

16. Mai 2013

# *Generierung von für den Orientierungs- lauf optimierten Höhenlinien aus Airborne Laserscanning Daten*

**Masterprojektarbeit am Institut für Kartografie und Geoinformation**

Leitung: Prof. Dr. Lorenz Hurni

Bereuung: Lorenzo Oleggini

Autorin: Barbara Born



# Ablauf

- Einführung
- Ausgangslage
- Vorgehen
- Resultate
- Ausblick
- Diskussion und Fragen



*Generierung von für den Orientierungs-  
lauf optimierten Höhenlinien aus  
Airborne Laserscanning Daten*



# Airborne Laserscanning (ALS) Daten

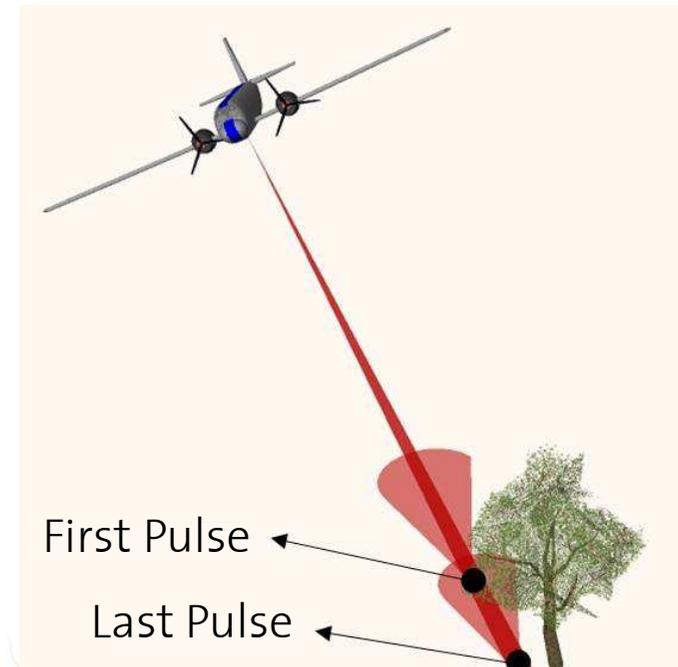
**Laserscanner:** Sensor für berührungsfreie, flächendeckende Aufnahme eines Objekts mittels Laserstrahlen

**Airborne:** Trägerplattform: Flugobjekt

**Eigenschaft:** Laserstrahl durchdringt die Baumkronen teilweise

**DTM:** Digital Terrain Model  
«Menge aller Last Pulses»

**ALS Daten:** 3D Daten mit einem oder mehreren Z-Werten



[www.geoplex.de/uploads/pics/first\\_last\\_pulse.jpg](http://www.geoplex.de/uploads/pics/first_last_pulse.jpg)  
Zugriff: 16. März 2013

*Generierung von für den Orientierungs-  
lauf optimierten Höhenlinien aus  
Airborne Laserscanning Daten*



# Orientierungslauf (OL)



Associazione Sportiva Ticinese, Corsa d'Orientamento, 2012



*Generierung von für den Orientierungs-  
lauf optimierten Höhenlinien aus  
Airborne Laserscanning Daten*



# Optimierte Höhenlinien

**Höhenlinien:** Verbindungslinie benachbarter Geländepunkte gleicher Höhe über oder unter einer Bezugsfläche

([www.geoinformatik.uni-rostock.de/einzel.asp?ID=139342288](http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/einzel.asp?ID=139342288) Zugriff: 22. März 2013)

**Legitimation** für Optimierung der Höhenlinien aus «International Specification for Orienteering Maps »

- Die relative Höhendifferenz zwischen zwei benachbarten Objekten muss in der Karte repräsentiert werden
- Es ist erlaubt, die Höhe einer Niveaulinie leicht anzupassen, wenn dadurch ein Objekt besser dargestellt werden kann
- Die Anpassung sollte weniger als 25% der Äquidistanz betragen

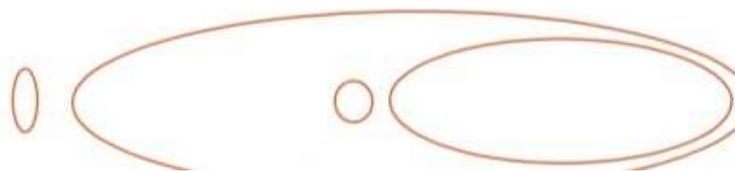
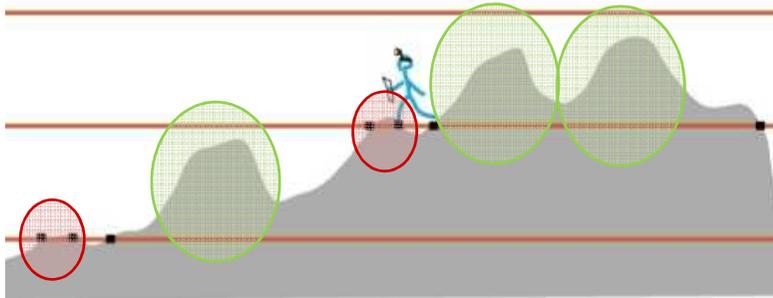
(IOF Map Committee. International Specification for Orienteering Maps. 2000

