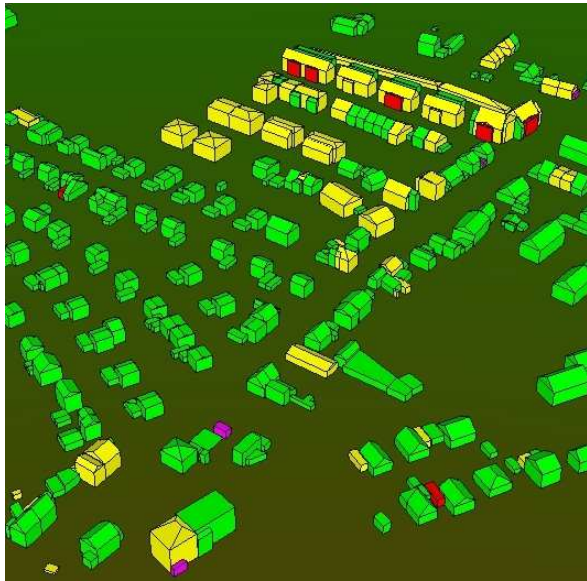
- Software: NovaFactory mit tridicon-3DModeller
- Statt Laserpunkten können auch korrelierte Punkte verwendet werden (das LAS-Format wird unterstützt).
- Es werden mithilfe der Punktwolke, der ALKIS-Grundrisse und des DGM1 sechs verschiedene Standard-Dachformen für die LOD2-Geobasisdaten in NRW abgeleitet.
- Es wird sowohl das Ableiten einer kompletten LOD2-Kachel aus korrelierten Daten wie auch die Fortführung einzelner Gebäude untersucht.



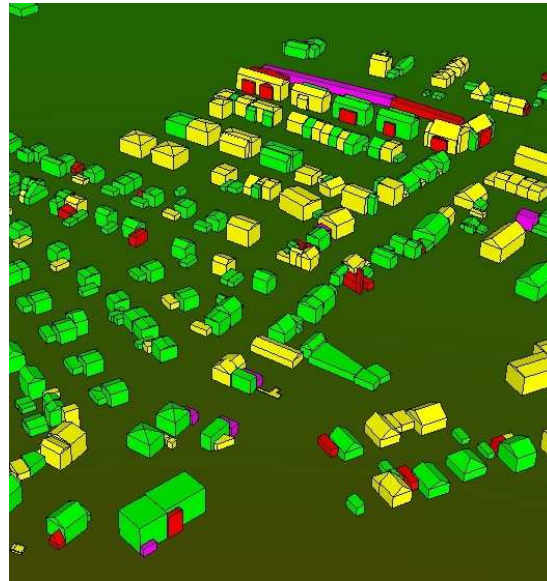
© AdV Modellierungsbeispiele

LOD2 aus korrelierten Punktwolken

Vergleich ALS und bDOM



Dachformerkennung aus ALS-Lastpulse-Daten



Dachformerkennung aus korrelierten Daten



LOD2 aus korrelierten Punktwolken

- Die Prüfung der Dachformen bestätigt den ersten Eindruck:

Beispielkachel in Münster:

Überdeckung 60%50%, 10cm Bildauflösung, xy_factor=5

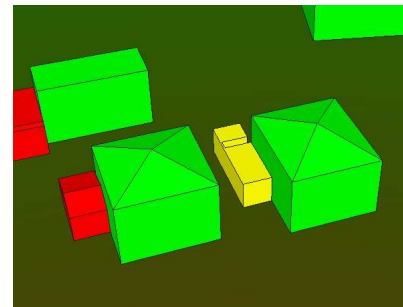
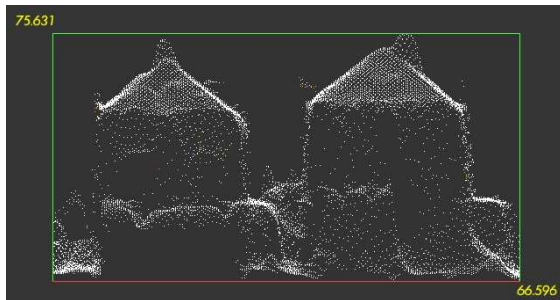
Typ	Falsch erkannte Dachform	Richtig erkannte Dachform	Quote der falsch erkannten Dachformen
Last Pulse 4 Punkte/m ²	8	684	1,2%
Bildbasiertes DOM	30	662	4,4%



Für die Erstableitung von LOD2-Dachformen sind ALS-Daten besser geeignet als bDOM-Punktwolken.

