

LASER
SCAN
HESSEN

Fernerkundung 3

Aktive Aufnahmesensorik und deren Einsatzgebiete, z.B.

- Fernerkundungssatelliten
- Radarsysteme
- Laserscanning
- DGM/DOM
- 3D-Gebäudemodelle

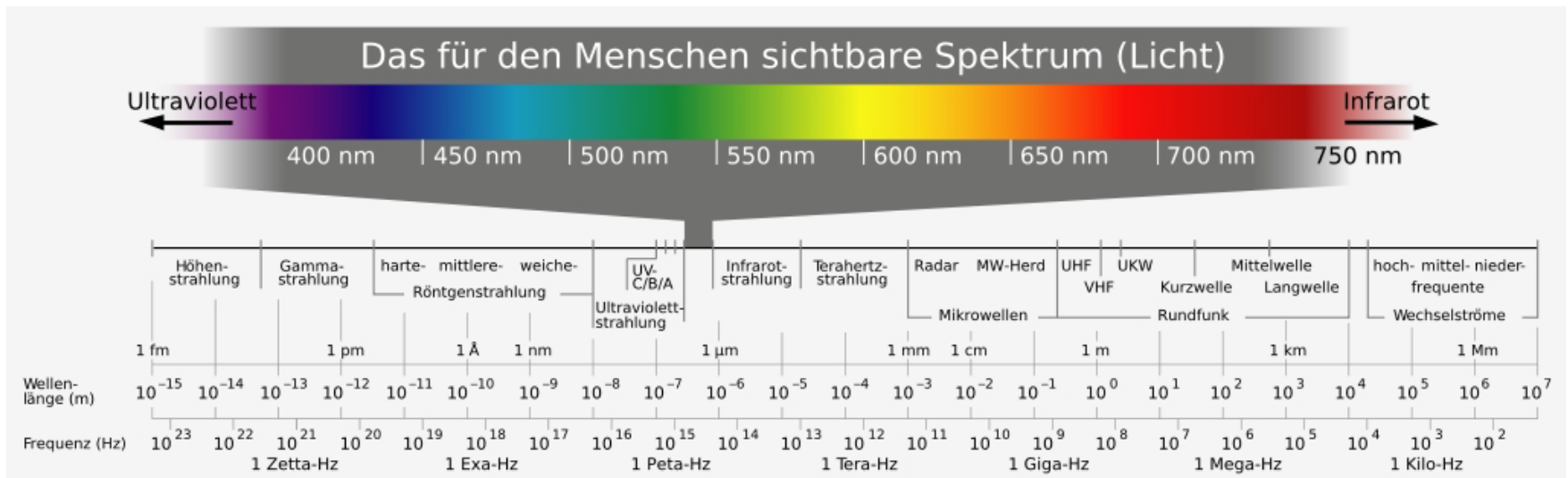
GEOMATIKER AUSBILDUNG

Stand: 2026

Alexander Maier

Was ist Fernerkundung?

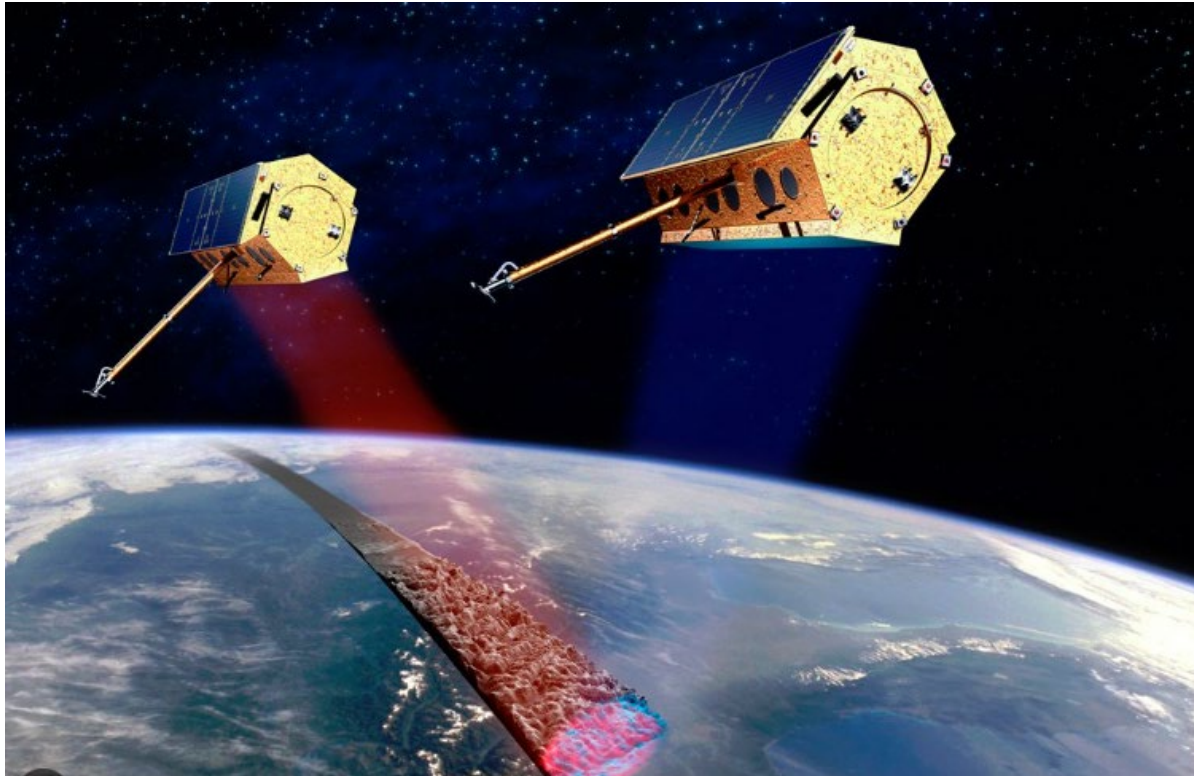
- **Fernerkundung** ist die Gesamtheit der Verfahren zur Gewinnung von Informationen über die Erdoberfläche
- Unter Fernerkundung versteht man die **berührungsfreie Erkundung der Erdoberfläche** einschließlich der Erdatmosphäre. Eine berührungsfreie Beobachtung wird zum Beispiel durch **flugzeuggetragene** oder **satellitengetragene Sensoren** ermöglicht.
- Bei der Fernerkundung finden **passive** oder **aktive Systeme** Verwendung, wobei weite Bereiche des **elektromagnetischen Spektrums** ausgewertet werden können.



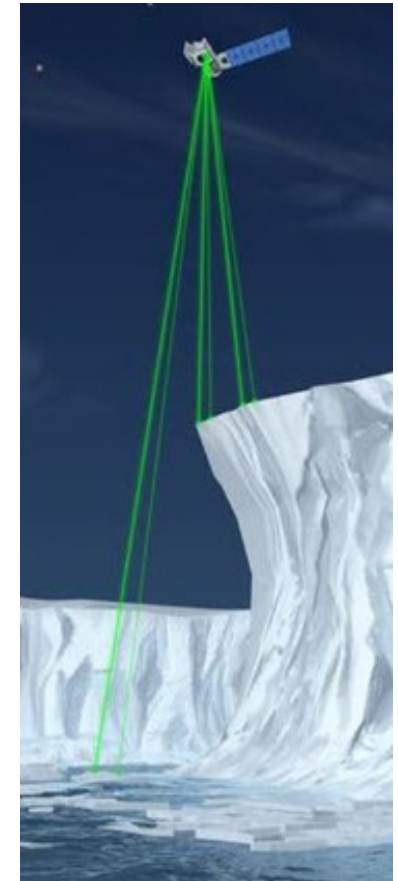
Aktive Aufnahmesensoren

Unter **aktiven** Systemen versteht man Instrumente, die eine Strahlung aussenden und deren Reflexion aufgezeichnet wird.

Hierzu zählen **Radar-/Mikrowellensysteme** und Systeme, die mit **Laserstrahlenabtastung** arbeiten.



Duales Radar-Satellitensystem Terra-SAR X (DLR/ASTRIUM).



ICE-SAT (NASA).



Fernerkundungssatelliten

Es befinden sich eine Vielzahl von Satelliten in der Erdumlaufbahn. Je nach Aufgabengebiet werden diese auch in **Umweltsatelliten** und **Wettersatelliten** unterteilt; die Übergänge zwischen beiden Kategorien sind jedoch fließend.

Entsprechend der Vielfalt des Lebensraums Erde, ist auch das Einsatzgebiet der Fernerkundung sehr weit gefächert. Durch die einzigartige Möglichkeit auch große Gebiete in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung zu erfassen, wird die Fernerkundung in sehr vielen Disziplinen eingesetzt.

Geowissenschaften, Geographie, Kartografie und Geodäsie

- Höhenrelief und Wasserwege
- Urbanisierung (Ausbreitung der Städte)
- Forstwirtschaft (Inventarisierungen, Holzpotentialabschätzungen, Waldschadenskartierung, etc.)
- Landwirtschaft (Erntevorhersagen, Anbauflächen, Überprüfung von subventionierten Brachflächen)

Katastrophenschutz

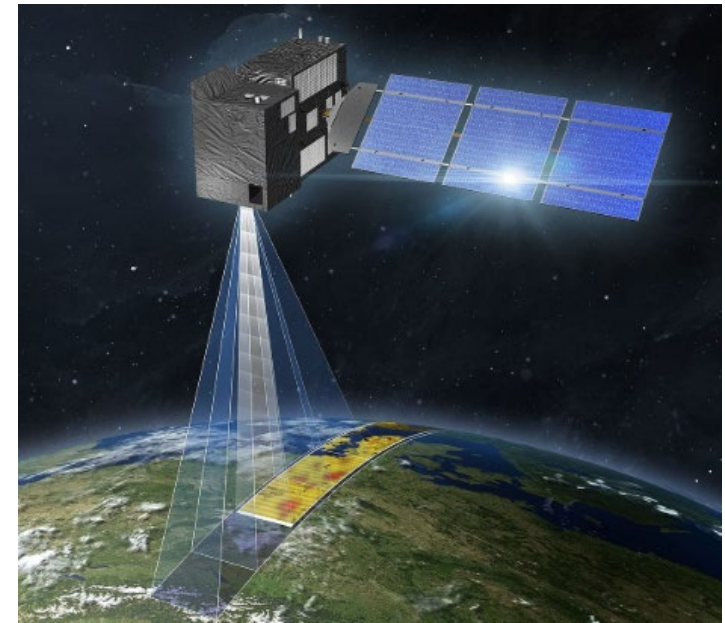
- Waldbrände (Ausmaß der Zerstörung)
- Vulkanausbrüche (Vorhersage und Überwachung)
- Erdbeben (Höhenänderung)
- Umweltverschmutzung (Öleinleitung auf den Weltmeeren)

Klimatologie, Meteorologie und Ozeanographie

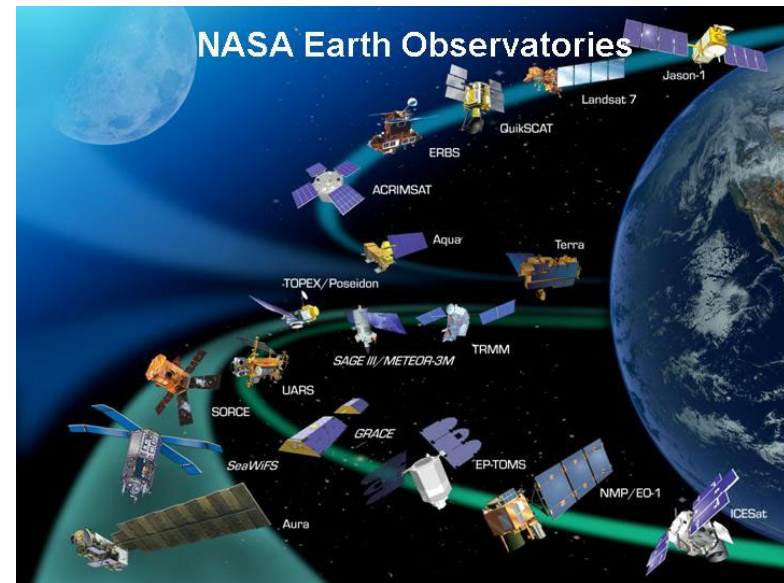
- Wettervorhersage
- Klimaüberwachung
- Seegangsmessung (Oberflächenwellen, Strömung)



Fernerkundungssatelliten

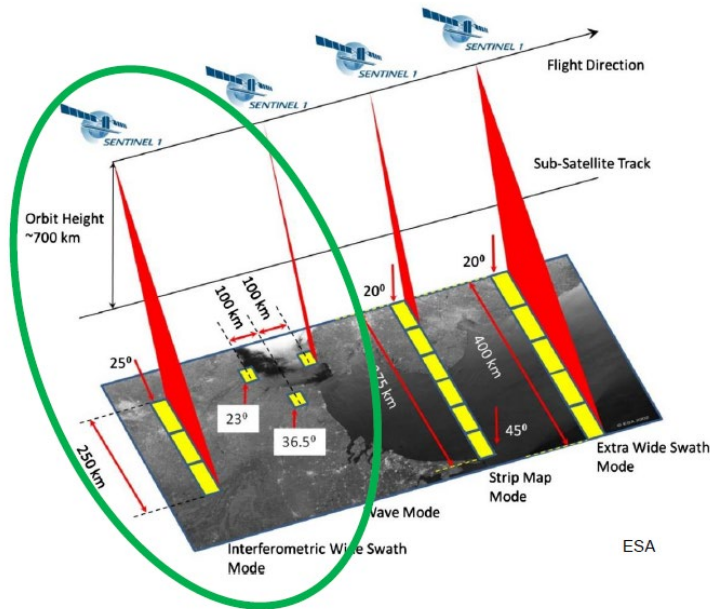
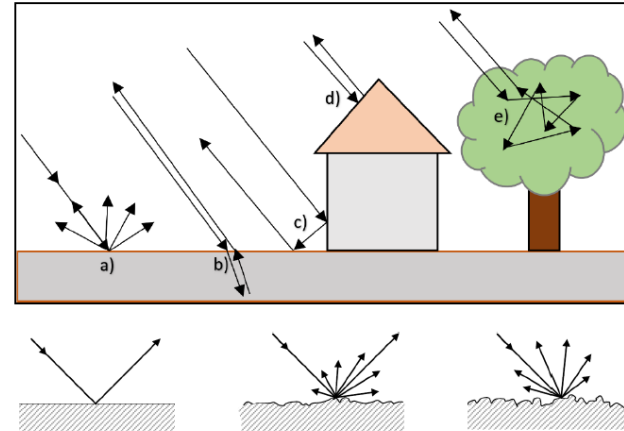
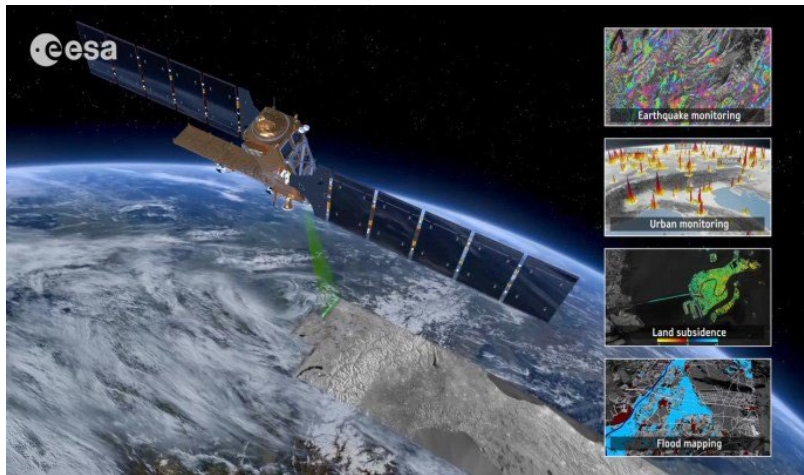


- Viele internationale Programme wie Copernicus (ESA - EU)
- Nationale Raumfahrtagenturen wie NASA (USA)
- Wachsender privater, kommerzieller Sektor (BlueOrigin, SpaceX)



Radarsysteme

Copernicus Sentinel 1A & (1B defekt) jetzt 1C: Satellitenduo, 702km Höhe, Umlaufzeit 98,7min

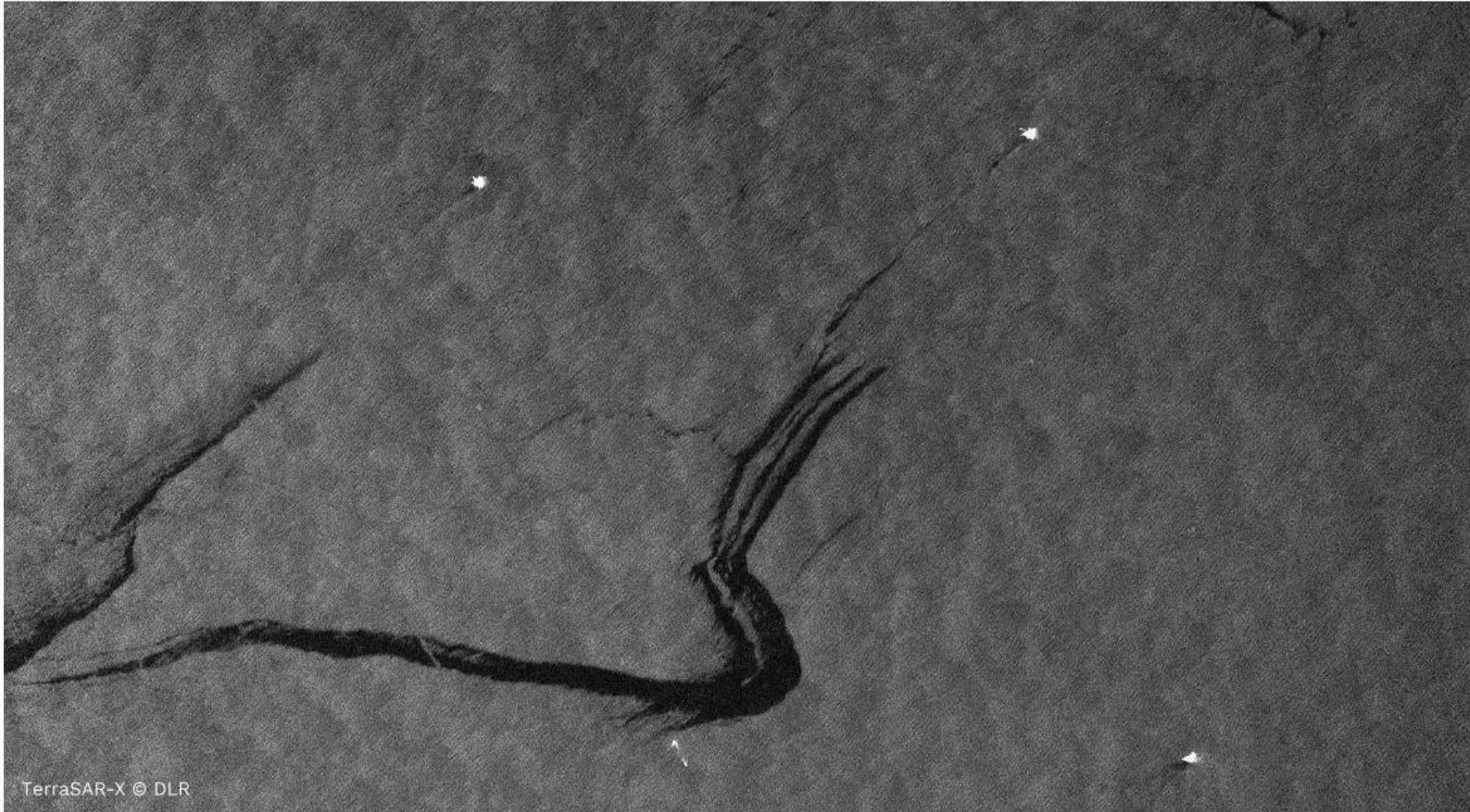


Rückstreuungsintensität von Oberflächenrauheit abhängig

- Hoch: urbane Bereiche, Gelände mit Blickrichtung zum Sensor
- Mittel: Landwirtschaft. Flächen
- Niedrig: ruhige Gewässer, Straßen



Was könnte hier abgebildet sein?