[www.orienteering.org/resources/mapping](http://www.orienteering.org/resources/mapping) Zugriff: 13. Mai 2013)

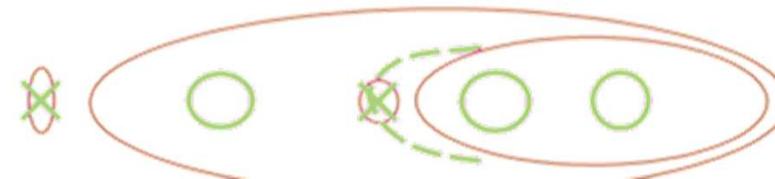
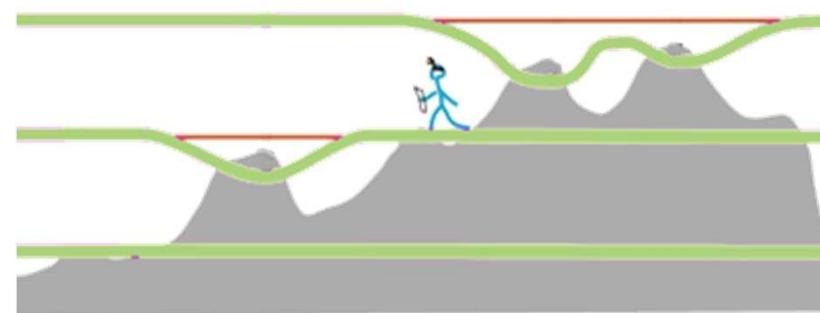


# Motivation

## Höhenlinien



## Optimierte Höhenlinien

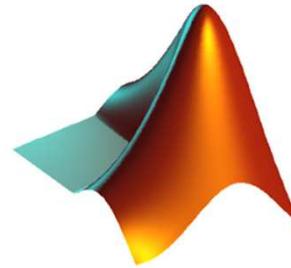


(Jarkko Ryyppö. [www.slideshare.net/apps4finland/karttapullautin-paikkatietomarkkinat-short](http://www.slideshare.net/apps4finland/karttapullautin-paikkatietomarkkinat-short) Zugriff: 24. Februar 2013)



# Ausgangslage

```
ncols      2343
nrows      1567
xllcorner  698861
yllcorner  111711
cellsize    2
NODATA_value -9999
263.5 262.69 261.99 261.48 261.01 260.7 260.55 26
263.07 262.34 261.82 261.34 261.01 260.8 260.66 2
262.76 262.14 261.68 261.25 261.07 260.91 260.78
262.55 262.04 261.56 261.29 261.16 260.99 260.87
262.36 261.98 261.54 261.37 261.25 261.11 261.260
262.34 261.9 261.55 261.41 261.35 261.23 261.1 26
262.32 261.86 261.59 261.45 261.39 261.28 261.17
262.42 261.94 261.72 261.55 261.43 261.33 261.23
262.6 262.19 261.85 261.64 261.49 261.39 261.33 2
262.74 262.39 262.04 261.74 261.57 261.47 261.41
262.01 262.53 262.2 261.9 261.7 261.56 261.49 261
```



Daten: © 2011 swisstopo (JD100042)

MATLAB Logo: MathWorks: [www.mathworks.com/help/matlab/examples/logodemo\\_01.png](http://www.mathworks.com/help/matlab/examples/logodemo_01.png) Zugriff: 09. Mai 2013

OL Karte: Associazione Sportiva Ticinese, Corsa d'Orientamento, 2012

# Vorgehen

- Welche Programme gibt es?
- Unterschiede zwischen den Höhenlinien
- Höhenlinien mit MATLAB berechnen
- Zwischenresultat
- Kritische Geländeformen mit MATLAB erkennen



# Welche Programme gibt es?



[www.ocad.com](http://www.ocad.com)



OL Laser

[www.oapp.se](http://www.oapp.se)



[www.qgis.org](http://www.qgis.org)