LOD2-Aktualisierung

- Mit Nova Factory können einzelne Gebäude aktualisiert werden
- Da die Luftbildbefliegung in NRW in 3-jährigem Turnus durchgeführt wird, die Laser-Befliegung aber in 6-jährigem Turnus, eignen sich die korrelierten Punktwolken zur partiellen Aktualisierung der LOD2-Daten:
 - zunächst muss eine Liste der neuen ALKIS-Gebäude erstellt werden.
 - Anhand dieser Liste kann NovaFactory die einzelnen Gebäude mit ihren Dachformen modellieren.
 - Diese werden dann in die NF-Datenbank übernommen



Überblick:

- Das Projekt „Bildkorrelation“ in NRW
- Parameter der Korrelation
- Genauigkeiten und Probleme des bDOM
- Datenfilterung
- weitere Anwendungen
 - DGM
 - Klassisches Orthophoto
 - True Orthophoto
 - LOD2
- Empfehlungen der Projektgruppe für NRW



Ergebnisse für NRW:

Die Anforderungen an ein „bDOM“ sind abhängig vom Verwendungszweck

Anwendung	Punktdichte (xy_factor bei 10cm GSD)	Bild- überdeckung	Eignung für NRW
DOM	4 Punkte /m ² (xy_factor=5)	Je nach Struktur 60%/30% bis 80%/80%	Ableitung eines neuen Produktes „bdom“ sinnvoll, wenn es aktueller ist als ALS.
DGM	4 Punkte /m ² (xy_factor=5)	Wie bei DOM	Aufwändige manuelle Nach- bearbeitung erforderlich.
Klassisches Orthophoto	0,1 Punkte/m ² (xy_factor=100)	60%/30%	Nur für große Tagebaugebiete, sonst kein Gewinn im gegenwärtigen Prozess.
True Orthophoto	100 Punkte /m ² (xy_factor=1)	80%/80%	Zum Messen mit Einschränkungen geeignet.
LOD2	4 Punkte /m ² (xy_factor=5)	60%/50%	Laserdaten liefern bessere Ergebnisse; zur Fortführung von Neubauten gut geeignet.



Räumlich denken. Praktisch entscheiden.

Claudia Knoor

--

Bezirksregierung Köln

Dezernat 72 – Topographische Basisinformationen

50606 Köln

Dienstgebäude: Muffendorfer Str. 19-21, 53177 Bonn

Telefon: + 49 (0) 221 - 147 - 4458

Telefax: + 49 (0) 221 - 147 - 4872

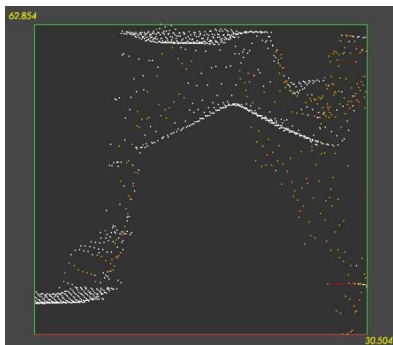
eMail: claudia.knoor@bezreg-koeln.nrw.de

