

Zu beobachten gab es reichlich: Raubmöwen, Schneeschwalben, ein Seeleopard, Zügelpinguine und Zwergwale. Bei strahlendem Sonnenschein zog ich auf Fotopirsch, um fürs Album ein paar schöne Motive festzuhalten. Die Gletscher um mich herum übten eine magische Anziehungskraft auf mich aus – und gleichzeitig waren sie so abschreckend! Wie schön mag es jenseits der Eiskuppen sein? Doch Erfahrungen aus dem Berg- und Gletscherkurs lehrten mich Vorsicht. Ein Gletscher birgt viele, für einen Laien schwer erkennbare Gefahren in sich, Spalten sind nicht zu unterschätzen. Mein Respekt bändigte meine Abenteuerlust.

9 Das Ende

„Shackleton rettete seine Mannschaft bis auf den letzten Mann ...“ [6]

Am 12. Februar pünktlich um 8 Uhr morgens wurden wir vom Einholungskomitee mit Sekt empfangen. Wir boten unseren Gästen ein kaltes Buffet mit Käsespießen, Preiselbeer-Birnen, Kräckern, Salamibrot und Frischkäse-Pfirsichen – das Beste, was wir am letzten Tag noch zu bieten hatten.

Zurück an Bord ging das Schaukeln wieder los. Noch 13 Tage mußte ich durchhalten, bevor ich am 25. Februar in Ushuaia endlich wieder festen Boden unter den Füßen hatte. Erfüllt mit wunderbaren Erinnerungen an ein für mich einmaliges Erlebnis schloß ich

zusammen mit meinem Mann meine kleine Weltreise mit einem 3-wöchigen Urlaub im immergrünen Ecuador ab.

Zur Zeit arbeiten die Wissenschaftler emsig an der Aufbereitung und Auswertung der Daten. Erste Ergebnisse sind in Kürze zu erwarten.

10 Literatur

- [1] Reinke-Kunze, Ch.: Antarktis, Westermann Verlag, 1992
- [2] Dietrich, R., Dach, R., Engelhardt, G., Kutterer, H.-J., Lindner, K., Mayer, M., Menge, F., Mikolajski, H.-W., Niemeier, W., Orths, A., Perlt, J., Pohl, M., Salbach, H., Schenke, H. W., Schöne, T., Seeber, G., Soltau, G.: GAP: Ein geodätisches Antarktisprojekt zur Lösung geodynamischer Aufgabenstellungen, ZfV 2/1998
- [3] Dietrich, R. (Hrsg.): The Geodetic Antarctic Project GAP95 – German Contributions to the SCAR 95 Epoch Campaign, Deutsche Geodätische Kommission, Reihe B, Nr. 304, 1996
- [4] Matthey, H. v.: Zaubervelt der Antarktis (in: Antarktis von F. Lazi), Sigloch Edition, 1980
- [5] Shackleton, E. H.: 21 Meilen vom Südpol, Erster Band, Wilhelm Süsserott, Berlin
- [6] Stoll, V.: Die Antarktis, Silva-Verlag, Zürich, 1988

Anschrift der Verfasserin

Dipl.-Ing. (FH) Daniela Pohl, Mörikestraße 24, 27753 Delmenhorst

Eckhard Heller

Geo-Codierung in der Luftbildarchäologie

Überlagerung, Analyse und Visualisierung von heterogenen Datentypen

1 Überblick

Merkmale aus der Luftbildarchäologie werden photographisch aufgenommen, können digital weiter aufbereitet und als Ergebnis vielfältig grafisch dargestellt werden.

Man kann sich aber auch verschiedene „Datentöpfe“ vorstellen, die geeignet kombiniert und visualisiert eine weitergehende Analyse und Interpretation des „untergetauchten“ Bodendenkmals zulassen. So können einem Digitalen Geländemodell (als geodätische Referenz) raumbezogene Daten überlagert werden, z. B. in Form von geophysikalischen Meßdaten. Nur einige dieser vielfältigen Möglichkeiten werden hier nun vorgestellt durch das professionelle Analyse- und Visualisierungsprodukt IDL/ENVI aus den USA.

