



Fortführung des DGM auf Grundlage von bDOM-Daten

Robert Roschlaub

1



Untersuchungsgebiete:



Phenlinden



Ebersberg

2



DGM-Aktualisierung bei Untersuchung - Arbeitsschritte –

- bDOM-Daten aus SURE-Software abgeleitet
- Filterung der bDOM-Daten zur Ermittlung von Bodenpunkten (SCOP++)
- Testgebiet Umgehungsstraße mit schmalen Umgriff festlegen
- Berechnung eines 1 m bzw. 0,5 m DGM unter Nutzung der gefilterten Bodenpunkte
- Ableitung eines Differenzmodells zwischen LS und bDOM
- In einer farbigen Schummerung zu tiefe Bereiche identifiziert und an einer DTMaster-Station editiert und zu tiefe Punkte gelöscht
- DGM neu berechnet
- Erneute Berechnung eines Differenzmodells

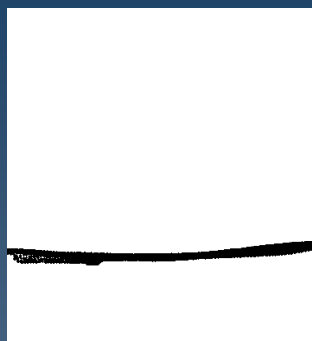
3



Unterschiede bei den Punktwolken



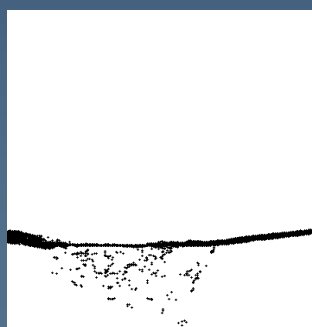
Laserdaten
ungefiltert



Laserdaten
Bodenpunkte



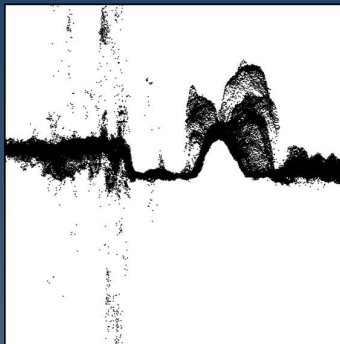
bDOM
25 Pkte/m²
original



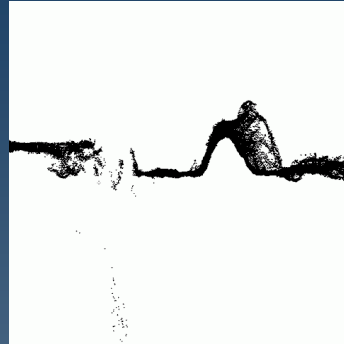
bDOM
25 Pkte/m²
filterte
Bodenpunkte

4

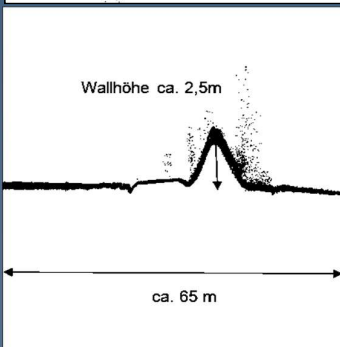
Unterschiede bei den Punktwolken



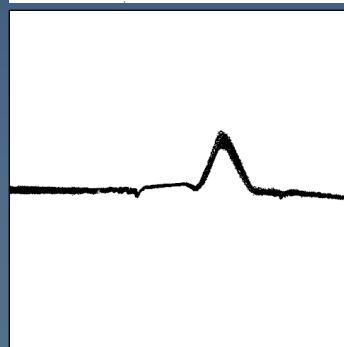
DOM
5 P/m²
ohdaten



DOM
P/m²
ltert Boden