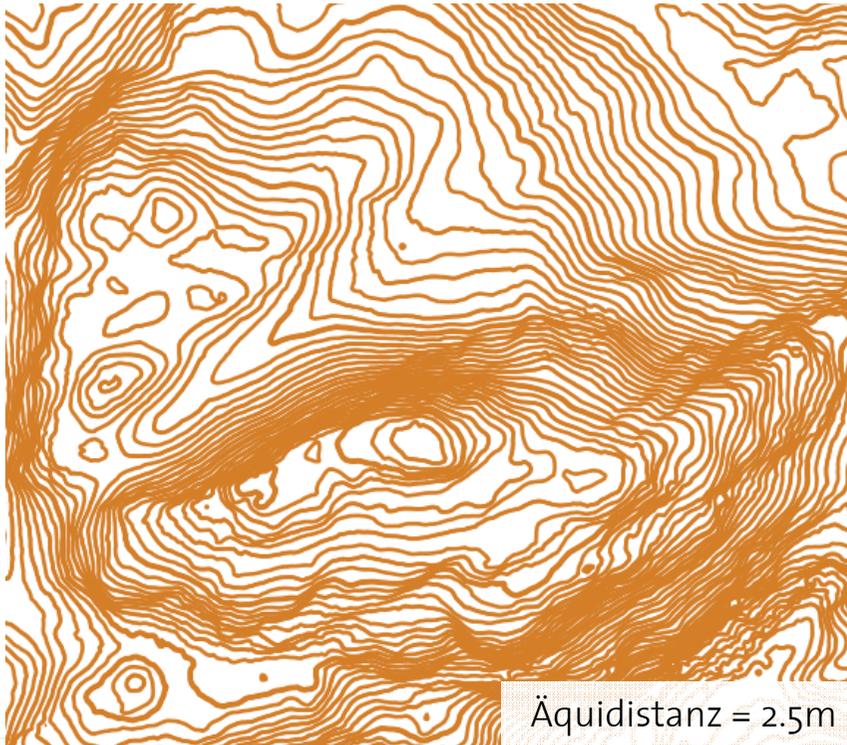
Karttapullautin

[www.routegadget.net/karttapullautin](http://www.routegadget.net/karttapullautin)

