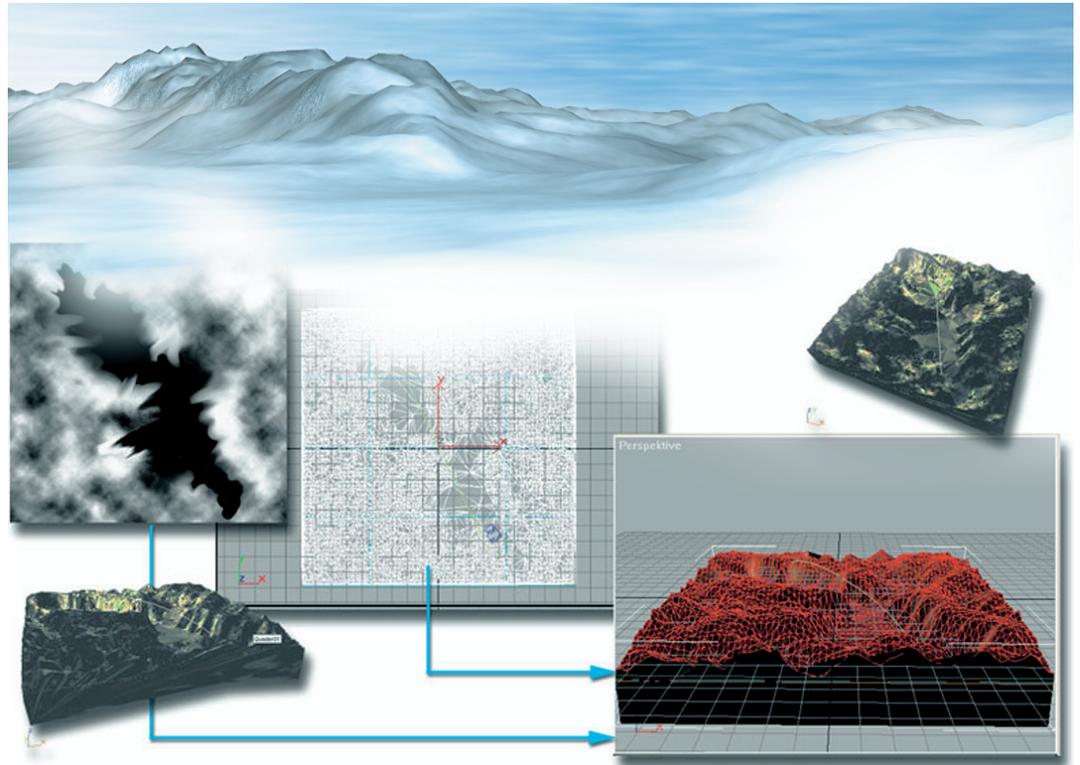


# Grundlagen zur Visualisierung von Geländedaten

Dieser Artikel beantwortet grundlegende Fragen zur Visualisierung raumbezogener Daten: was raumbezogene Daten sind, woher diese stammen und welche Notwendigkeiten und Möglichkeiten zur Präsentations-Visualisierung damit verbunden sind. Dabei wird auch auf die Weiterbearbeitung von Geodaten in 3D-Animationsprogrammen eingegangen.



Der 3D-Gestalter hat sich im Bereich der Präsentation/3D-Visualisierung in der Regel mit zwei Arten der Geo-Visualisierung auseinander zu setzen:

► Visualisierung „echter“ Geodaten aus unterschiedlicher Herkunft

3D-Artists müssen sich bei Produktionen wie der Visualisierung eines Bauprojekts oft auch mit der Weiterverarbeitung von Geodaten in 3D-Programmen beschäftigen. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten des Datenaustauschs

► Visualisierung „beliebiger“ Geländedaten für 3D-Szenenhintergründe (z.B. beliebige 3D-Umgebungen, Spiele, etc.)

Die erste Art der Visualisierung bedingt eine Auseinanderset-

zung mit realen Daten, mit der Zielgruppe, für welche diese Daten dargestellt werden sollen und mit den unterschiedlichsten Datenformaten und ihren Koordinatensystemen.