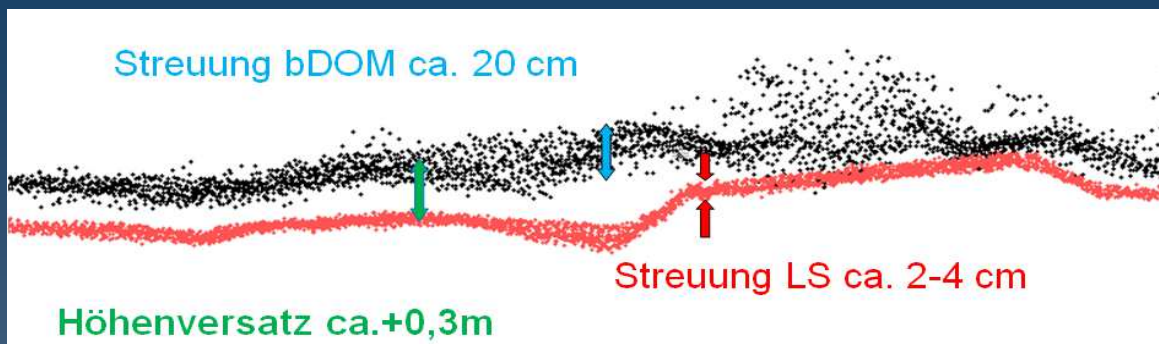


S
astpulse



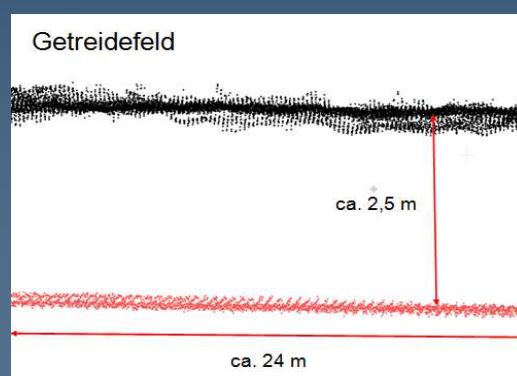
tpulse
ltert Boden

5



Straßenbereich und
Getreidefeld

Rot= LS Schwarz= bDOM



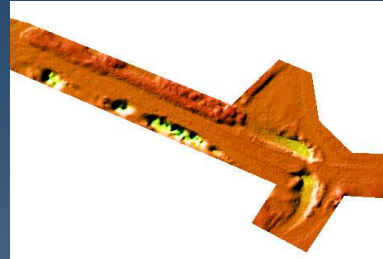
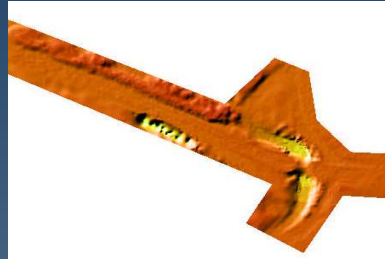
6

Laserscanning – bDOM 0,5m Gitter

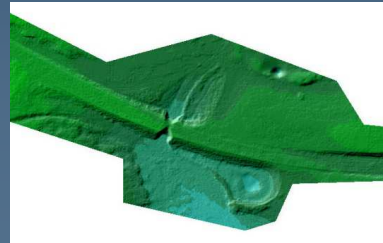
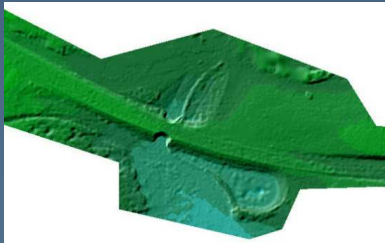
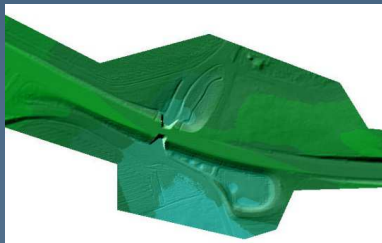
Laserscanning

bDOM 4 P/m²

bDOM 25 P/m²



Umgehungsstraße Hohenlinden



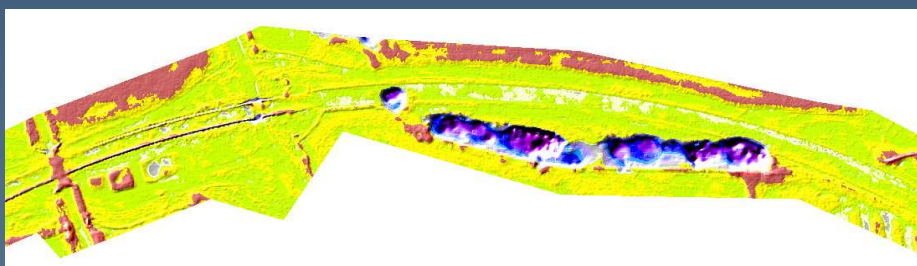
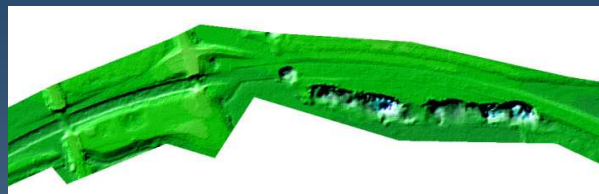
Umgehungsstraße Ebersberg

7

Differenzmodell DGM 0,5m (Schattenproblem)

LS Last Pulse Bodenpunkte – bDOM 25 P/m² gefilterte Bodenpunkte

Umgehungsstraße Ebersberg



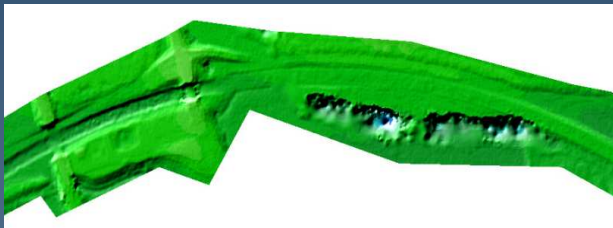
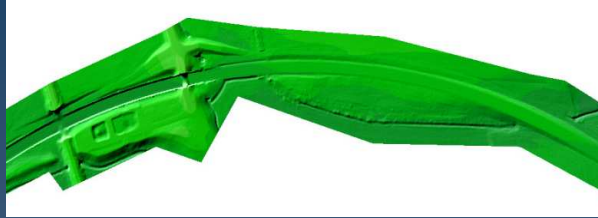
Farbpalette Differenzmodelle

größer 20m	Red
10m bis 20m	Orange
5m bis 10m	Yellow
3m bis 5m	Light Green
2m bis 3m	Green
1m bis 2m	Dark Green
0,5m bis 1m	Light Blue
0,25m bis 0,5m	Blue
0m bis 0,25m	Dark Blue
-0,5m bis 0m	Purple
-1m bis -0,5m	Dark Purple
-2m bis -1m	Black
-3m bis -2m	Dark Blue
-5m bis -3m	Blue
-10m bis -5m	Light Blue
kleiner -10m	White