Internet: www.brk.nrw.de

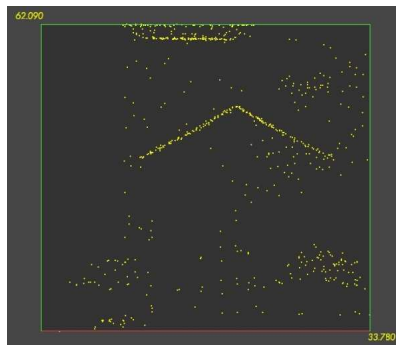
eShop: www.geodatenzentrum.nrw.de



DOP



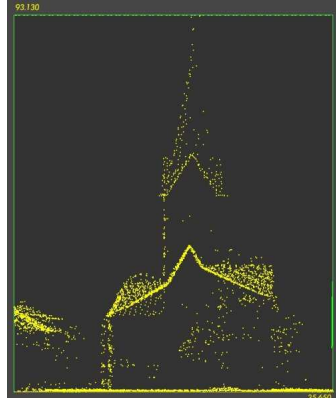
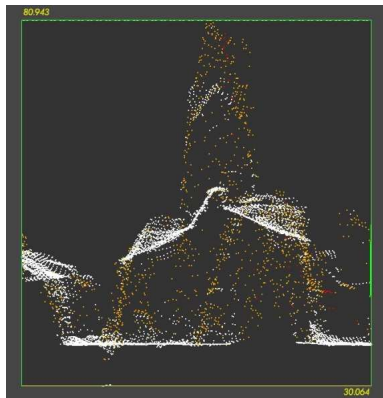
korreliert, xy_factor=5



ALS, 1 Punkt / m²



 GEObasis.nrw



Qualität der DOM-Punkte

- Gute Höhengenaugkeit bei eindeutiger Textur → hier liegt die Höhenabweichung bei ca. 20cm
- Schlechte Höhengenaugkeit entsteht bei starken Stetigkeitswechseln (Gebäudekanten) und bei schlechter Textur → im Gelände gibt es Abweichungen von bis zu 15m, in großen Gewässerflächen können die Abweichungen auch 100m betragen.
- kleinere Punktlücken entstehen bei starken Stetigkeitswechseln, insbesondere bei Vegetation.
- große Punktlücken entstehen bei Verschattungen, d.h. die Bildüberlappung wurde zu gering gewählt und bei extrem schlechter Textur (Gewässer).

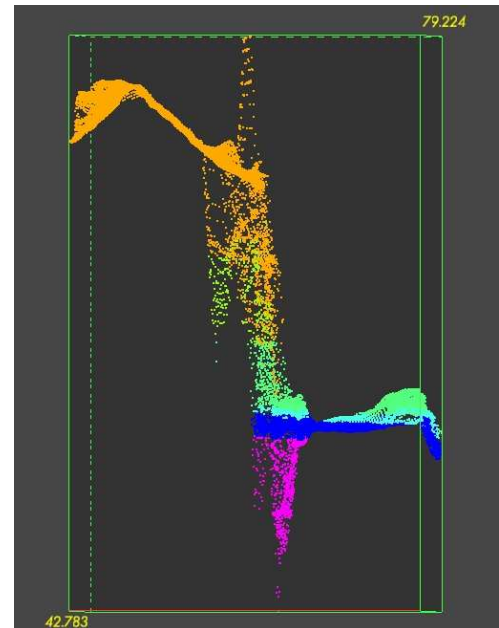


Gebietstyp	Längs-überlappung	Quer-überlappung
Ländlich	60%	30%
Städtisch	60%	50%
Großstädtisch, viele Hochhäuser oder enge Straßenschluchten	80%	80%

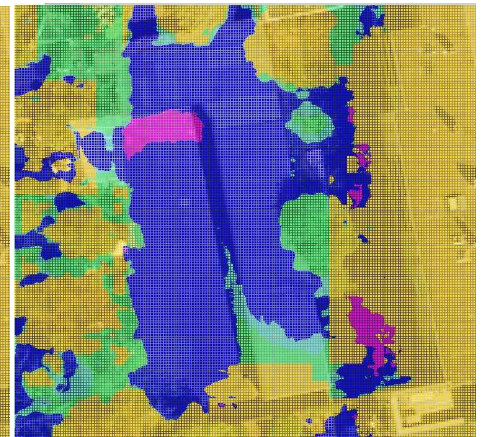
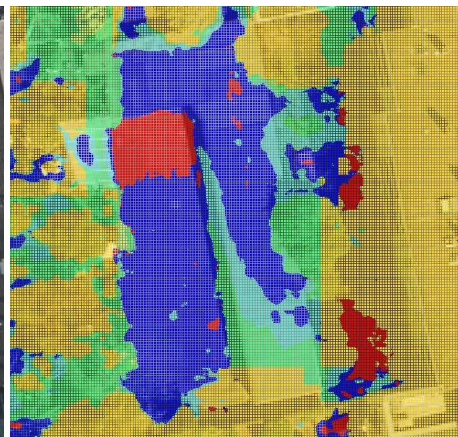
 GEObasis.nrw

Falsch-positiv korrelierte Punkte:

- Es gibt auch **falsch-positiv** korrelierte Punkte.
Diese lassen sich aber nicht automatisch auffinden.