„Echte“ Geodaten aus verschiedenen Bereichen werden auf unterschiedliche Art und Weise präsentiert. Eine der am häufigsten anzutreffenden Arten ist die Ausgabe auf Printmedien in Form von Kartenmaterial. Allerdings stößt dieses „klassische“ 2D-Kartenmaterial schnell an seine Grenzen, denn Ingenieure, Techniker und Sachverständige fordern verstärkt eine Interaktion mit diesen Informationen, da die Ausgabe als Plan beziehungsweise Karte nur einen eingeschränkten Zugriff auf die benötigten Informationen liefert. Schneller Zugriff und Zu-

satznutzen durch verknüpfte Attributinformationen stehen immer mehr im Vordergrund.

Die zweite Art der Visualisierung unterliegt der gestalterischen Freiheit und dem Geschmack des Künstlers der diese erstellt. Zu den Möglichkeiten der Generierung von beliebigen Geländemodellen mit 3ds max werden Sie in der nächsten Ausgabe der dp mehr erfahren.

Somit erfordert die Vermittlung komplexer Sachverhalte, die in reinen 2D-Informationen nur schwer zu kommunizieren sind, neue Arten der Aufbereitung – zumal es nicht jeder Betrachter gewohnt ist, aus zweidimensionalen Informationen dreidimensionales zu abstrahieren und zu verstehen.

GIS-Systeme definieren im technischen Bereich die Standards für

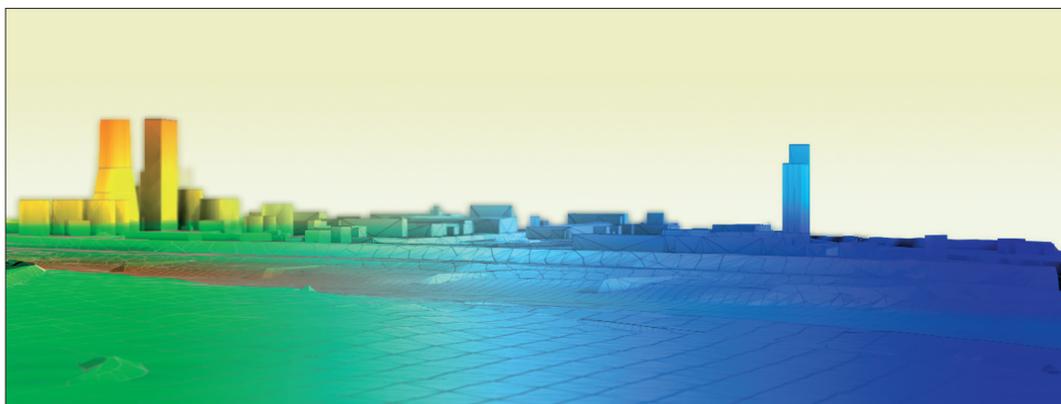
## Über den Autor

Rüdiger Mach absolvierte ein Ingenieursstudium des Wasserbaus und arbeitet als freier Autor, Ingenieur und Lehrbeauftragter in den Bereichen der technisch-wissenschaftlichen Visualisierung. In der Ingenieurpartnerschaft art & engineering und dem gemeinnützigen Forschungsinstitut IFMW GmbH ist er verantwortlich für 3D-Visualisierung, wissenschaftliche Ergebnisdarstellung und alles, was mit Gestaltung und der Kommunikation visueller Problemlösungen zu tun hat.

<http://www.arteng.de> – Website art & engineering, kauppert und mach Ingenieurpartnerschaft

<http://www.ifmw-ka.de> – Website IFMW gGmbH, Gemeinnütziges Institut für Forschung und Medientechnologie im Wasserbau

Kontakt: [3d\\_info@arteng.de](mailto:3d_info@arteng.de)