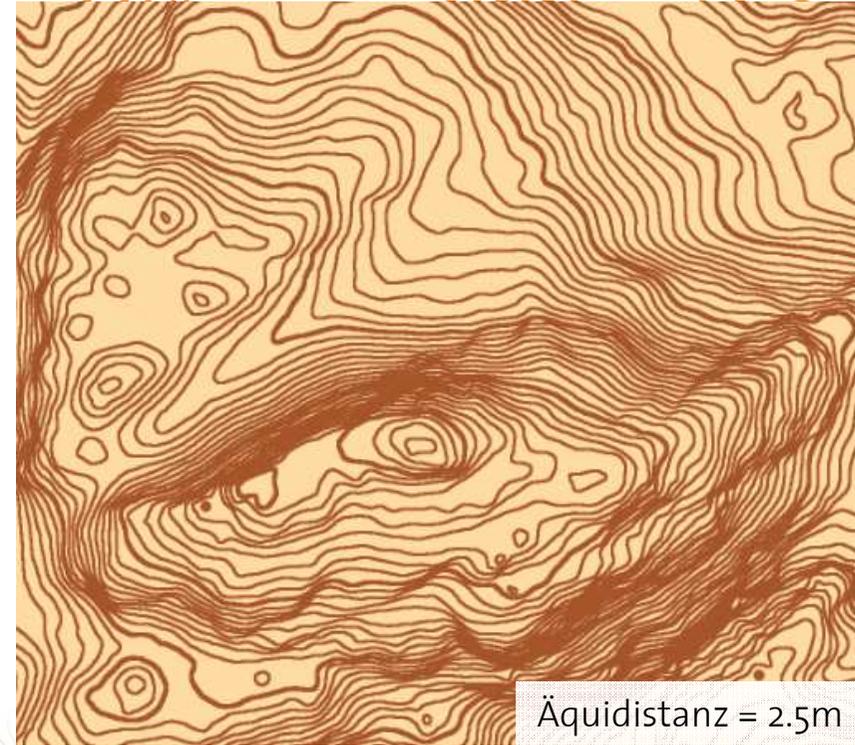


# Unterschiede zwischen den Höhenlinien

QGIS, OCAD, OL Laser

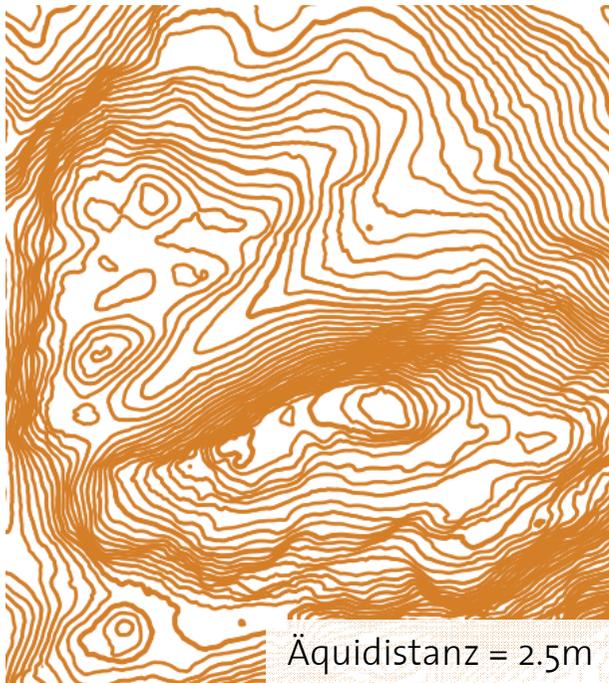


OCAD  
Kartapullautin

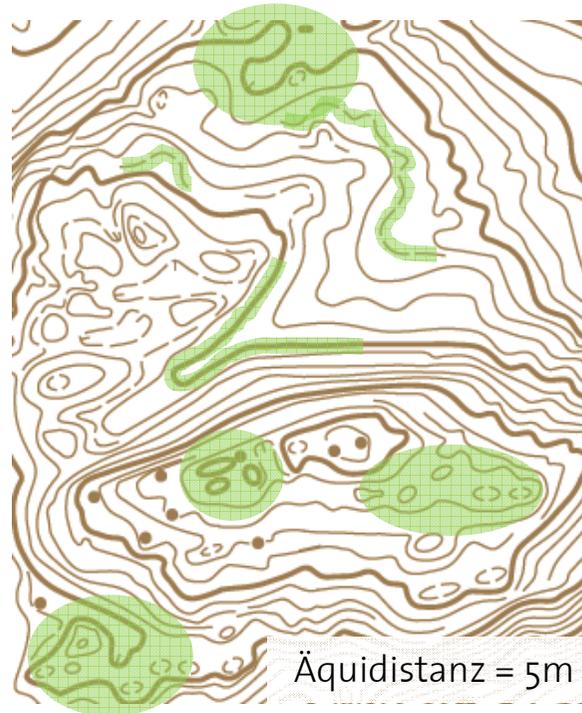


# Unterschiede zwischen den Höhenlinien

QGIS, OCAD, OL Laser



OL Karte



Karttapullautin



# Höhenlinien mit MATLAB berechnen

Daten einlesen &  
Koordinatensystem definieren

Undefinierte Werte  
interpolieren

Höhenlinien berechnen  
(contourc)

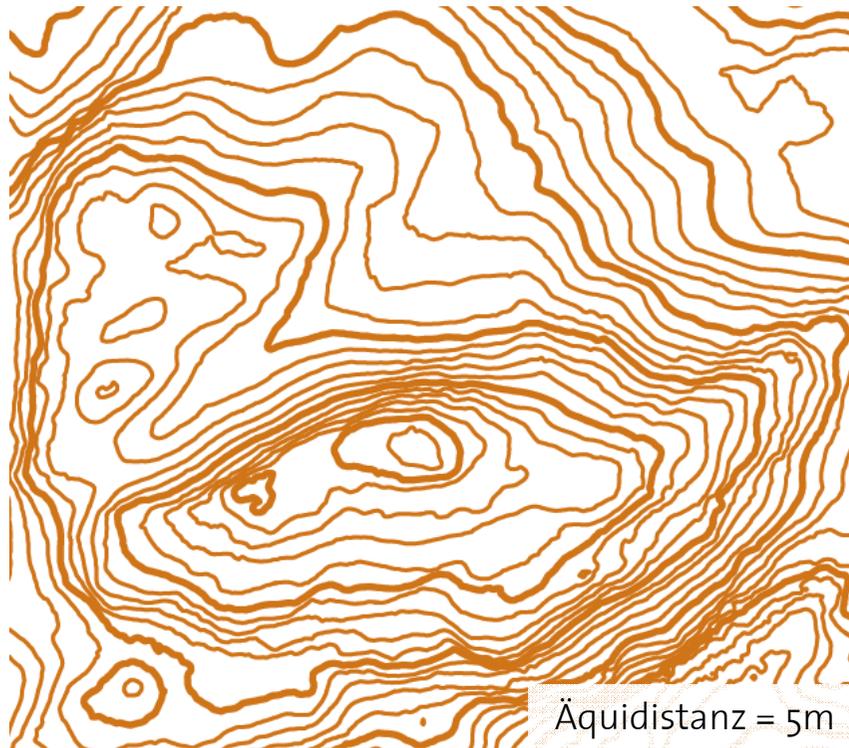
Höhenlinien glätten  
(Douglas-Peucker)