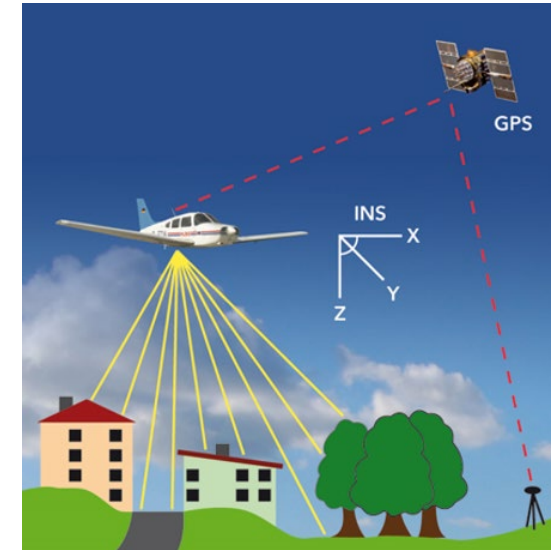


TerraSAR-X, 9. July 2010,



Laserscanning

Airborn Laser Scanning (ALS) - dabei wird der Laserstrahl durch einen oszillierenden Spiegel (Scanner) quer zur Flugrichtung abgelenkt und ein Geländestreifen entlang des Flugwegs mit z. B. einer Zick-Zack-Linie abgetastet. Die Entfernung zur Erdoberfläche wird über Laufzeitmessung ermittelt. Die äußere Orientierung, d. h. die Position und die Lage des Sensors im Raum, wird mit Hilfe von GPS (Global Positioning System) und INS (Inertiales Navigationssystem) bestimmt.



Terrestrial Laser Scanning (TLS) ist ein stationäres, aktives, bildgebendes 3D-Verfahren, das laserbasierte Streckenmessungen in einer Abfolge von quasi gleichabständigen Abtastschritten in vertikaler und horizontaler Richtung misst wobei ein Entfernungsbereich von 0 bis einigen hundert Meter abgedeckt wird.



Mobile Laser Scanning (MLS) ist eine neue Technologie, bei der Objekte mittels Laserentfernungsmessungen von Fahrzeugen aus (z. B. SUV, Van aber auch Schiff oder Bahn) kontinuierlich während der Fahrt erfasst und unter Verwendung von GPS-/IMU-Daten zu einer 3D-Punktwolke verarbeitet werden.



Technische Spezifikationen Laserscanning 3

- Im Folgewinter 2021/22 konnte die 3. Kampagne mit der Befliegung des Rheingau/Hochtaunus begonnen werden.
- Kampagne erneut für 6 Jahre geplant.
- Punktedichte von mind. 8pt/m² gefordert.
- Genauigkeit Lage ≤ 30 cm Höhe: ≤ 15 cm.
- Im flachen, bewuchsfreien Gelände deutlich höhere Genauigkeiten ~ 3 cm Höhe.

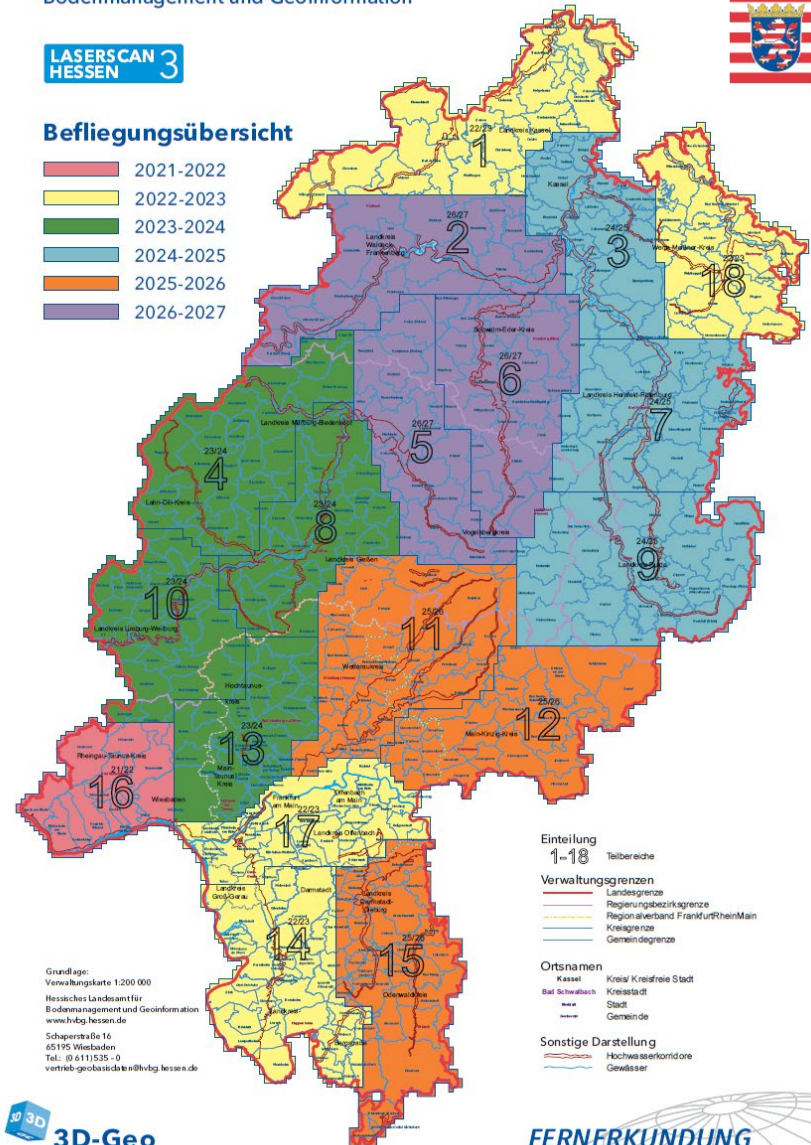
Hessisches Landesamt für
Bodenmanagement und Geoinformation



LASERSCAN
HESSEN 3

Befliegungsübersicht

	2021-2022
	2022-2023
	2023-2024
	2024-2025
	2025-2026
	2026-2027



Einteilung
1-18 Teilbereiche

Verwaltungsgrenzen

Landesgrenze
Regierungsbezirksgrenze
Region/Verband Frankfurt/RheinMain
Kreisgrenze
Gemeindegrenze

Ortsnamen

Kassel Kreisfreie Stadt
Kreisstadt
Stadt
Gemeinde

Sonstige Darstellung

Hochwasserkorridore
Gewässer

Grundlage:
Vereinskarte 1:200 000
Hessisches Landesamt für
Bodenmanagement und Geoinformation
www.lhvbj.hessen.de
Schaperstraße 16
65195 Wiesbaden
Tel.: 0 611 535 - 0
vertrieb-geobasisdaten@lhvbj.hessen.de

3D-Geo

FERNERKUNDUNG



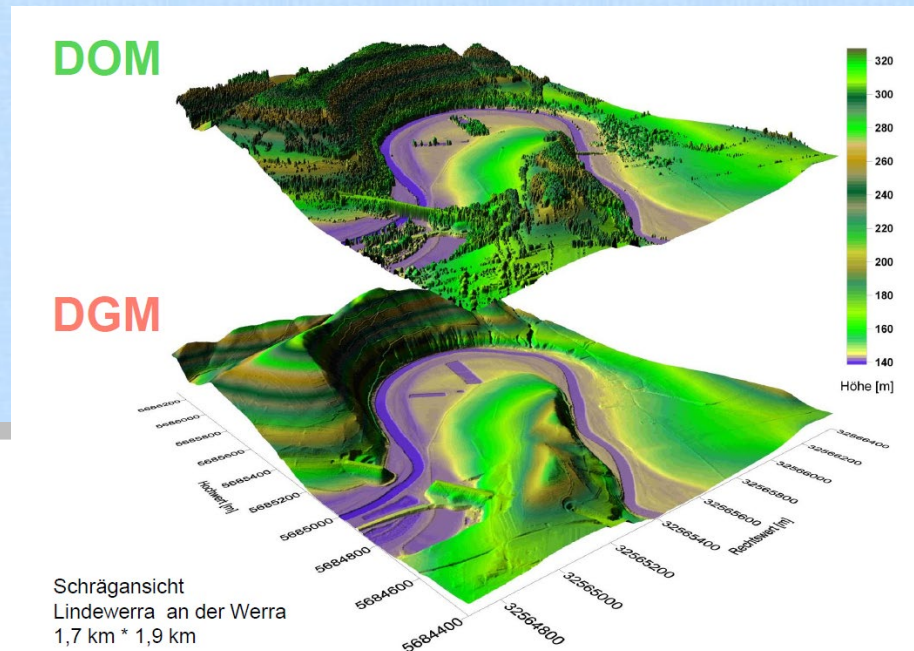
Laserscanning Hessen

Gesetzlicher Auftrag zur Höhenvermessung der Landesfläche

Konsens der Bundesländer in Datenspezifikationen und einem max. 10 Jahresturnus.

Erstellung eines hochauflösenden, nach AdV-Standards prozessierten

- Digitalen Geländemodells (DGM1) und
- Digitalen Oberflächenmodells (DOM1)



Schrägansicht
Lindewerra an der Werra
1,7 km * 1,9 km



Landesweites Laserscanning Hessen

Die administrativen Tätigkeiten des HLBG sind:

- Marktbeobachtung und Kontakt zu Flugfirmen
- Wissensmanagement und Pflege technischer Kompetenz
- Kundenberatung
- Erarbeitung von Leistungsverzeichnissen und Spezifikationen
- Abstimmung und Begleitung des Ausschreibungsverfahrens mit der OFD
- Prüfung der Angebote
- Prüfung und Abnahme der Ausschreibungsergebnisse (Daten)
- Verifizierung und Veredlung der Daten zu Standardprodukten gem. AdV
- Datenvorhaltung (ca. 22.000 qkm Fläche)
- Fortführung des Datenbestandes



Einbaubeispiele Laserscannersysteme (ALS)

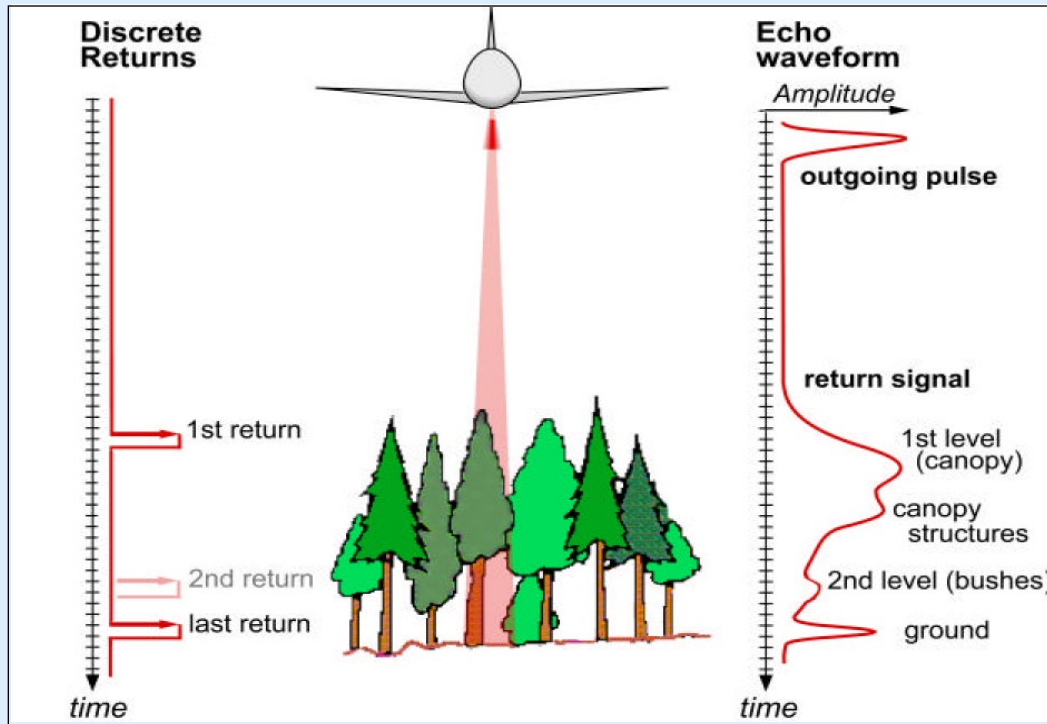


MILAN
Flug GmbH
www.milan-flug.de

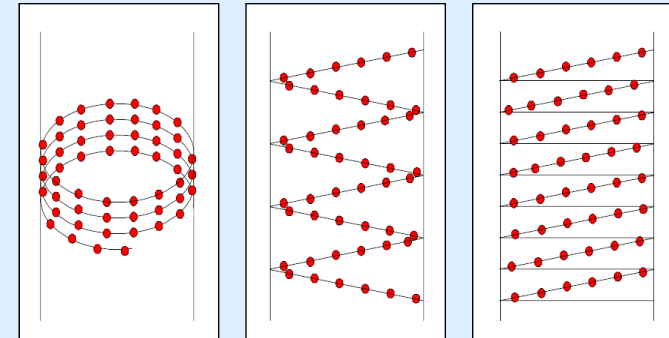


Laserscanning

Aufzeichnungsmöglichkeiten der Daten



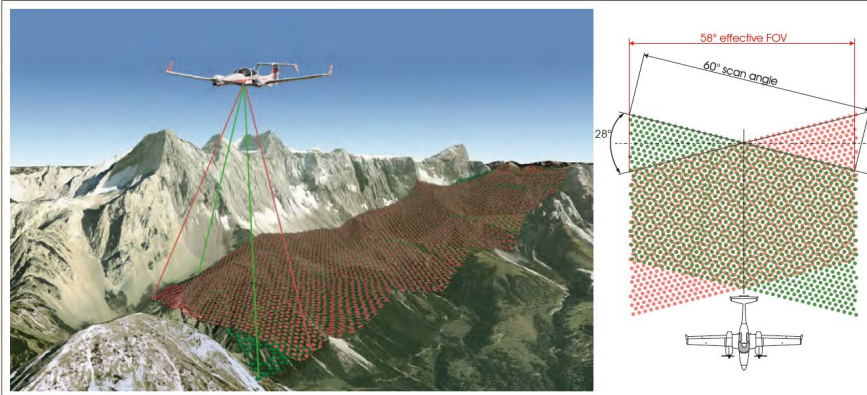
Beispiele für verschiedene Scanmuster mit beweglichen Ablenkspiegeln (Polygonscannern):



Quelle: GeoLas

Beispiel: Laserscanner Beispiel: RIEGL VQ-1560 II

RIEGL VQ-1560 II Scan Pattern

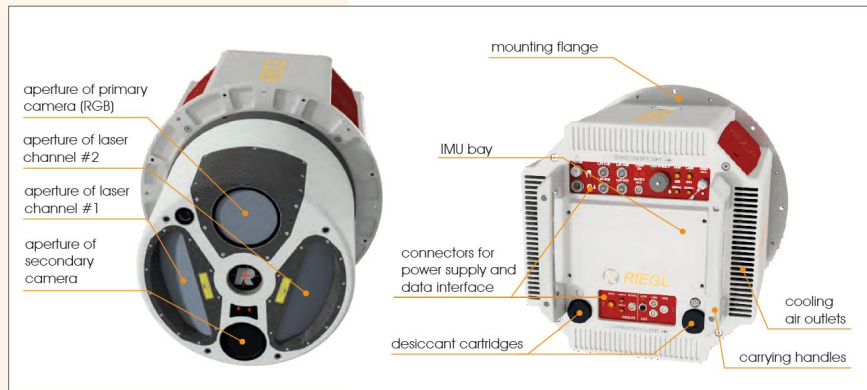


Examples ¹⁾

Average Point Density	2 pts/m ²	8 pts/m ²	20 pts/m ²	60 pts/m ²
Flight Altitude	7200 ft 2200 m	4040 ft 1230 m	4000 ft 1220 m	2450 ft 750 m
Ground Speed	300 km	300 km	190 km	103 km
Swath Width	2450 m	1380 m	1360 m	840 m
Productivity	1090 km ² /h	613 km ² /h	384 km ² /h	128 km ² /h
Measurement Rate ²⁾	756 000 meas./sec	1.7 mill meas./sec	2.66 mill meas./sec	2.66 mill meas./sec
Camera GSD ³⁾⁴⁾	165 mm	93 mm	92 mm	56 mm
Camera Trigger Intervall ⁴⁾	4.6 sec	2.6 sec	4.0 sec	4.5 sec

- 1) calculated for 20% target reflectivity and 20% stripe overlap
- 2) The target detection rate is equal to the measurement rate for terrains offering only one target per laser pulse but may be much higher for vegetated areas.
- 3) Ground Sampling Distance
- 4) Calculated for a 150 MPixel CMOS camera with a FOV of 56.2° x 43.7° and 60% image overlap in flight direction (endlap).

RIEGL VQ-1560 II Elements of Function and Operation



General Technical Data

Power Supply / Power Consumption

20 - 32 V DC / typ. 250 W

Main Dimensions (flange diameter x height)
Weight

max. 550 W, depending on integrated optional components
Ø 524 mm x 780 mm (without flange mounted carrying handles)
approx. 55 kg without any camera but including a typical IMU/GNSS unit
approx. 60 kg with optional components

Protection Class

IP54

Max. Flight Altitude operating / not operating
Temperature Range operation / storage

18500 ft (5600 m) above MSL¹⁾ / 18500 ft (5600 m) above MSL
-5°C up to +40°C / -10°C up to +50°C

¹⁾ Mean Sea Level

Recommended IMU/GNSS System ^{2) 3)}

IMU Accuracy ⁴⁾

0.0025°

Roll, Pitch

0.005°

Heading

IMU Sampling Rate

200 Hz

Position Accuracy (typ.)

0.05 m - 0.1 m

Optional Components VQ-1560II

Primary Camera

RGB

Sensor Resolution
Sensor Dimensions (diagonal)
Focal Length of Camera Lens
Field of View (FOV)
Interface
Data Storage

e.g. 150 MPixel CMOS
66.7 mm (medium format)
50 mm
approx. 54.6° x 42.3°
USB 3.0
IX-Controller

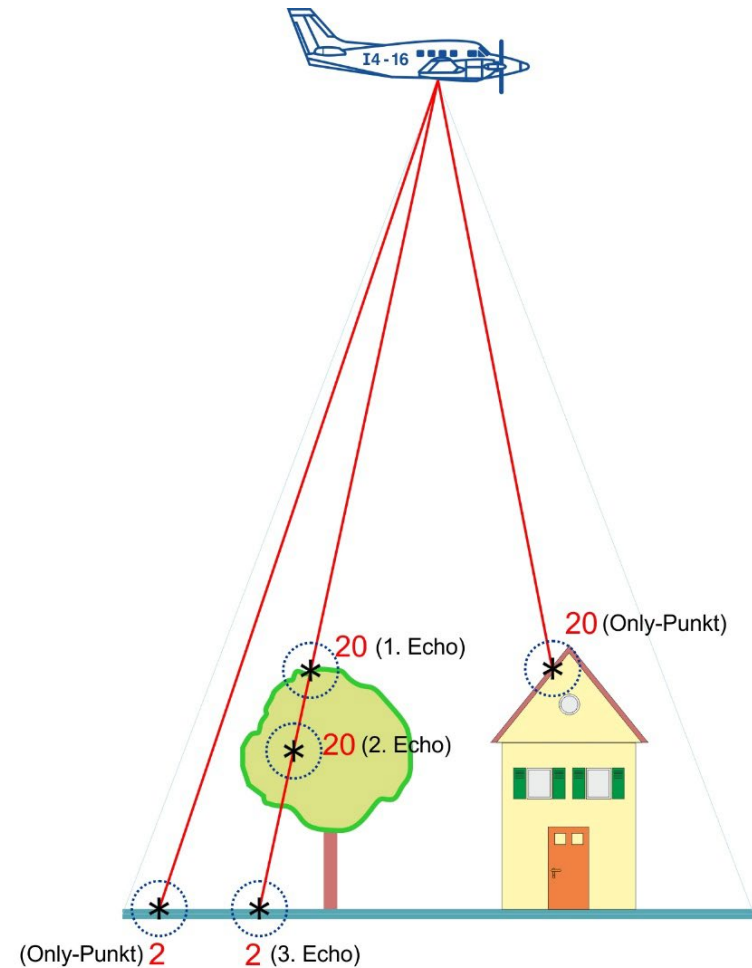
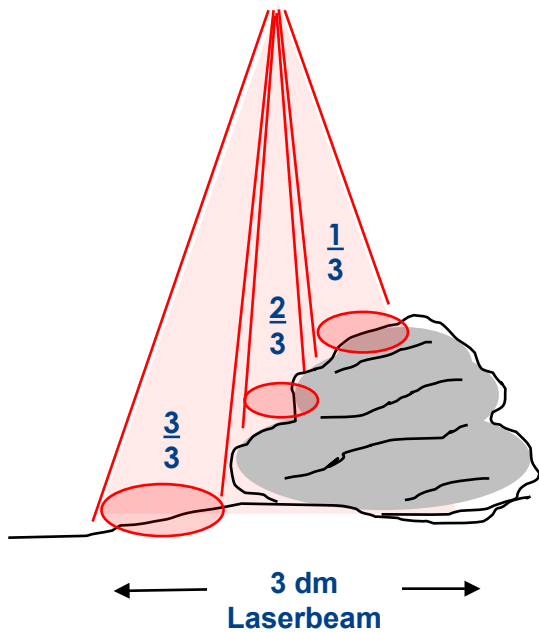
Secondary Camera

Different camera types including thermal or NIR cameras can be integrated, details on request.