2 Das Analyse- und Visualisierungs-Werkzeug

IDL steht für „Interactive Data Language“, mit der in einer integrierten Umgebung all das zu bewerkstelligen ist, was mit der mathematischen Datenanalyse beginnt und bei der grafischen Visualisierung endet. Universell bedeutet, daß im weiten Feld der technisch-wissenschaftlichen Software ganz spezielle Kundenlösungen geschaffen werden können (mit dem GUI-Toolkit). Basis dafür ist die array-orientierte 4GL-Programmiersprache, mit der durch recht einfache Konstrukte Bearbeitungssequenzen zusammengestellt und sogar eigene (kundenspezifische) grafische Benutzeroberflächen (Graphical User Interface) generiert werden können. Die Ziel- bzw. Anwendergruppen kommen weltweit aus Astrophysik, Fernerkundung, Klimaforschung, Medizin, Ozeanographie und anderen geowissenschaftlichen Disziplinen. Input können die verschiedensten Datentypen (2D/3D) sein, Vektor-,

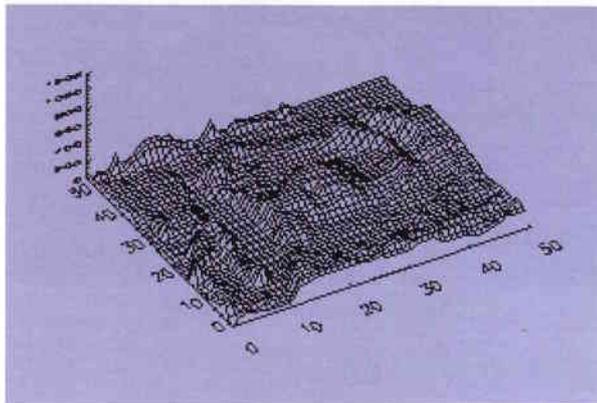
Rasterdaten oder unregelmäßig verteilte Massenpunktdaten. Die Verarbeitungsfunktionen kommen zum großen Teil aus der mathematisch-statistischen Analyse. ENVI ist ein auf IDL aufsetzendes Bildverarbeitungspaket mit vielfältigen Funktionen. Der Output bietet 2D-Plotting, 3D-Oberflächen-Plotting von durchsichtigen Drahtmodellen bis zu farbbelegten Schatten-Renderring-Ansichten. Animationen verknüpfen statische Einzeldarstellungen zu dynamischen Verläufen. Das ganze ist nicht speziell system-/plattformgebunden, sondern ist offen für alle gängigen Betriebssysteme.

3 Visualisierungsmöglichkeiten Einzeldarstellungen

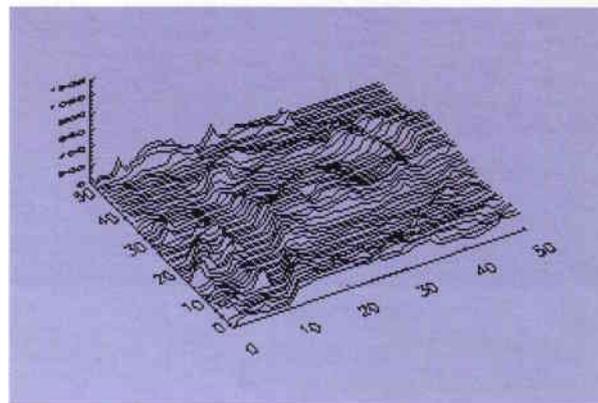
Um im folgenden auf die unterschiedlichen grafischen Ausprägungsformen eines Geländereiefs einzugehen, wird beim vorliegenden Datenmaterial (hier: Bilddaten im TIFF-Format; es könnten ebenso gut Punktdaten sein) folgende Annahme getroffen: Das Boden-/Feuchte Merkmal der Lüningsburg (Neustadt/Rbge.) zeigt zum einen helle und damit trockenere Oberbereiche, die als positive Höhen interpretiert werden können; zum anderen stellen sich dunklere Partien mit mehr Wasseranteilen als ehemalige Grabenbereiche und damit als negative Höhen dar. Für ein Digitales Geländemodell werden diese Strahlungsintensitäten einfach als Höhenwerte interpretiert. Die „Höhen“ der Intensitäten werden zwar nicht linear abhängig sein vom realen topographischen Höhenprofil, können aber zumindest die scheinbaren Höhenunterschiede einer vormals 3dimensionalen Ringwallanlage plastisch und in den ungefähren Größenverhältnissen reproduzieren.