8

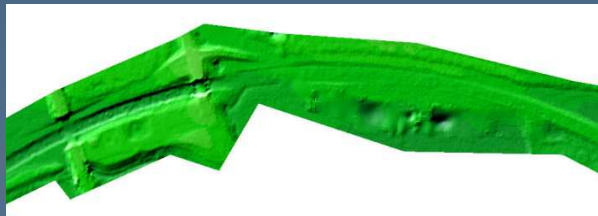
Verbesserung durch Editieren der bDOM-Daten

0,5m Gitter aus LS-Last Pulse
gerechnet



0,5m Gitter aus bDOM 4 P/m²
gerechnet

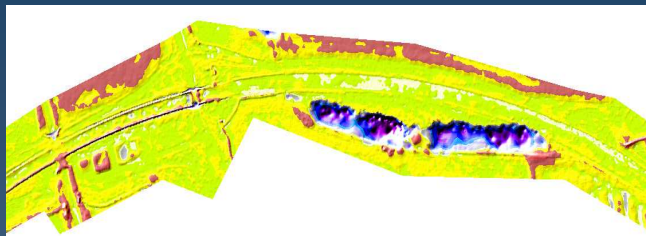
0,5m Gitter aus (DTMaster-Station)
editierten bDOM 4 P/m²
gerechnet



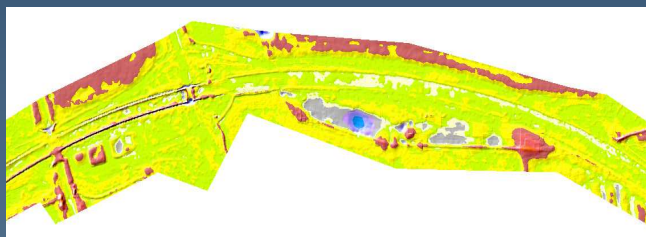
9

Hierzu Differenzmodelle

Differenzmodell 0,5m Gitter
zwischen
Laserscanning und bDOM 4 P/m²



Differenzmodell 0,5m Gitter
zwischen
Laserscanning und editierten
bDOM 4 P/m² -Daten



Extrem zu tiefe Punkte sind herauseditiert worden,
der Höhenversatz bleibt!

10



Prüfung durch Außendienst

- Überprüft werden terrestrisch gemessene und durch Aero-Triangulierung bestimmte **Passpunkte** für die bDOM-Daten.
- Auf der Umgehungsstraße Hohenlinden werden sechs mittels GPS- und Tachymeter-Messung **Kontrollfelder** in der Ausdehnung ca. 3,5 m x 5m mit 0,5m Punktabstand gemessen.
- Die Kontrollfelder werden anschließend mit den hineinfallenden Laserscanning-Punkten sowie den Matching-Punkten mit 4 Punkten und 25 Punkten pro m² verglichen. Es sollen der jeweilige Höhenversatz, die maximale Höhenabweichung und prozentual die Punkte mit maximal 0,16m Abweichung festgestellt werden.

11



Ergebnisse der Prüfung durch AD

Passpunkte

- Die Kontrolle der Passpunkte ergab bei den zwei überprüften **terrestrisch gemessenen Passpunkten** Abweichungen in der Lage von maximal 0,04 m und in der Höhe von maximal 0,10 m.
- Bei den vier überprüften **Aerotriangulierten Passpunkten** ergaben sich Abweichungen von maximal 1,88 m im Rechtswert, 0,90 m im Hochwert und 1,35 m in der Höhe.

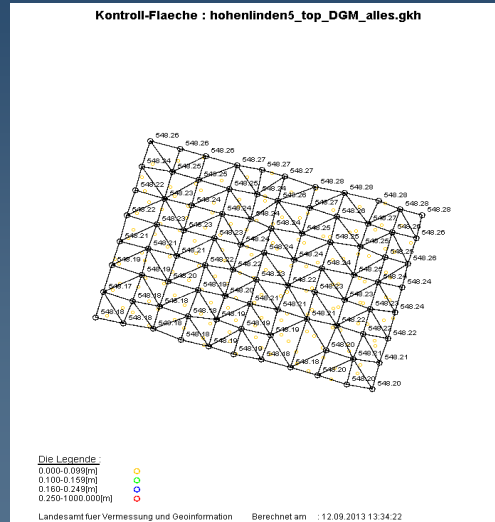
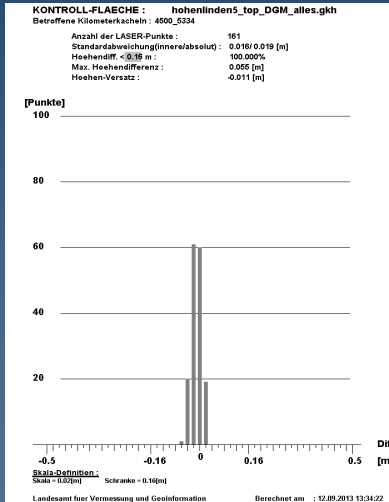
Kontrolle der Giebelpunkte