Laserscanning - Echos

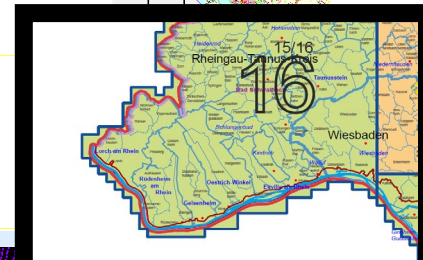
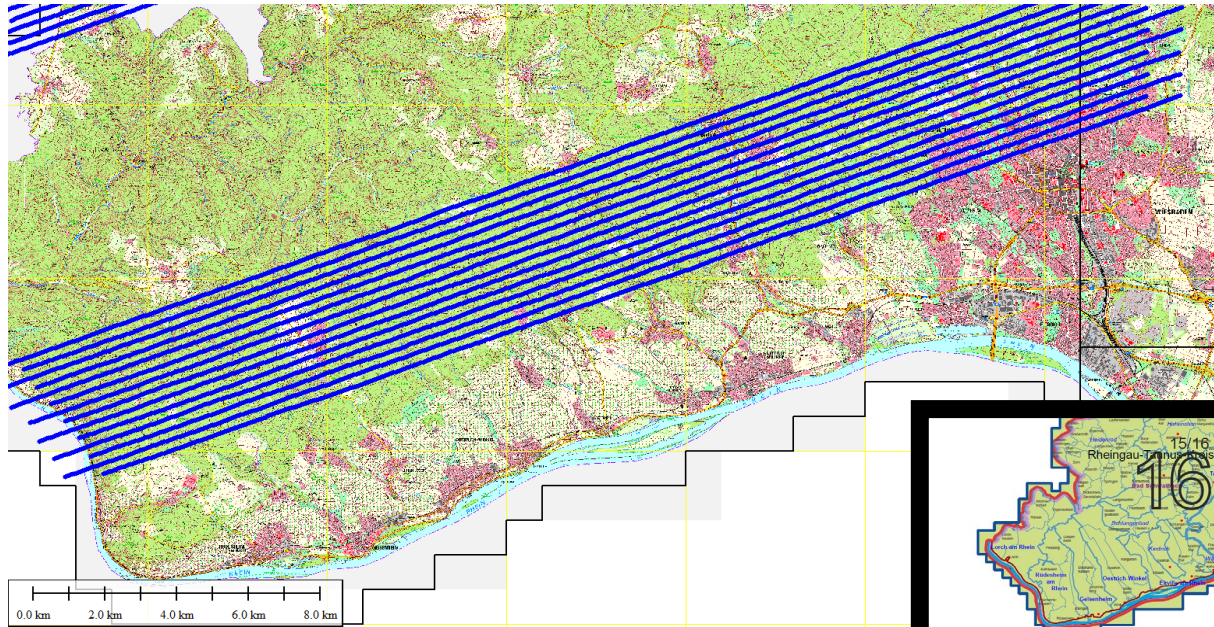
Ein Laserimpuls mit 3 Echos
somit Aufsplitterung des Impulses



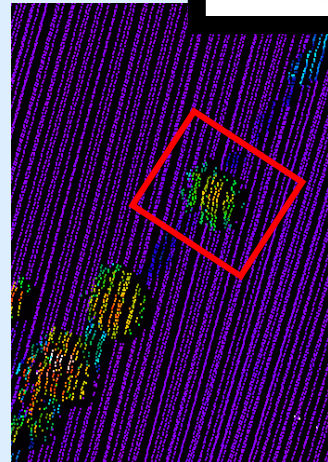
Classification Value (Klasse)	Beschreibung
2	Bodenpunkte - DGM-relevante Punkte
20	Nicht-Bodenpunkte (Vegetation, Gebäude, Brücken, Maste etc.) - DOM-relevante Punkte
1	sonstige Punkte (Stromleitungen, Vögel, Kfz etc.) - weder DGM- noch DOM-relevant



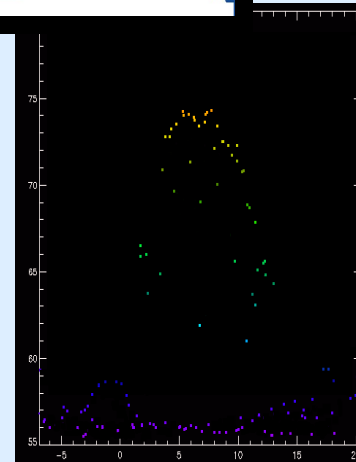
Laserscanning Abtastung und Punktwolke



Luftbild
(Digital-Kamera)



Klassifizierte
Laserpunkte

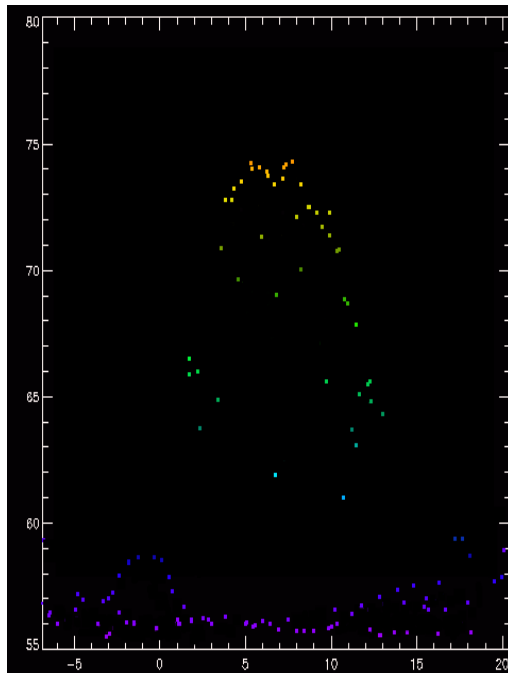


Profil durch den
Laserscan-Datensatz

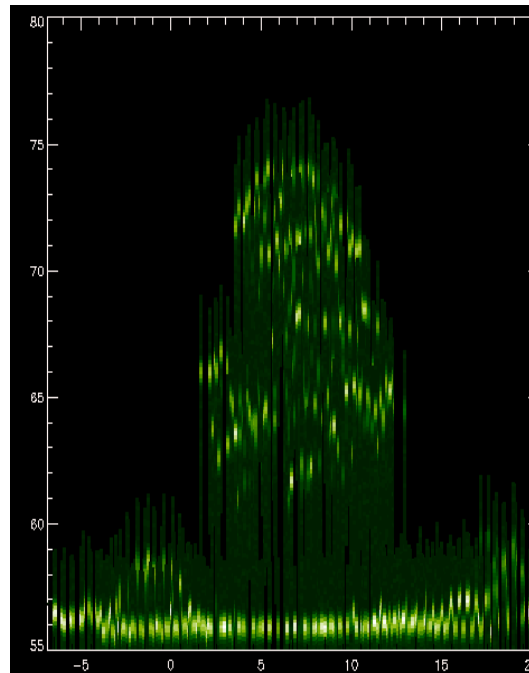


Laserscanning Punktwolke "full waveform"

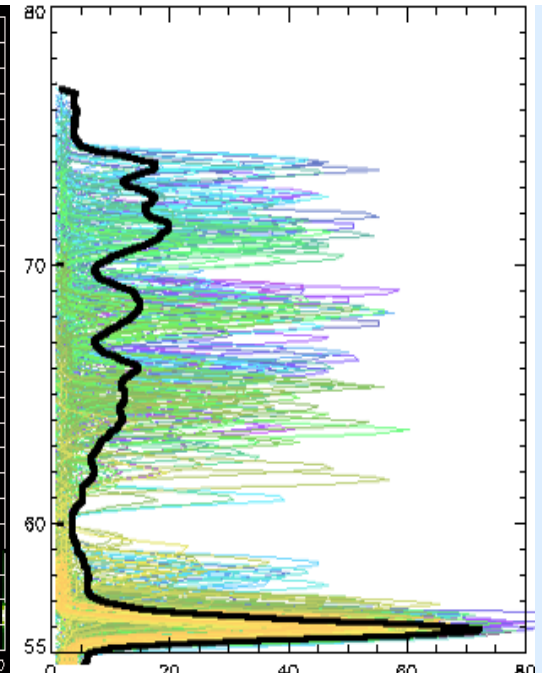
Beispiel für einen Datensatz "full waveform" eines alleinstehenden Laubbaumes. Bei „full waveform“-Datensätzen werden die Echos eines Laserimpulses in Form einer Wellenfunktion statt in einzelnen Koordinatentripeln aufgezeichnet.



Discrete Return Profile



Return Waveform Profile



Return Waveforms



Laserscanning - Datenformat

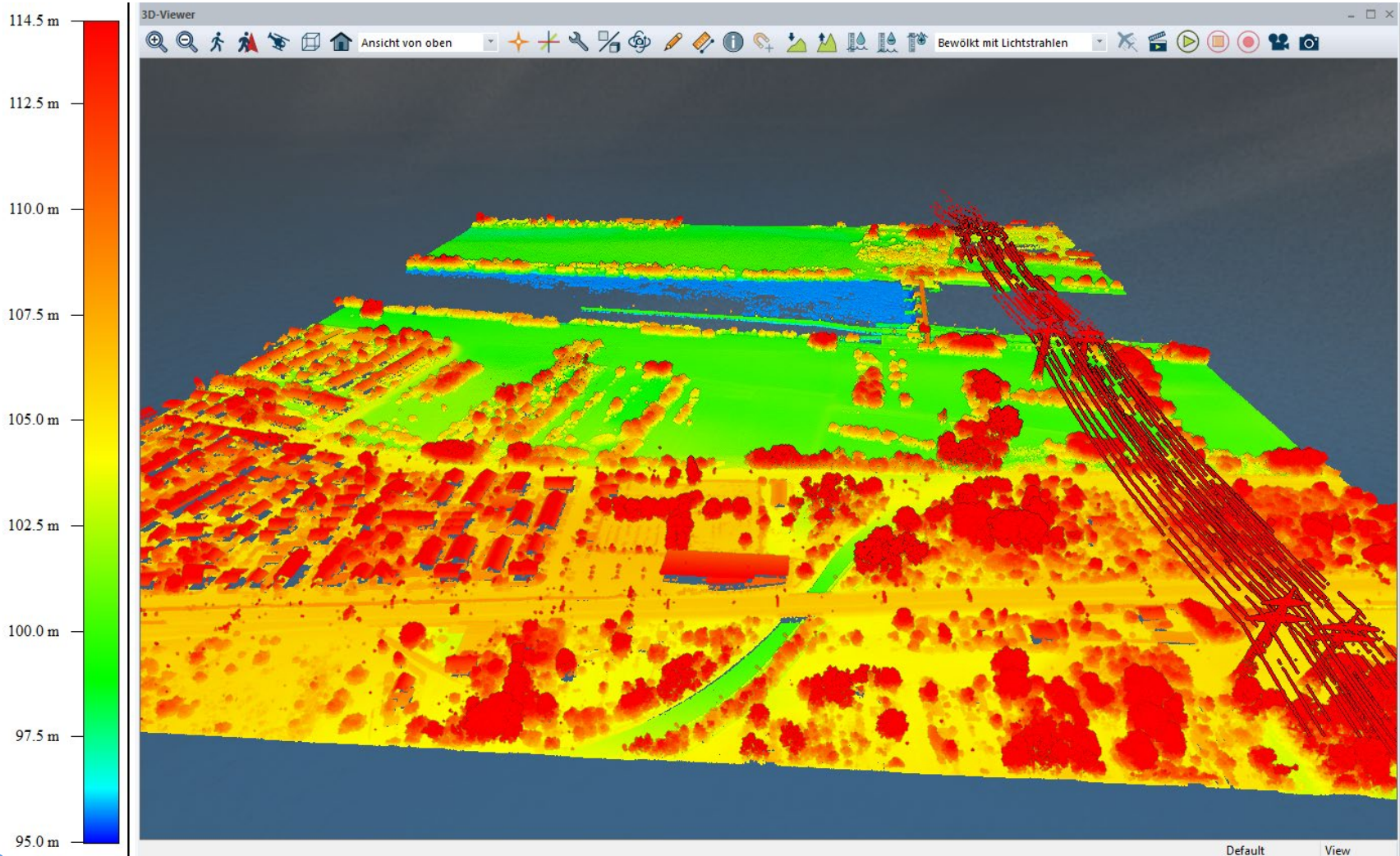


LAS 1.1
DOP
Bereich Schleuse
Dietesheim am Main



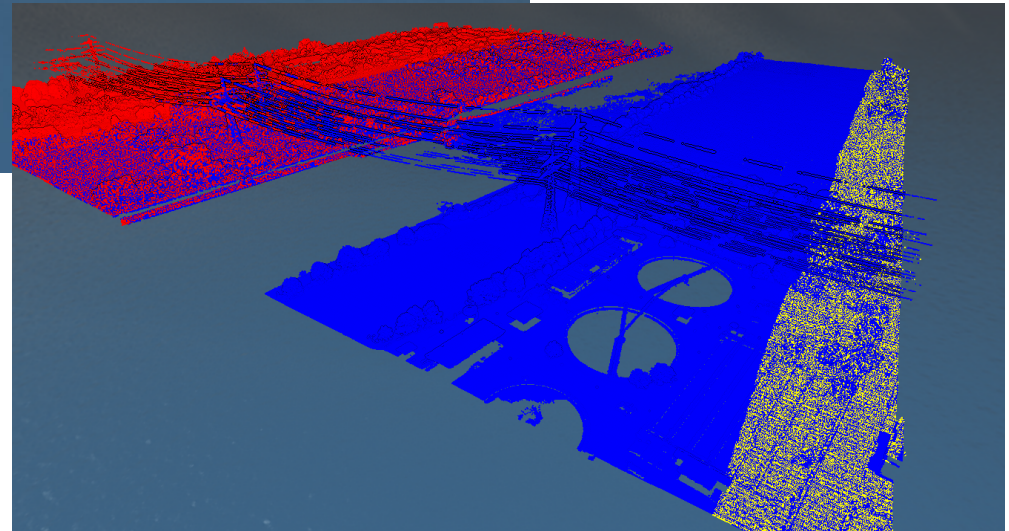
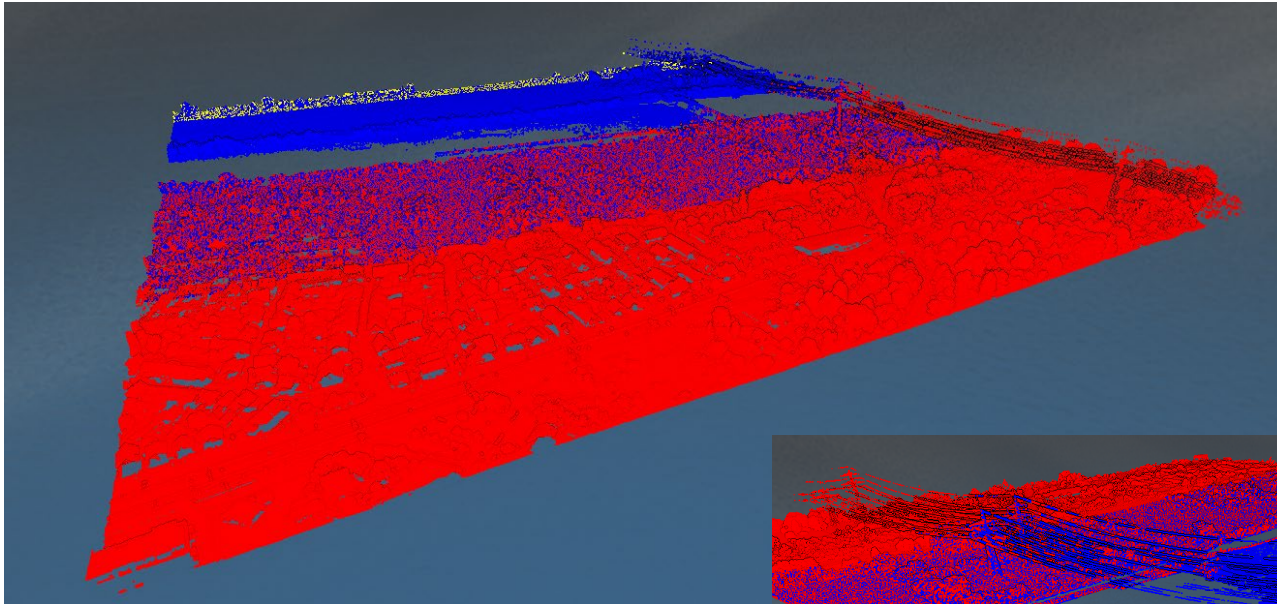
Laserscanning - Datenformat (Schleuse Dietesheim am Main)

am Beispiel eines LAS 1.4 Datensatzes (hier: **Höhencodierung**)