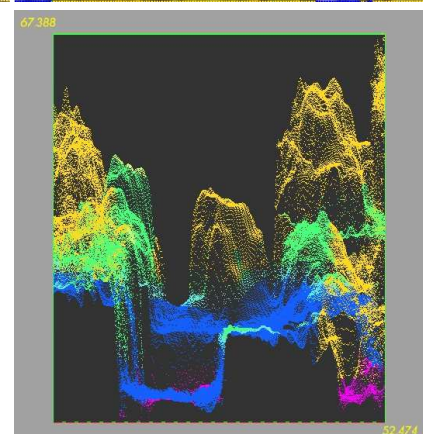
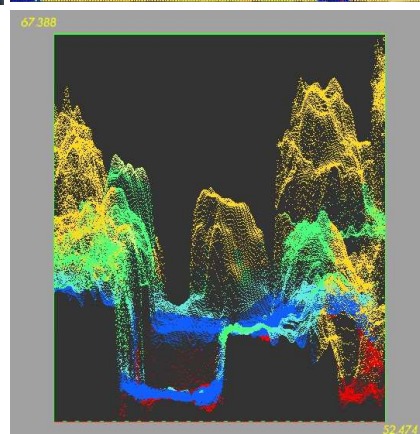


Die Mittlere Genauigkeit „Mean Accuracy“



Mean Accuracy mit
Scop++-Strategie:

- Mitte: 0,2m
- Rechts: 0,5m



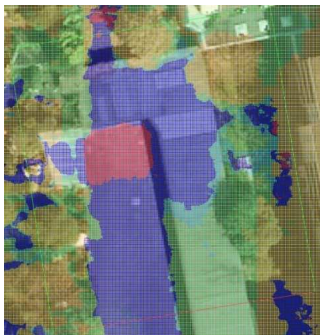
Die Gitterweite „Grid Width“



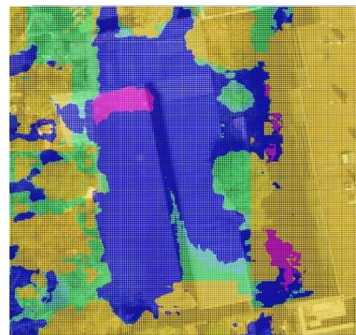
- Die Gitterweite soll den durchschnittlichen Punktabstand beschreiben :
Sie soll laut Inpho zwischen 0,5 und 5m liegen.
- Auf die Qualifikation der „low points“ hat dies kaum Einfluss, wohl aber auf die Unterscheidung von Gebäuden und hoher Vegetation. Wenn die Gitterweite zu gering ist, werden mehr Punkte als „unclassified“ klassifiziert.

Die Filterung: „filtering“

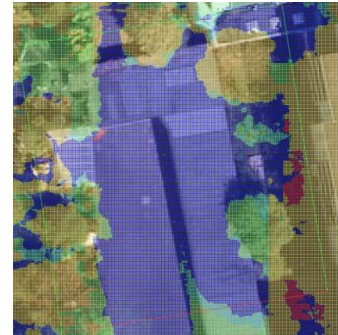
- Mit dem Parameter „Filtering“ kann ebenfalls gesteuert werden, wie die Objekte den Klassen zugeordnet werden:
- „keep“ (Wert > 1) → kleine Strukturen bleiben innerhalb der Klasse erhalten
- „discard“ (Wert < 1) → es wird gröber klassifiziert.