Punkt	Status	Kartei der Photogramm. Pp			Kontrollmessung 2013			2013 - Kartei der Pp		
		Rechtswert	Hochwert	Höhe über NN	Rechtswert	Hochwert	Höhe über NN	Diff R	Diff H	Diff Z
7838-6-14020	A	4500230,07	5334621,83	556,27	4500230,545	5334621,158	556,946	0,47	-0,67	0,68
7838-6-14023	A	4501955,73	5334632,10	584,68	4501956,266	5334632,271	585,244	0,54	0,17	0,56
7878-6-18076	A	4500198,62	5336565,52	565,70	4500199,349	5336565,330	566,992	0,73	-0,19	1,29
7837-6-05193	A	4498495,25	5336266,33	535,30	4498497,131	5336265,435	536,645	1,88	-0,90	1,35
7837-000-05	T	4496882,93	5335590,58	537,98	4496882,974	5335590,543	538,017	0,04	-0,04	0,04
7837-000-01	T	4499964,55	5334010,83	559,98	4499964,558	5334010,867	560,077	0,01	0,04	0,10

12

Ergebnisse der Kontrolle durch AD

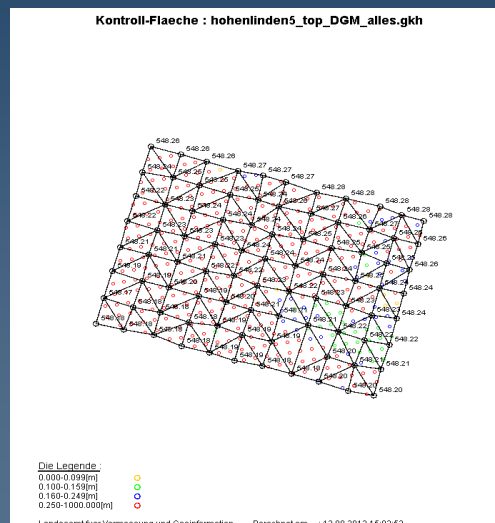
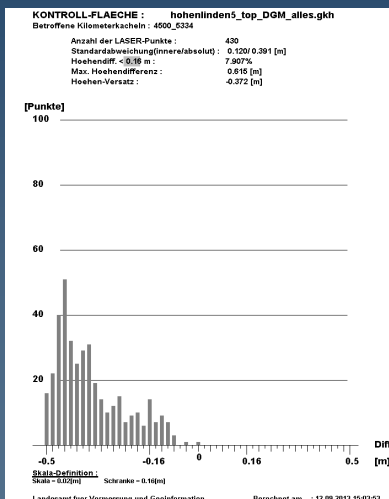
Kontrollfelder Laserscanning-Punkte



13

Ergebnisse der Kontrolle durch AD

Kontrollfelder bDOM 25 Punkte/m²



14



Ergebnisse der Kontrolle durch AD

Zusammenfassung der Kontrollflächen-Messung auf der Straße

- Die Genauigkeit der Laserscanning-Punkte liegt im Höhenversatz bei weniger als 2 cm, max. Höhendifferenz im Einzelpunkt 5,8 cm.
- Die Genauigkeit bei den bDOM-Punkten schwankt in den Kontrollfeldern
 - Bei 4 Punkten/m² liegt der Höhenversatz zwischen -0,026 m und -0,377 m, die max. Höhendifferenz im Einzelpunkt bei 0,906 m.
 - Bei 25 Punkten/m² besteht ein Höhenversatz zwischen -0,020 m und -0,372 m. Die max. Höhendifferenz im Einzelpunkt liegt hier sogar bei 1,408 m

15



Ergebnisse der Kontrolle durch AD

Kontrolle Laser-Lastpulse

Kontrollfläche	Anzahl Punkte	Standardabweichung (m)		Höhendifferenz < 0,16 m	Max. Höhendiff. (m)	Höhenversatz (m)
		innere	absolut			
Hohenlinden 1	98	0,012	0,019	100	0,044	-0,014
Hohenlinden 2	73	0,012	0,017	100	0,047	-0,013
Hohenlinden 3	170	0,019	0,019	100	0,058	0,002
Hohenlinden 4	99	0,012	0,018	100	0,040	-0,013
Hohenlinden 5	161	0,016	0,019	100	0,055	-0,011
Hohenlinden 6	92	0,013	0,019	100	0,045	-0,014