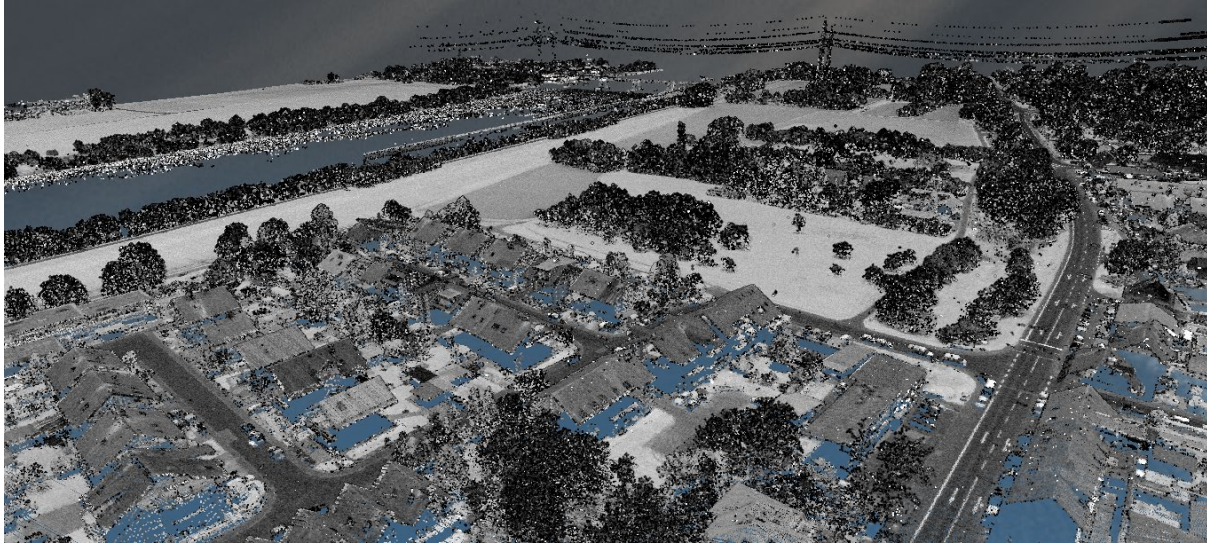
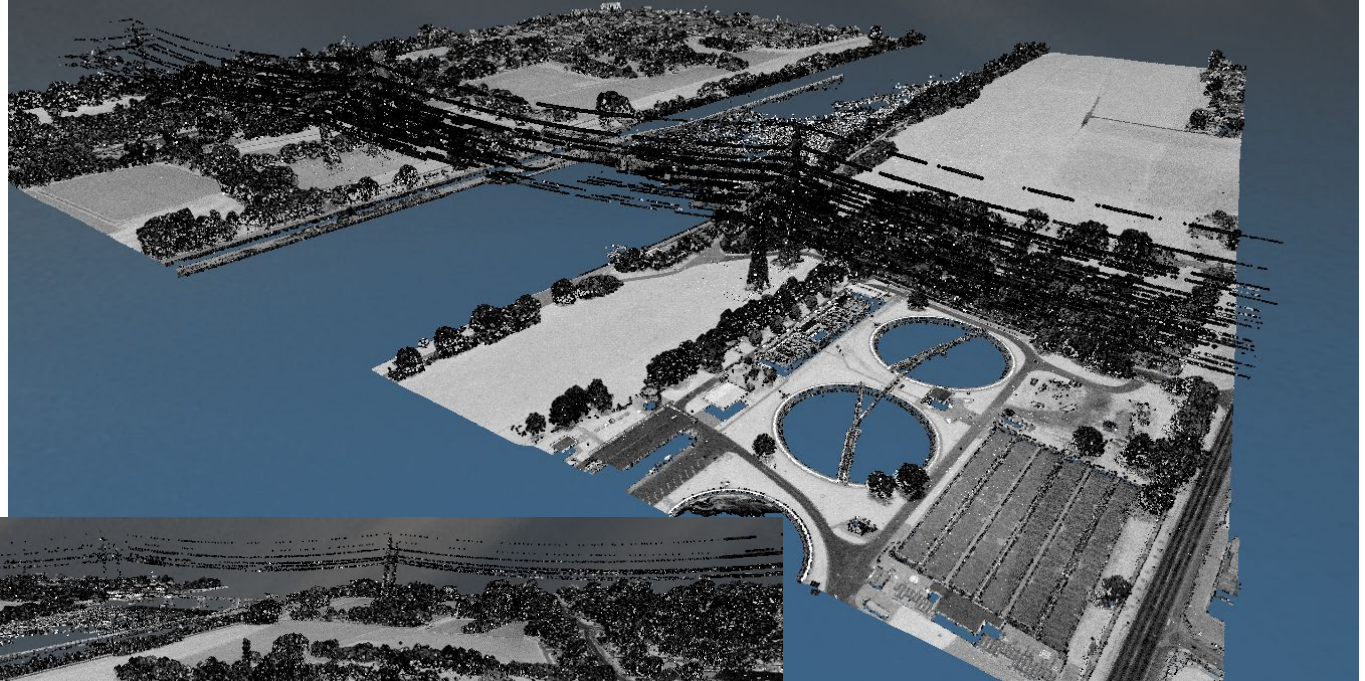
Laserscanning - Datenformat

am Beispiel eines LAS 1.4 Datensatzes (hier: **Flugstreifencodierung**)



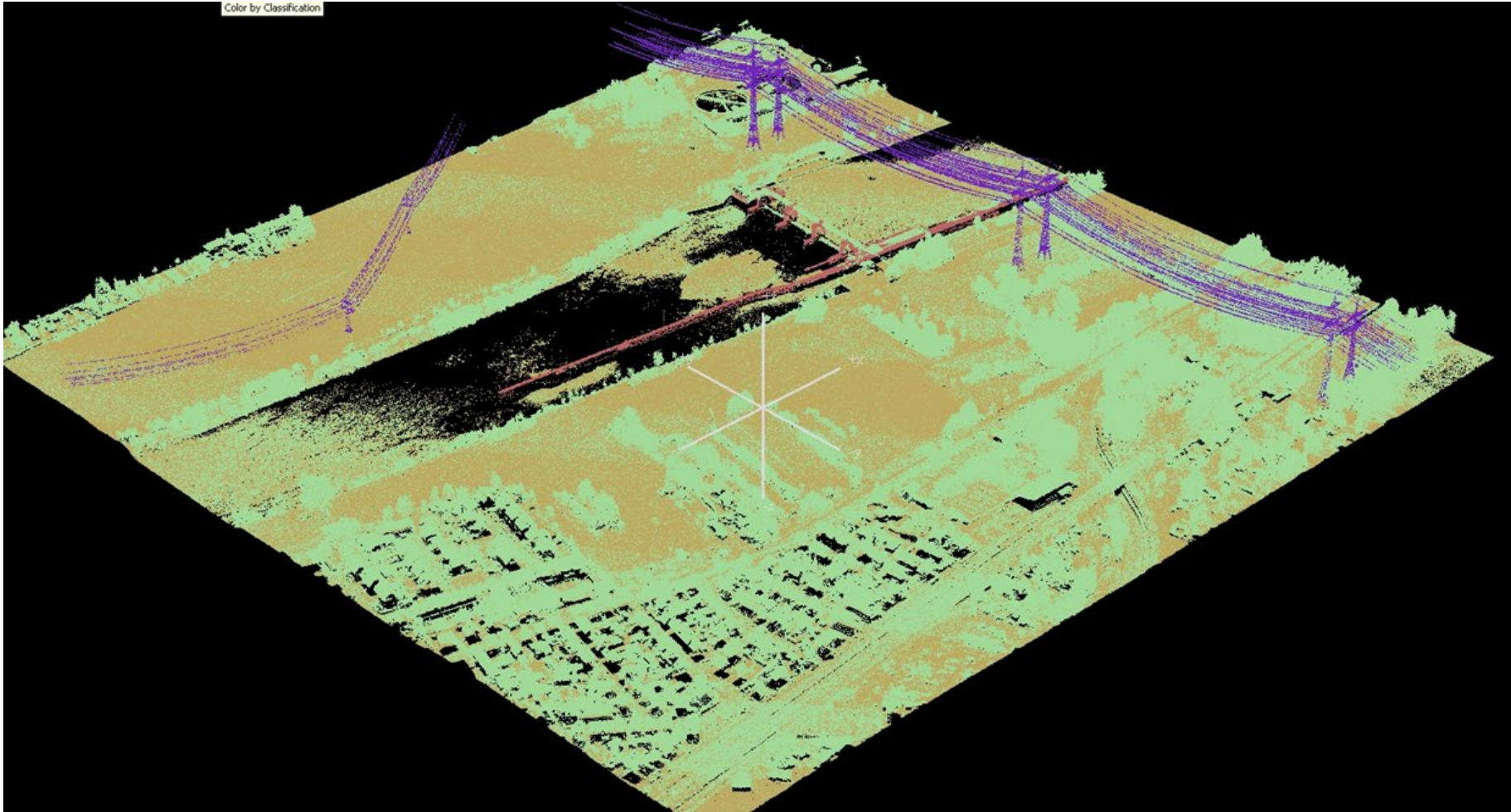
Laserscanning - Datenformat

am Beispiel eines LAS 1.4 Datensatzes (hier: Intensitätswertcodierung)



Laserscanning - Datenformat

am Beispiel eines LAS 1.4 Datensatzes (hier: **Nicht- / Bodenpunkte**)



Laserscanning - Klassifizierung

Dateiformat: LAS 1.4 – Auszug aus Leistungsverzeichnis

Die ASPRS Standard LIDAR Point Classes sind wie folgt nach dem AdV-Standard für 3D-Messdaten zu belegen:

Punkte mit DGM-Relevanz:

- 2** Geländepunkte, allgemein 'Geländepunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf dem Gelände als auch in trockengefallenen Gewässer-/Wattflächen.

Punkte mit DOM-Relevanz:

- 20** Nicht-Geländepunkte, allgemein 'Nicht-Geländepunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte, die nicht auf dem Gelände liegen.
- 17** Brückenpunkte 'Brückenpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte auf einem Brückenbauwerk, die eigentliche Brückenüberführung beschreiben.

Punkte die nicht im DOM berücksichtigt werden z.B. Autos etc.

Sonstige Punkte:

- 1** Unklassifizierte Punkte 'Unklassifizierte Punkte' sind nicht spezifizierte Höhenpunkte.
- 14** Leitungsdrahtpunkte 'Leitungsdrahtpunkte' sind Höhenpunkte auf einem Leitungsdraht.

Rauschen ist entweder komplett aus dem Datensatz zu entfernen oder wie folgt zu klassifizieren:

- 7** Tiefpunkte, Rauschen 'Tiefpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte, die unterhalb des Geländes liegen und durch Fehlmessungen (Multipath-Effekt) entstanden sind.
- 18** Hochpunkte, Rauschen 'Hochpunkte' sind nicht näher spezifizierte Höhenpunkte, die kein Oberflächenobjekt beschreiben und durch Fehlmessungen (z.B.: Vögel)

Hinweis:

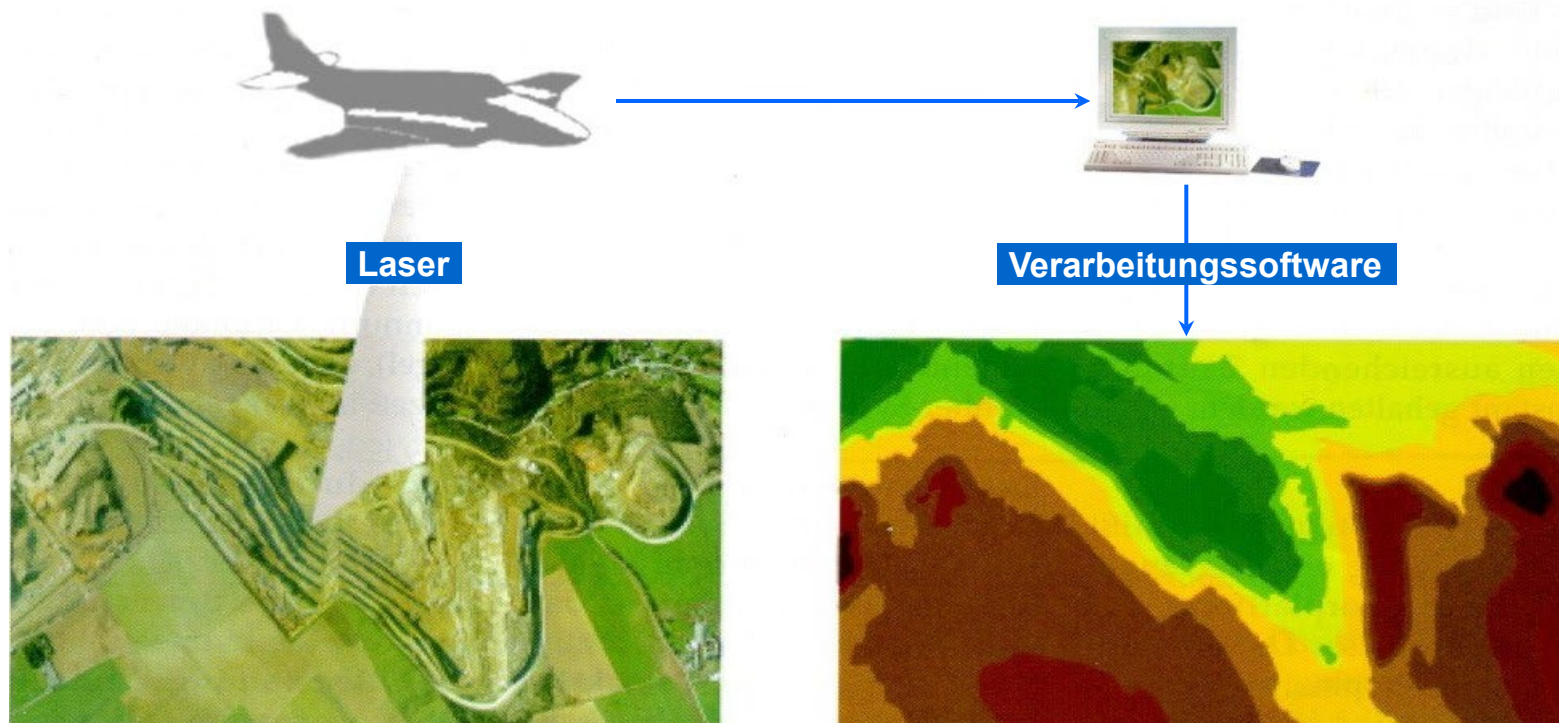
Sämtliche Echos neben first- und last-pulse sind aufzuzeichnen und zu klassifizieren!



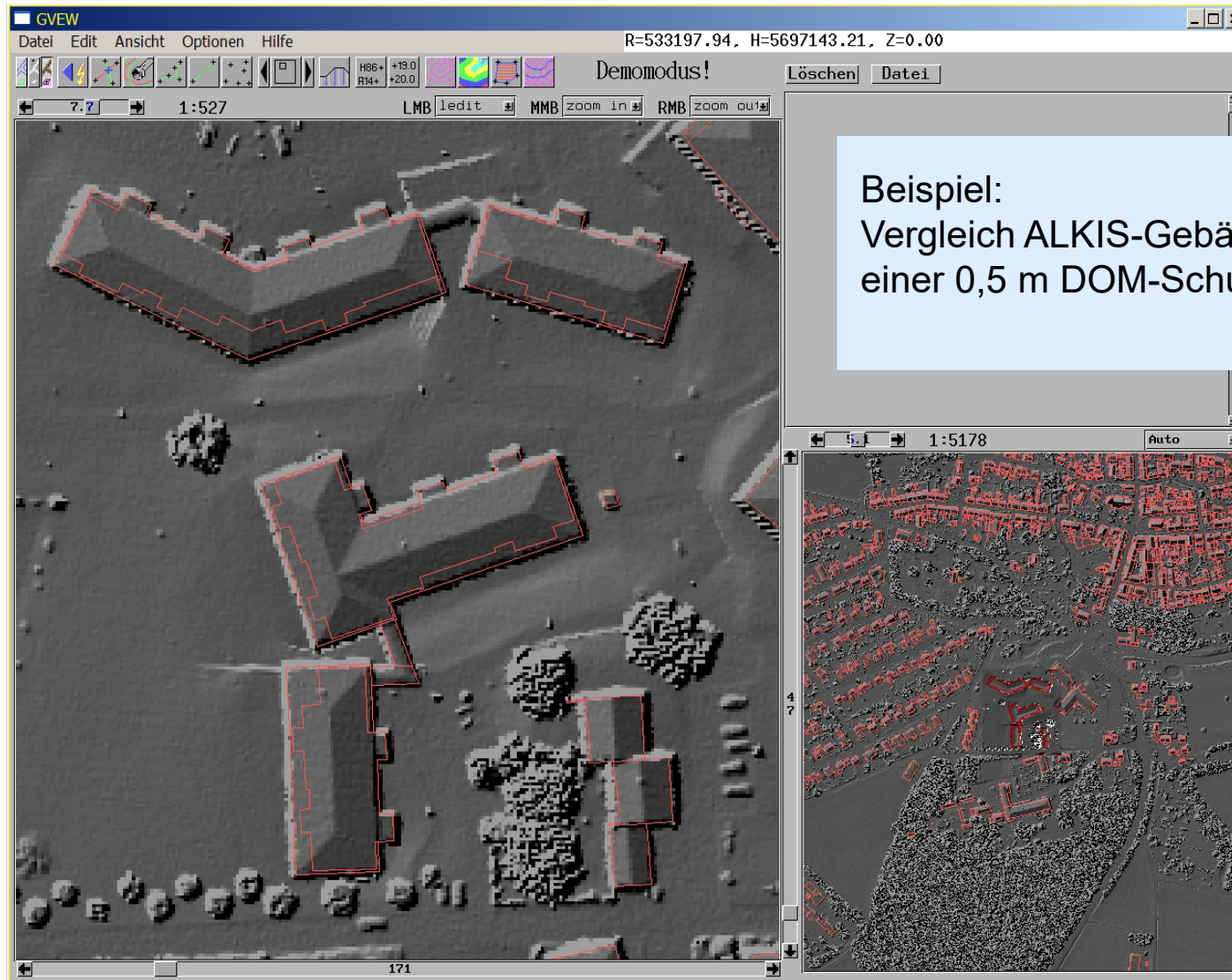
Laserscanning - Klassifizierung

Mittels spezieller Software werden die Laserscandaten in bestimmte Kategorien klassifiziert. In der Hessischen Landesverwaltung wird zwischen **Bodenpunkten** und **Nicht-Bodenpunkten** unterschieden.

- **Bodenpunkte** werden zur Berechnung der Digitalen Geländemodelle (**DGM**) genutzt.
- **Nicht-Bodenpunkte** werden für die Ableitung von Digitalen Oberflächenmodellen (**DOM**) verwendet. Mit diesen Daten ist erstmals die Ableitung eines flächendeckenden DOM möglich.



Datenkontrolle - Lagekontrolle



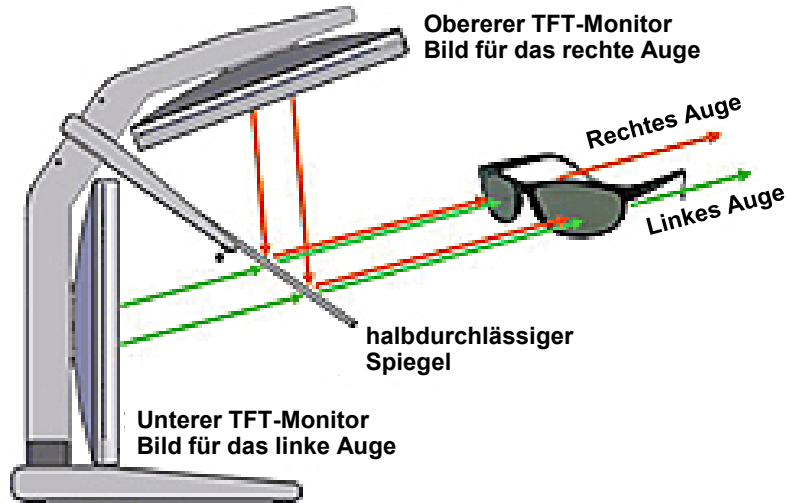
Beispiel:
Vergleich ALKIS-Gebäudeumringe mit
einer 0,5 m DOM-Schummerung



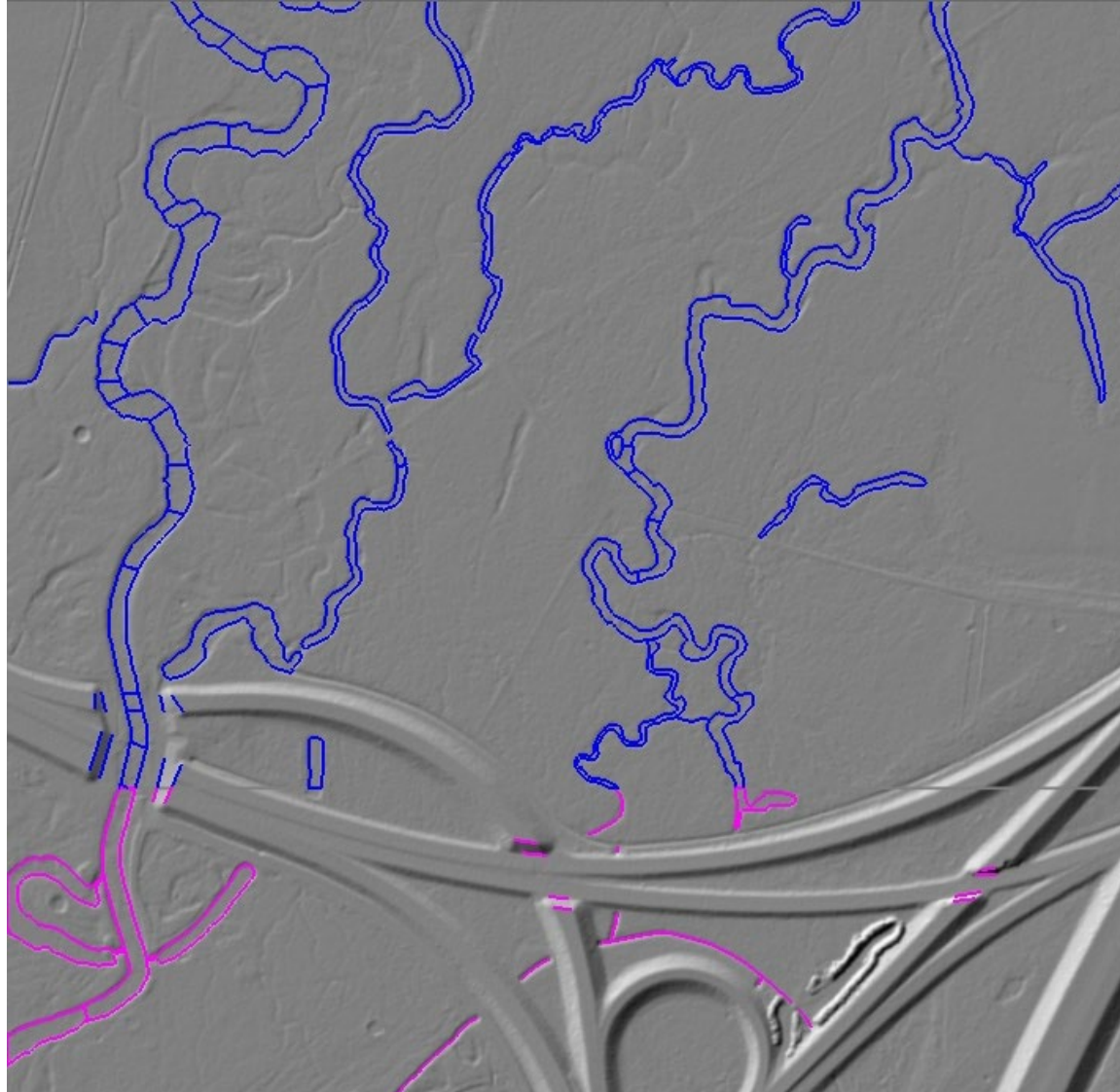
Digitale Auswertestation für Feinklassifizierung und Datenkontrolle-/Editierung

DTMaster-Station mit PLANAR-System

Das Stereomodell wird durch zwei TFT-Monitore und einen halbdurchlässigen Spiegel erzeugt. Zur Betrachtung ist eine Polarisationsbrille nötig.