filtering = 0,7

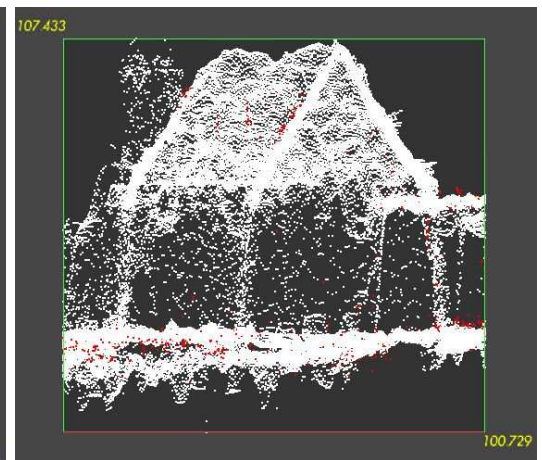
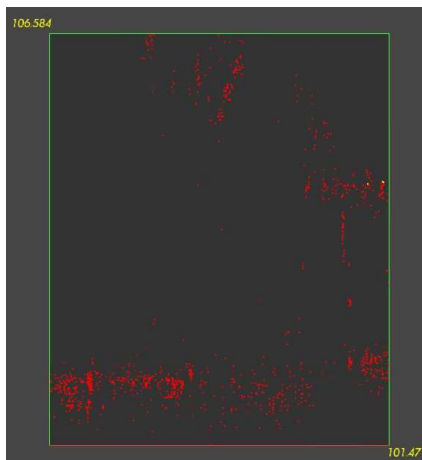
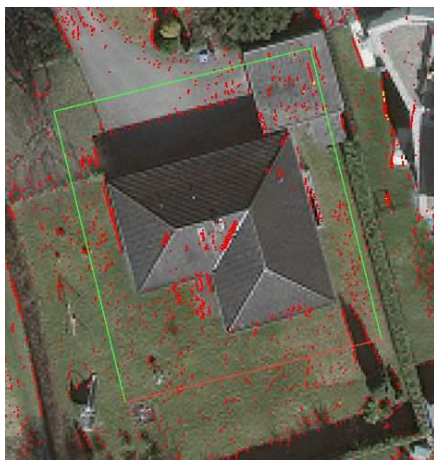
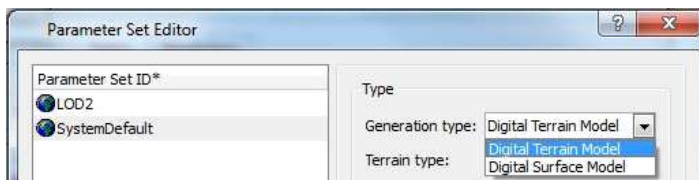


filtering = 1,0



filtering = 1,14

DOM ↔ DGM



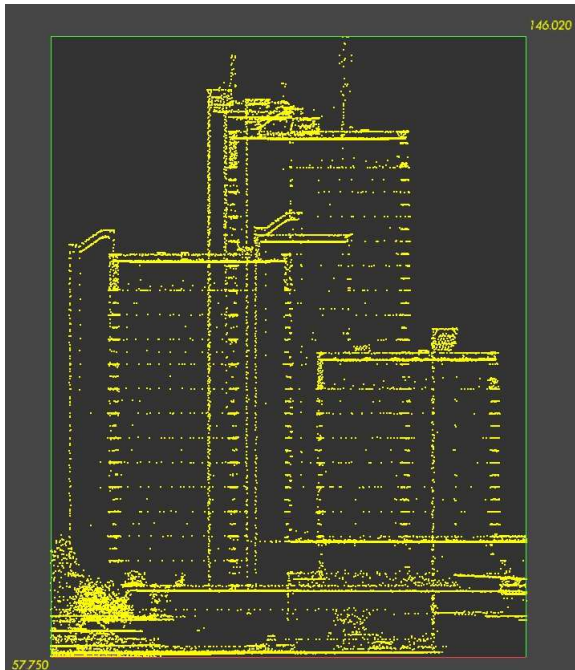
- DGM-Korrelation: nur FBM, kein CBM
- Punkte werden größtenteils mit „low reliability“ abgelegt.
- Punktlücken sind teilweise sehr groß