Die folgenden Bildbeispiele zeigen nur einige Ausprägungen. Es handelt sich um Darstellungen der Oberflächenformen: als Drahtmodell, dann leicht abgewandelt in Profilscheiben, weiterhin als

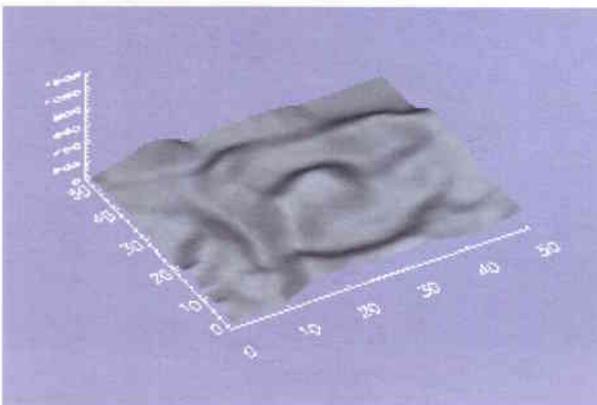
schattierte Modelle, aber in unterschiedlicher Oberflächendetailierung.



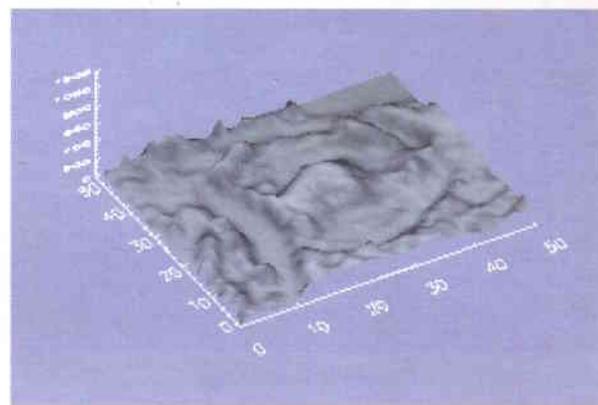
Drahtmodell



Profillinienmodell



Schattenmodell 1



Schattenmodell 2

Varianten dieser Abbildungen ergeben sich z. B. durch andere Achsbeschriftungen, Höhenskalierungen, Farbtabelle. Die Ansichten können auch durch interaktives „Click-and-Drag“ der Mausführung beliebig rotiert werden (INSIGHT).

Die Kürze und damit die Einfachheit und Mächtigkeit der IDL-Sprache wird im folgenden gezeigt an den obigen Schattenmodellen:

```
IDL> y = tiff_read ('c:\bilder\creaso\lu50m.tif')
IDL> shade_surf, y, zrange=[0,1200], ax=70
```

Die erste Zeile liest die TIFF-Datei in eine Variable ein, in der zweiten Zeile wird das Schattenmodell mit einer (zusätzlichen) Höhenskalierung (zrange) und Perspektive/Ansichtswinkel (ax) gesteuert und auf dem Bildschirm grafisch dargestellt.