Höhenlinien plotten

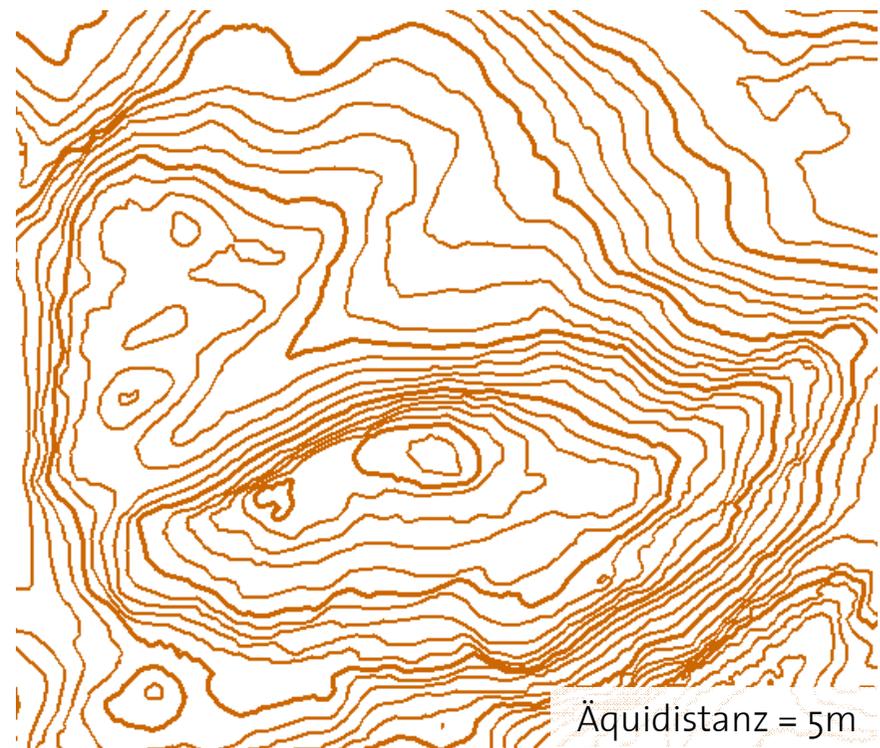


# Zwischenresultat

MATLAB



OCAD



# Kuppen und Mulden

DTM glätten

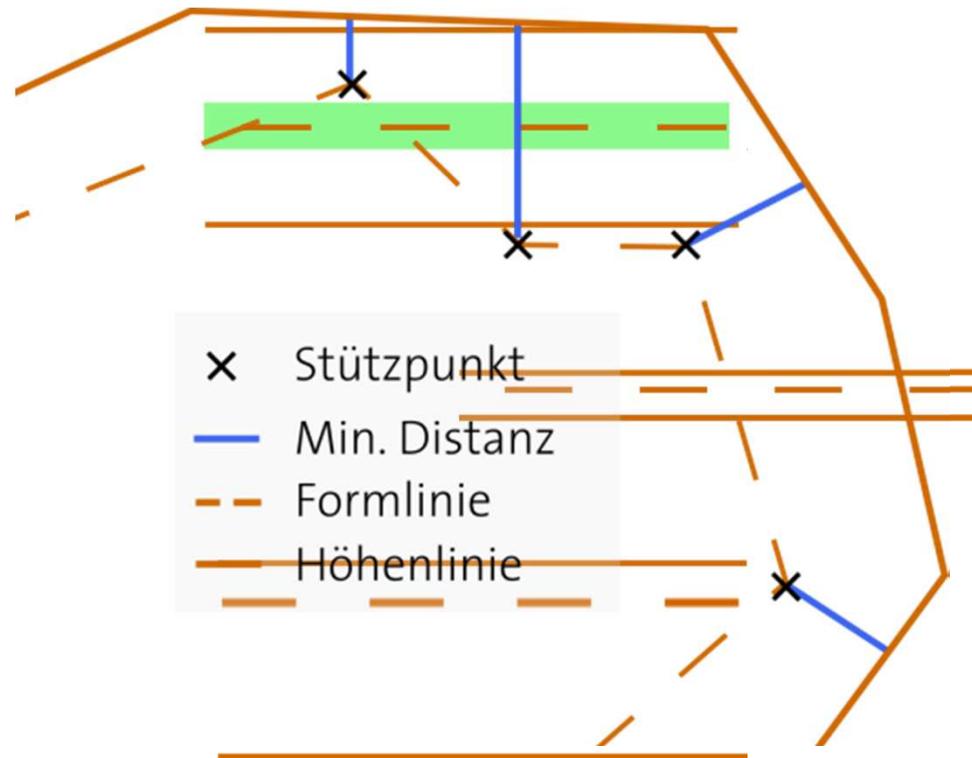
Mit 3x3 Maske nach lokalen  
Extrema suchen