Kontrolle Matching 25 Pkte/m²

Kontrollfläche	Anzahl Punkte	Standardabweichung (m)		Höhendifferenz < 0,16 m	Max. Höhendiff. (m)	Höhenversatz (m)
		innere	absolut			
Hohenlinden 1	431	0,079	0,081	94,664	0,268	-0,020
Hohenlinden 2	435	0,065	0,139	71,264	0,306	-0,123
Hohenlinden 3	430	0,084	0,301	6,744	0,540	-0,289
Hohenlinden 4	413	0,182	0,289	26,634	1,408	-0,225
Hohenlinden 5	430	0,120	0,391	7,907	0,615	-0,372
Hohenlinden 6	418	0,056	0,084	95,933	0,230	-0,062

16



Weiteres Vorgehen zur Aktualisierung des DGM auf der Grundlage von bDOM-Daten

- Erneute Aerotriangulierung auf Grundlage der im AD gemessenen Passpunkte
- Erneutes Matchen des bDOM
- Wiederholen der Vergleiche zwischen Laserscanning-Daten und Matching-Daten

17



Prüfung nach erneutem Matching mit korrigierten Passpunkten

Nach einem erneuten Matching mit 25 Punkten/m² und im AD gemessenen Passpunkten, wurden die bDOM-Daten erneut mit den im Außendienst gemessenen Kontrollflächen verglichen.

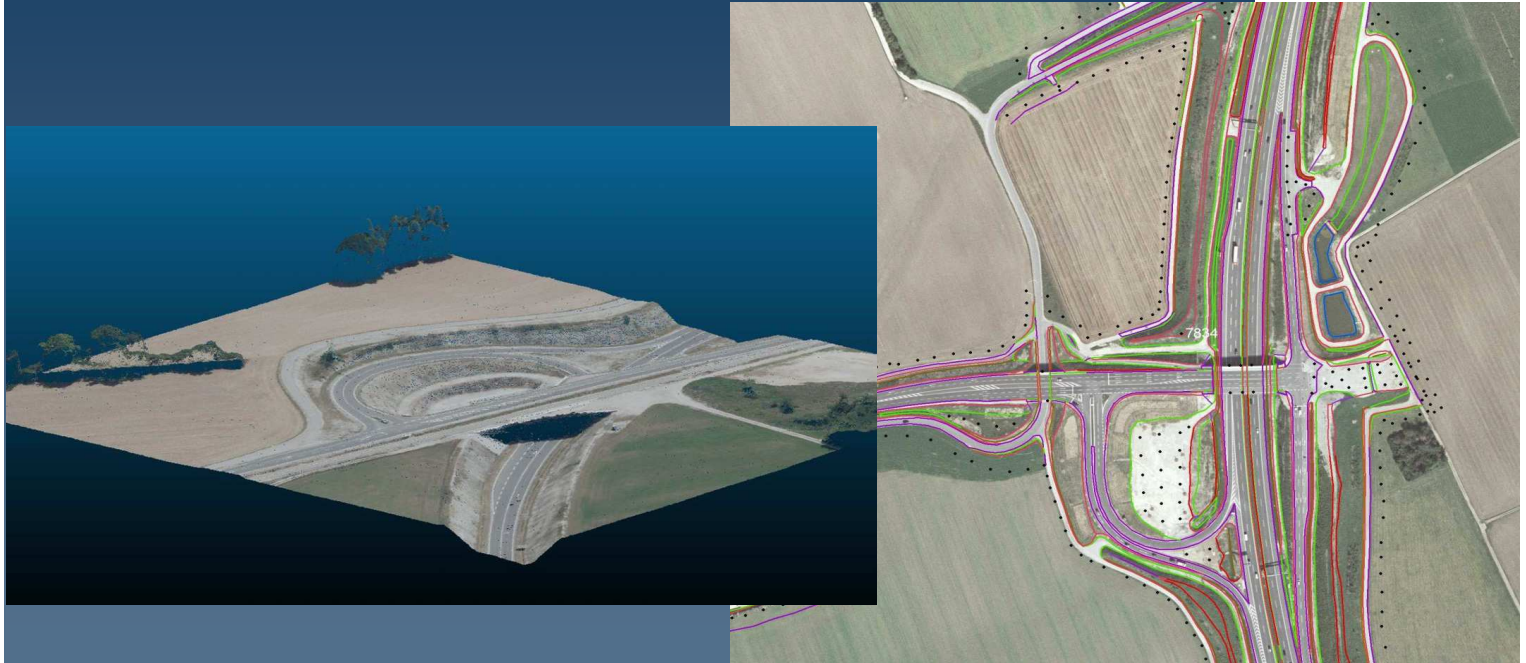
Veränderungen z.B. beim Höhenversatz **liegen im mm-Bereich**

Kontrolle erneutes Matching 25 Pkte/m² nach AD mit korrigierten Passpunkten

Kontrollfläche	Anzahl Punkte	Standardabweichung (m)		Höhendiff. < 0,16 m %	Max. Höhendiff. (m)	Verän derung	Höhenversa tz (m)	Verän derung
		innere	absolut					
Hohenlinden 1	431	0,077	0,08	95,128	0,256	-0,012	-0,020	0
Hohenlinden 2	435	0,065	0,136	73,563	0,306	0	-0,120	0,003
Hohenlinden 3	430	0,088	0,304	5,814	0,785	0,245	-0,291	-0,002
Hohenlinden 4	404	0,166	0,275	30,941	1,138	-0,270	-0,219	0,006
Hohenlinden 5	430	0,119	0,391	7,674	0,617	0,002	-0,373	-0,001
Hohenlinden 6	418	0,055	0,082	97,368	0,314	0,084	-0,061	0,001