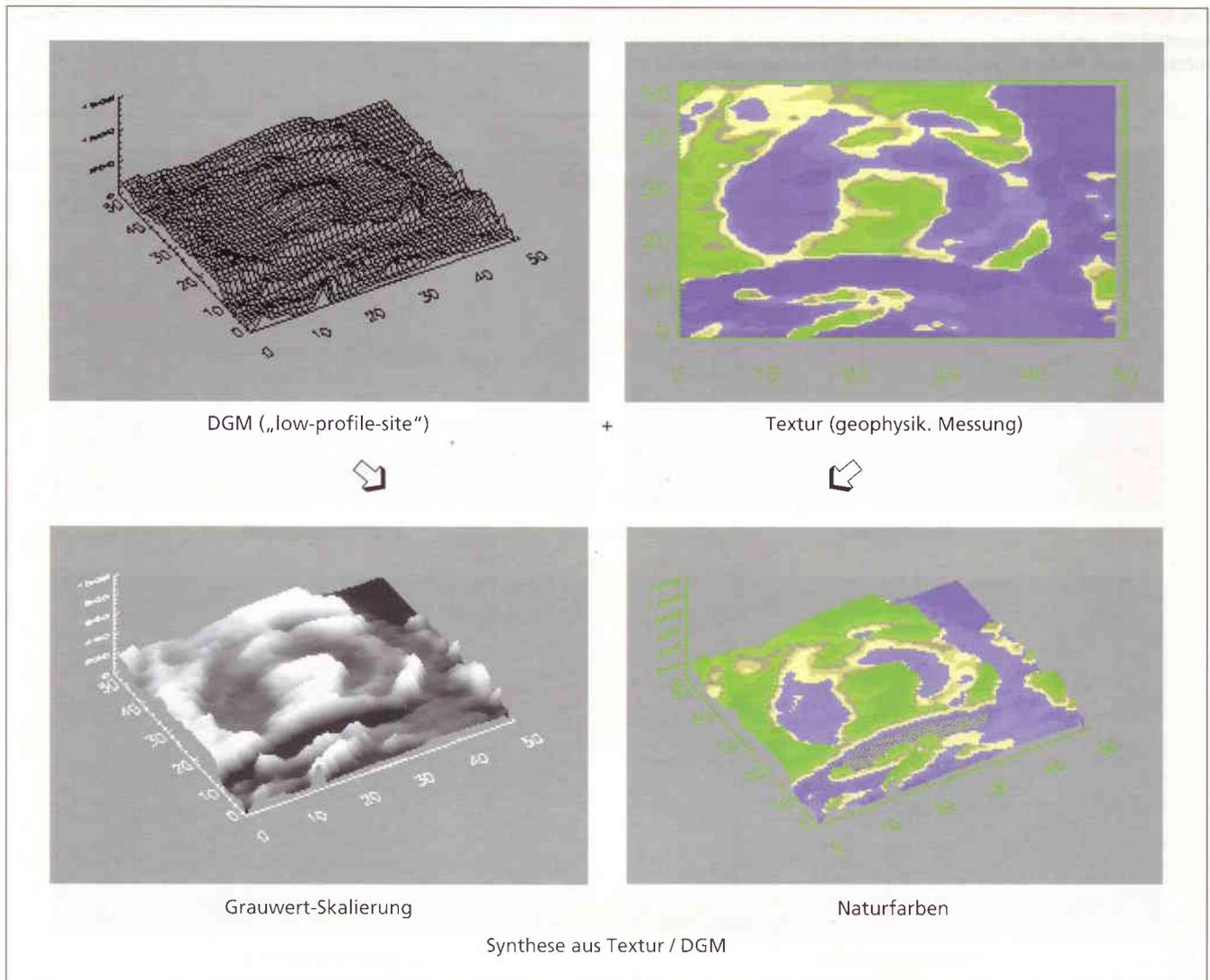
4 Kombination heterogener Daten

Das Ergebnis der Kombination der heterogenen Daten soll ein Digitales Geländemodell sein, welchem die eigentlich signifikante und aussagekräftigere Information in Form einer geoelektrischen Textur überlagert werden soll. Im GIS-Bereich (Geographische Informationssysteme) spricht man dabei von Geo-Codierung/-Referenzierung (Geocoding, Georeferencing). Ein Geländepunkt im DGM ist lediglich durch eine Koordinate $P(x,y,z)$ bestimmt; besitzt der Punkt außerdem eine (thematische) Zustandsgröße, so ist diese attributive Sachinformation in bezug auf den Geländepunkt „geo-referenziert“.

Um dieses zu erreichen, wird das vorliegende Bildmaterial für beide „Datentöpfe“ vorab (synthetisch) aufbereitet/abgewandelt. Für den ersten Fall wird das Luftbild großzügig tiefpaßgefiltert; d. h. höherfrequente Detailinformation wird herausgenommen, sodaß nur noch die „flauen“ Bildanteile übrig bleiben. Bei den Visualisierungsfunktionalitäten wird dieses verwachsene Bild im folgenden das „flache“ DGM repräsentieren.