Digitales Geländemodell ohne „Realmaterialien“ mit Farbverläufen in 3ds max visualisiert

```

EBBS02900000AKND000000 0000ULQA0000001000190462 0
EBBS00640000BKRT00001 0000IBENKRT 34557 2 00000040000034557 3 664956000000
EBBS00460000INF000002 0000ULOTEX 0001
EBBS01900000OTEX000003 0000ULOTEX 0009HLVA Translator Version 2.12. Dateiname = 92_7024.sos , EDBS-Name = ;
EBBS03390000FEIN000004 0000ULBN 0001000134557 2 51687813354400000010001104310401R*x3NPUL1941025 00040
EBBS00600000FEIN000005 0000ULTANN 00010001*x3NPU 5010001FTR 2000
EBBS02070000FEIN000006 0000ULBN 0001000134557 2 5169988498751000000010001104310501L*x3NQL1941025 00020
EBBS01320000FEIN000007 0000ULBN 0001000134557 2 51699884987510001000134557 2 520024870910110001000110431F
EBBS01320000FEIN000008 0000ULBN 0001000134557 2 51661384858910001000134557 2 516998849875110001000110431F
EBBS01320000FEIN000009 0000ULBN 0001000134557 2 51616384407090001000134557 2 516613848589110001000110431F
EBBS01320000FEIN000010 0000ULBN 0001000134557 2 51254481891240001000134557 2 516163844070110001000110431F
EBBS02120000FEIN000011 0000ULBN 0001000134557 2 50255275607630001000134557 2 512544818912150001000110431F
EBBS00710000FEIN000012 0000ULTANN 00010001*x3NQE 5010002IBD 9997WDM 1303
EBBS00490000FEIN000013 0000ULTANN 00010001*x3NQE0013010000
EBBS00900000FEIN000014 0000ULTANN 00010001*x3NQE0021010000
EBBS00490000FEIN000015 0000ULTANN 00010001*x3NQE0030010000
EBBS00490000FEIN000016 0000ULTANN 00010001*x3NQE0048010000
EBBS00490000FEIN000017 0000ULTANN 00010001*x3NQE0056010000
EBBS01510000FEIN000018 0000ULBN 0001000134557 2 5162778497839000000010001104310601L*x3NQL1941025 00010
EBBS01520000FEIN000019 0000ULBN 0001000134557 2 51627784978390001000134557 2 520024870910150001000110431F
EBBS01320000FEIN000020 0000ULBN 0001000134557 2 51229482209750001000134557 2 516089849477110001000110431F
EBBS01320000FEIN000021 0000ULBN 0001000134557 2 51180781870900001000134557 2 512294822097110001000110431F
EBBS01320000FEIN000022 0000ULBN 0001000134557 2 51608984947700001000134557 2 516277849783110001000110431F
EBBS02120000FEIN000023 0000ULBN 0001000134557 2 50169075579870001000134557 2 511807818709150001000110431F
EBBS00490000FEIN000024 0000ULTANN 00010001*x3NQT 5010000
EBBS00900000FEIN000025 0000ULTANN 00010001*x3NQT0010100048RF 60FRT 2301FSZ ZUS 1100
EBBS00900000FEIN000026 0000ULTANN 00010001*x3NQT00210100048RF 60FRT 2301FSZ ZUS 1100
EBBS00900000FEIN000027 0000ULTANN 00010001*x3NQT00300100048RF 60FRT 2301FSZ ZUS 1100
EBBS01510000FEIN000028 0000ULBN 0001000134557 2 5034027562130000000010001104310601L*x3NQL1941025 00010
EBBS01720000FEIN000029 0000ULBN 0001000134557 2 50340275621300001000134557 2 506241771274150001000110431F
EBBS01520000FEIN000030 0000ULBN 0001000134557 2 50624177127490001000134557 2 509311791855150001000110431F
EBBS01520000FEIN000031 0000ULBN 0001000134557 2 50931179185500001000134557 2 51326819032150001000110431F
EBBS01320000FEIN000032 0000ULBN 0001000134557 2 51608984947700001000134557 2 517534848683110001000110431F
EBBS01320000FEIN000033 0000ULBN 0001000134557 2 5132681903200001000134557 2 516078483854110001000110431F
EBBS01320000FEIN000034 0000ULBN 0001000134557 2 51753484868380001000134557 2 517719848967110001000110431F
    
```