Unterteilung Minima /  
Maxima

Extrema plotten



# Hilfshöhenlinien / Formlinie



# Hilfshöhenlinien / Formlinie

Benachbarte Höhenlinien der  
Formlinien finden

Relative Position der Formlinie  
berechnen

Unwichtige Teilstücke  
markieren

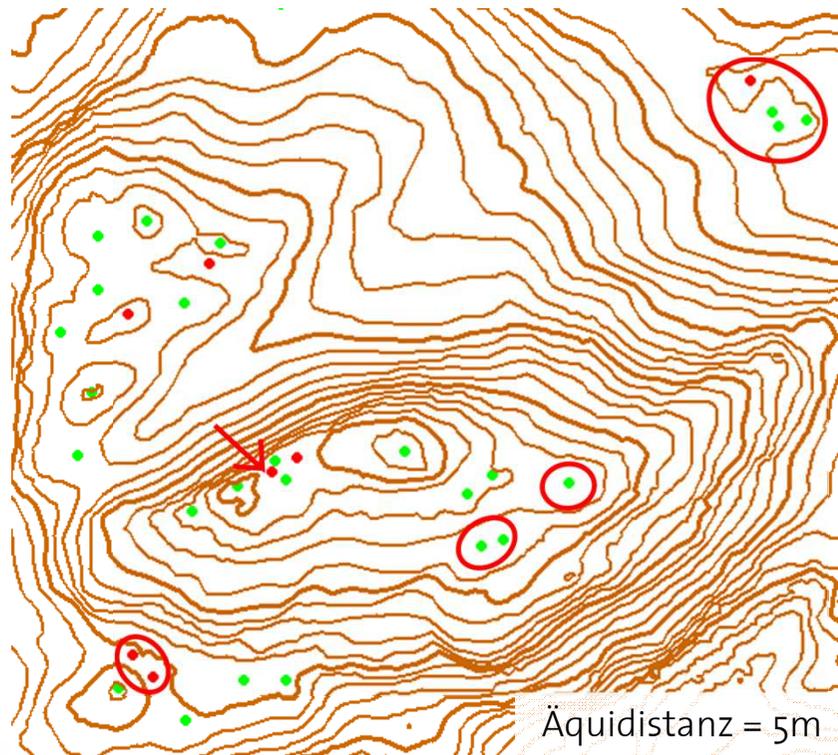
Formlinien zusammenfügen  
oder löschen

Formlinien Plotten



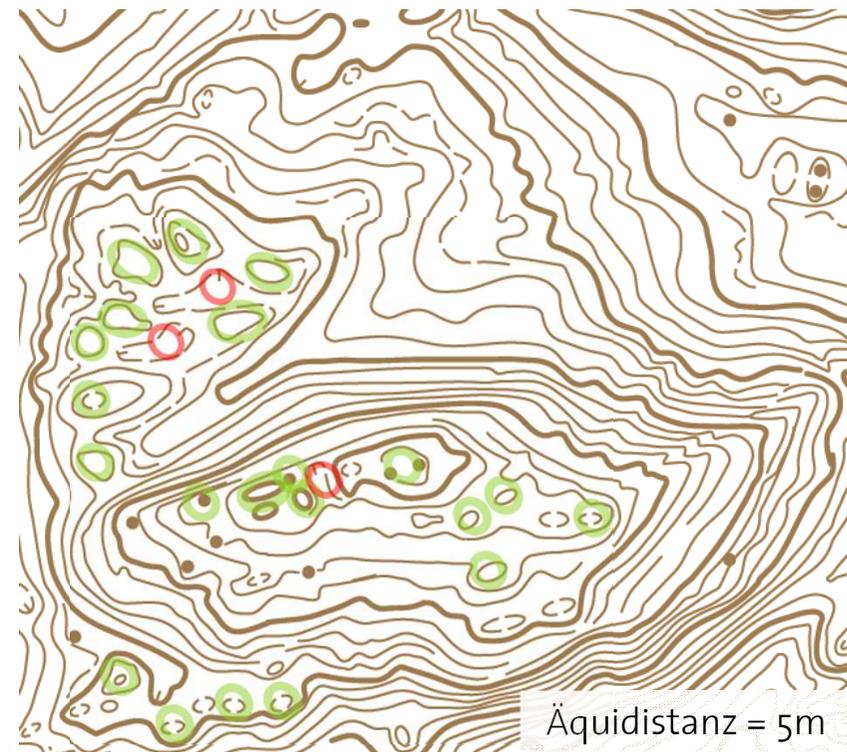
# Kuppen und Mulden

MATLAB



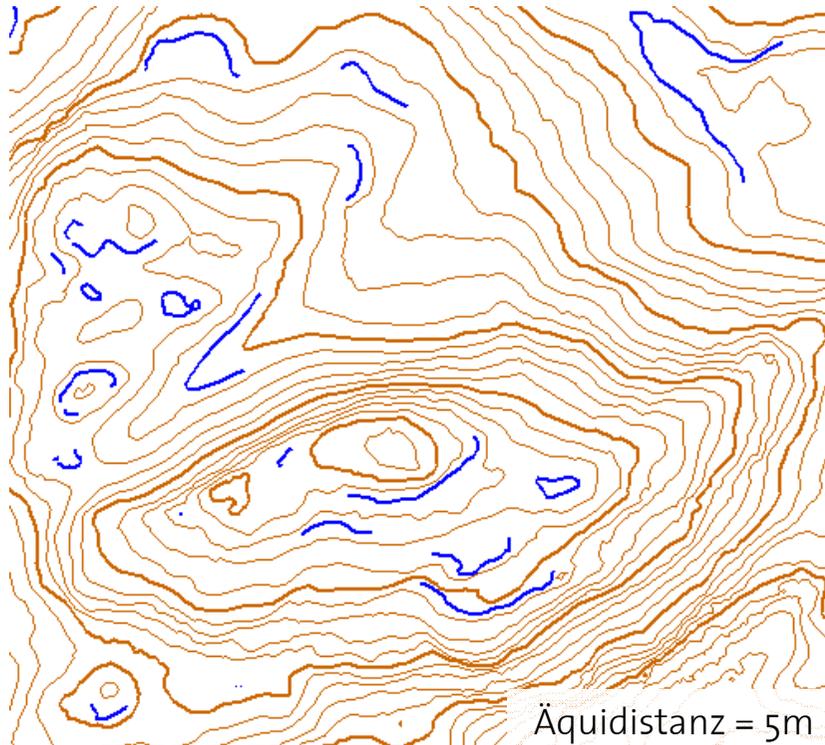
● Kuppen ● Mulden

OL Karte



# Formlinien / Hilfshöhenlinien

MATLAB

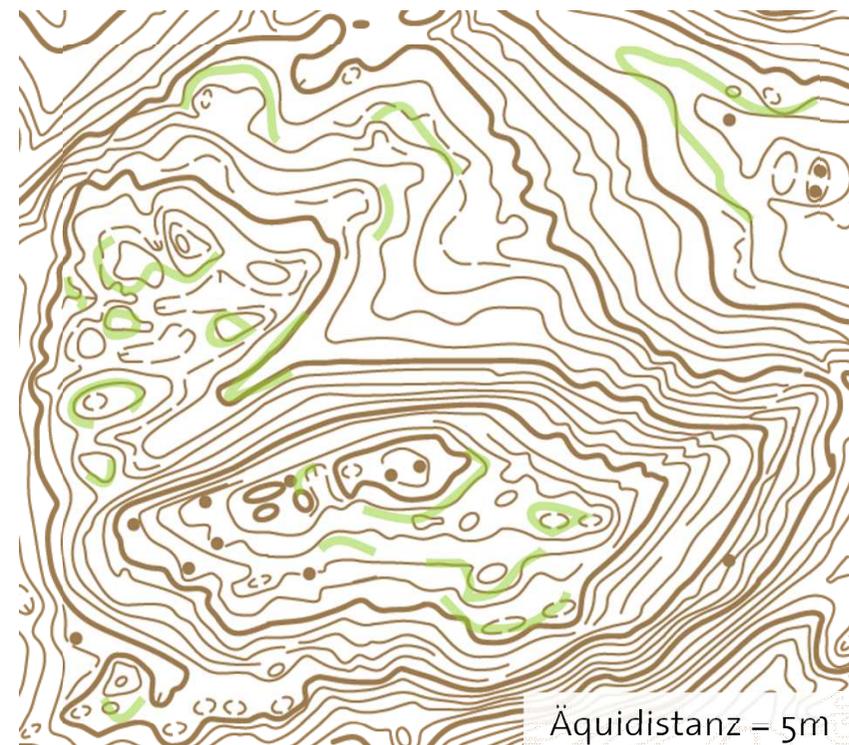


● Kuppen

● Mulden

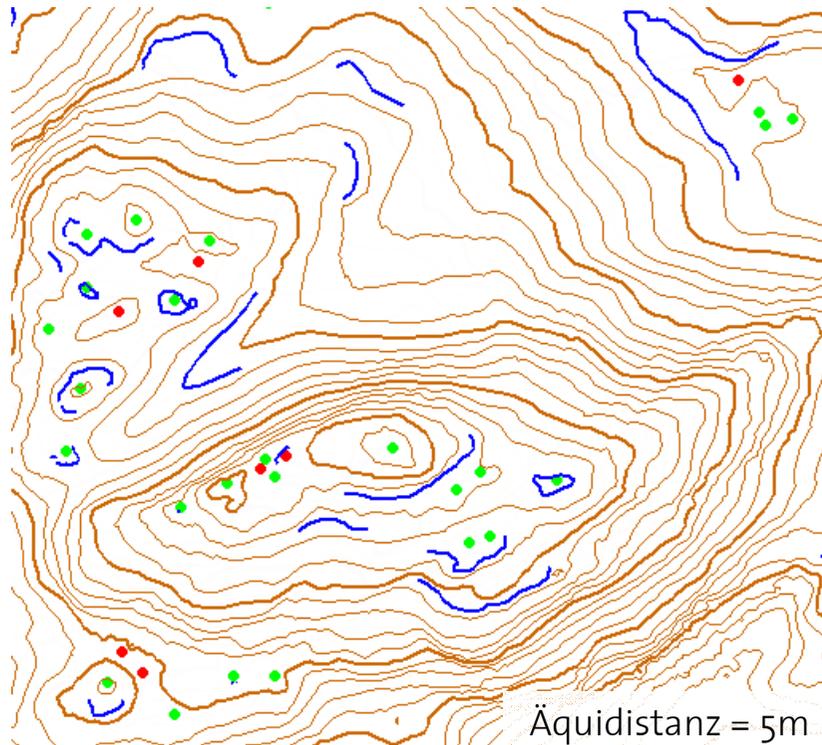