nicht
geeignet

True Orthophoto aus ALS

Beispiel: Stadthaus Bonn

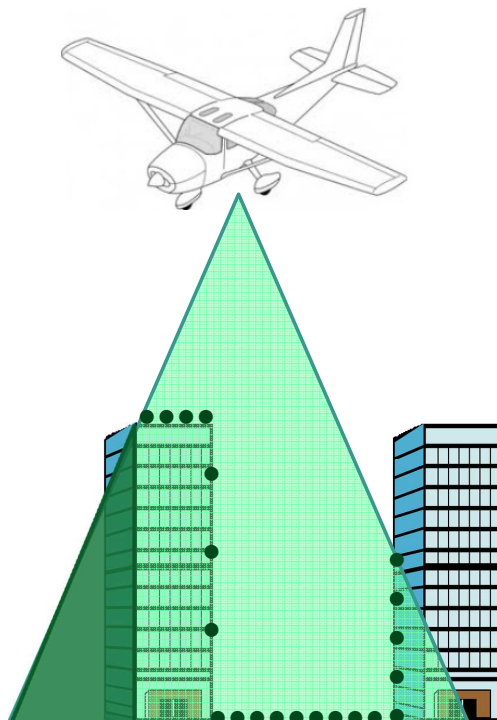


- Laserpunktwolke

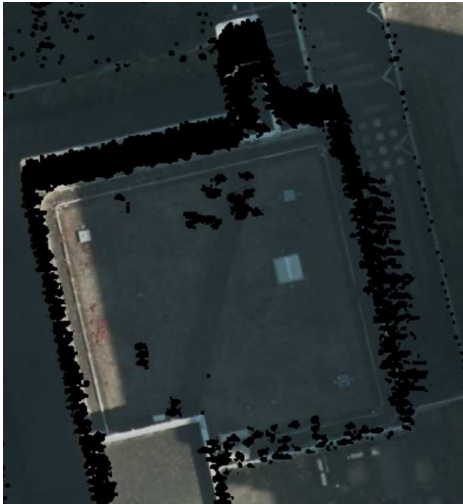


- True Orthophoto aus ALS

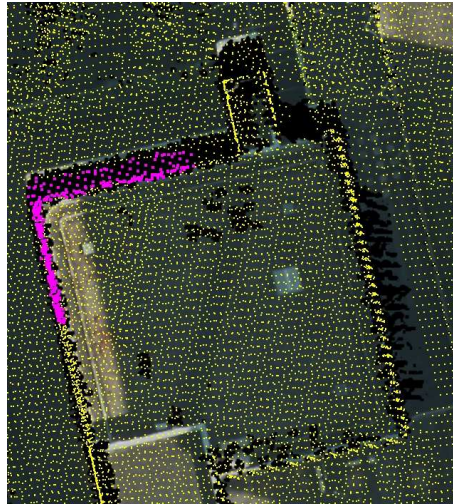
True Orthophoto aus ALS



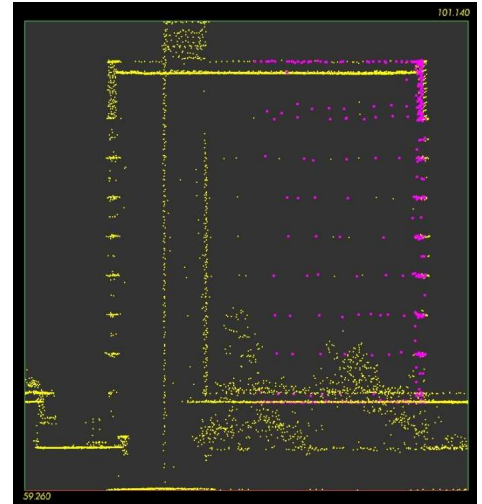
- Durch den teilweise schrägen Laserstrahl kommt es zu **Abschattungen**.
- Je höher das Gebäude, desto stärker die Abschattung.
- Es entstehen Punktlücken, die für das True Orthophoto interpoliert werden müssen.
- Es kann keine Sicht zwischen DOM und Luftbild gefunden werden.



True Orthophoto aus ALS



True Orthophoto mit ALS



Laserpunktwolke im Profil

- Durch den schrägen Laserstrahl entstehen viele Fassadenpunkte
- Diese erschweren die Sichtbarkeitskontrolle: Für die selbe 2D-Koordinate werden unterschiedliche Höhen gefunden.