Beispieldatensatz einer ATKIS-Datei

Darstellung und Analyse räumlicher Daten. Das Internet bietet eine breite Verfügbarkeit von Geodaten mit unterschiedlichen Arten der Aufbereitung und multimedialen Präsentationsformen. Hierbei wird auch immer stärker ersichtlich, wie sehr sich diese Geodarstellungen an Zielgruppen wie dem normalen Nutzer oder interessierten Betrachter orientieren. Geodatenserver liefern die Grundlage für unterschiedliche Arten der Darstellung und ermöglichen eine hohe Verfügbarkeit digitaler Geländeinformationen weltweit. Eine dreidimensionale Darstellung von Informationen kann in unterschiedlicher Art und Weise umgesetzt werden. Je nach Anforderung lassen sich Geodaten in 3D-Darstellungen realitätsnah oder stark vereinfacht beziehungsweise sogar symbolhaft anzeigen oder durch aufwändige Visualisierung mit entsprechenden Visualisierungswerkzeugen realistisch präsentieren.

**Die verschiedenen Geodaten und ihre Herkunft**

Unterschiedliche Erhebungsarten liefern unterschiedliche Datenformate. Von Laserscan-Befliegungsdaten über Querprofilinformationen bis hin zur Lieferung kompletter digitaler Geländemodelle – all diese Daten werden erfasst und entsprechend ihrer Herkunft aufbereitet, plausibilisiert und entsprechend ihrer weiteren Verwendung für entsprechende Programmmodule und Ausgaben bearbeitet. Die zur Darstellung von geografischen Informationen benutzten Daten lassen sich allgemein in Geometrie- und Sachdaten aufteilen. Die Geometriedaten bestehen aus den Grundtypen Punkt, Linie und Polygon. Grundsätzlich liegen Geodaten in drei Arten vor:

- ▶ **Vektordaten:** Kontur- oder Höhenlinien (Isolinien) oder Polygonzüge aus Messungen,

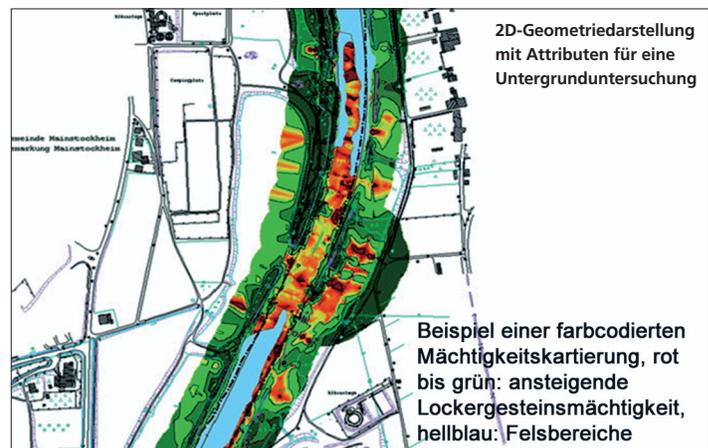
reoaufnahmen werden dabei Punkte in einem definierten 3D-Koordinatensystem errechnet und hieraus ein Raster-DGM interpoliert.

**Visualisierungsgrundlage: Digitale Geländemodelle**

Die Grundlage der Visualisierung von Geodaten bildet ein digitales Geländemodell. Weitere Bezeichnungen für digitale Geländemodelle sind „Digitales Landschaftsmodell“, „Digitales Höhenmodell“ und „Digital Elevation Model“. Die unterschiedlichen Bezeichnungen beinhalten auch verschiedene Dateninhalte. So besteht ein Digitales Geländemodell aus der reinen Geometrieinformation zur Beschreibung der Geländeoberkante, ein Landschaftsmodell hingegen beinhaltet unter Umständen auch Gebäudeinformationen und dient oft als Grundlage für die Auswertung von statistischen Untersuchungen. Grundsätzlich werden digitale Geländemodelle nach der Art der Geometriedatenverwaltung und zwei maßgeblichen Kriterien unterschieden:

- ▶ **Rasterdaten:** Bilddaten als BMP, JPEG, GIF, georeferenzierete TIF, etc.
- ▶ **Sachdaten:** Zusätzliche Informationen, über die reine topografische Darstellung hinausgehen. Diese Sach- oder Attributdaten beinhalten beispielsweise Informationen über statistische Auswertungen. Luftbilder und Satellitenaufnahmen stellen auf der einen Seite die Grundlage für die Erstellung digitaler Geländemodelle dar, auf der anderen Seite sind sie wichtige Bestandteile einer dreidimensionalen Visualisierung, da sie – als Mapping verwendet – der Szene den Realitätsbezug auch ohne aufwändige Modellierungsarbeit ermöglichen. Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen erstellt beispielsweise digitale Geländemodelle aus Luftbilddaten. Aus Ste-

- ▶ **Raster-DGM**
  - ▶ **TIN**
- Unter einem Raster-DGM ist ein gleichmäßiges Raster mit definierter Weite (z.B. 25 Meter oder 50 Meter) zu verstehen. Jedem Rasterpunkt wird eine Höhe zugewiesen. Der Vorteil eines Raster-DGM besteht darin, dass der Aufbau der 3D-Daten über eine Matrix sehr schnell erfolgen

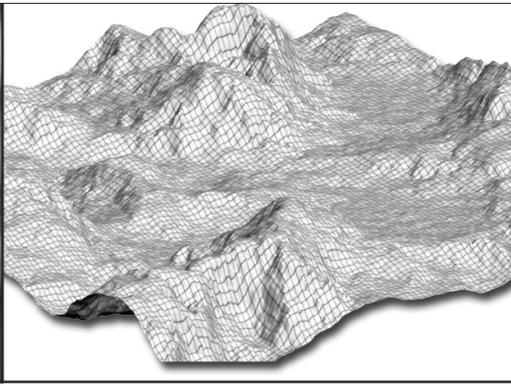


2D-Geometriedarstellung mit Attributen für eine Untergrunduntersuchung

Beispiel einer farbcodierten Mächtigkeitskartierung, rot bis grün: ansteigende Lockergesteinsmächtigkeit, hellblau: Felsbereiche



8 Bit DGM



Wireframe Modell

Erstellung eines Gittermodells aus einem Graustufenbild

Grenzmeridians 7° 30' gelegenen Punkte sind auf den Mittelmeridian 6° und die östlichen auf den Mittelmeridian 9° bezogen.

**Schnittstellen zur 3D-Visualisierung**

Die Schwierigkeit bei der Umsetzung von Visualisierungsvorhaben mit gängigen Geländemodellierungswerkzeugen liegt in der Qualität der Ausgabe. So lassen sich bereits in GIS-Applikationen hervorragende 3D-Darstellungen generieren und Auswertungen der Daten vornehmen. Für eine hochwertige Visualisierung sind diese Programme aber weder gedacht noch geeignet.

Spezielle Programmanwendungen haben sich auf die Visualisierung von Geodaten spezialisiert, wie beispielsweise der World Construction Set von 3D Nature oder diverse Plug-In-Anbieter für alle gängigen 3D-Programme. Allerdings scheitert die Umsetzung der Daten meist an der Lesbarkeit von öffentlichen Daten wie etwa Atkis und anderen, die für Präsentations-Visualisierungen nicht konzipiert wurden. Hier hilft nur der Einsatz eines GIS-Systems mit entsprechenden Erweiterungen, um die Daten zu lesen und für die weitere Verwendung im Rahmen einer Visualisierung zu bearbeiten und zu exportieren. Viele Planer erstellen mit speziellen, für CAD-Plattformen programmierten Werkzeugen ihre digitalen Geländemodelle, deren weitere Präsentation in 3D-Anwendungen

kann und die Darstellung wenig Speicherplatz erfordert, da nicht für jeden Punkt alle Raumkoordinaten vorgehalten werden müssen.

TIN oder genauer Triangulated Irregular Network wird durch eine dreiecksvermaschte Definition der Geländeoberfläche beschrieben. Jedem Punkt des Geländes sind XYZ-Koordinaten zugewiesen.

Eine Dreiecksvermaschung stellt grundsätzlich die Basis der Bearbeitung in 3D-Visualisierungswerkzeugen dar. Auch lassen sich in dreiecksvermaschten Gittern Bruchkanten darstellen.