~ Hilfshöhenlinien

OL Karte



# Formlinien & Kuppen / Mulden

MATLAB



OL Karte



# Schlussfolgerung

- Kritische Geländeformen können automatisch erkannt werden
- OL Karte ist eine Interpretation des Kartenzeichners und beruht auf Grundlagedaten
- Algorithmus ist nicht auf besiedelte Zonen anwendbar, wenn die Gebäude nicht sauber entfernt wurden
- Resultate sind nicht als «ready to use» Höhenlinien für OL Karte zu verstehen sondern als Markierung der kritischen Stellen
- Zuverlässigkeit der gefundenen kritischen Stellen ist noch nicht so hoch → Anpassungen an Algorithmus und dessen Parameter nötig



# Ausblick

- Kuppen und Mulden, welche bereits durch Höhenlinien dargestellt werden, sollten in den meisten Fällen nicht auch als Punktobjekt erscheinen
- Kartenspezifikationen berücksichtigen (Wie gross muss eine Kuppe / Mulde sein, damit sie als Punktobjekt gezeichnet wird?)
- Überflüssige / verwirrende Höhenlinien erkennen und löschen
- Geländeformen für bessere Repräsentation der Objekte überzeichnen
- Vertikaler Versatz der Höhenlinien, um Hilfshöhenlinien zu vermeiden



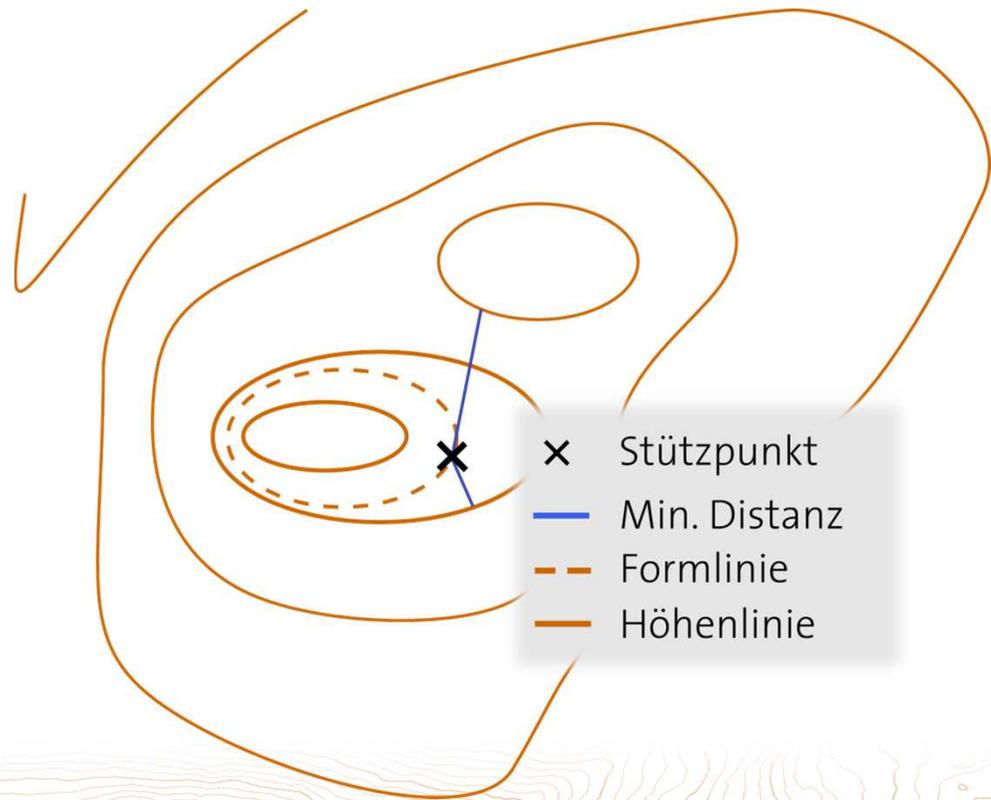
Danke für Ihre Aufmerksamkeit



# Diskussion und Fragen



# Benachbarte Höhenlinie finden



# OL Karte vs. ALS Daten