Feinklassifizierung und Datenkontrolle-/Editierung

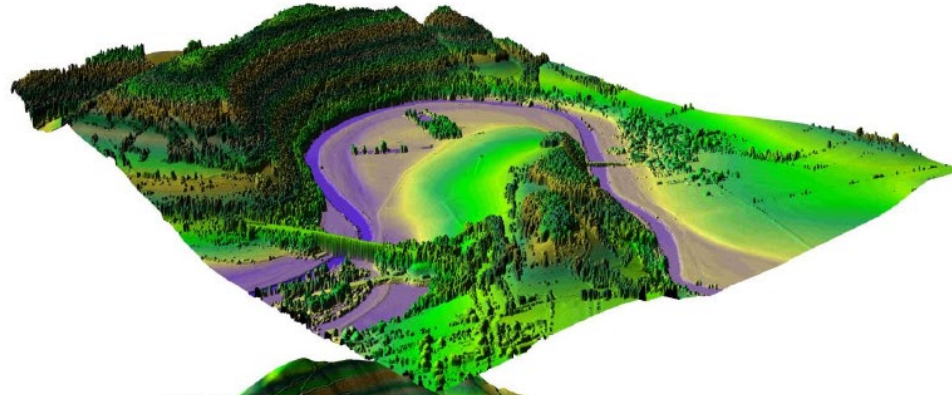


Wasser-/Landgrenzen im
Überschwemmungsgebiet
der Kinzig bei Hanau

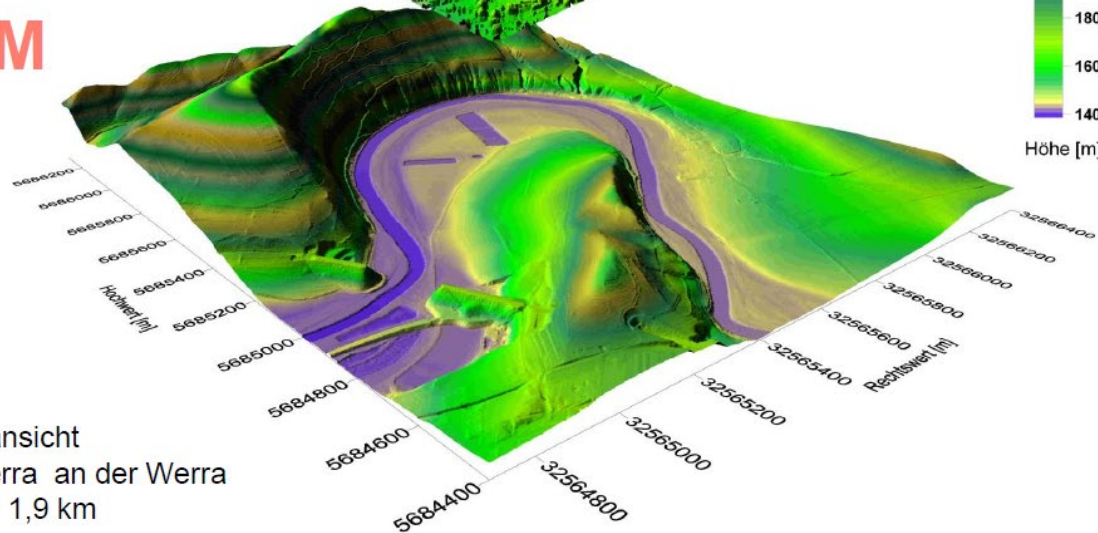


Laserscanning - Klassifizierung

DOM



DGM



Schrägansicht
Lindewerra an der Werra
1,7 km * 1,9 km

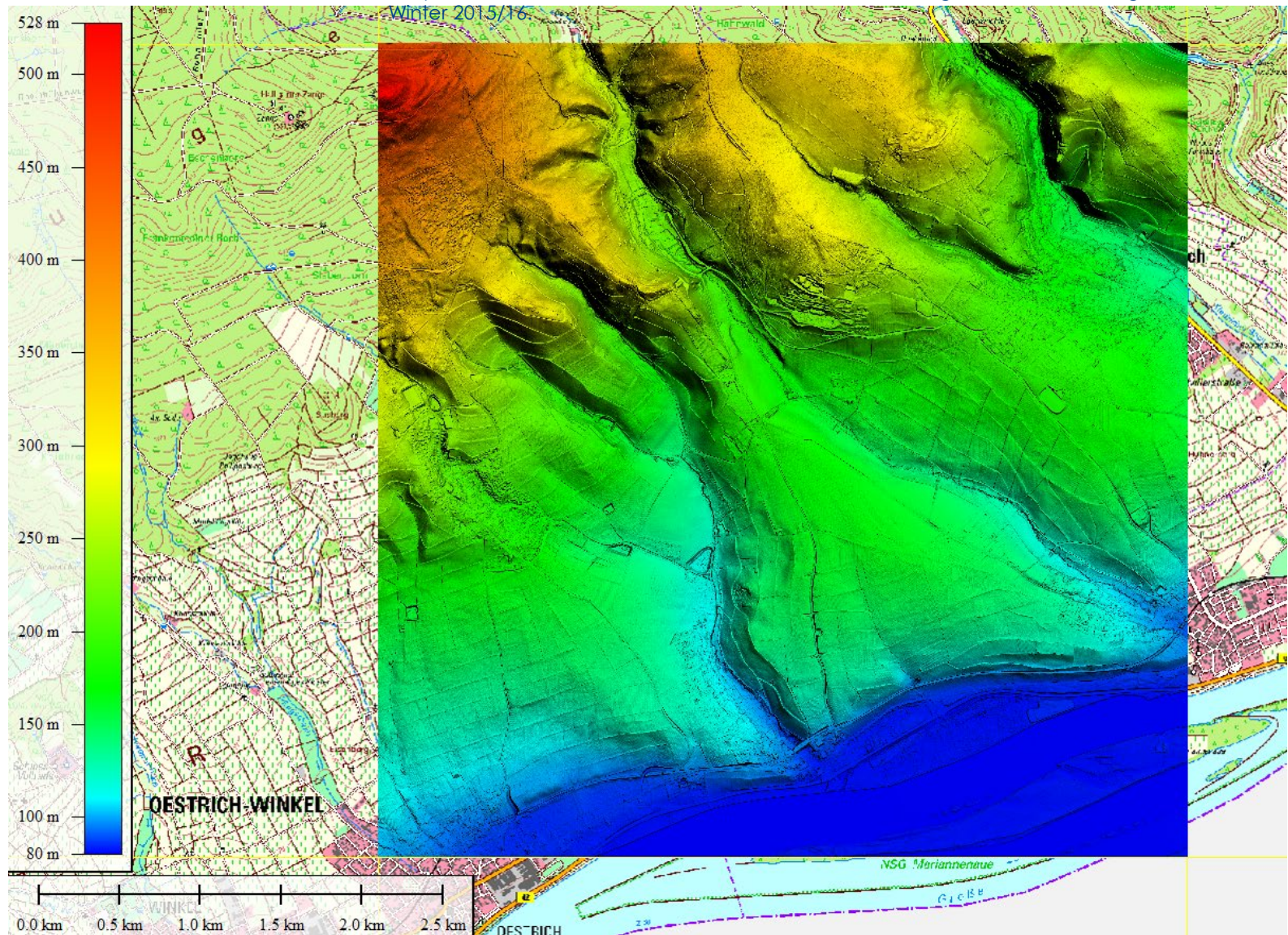
Digitales Geländemodell (Klasse 2)

Digitales Oberflächenmodell (Klassen 2,20)



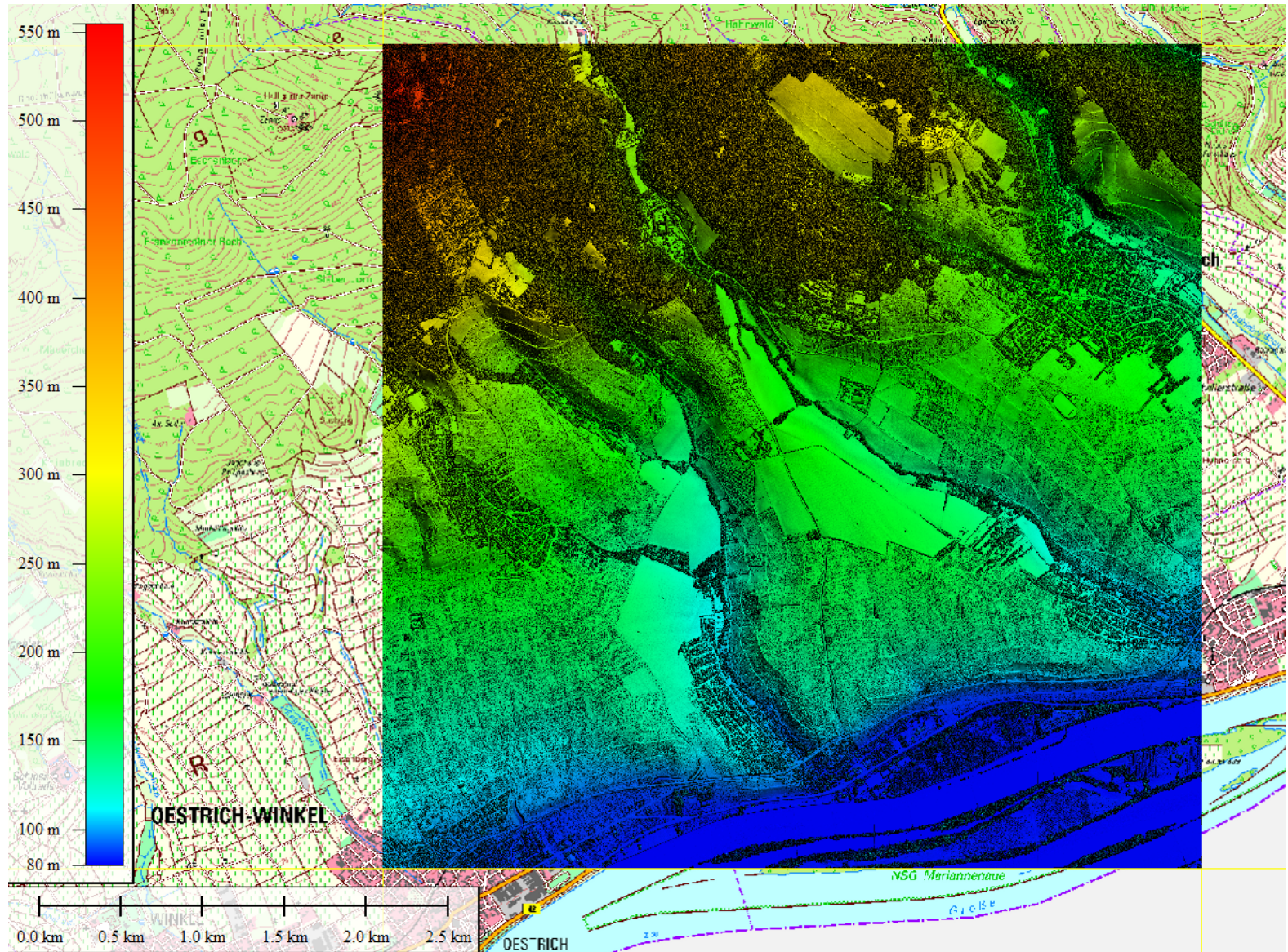
DGM aus Laserscanningdaten

Beispiel: 25km² UTM-Gitter DGM1-Kachel 430-5540 im Rheingau, Datenerhebung Winter 2015/16



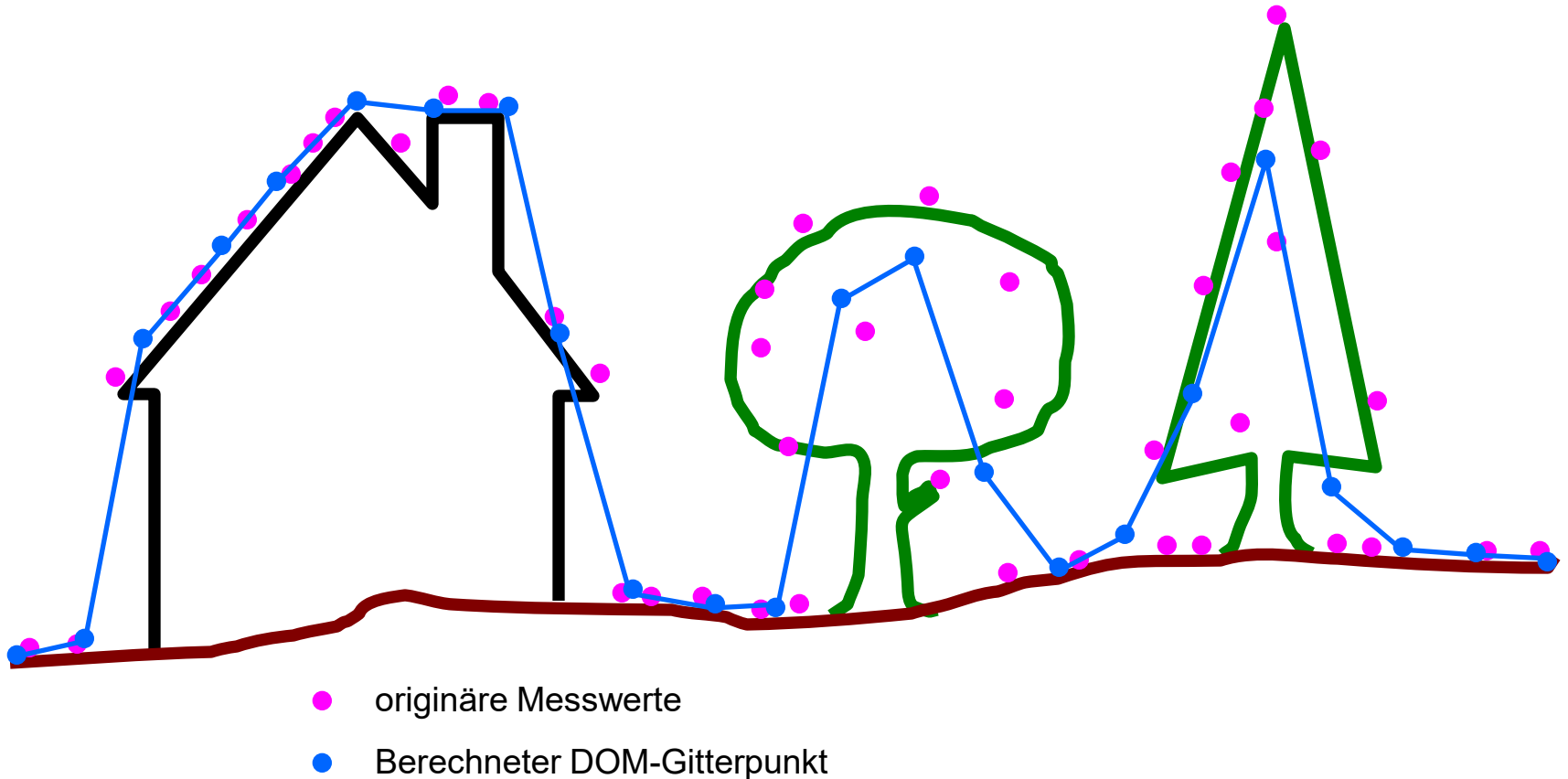
DOM aus Laserscanningdaten

Beispiel: 25km² UTM-Gitter DOM1-Kachel 430-5540 im Rheingau, Datenerhebung



Datenprozessierung DOM

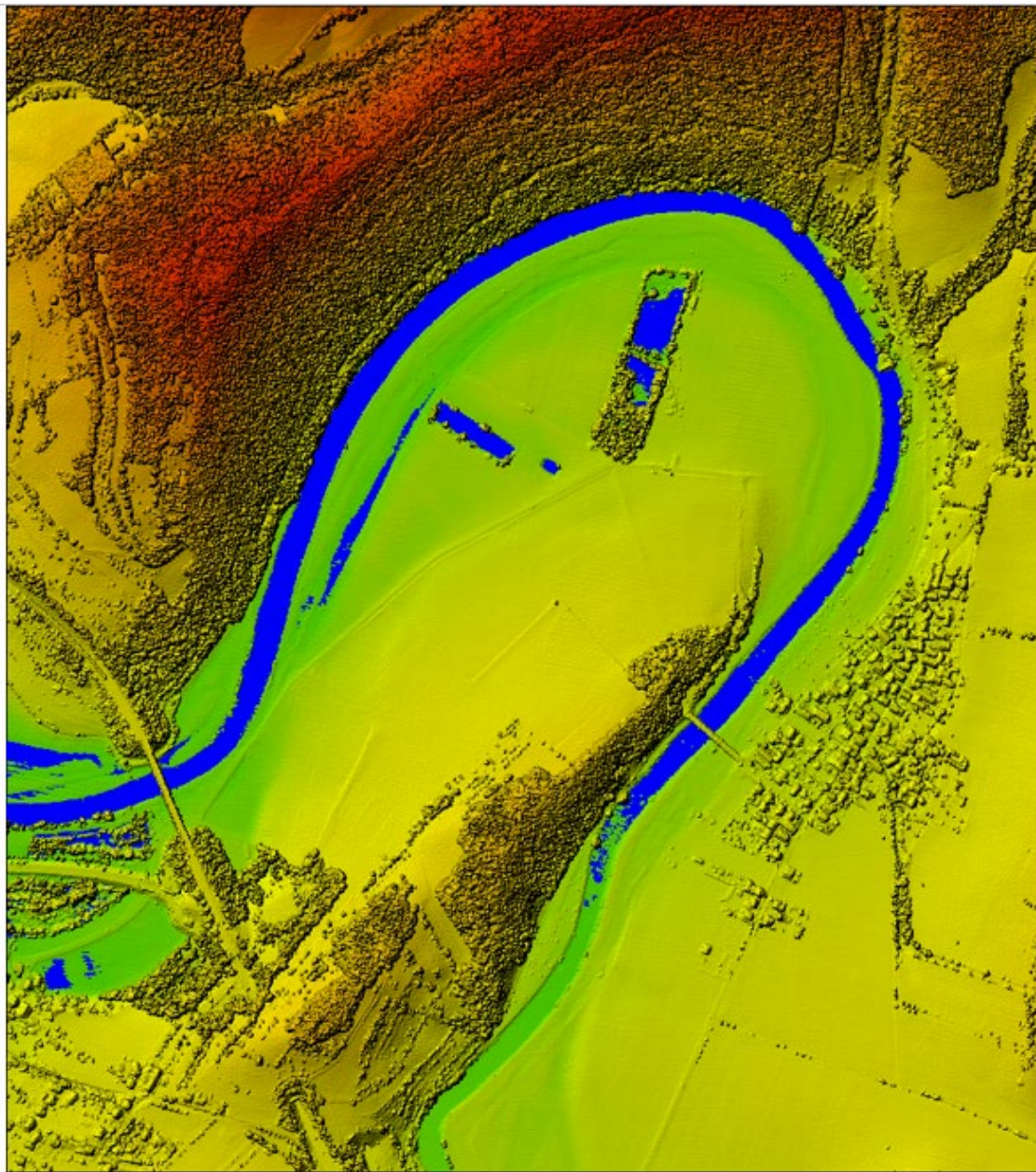
Die Messwerte der Boden- und Nichtbodenpunkte werden bei der Ableitung des Gitters in Vegetationsbereichen gemittelt. Das DOM bildet in den Vegetationsbereichen folglich nur eine gemittelte und somit niedrigere Oberfläche wieder!