Der zweite Datentopf soll die attributive Sachinformation in Form des unverfälschten luftbildarchäologischen Merkmals repräsentieren, bei dem die recht kontrastreichen Verfärbungen das Ergebnis einer geoelektrischen Messung sein sollen. Exemplarisch sollen diese beiden Datenarten ausreichen. Man kann sich zusätzliche Sachinformationen aus anderen Prospektionsverfahren vorstellen, die sich aber immer wieder auf dasselbe geodätische Grundgerüst (DGM) „geo-referenzieren“. Praktizierte Anwendung findet diese Datenverknüpfung seit langem in den Geowissenschaften bei multispektralen Satellitenaufnahmen: Kombinationen einzelner Spektralkanäle bieten unterschiedliche und neue Sichtweisen auf zu untersuchende thematische Zielgrößen.

Die Verbindung der sichtbaren Oberflächentopographie (DGM) mit einer Visualisierung der physikalischen Bodenzustandseigenschaften bietet als Kombinationseffekt einen noch höheren Informationsgrad als die getrennte Betrachtung der Einzel-Datentöpfe (⇒ Synthese aus Textur / DGM):



Die Visualisierung zeigt zuerst das Digitale Geländemodell als Unterlage bzw. als geodätische Referenz, hier als nur noch schwach ausgeprägte Oberfläche, zwar mit geringer, aber nicht zu vernachlässigender Profilmessung über das ehemalige Objekt („low-profile-site“).

Zusätzlich gibt es „kontrastreiche“ Daten aus geophysikalischen Raster-/Profilmessungen (geoelektrische, geomagnetische Verfahren). Diese beiden Datentöpfe einzeln betrachtet, bieten einen gewissen Informationsgrad, doch die Überlagerung vermittelt eine völlig neue Sichtweise, einmal in einer Standard-Grauskalierung, dann in natürlichen Geländefarben: Das DGM-Gerüst ist das gleiche wie oben; aber erst, wenn der kontrastreiche „Textur-Teppich“ über das durchsichtige „Drahtgestell“ gelegt ist, wirkt beides in einem sehr viel plastischer und bietet weit tiefergehende Interpretationsmöglichkeiten als die Einzelbetrachtungen.

5 Weitere Möglichkeiten

Eine weitere Analyseform ist das sogenannte „Fly-Through“, bei dem wie mit einem Hubschrauber durch alle Schluchten und Gräben der texturbelegten Geländetopographie hindurchgeflogen werden kann, um im kleinen scheinbar unbedeutende Details genauer vor Ort zu inspizieren.

Hier nicht angewandt, aber mittlerweile technisch möglich ist folgende Vorgehensweise: Die bisher verwendeten attributiven

Sachdaten gelten bei einer Koordinate X, Y, Z für einen gesamten Tiefenbereich als konstant. Werden bei einem geomagnetischen Meßverfahren die Daten tiefenstufen-bezogen (3D) aufgezeichnet, so bietet IDL die Möglichkeiten 3dimensionaler Volumenanalysen. Die diskreten Meßpunkte, selbst wenn sie unregelmäßig verteilt vorliegen, können durch räumliche Interpolationsalgorithmen zu einem (Fast-)Kontinuum verrechnet werden. Durch beliebige Subvolumina/Profilschnitte kann das Innere bis ins Detail visuell analysiert werden. So ist das Ergebnis wie eine Durchleuchtung des unterirdischen Bodens, in dem sich z. B. altes Mauerwerk geomagnetisch als Störkörper von seiner Umgebung abhebt. Das Prinzip dieser 3D-Visualisierung kennen wir schon von eindrucksvollen Raumansichten des Körperinneren aus der Computer-Tomographie.

IDL/ENVI wird u. a. bei Großforschungseinrichtungen und vielen anderen namhaften Institutionen weltweit viele Tausendmal mit Erfolg genutzt. Das durchexerzierte Beispiel basiert nur auf einem sehr eingeschränkten Funktionsumfang der Visualisierungstools; vielfältige Möglichkeiten, nicht nur im Spektrum der archäologischen Prospektionsverfahren, lassen sich nur erahnen. Die gesamte Bildverarbeitung ENVI blieb hier außen vor und stellt ein weiteres Potential dar.

Anschrift des Verfassers

Dipl.-Ing. Eckhard Heller, Aplerbecker Str. 359, 44287 Dortmund
Tel. (0231) 45 92 73, E-Mail: fam.heller@online.de