18

Ziel: Strukturlinien aus dem bDOM ableiten

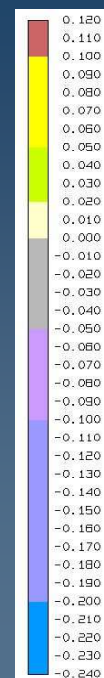


19

Aktualisierung des DGM1 über Strukturlinien

- An einer DTMaster-Station werden im Fortführungsgebiet **Vergleichsflächen** (ca. 5x5 m) **selektiert**, um Korrekturwerte zwischen Laserscanning- und bDOM-Daten zu erhalten.
- Mit dem Programm SCOP++ wird über diese erhaltenen Korrekturwerte ein **0,5m-Korrekturgitter** für die betroffenen km²-Kacheln gerechnet und das aus gefilterten bDOM-Daten gerechnete 0,5m-Gitter hiermit flächendeckend korrigiert.
- Die **Kanten** an der fortzuführenden Umgehungstrasse werden anschließend **an einer DTMaster-Station auf Grundlage des korrigierten bDOM-Gitters gemessen**.

20



22

Projektgrenzen für Kantenmessungen

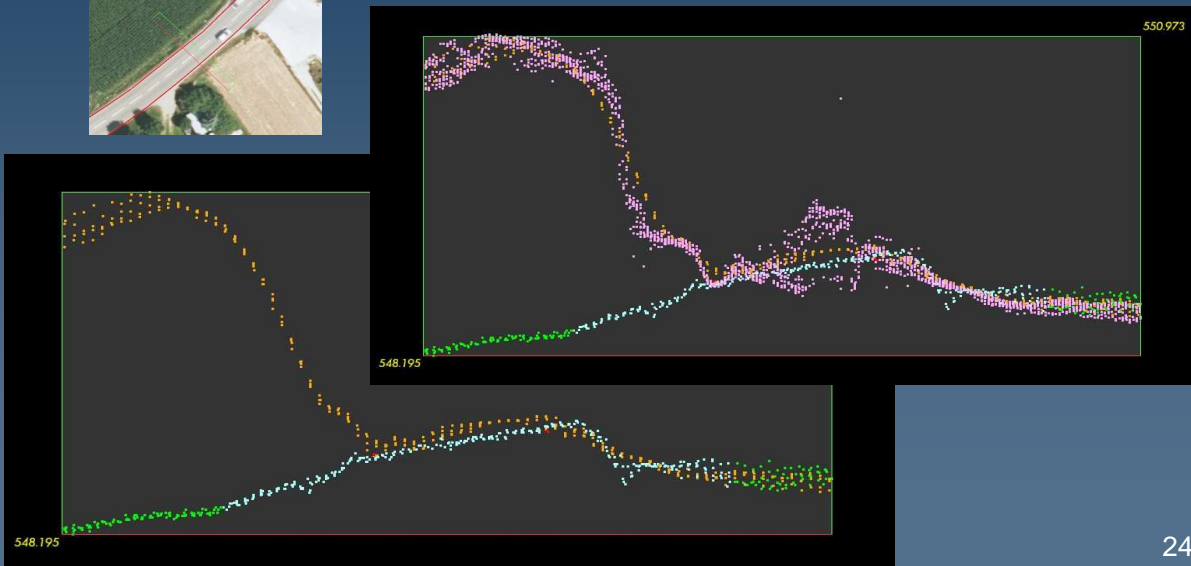
Innerhalb des Kernpolygons Nutzung der gemessenen Kanten für die Berechnung eines 0,5m-Gitters



23

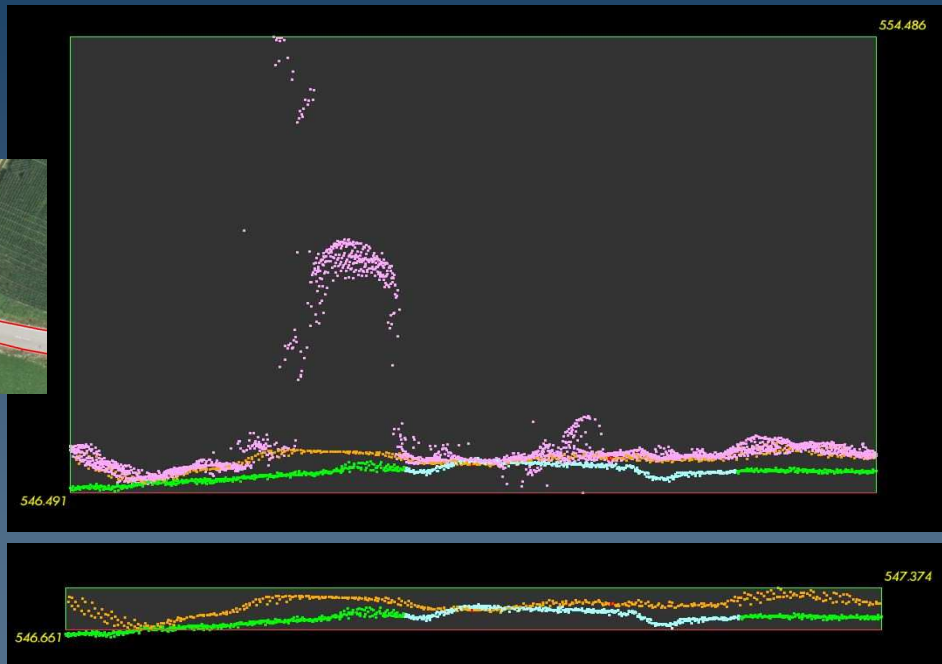
Warum wurde ein 0,5m-Gitter aus korrigierten, gefilterten bDOM-Daten für die Kantenmessung verwendet?