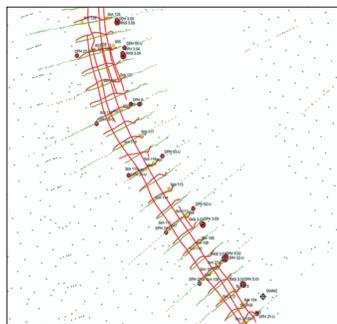
In der Regel wird sich der 3D-Anwender, der sich gerade mit der

Problematik der Visualisierung auseinandersetzt, nicht unbedingt mit der Erstellung eines eigenen Geländemodells beschäftigen. Aber es ist nicht unwichtig, einige Kriterien, die zur korrekten Wiedergabe von Geländemodellen nötig sind, zu kennen. Hierzu gehören unter anderem die Bruchkanten. Bruchkanten sind Polygonzüge, die beispielsweise den Verlauf eines Dammes genau beschreiben. Liegt ein Raster-DGM zugrunde, so lassen sich hier Bruchkanten nicht abbilden, was zu ungenauen Darstellungen führen kann. In einem TIN, welches nicht an ein definiertes Raster gebunden ist, lassen sich ohne Probleme belie-

in sogenannten Gauß-Krüger-Koordinaten angegeben. Gauß-Krüger-Koordinaten sind ebene, rechtwinklige Koordinaten, die aus Rechts- und Hochwert (zweidimensional) bestehen.

Die Erdoberfläche, die ja annähernd die Form einer Kugel hat, muss auf einer Ebene abgebildet werden. Hierbei soll die Längen-, Winkel- und Flächentreue möglichst gewahrt werden. Zur Vermeidung störender Abbildungsverzerrungen auf die Gauß-Krüger-Abbildungsebene dürfen die Rechtswerte bestimmte Beträge nicht überschreiten. Es wurden daher Abbildungsstreifen mit einer seitlichen Ausdehnung von drei Längengraden (Meridianstreifensysteme) festgelegt. Der Rechtswert eines Punktes ist dann der senkrechte Abstand vom Mittelmeridian des Abbildungsstreifens. Der Hochwert ist der Abstand des Punktes vom Äquator, gemessen entlang des Mittelmeridians.

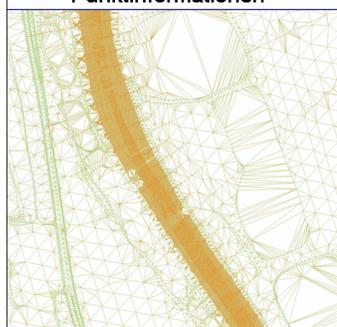
Rheinland-Pfalz beispielsweise liegt im Bereich zweier Mittelmeridiane. Die Gauß-Krüger-Koordinaten der westlich des