Anwendungsmöglichkeiten

- Hochwasserschutz / Hochwassermanagement
- Abfluss- und Strömungssimulationen in der Wasserwirtschaft
- Herstellung von Orthophotos
- Planung von großflächigen Bauvorhaben / Bauleitplanung
- Ableitung von Immissionsausbreitungsmodellen
- Lärm- und Emissionsschutz
- Untersuchungen von Wind-/Luftströmungen
- Sichtbarkeitsuntersuchungen
- Sendernetzplanungen für Mobilfunk
- Flugsimulation
- 3D-Simulationen/-Animationen für Touristik, Forschung, Lehre
- 3D-Stadt-/Gebäudemodelle
- Archäologie und Denkmalschutz
- Bodenkunde / Bodenschutz
- Land- und Forstwirtschaft
- Grundlage für Solarpotenzialanalysen



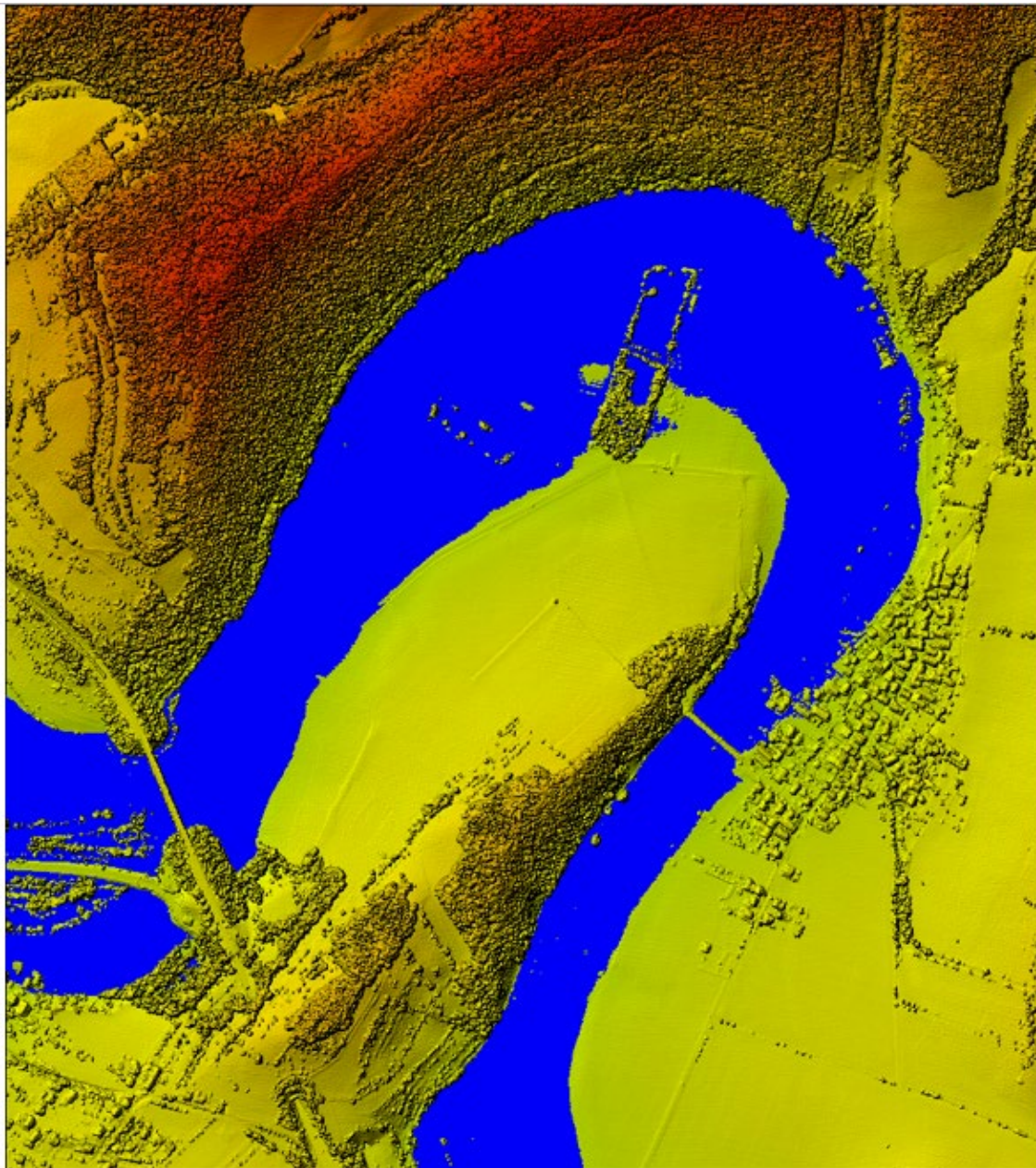


Hochwasserschutz

Werra
Wasserstand:
141 m

Werra bei Lindewerra
Grundlage DOM1,
4 Punkte/m²,
Höhencodierte Darstellung





Hochwasserschutz

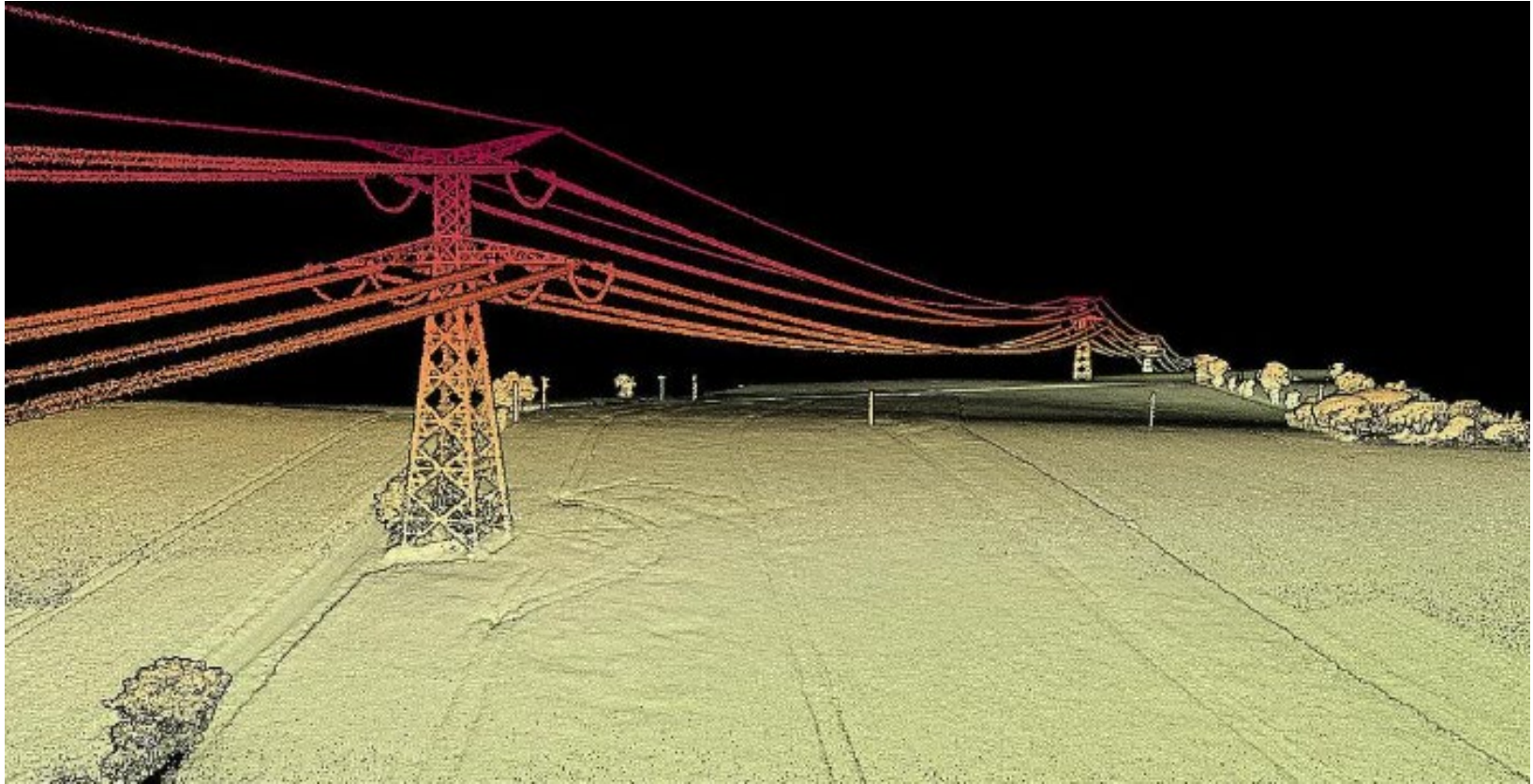
Werra
Wasserstand:
144 m

Werra bei Lindewerra
Grundlage DOM1,
4 Punkte/m²,
Höhencodierte Darstellung



Leitungsdokumentation

Punktwolke einer Trassenbefliegung

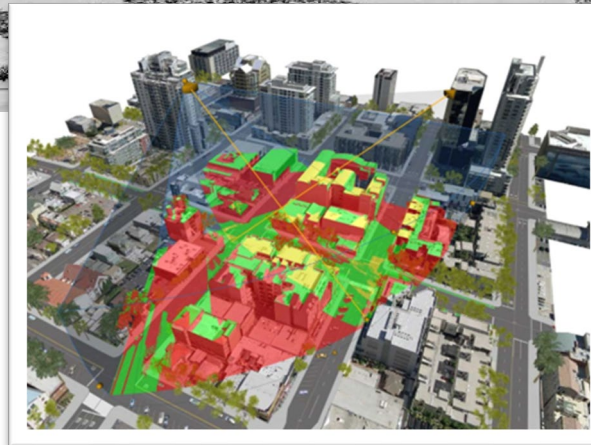
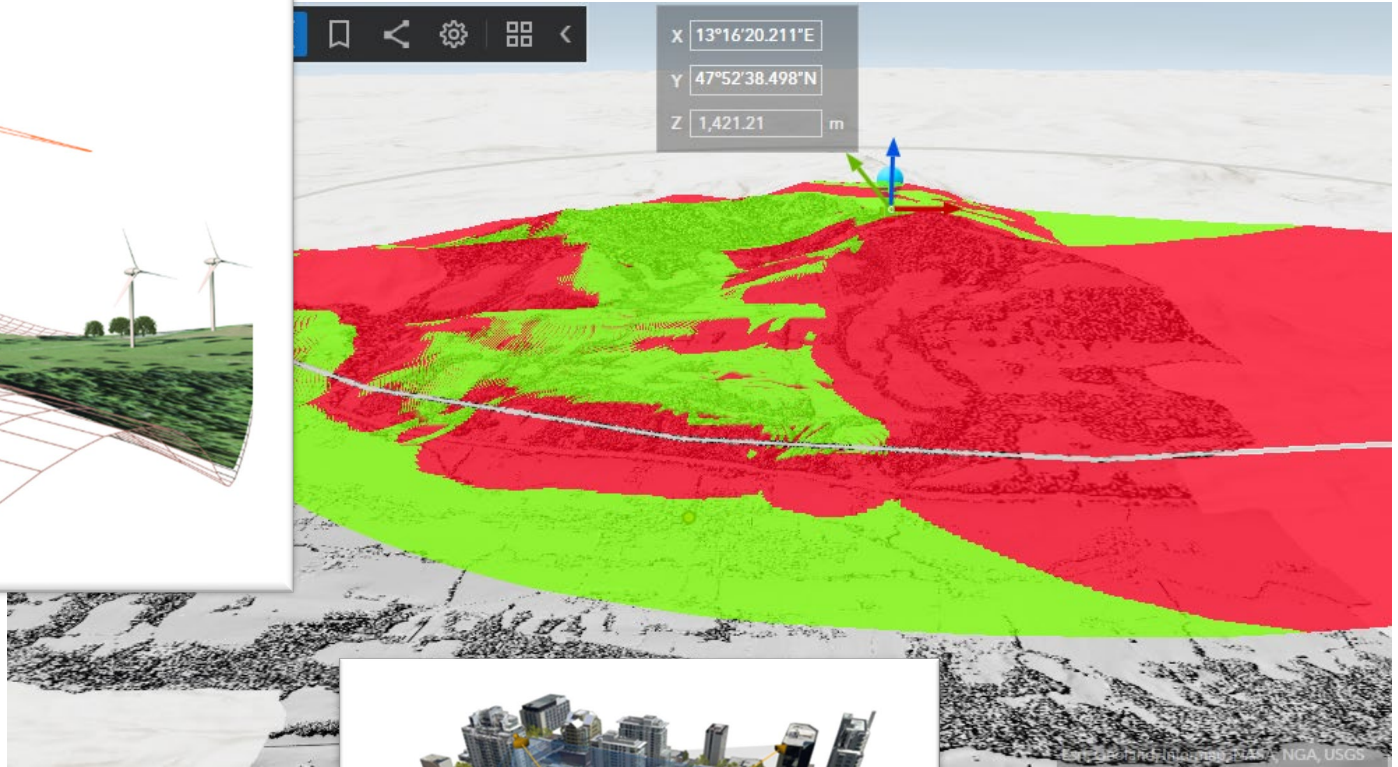
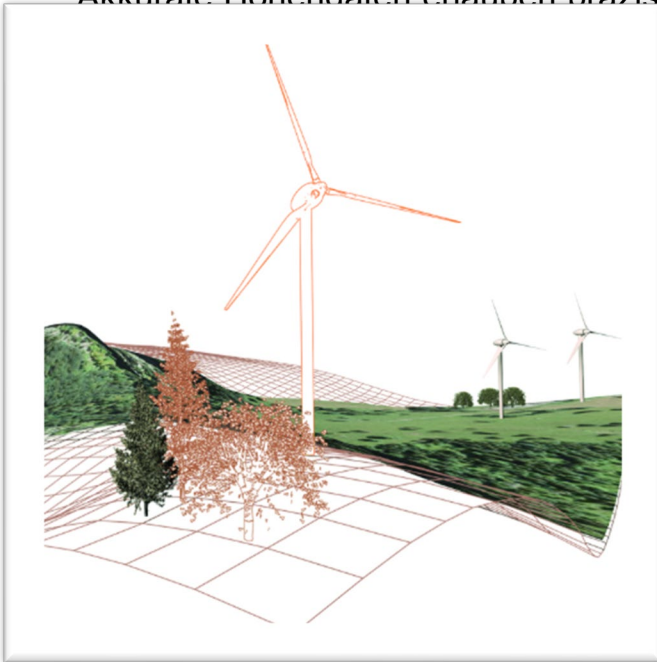


Später erfolgt eine Vektorisierung, die Attributierung und das Einbringen in einen GIS

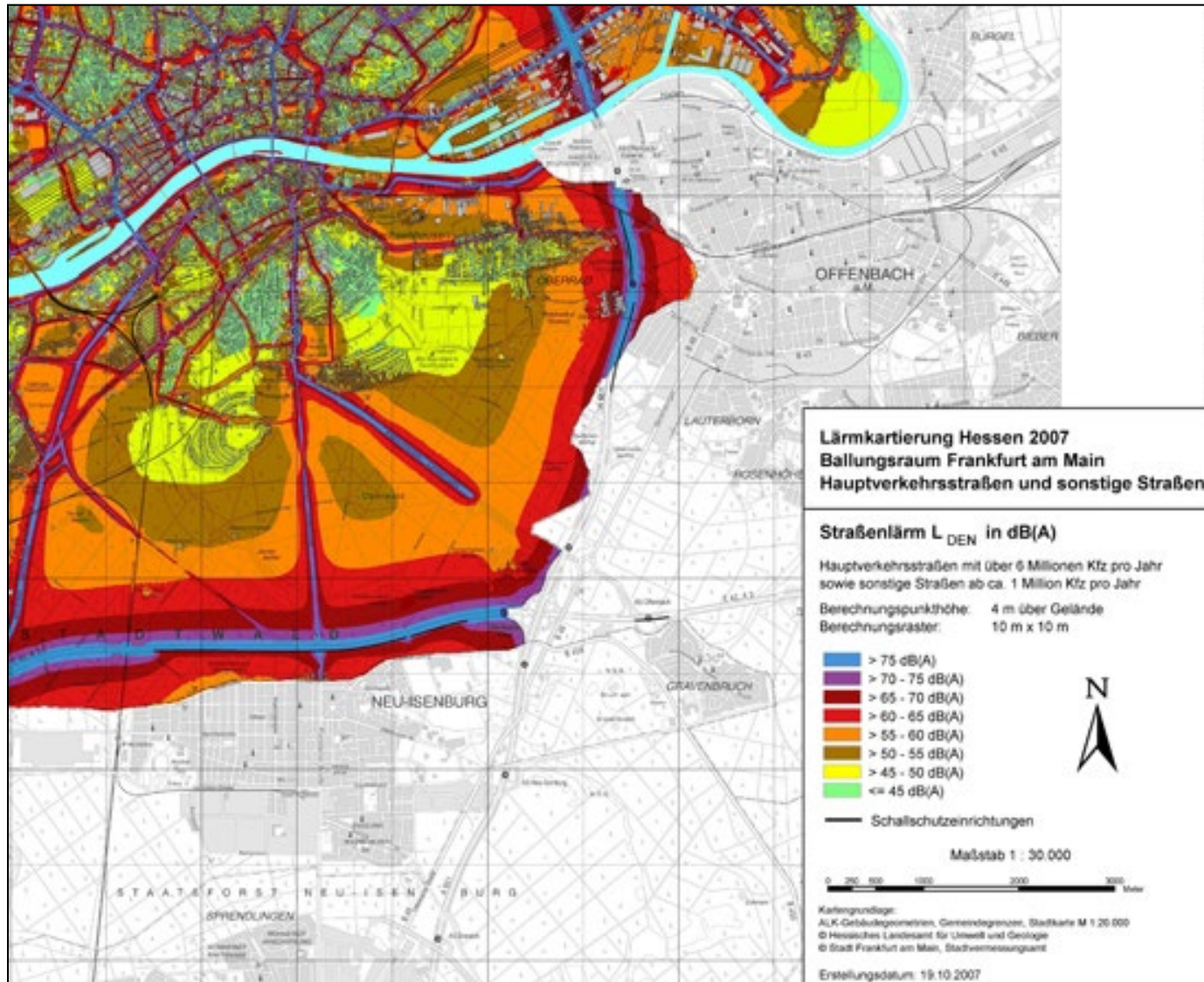


Einsehbarkeitsuntersuchungen

Akkurate Höhendaten erlauben präzise Sichtbarkeitsanalysen, Prognosen und Planung

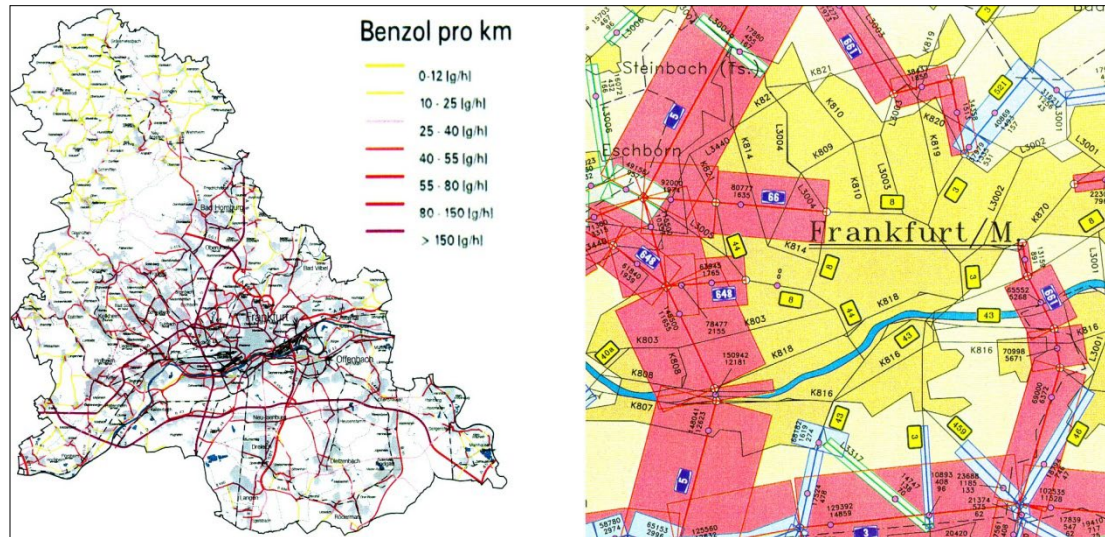


Lärmschutz



Immissionsausbreitungsmodelle

Darstellung der **Luftbelastung** durch den Kfz-Verkehr im Gebiet des Umlandverbandes Frankfurt (1427 km² mit ca. 1,6 Mill. Einwohnern).