- weniger Streuung erleichtert die Messung



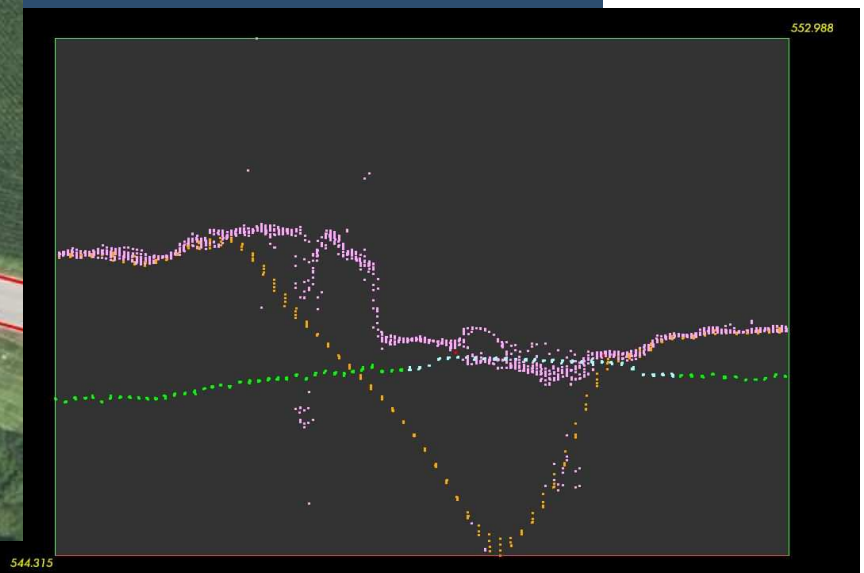
24

- herausgefilterter Bewuchs in Fahrbahnnähe



25

Zu tiefe bDOM-Punkte unterhalb der Fahrbahn sollten zuvor eliminiert werden, da das gerechnete 0,5m-Gitter hier zu tiefe Punkte abbildet. Ein möglicher Grund sind im Beispiel die **Hochspannungsleitungen**

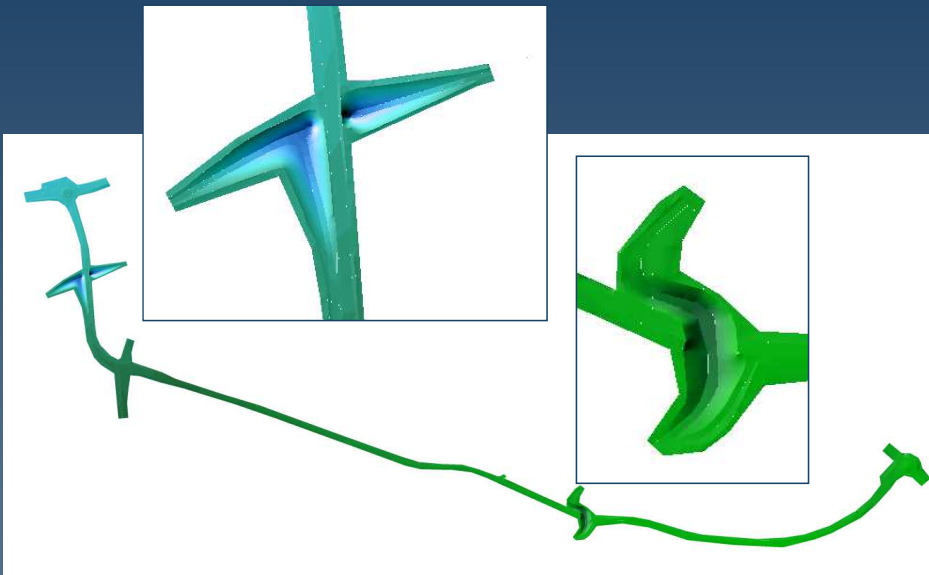


Berechnung der DGM1 Aktualisierung

- Unter **Verwendung der neuen, gemessenen Kanten** innerhalb des Kernpolygons **und der alten Laserbodenpunkte außerhalb** des Kernpolygons wurde für das Kernpolygon ein **0,5m-Gitter gerechnet**.
- Im Anschluss wurden **mit diesen 0,5m-Gitterpunkten und den umliegenden Laserbodenpunkten** für das Projektpolygon ein neues **1m-DGM gerechnet**.
- Dieses neue 1m-DGM kann nun für den Abschnitt dieser Umgehungsstraße **das alte DGM1 ersetzen**.