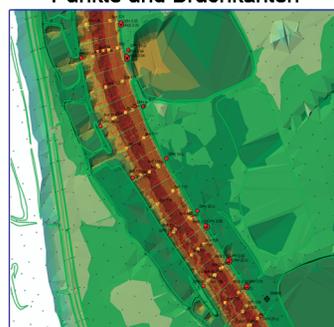
Punktinformationen



Punkte und Bruchkanten

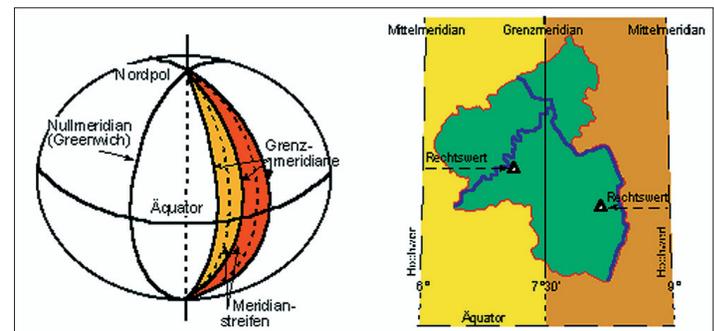


Generiertes TIN

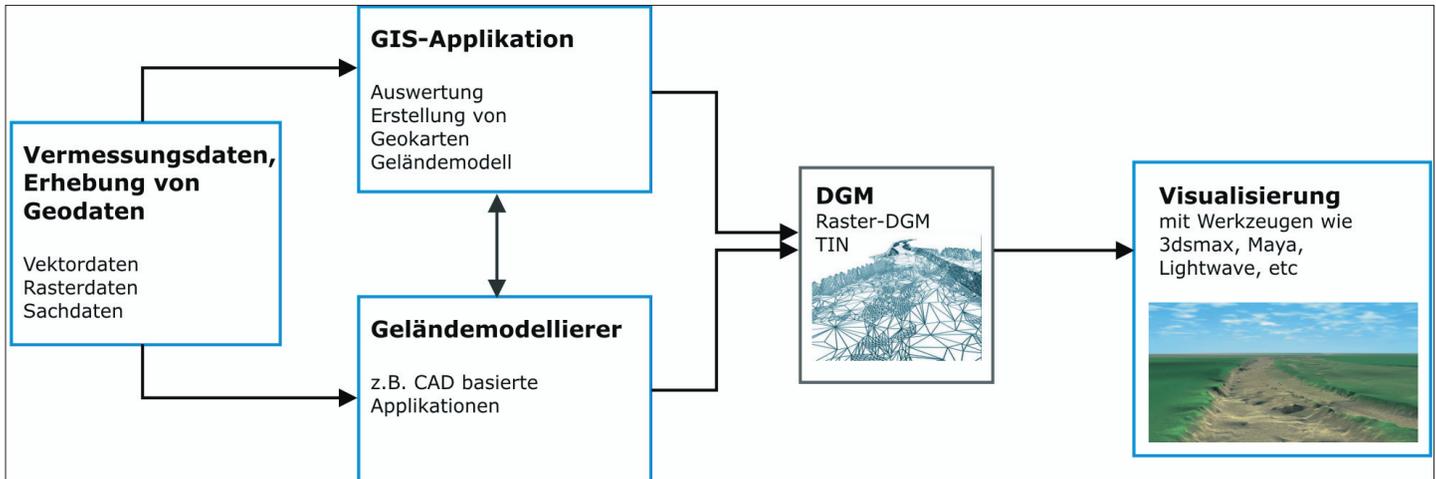


Geshadete Ansicht

Bild mit Oberfläche aufgrund Rasterdaten, Bruchkanten mit Punkten und dem aus den Punkten und Bruchkanten erzeugten TIN



Gauß-Krüger-Koordinaten: Bilddaten und Angaben vom Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz



Gängiger Datenfluss bei der Erstellung einer 3D-Visualisierung aus Geodaten

gen umgesetzt werden soll. Solche Programme, wie z.B. AutoTerrain oder GeoCAD als AutoCAD-Applikationen bieten entsprechende Ausgaben der Daten als DWG- oder DXF-Daten.

In der Regel besitzt der 3D-Anwender oder -Visualisierer keine GIS-Applikation. Dennoch gibt es Möglichkeiten solche Daten zu handhaben. Der erste Ansatz führt zum Gespräch mit dem Auftraggeber und der Frage nach dem geeigneten Austauschformat. So ermöglichen GIS-Produkte wie beispielsweise ArcView von ESRI die Umwandlung von Raster-DGM in TIN und eine Ausgabe von CAD-Daten in Formaten wie DWG oder DXF.

Was immer funktioniert, ist die Ausgabe der Geländeinformationen als Punktdaten mit Rechtswert, Längswert und Hochwert (YXZ) im jeweiligen Koordinatensystem (etwa Gauß-Krüger).

Die meisten 3D-Programme sind in der Lage CAD-Daten, zumindest das Autodesk-Austauschformat DXF (Data Exchange Format) oder ASCCI-Punkt-Daten, zu importieren. Auch VRML (Virtual Reality Modeling Language) ist ein oft benutztes Datenaustauschformat. Vorsicht ist jedoch geboten, denn bei der Erstellung eines Geländemodells werden in der Regel Bezugskordinatensysteme verwendet, deren Koordinaten für eine Aufblähung des Speichers sorgen.