Wichtige Daten:

- lufthygienische Studie
- Aktualisierung der Daten zum Verkehrsaufkommen
- Berechnung von Kfz-Emissionen
- Erstellung drei-dimensionaler Flussmodelle
- Aufbereitung lokaler Windstatistiken
- Ausbreitungssimulation Kfz-Schadstoffe

Alle Eingangsdaten, (z. B. geodätische Höhen, Flächennutzung, Verkehrsaufkommen) wurden direkt über das geographische Informationssystem ArcInfo des Umlandverbandes bezogen.

Auf Grundlage von Messdaten des Umlandverbandes, der Hessischen Landesanstalt für Umwelt (HLfU) und des Deutschen Wetterdienstes wurden die erforderlichen meteorologischen Parameter in Abhängigkeit von Topographie und Luftschichtungen gemäß der jeweiligen Wetterlage ermittelt.

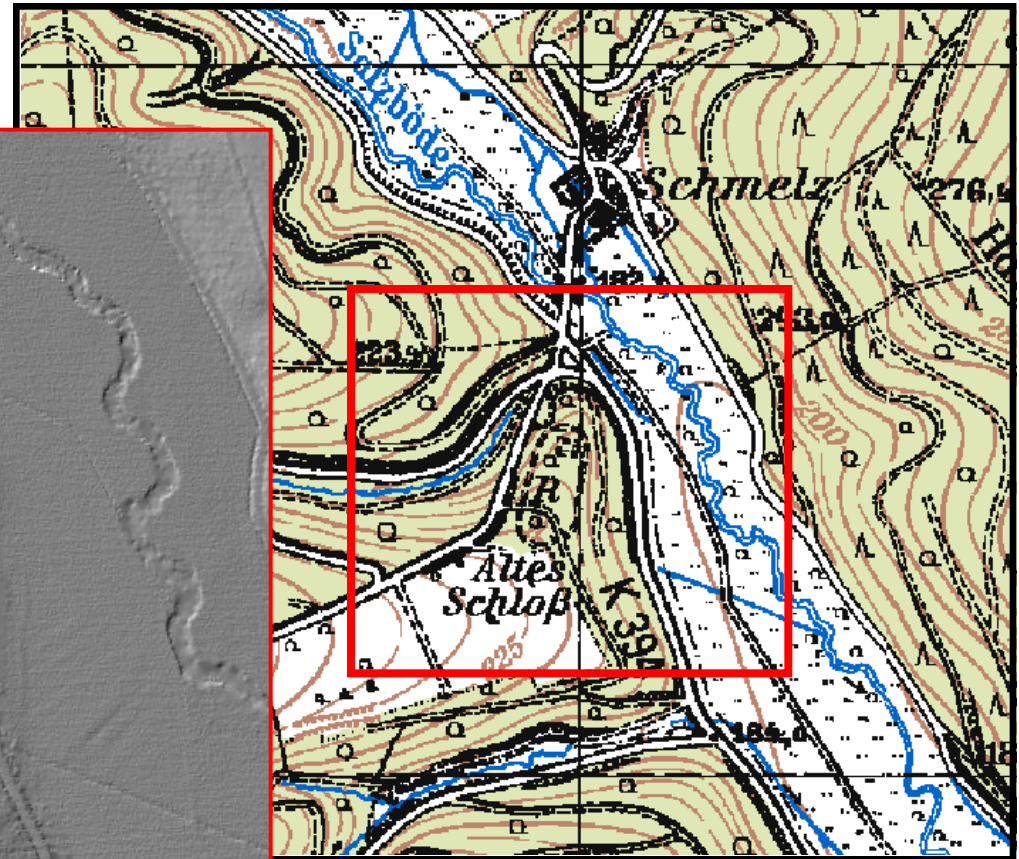
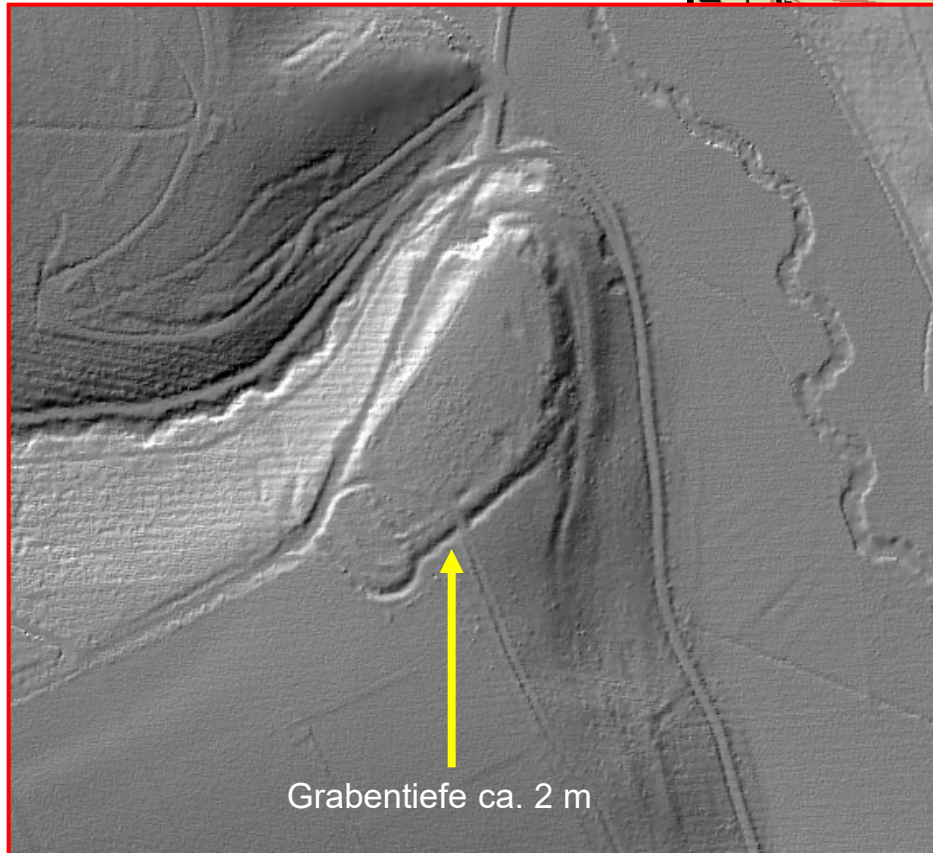
Mit Hilfe des vom Institut für Physik in der Atmosphäre der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz entwickelten Klima-Modells KLIMM konnten für unterschiedliche Verkehrsszenarien Konzentrationen und Ausbreitung von Stickoxiden, Ruß, Benzol und Kohlenwasserstoffen flächendeckend beschrieben werden.

Auftraggeber: Umlandverband Frankfurt (UVF)



Archäologie

Überreste einer Befestigungsanlage aus der Frankenzeit nordwestlich v. Lollar-Salzböden

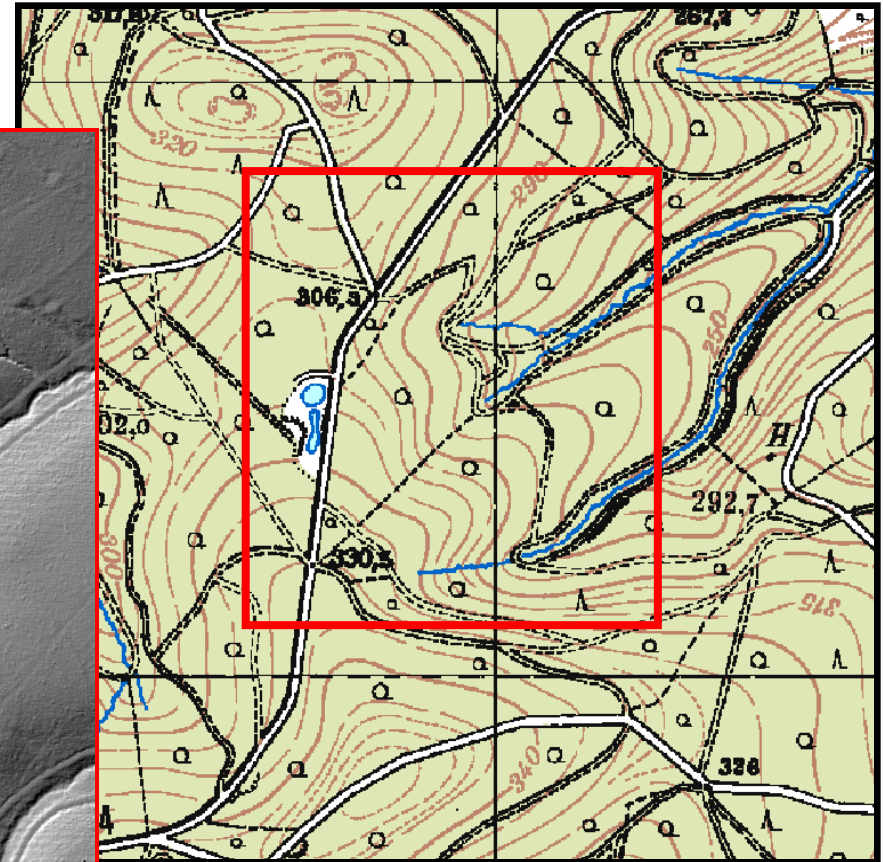
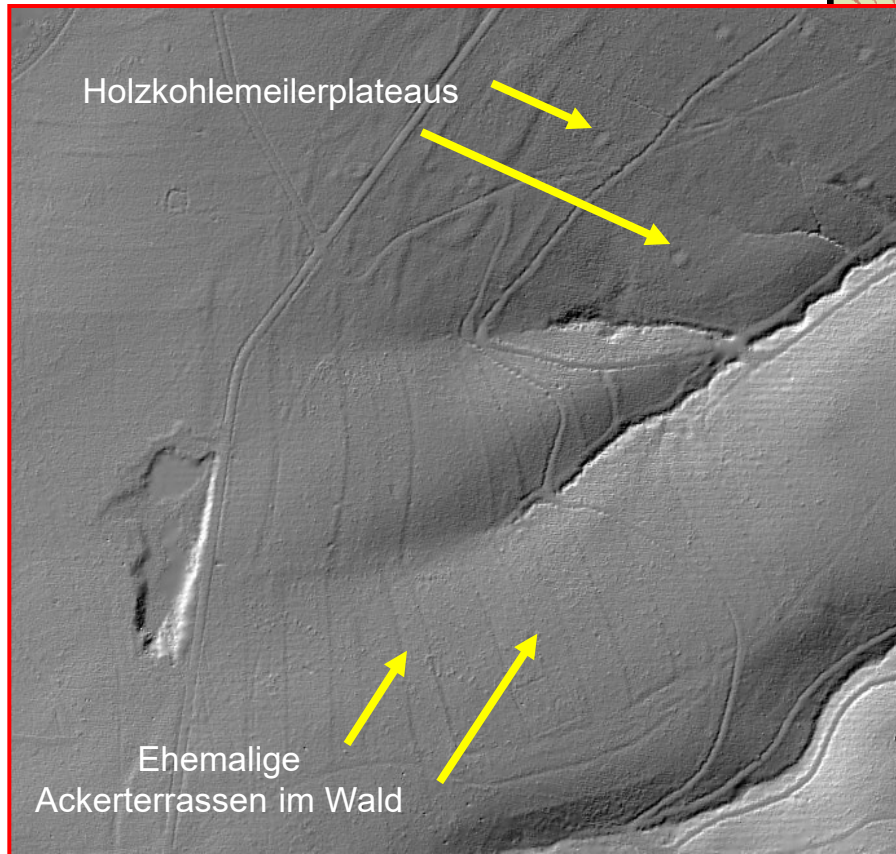


DGM-Schummerung aus Laserscandaten



Archäologie

Überreste mittelalterlicher Köhlerplätze und Ackerterrassen
nordwestlich Lollar-Salzböden



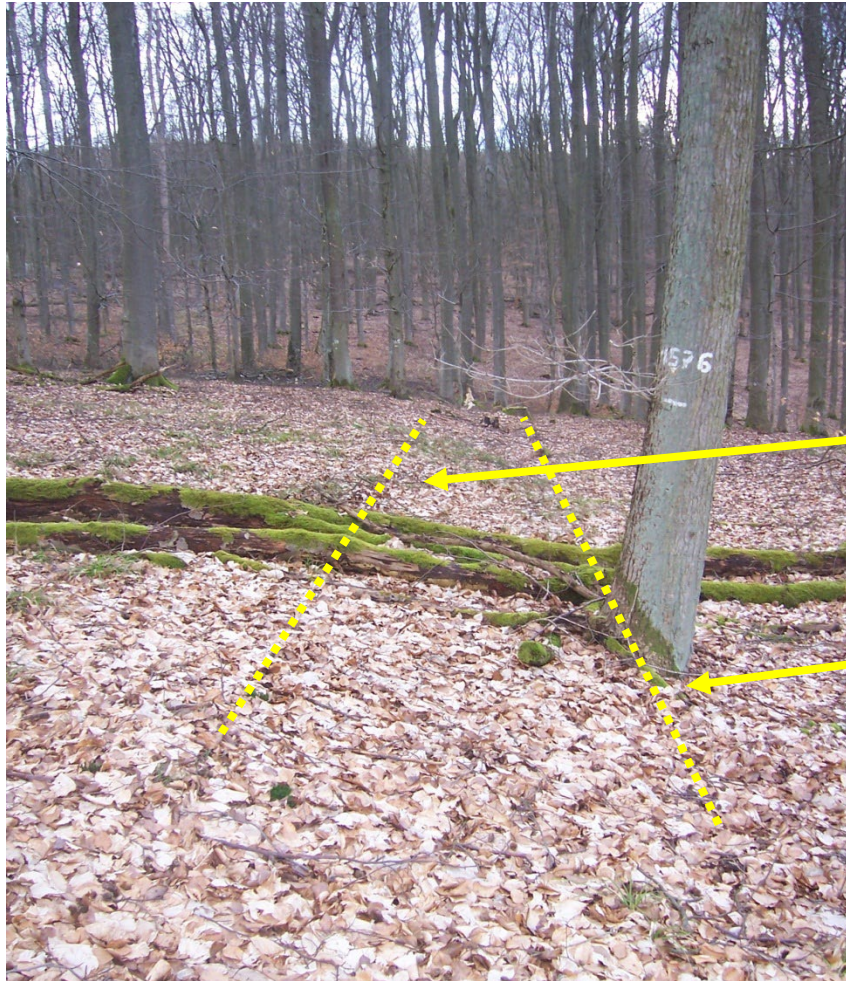
Ausschnitt TK25

DGM-Schummerung aus Laserscandaten



Archäologie

Überreste mittelalterlicher Köhlerplätze und Ackerterrassen nordwestlich Lollar-Salzböden