Beispiel für das 0,5m-Gitter im Kernpolygon



Vergleich zwischen DGM1 aus Laserdaten und DGM1 aus Kantenmessung auf bDOM-Daten.

Das Differenzmodell zeigt, dass Abweichungen $> \pm 0,3\text{m}$ lediglich punktuell im Bereich der Unterführung zu finden sind, der westliche Kreisverkehr hat nur geringe Abweichungen.

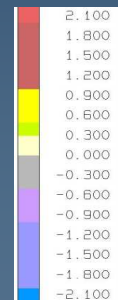
Laserscanning-Daten



Kanten (bDOM-Daten)



Differenzmodell



29

- Im Bereich der Brücke ist die Filterung bei den Laserdaten nicht korrekt, dadurch und durch Bewuchs (Bäume) bei den bDOM-Daten, kommt es hier zu Abweichungen.
- Der östliche Kreisverkehr hat nur geringe Abweichungen.

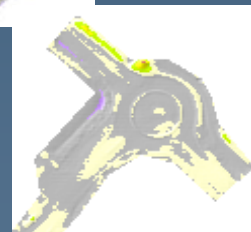
Laserscanning-Daten



Kanten (bDOM-Daten)

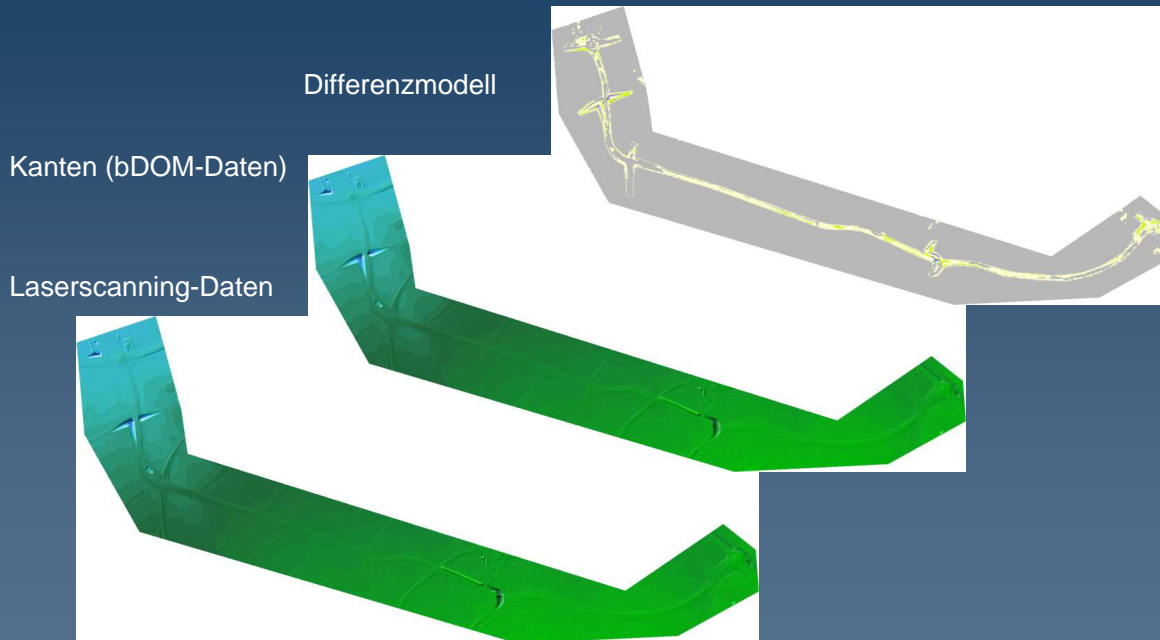


Differenzmodell



30

Das komplette Projektgebiet



31

GIS-Unterstützung bei der Messung von Strukturlinien

- Die **3D-Ableitung von Strukturlinien** innerhalb eines Kernpunktes kann über eine Digitalisierung von Straßenachsen (parallele Linien), Straßenrändern, Gräben oder Böschungskanten **als 2D-Linie** über ein DOP erfolgen.
- Die **Stützpunkte** dieser 2D-Linien können bedarfsabhängig **automatisch verdichtet werden**.
- Anschließend wird diesen **Stützpunkten** eine, aus
 - den gefilterten und
 - höhenangepassten bDOM-Dateninterpolierte Höhe zugewiesen und somit 3D-Strukturlinien geschaffen.
- Das weitere Vorgehen entspricht dem zuvor beschriebenen Ablauf.



32



Zusammenfassung

- Die ersten Ergebnisse zur Fortführung aus Punktwolken sind tragfähig
- Eine **zyklische** Fortführung ist **projektbezogen** möglich
- GIS-Systeme in Verbindung mit den **LAS**tools helfen bei der Automatisierung