Ein Beispiel: Sie arbeiten mit einem CAD-Programm und Gauß-Krüger-Koordinaten zur Beschreibung ihrer Landmarken. Sie haben ein Geländemodell und wollen dieses in einem 3D-Programm visualisieren. Das Geländemodell ist in ihrem CAD-Programm mit den Originaldaten versehen, sie wollen schließlich konstruktive Informationen auswerten. Stellen wir uns vor, die Koordinatenwerte liegen in einer Größenordnung von  $10^7$  Einheiten (Meter) vor (z.B. 34.000.000, 5.500.000).

Stellen wir uns weiter vor, Sie importieren diese Daten in ein 3D-Programm. Sie werden feststellen, dass unter Umständen aufgrund der hohen Werte, die den aufzubauenden Polygonen zugrunde liegen, diese nicht mehr korrekt wiedergegeben werden. Verschieben Sie die Objekte ihrer Zeichnung jedoch vor dem Export um z.B.  $10^6$  Einheiten (hier Meter) in Richtung Ursprung, verkleinern Sie die Werte, ohne die Darstellung als solche zu verändern – Koordinaten können Sie im 3D-Programm dann aber nur noch unter Verwendung dieses Verschiebevektors ermitteln. Auch tauchen die üblichen Probleme wie umgekehrte Normalenausrichtung und die damit verbundene Materialfehlbelegung sozusagen als Standardproblem immer wieder auf.

Sie haben in dieser kurzen Übersicht einen Einblick zum Thema

Geodaten erhalten und hoffentlich auch ein paar zusätzliche Kenntnisse gewonnen sowie die Begrifflichkeiten kennen gelernt. Mehr zu den ein-

zelnen Methoden zur Umsetzung von Geodaten in 3ds werden sie in der nächsten Ausgabe erfahren.

**Rüdiger Mach**

### Weitere Informationen zum Thema

- Fritsch B. (2002): Positionsbezogene Dienste: mit Mehrwert angereicherte Geodaten. Geo-Informationssysteme, 9/2001.
- Almer A., Stelzl H. (2002): Multimedia Visualisation of Geo-information for Tourism Regions based on Remote Sensing Data: ISPRF-Technical Commission IV/6, ISPRF Congress Ottawa, 8th-12th July 2002
- Almer A., Nischelwitzer A.K. (2000): Visualisation of Leisure & Tourism Information based on Remote Sensing Data: ISPRF-Technical Commission V/5, ISPRF Congress Amsterdam, 16th-23th July 2000
- [www.lverma.rlp.de](http://www.lverma.rlp.de) – Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation, Rheinland-Pfalz
- [www.geoworld.de/](http://www.geoworld.de/) – Geoinformationsportal
- [www.aquarius.geomar.de/omc/](http://www.aquarius.geomar.de/omc/) – Online Map Generierung
- <http://plasma.nationalgeographic.com/mapmachine> – Weltatlas der National Geographic Society, USA
- [www.maps.ethz.ch/](http://www.maps.ethz.ch/) – The World of Maps – Die Welt der Karten
- [www.odci.gov/cia/publications/factbook/](http://www.odci.gov/cia/publications/factbook/) – The World Factbook 2002
- [www.bgr.de/z6/glossar.htm](http://www.bgr.de/z6/glossar.htm) – Geodatenglossar der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
- <http://maps.jpl.nasa.gov/> – Planetenmaps
- <http://leoweb.dlr.de:8080/servlets/template/welcome/entryPage.vm> – DLR EOWB – Satellite Data Information
- [www.cis.ksu.edu/~dha5446/topoweb/usgsdem.html](http://www.cis.ksu.edu/~dha5446/topoweb/usgsdem.html) – U.S Geological Survey, Digital Elevation Models
- Im Artikel erwähnte Software
- [www.discreet.de](http://www.discreet.de) – Homepage des Herstellers von 3ds max
- [www.esri.com/](http://www.esri.com/) – ESRI Homepage
- [www.3dnature.com/](http://www.3dnature.com/) – 3D Nature Homepage
- [www.edo-software.de/index.html](http://www.edo-software.de/index.html) – Edo-Software, AutoTerrain-Entwickler
- [www.geocad-online.de](http://www.geocad-online.de) – Geocad