Verlauf der Ober- und Unterkante einer Ackerterrasse in der Örtlichkeit

Höhendifferenz ca. 5 - 7 dm

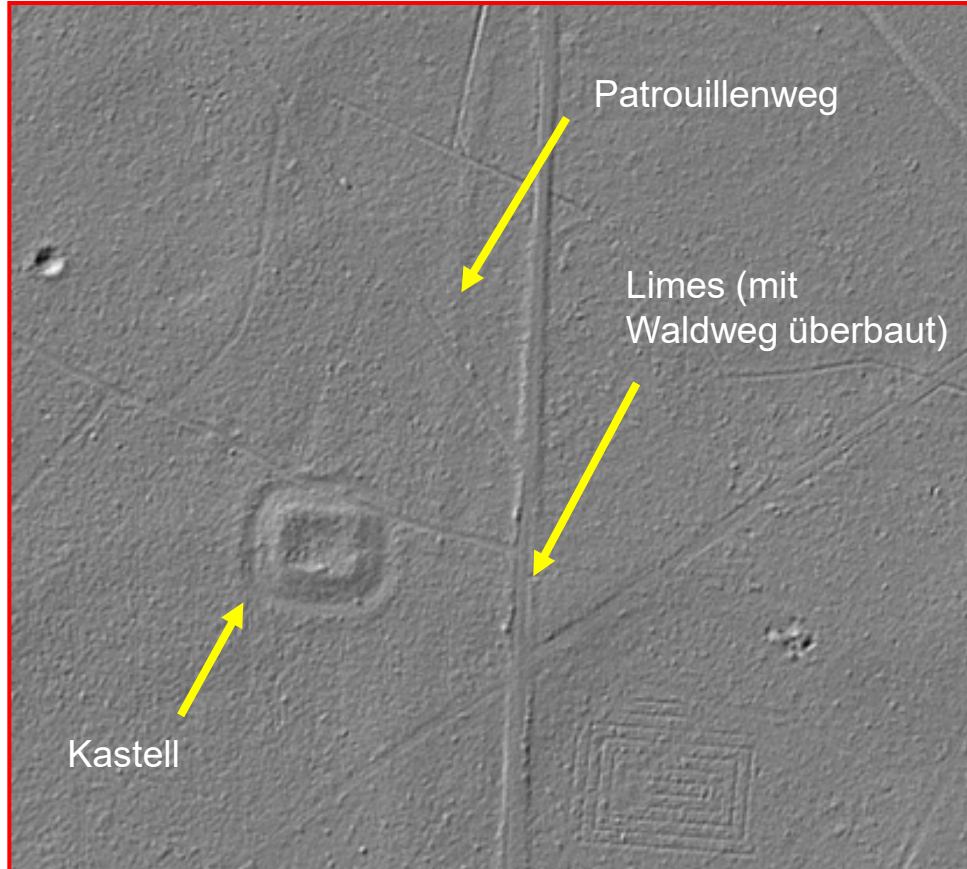
Oberkante

Unterkante

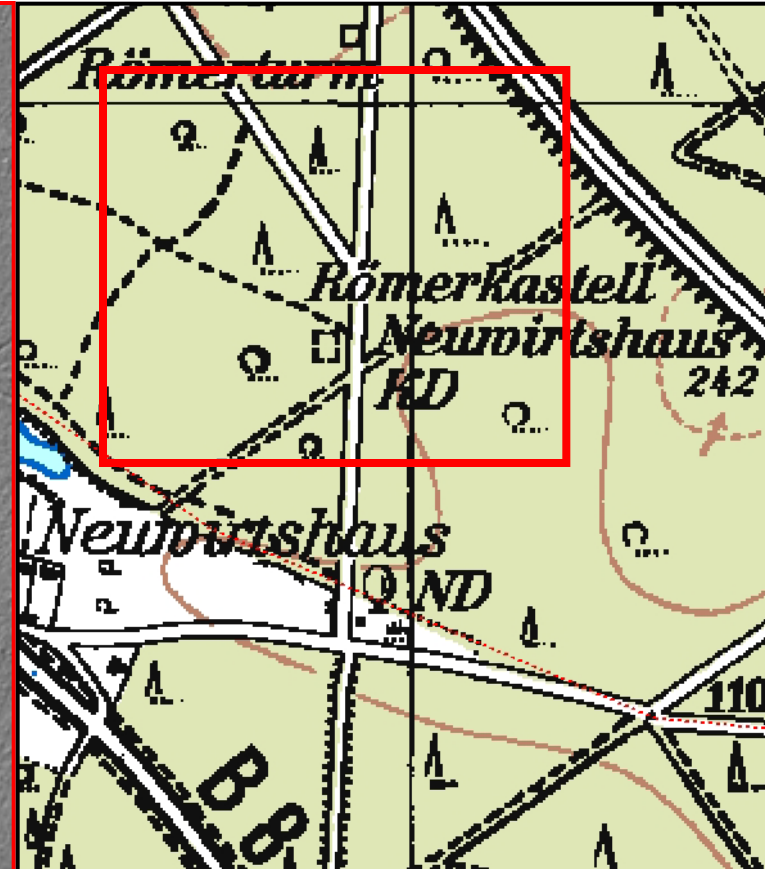


Archäologie

Limesverlauf bei Großauheim mit Kastell Neuwirtshaus



DGM-Schummerung aus Laserscandaten

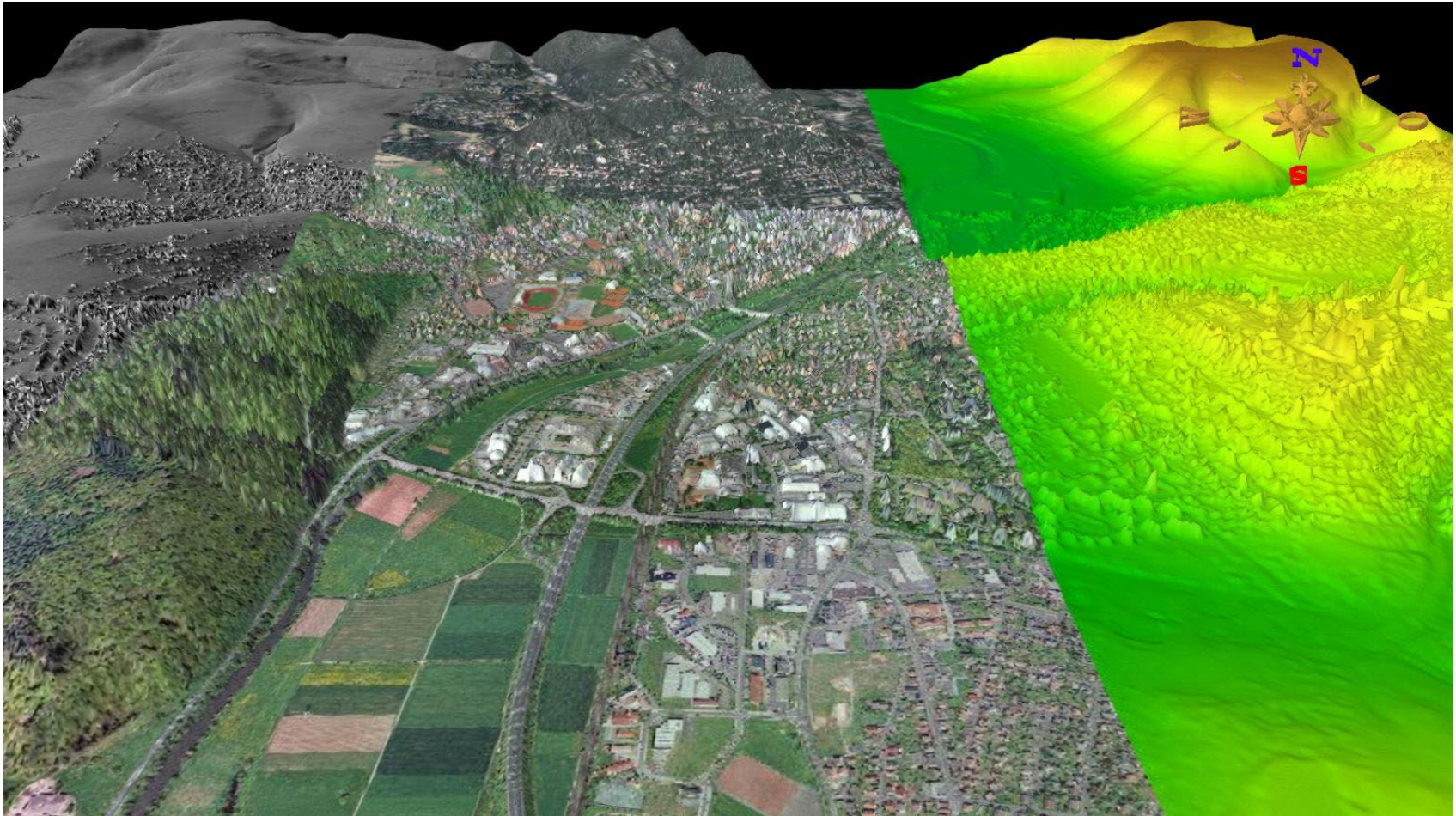


Ausschnitt TK25



3D-Visualisierungen

Datengrundlage: DGM, DOM, DOP, Schummerung und Höhengschichten



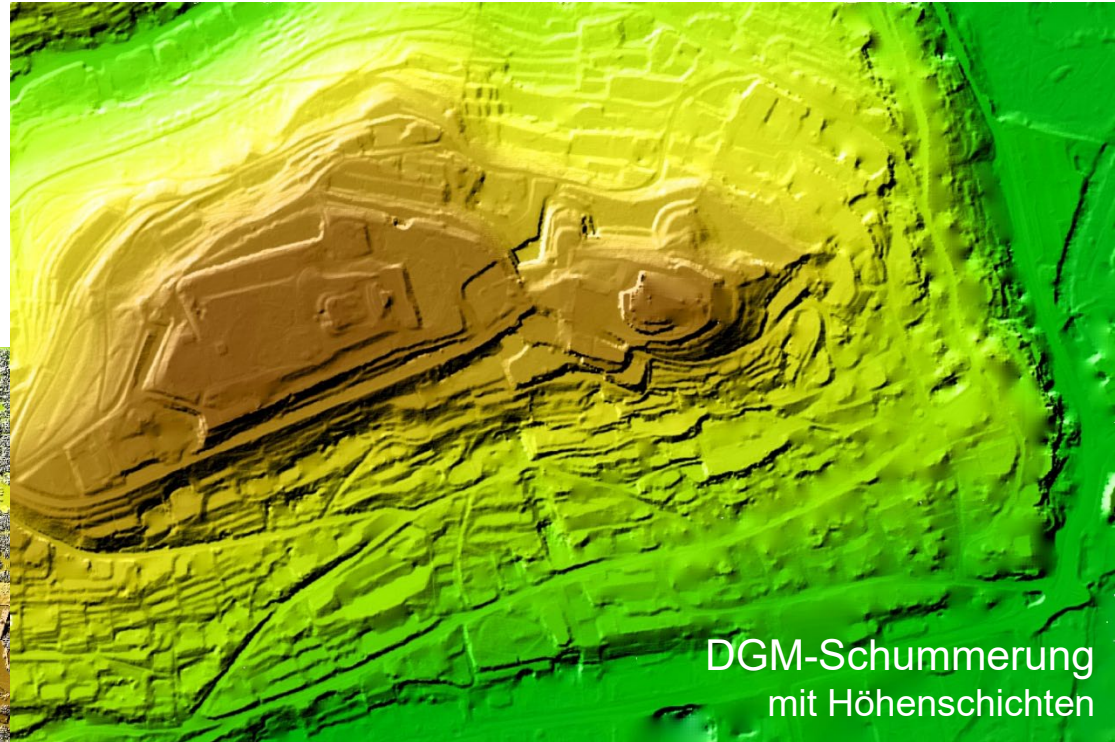
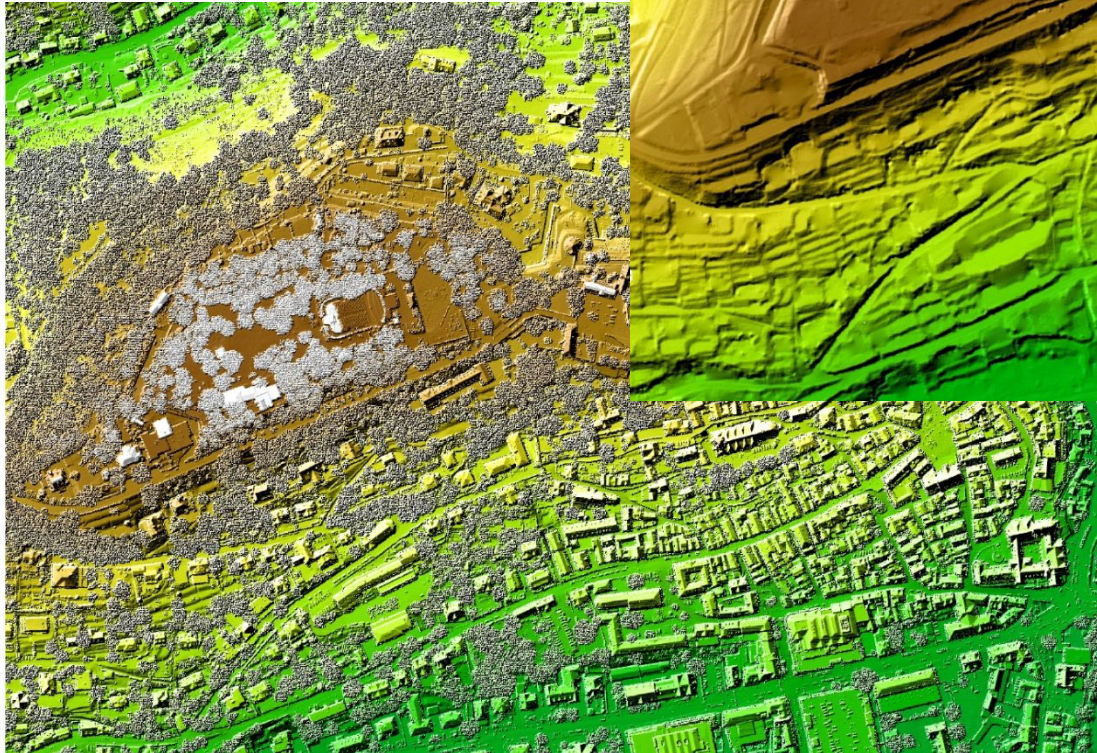
Blick auf Marburg von Süden



3D-Visualisierungen

Marburger Schloss mit Altstadt

DOM-Schummerung
mit Höhenschichten



DGM-Schummerung
mit Höhenschichten



Fortführung 3D-Daten

Neben dem Laserscanning wurde nach alternativen mit annähernd gleichwertigen Erfassungsmethoden gesucht. Zur Auswahl standen theoretisch der Kauf von Radardaten oder die Bildkorrelation.

Die Wahl fiel auf das Verfahren der Bildkorrelation. Mittlerweile rücken auch flächendeckende, mit hoher **temporaler Auflösung** erhältliche Radarsatellitendaten in den Fokus. Ebenso, für kleinere Flächen, auch Ableitungen aus Drohnenbefliegung.

Durch automatische, stereoskopische Messverfahren können aus orientierten Luftbildern (als Standardprodukt der HVBG) zu 3D-Punktwolken generiert werden.

Neuste Verfahren ermöglichen eine Punktgenerierung entsprechend der Pixelanzahl (Bildauflösung). Man spricht vom „**Dense Matching**“.

Durch die Nutzung der mittlerweile jährlich (Sommer- & Winterbefliegung) erhobenen Luftbilder (s. Bildflugprogramm) ist ein regelmäßiger Fortführungsturnus der Höhendaten (als bDOM) möglich.



Dense Matching / Multi-Ray Matching

Dense Matching und / oder Multi-Ray Matching kann übersetzt werden mit „dichte Mehrbildstereoazuordnung“. Dabei wird keine Mustererkennung (Zusammenfassen und Vergleichen von mehreren Pixelverbänden) verwandt, es wird vielmehr für jedes Pixel eine Lösung berechnet. Somit bekommt man 3D-Koordinaten in der Auflösung des zugrunde liegenden Bildmaterials.

Durch die Möglichkeit der Mehrbildauswertung ist in den Überlappungsbereichen von mehreren Luftbildern eine Steigerung der Qualität (Details und Genauigkeit) der Lösungen zu verzeichnen (Stichwort: Überbestimmung).

Dieses hochwertige Matching ist erst durch die Leistungssteigerungen der IT, die hohe Informationsdichte und die hohe Qualität der digital erfassten Luftbilder möglich.

Die Aufzeichnung mehrerer Farbkanäle (RGBI) und die hohe Farbtiefe (bis zu 16 Bit) ermöglichen eine bessere pixelweise Identifizierung und Auswertung.

Man erhält hochwertige 3D-Punktwolken, die man mit Farben und Metadaten zukünftig zu sogenannten Info-Clouds kombinieren kann.



bildbasiertes Digitales Oberflächenmodell (bDOM)



bildbasiertes Digitales Oberflächenmodell



3D-Gebäudemodelle

Mittels 3D-Vektoren, die zusätzlich mit Attributen versehen werden, ist es möglich 3D-Gebäudemodelle zu erstellen.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Generierung von 3D-Gebäudemodellen:

- 1.) Eine Ableitung aus Architekturplänen
- 2.) Eine Ableitung über den ALKIS-Grundriss und Stockwerksangaben
- 3.) Eine Ableitung aus Luftbildern - automatisch oder interaktiv
- 4.) Eine Ableitung mit Hilfe der Architekturphotogrammetrie
- 4.) Eine Ableitung aus Laserscandaten (auch in Verbindung mit dem ALKIS-Grundriss)
- 5.) Eine Kombination vorgenannter Methoden



3D-Gebäudemodelle

Definition

3D-Gebäudemodelle sind digitale, numerische Modelle der Erdoberfläche, reduziert auf den in ALKIS definierten Objektartenbereich Gebäude. Sie erweitern den Datensatz der Hausumringe um die dritte Dimension und beschreiben ein Gebäude mit Hilfe von Metainformationen hinreichend. Unterirdische Gebäude und Bauwerke werden nicht berücksichtigt.

Metainformationen umfassen beschreibende Attribute der Geometrie, beispielsweise die Nutzung (Wohngebäude, Gebäude für gewerbliche Zwecke) oder die Erfassungsgrundlage.

Über eindeutige Identifikatoren können Bezüge zu anderen Datenbanken (z.B. ALKIS) hergestellt werden, die weitere Informationsanbindungen zulassen.

So können z.B. Straßen-, Kanal-, Gewässer- und Baumkatasterdatenbanken etc. zu einem umfassenden 3D-Stadtmodell zur Lösung von themenübergreifenden Analysen und Aufgabenstellungen verknüpft werden.

Dies ist jedoch nicht unsere primäre Aufgabe!



Quelle: Stadtvermessungsamt Wiesbaden



3D-Gebäudemodelle

AdV CityGML-Profil

Das GML-Anwendungsschema der Special Interest Group (SIG 3D) war ursprünglich für die Haltung von 3D-Stadtmodellen bestimmt und wurde somit CityGML (City Geography Markup Language) genannt. CityGML ist seit 2008 ein OGC-Standard.

Die Modellierungsmöglichkeiten beschränken sich nicht auf 3D-Gebäudemodelle, sondern ermöglichen es eine komplexe virtuelle urbane Umgebung mit Stadtmöblierung, Infrastruktur, Topographie, Vegetation, Landnutzung etc. zu erstellen.

Durch die Artverwandtschaft der Modellierungen hat die AdV die 3D-Objekt-Modellierung in einem reduzierten Profil für den Bereich Gebäude als Übergangslösung bis zur Einführung der 3D-fähigen GeoInfoDok 7 übernommen. Die GeoInfoDok 7 wird voraussichtlich nach 2019 eingeführt.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<core:CityModel xmlns:core="http://www.opengis.net/citygml/1.0" xmlns:tran="http://www.opengis.net/ci
  <gml:name>LoD1_550_5605_2_HE</gml:name>
  <gml:boundedBy>
    <gml:Envelope srsName="urn:adv:crs:ETRS89_UTM32*DE_DHHN92_NH">
      <gml:lowerCorner srsDimension="3">550347.3 5605019.4 295.058</gml:lowerCorner>
      <gml:upperCorner srsDimension="3">551871.4 5606524.2 325.23</gml:upperCorner>
    </gml:Envelope>
  </gml:boundedBy>
  <core:cityObjectMember>
    <bldg:Building gml:id="DEHE_DEHE06060000pNwv">
      <core:creationDate>2014-02-06</core:creationDate>
      <core:externalReference>
        <core:informationSystem>http://www.adv-online.de/fdv/art.htm#_9100</core:informationSystem>
        <core:externalObject>
          <core:name>DEHE06060000pNwv</core:name>
        </core:externalObject>
      </core:externalReference>
    </bldg:Building>
  </core:cityObjectMember>
</core:CityModel>
```

Aufbau einer
CityGML-Datei



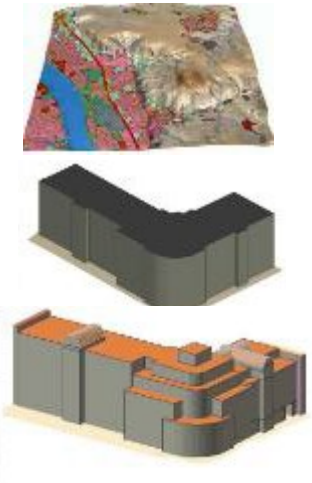
3D-Gebäudemodelle

Level of Detail

Der Begriff des Level of Detail definiert die unterschiedlichen Ausprägungs- und Genauigkeitsstufen, in denen ein Gebäude modellhaft dargestellt werden kann. Er wurde durch die SIG 3D geprägt.

Die SIG 3D hat ihren Ursprung in der Initiative *Geodateninfrastruktur Nordrhein-Westfalen* (GDI NRW). Ihre Mitglieder kommen aus Wirtschaft, Forschung und staatlichen Stellen über NRW und Deutschland hinaus.

- **LoD0:** Regionalmodell, 2,5-D-Geländemodell mit Bildtextur
 - **LoD1:** Block-/Klötzchenmodell (Grundfläche hochgezogen)
 - **LoD2:** Erweitertes Blockmodell, 3D-Modell der Außenhülle, generalisierte Dachstruktur und einfache Texturen
-
- **LoD3:** Detailmodell, 3D-Modell der Außenhülle mit Textur
 - **LoD4:** Innenraummodell, 3D-Modell des Gebäudes mit Etagen, Innenräumen, Möblierung und Texturen



Quelle: AdV-ad-hoc-Gruppe DOM



3D-Gebäudemodelle

Allgemeines – AdV-Festlegungen

Die AdV trägt durch die Einführung eines Produktstandards und einer Formatbeschreibung maßgeblich zur Realisierung eines homogenen, bundesweiten Datenbestandes „3D-Gebäudemodelle“ bei.

Die Vorzüge sind:

Amtlichkeit, gesicherte Qualität, Homogenität, Flächendeckung und Nachhaltigkeit durch Aktualisierung.

Das AdV-Profil gibt Pflichtattribute sowie optionale Komponenten und Wertarten vor.

Der länderübergreifende Datenvertrieb obliegt der *Zentralen Stelle für Hauskoordinaten und Hausumringe* ([ZSHH](#)).

Details:

- Unterschiedliche Detailstufen mit standardisierten Dachformen:
 - Seit 2013 Aufbau eines bundesweiten Datenbestandes im LoD1 mit Flächendeckung in 2017
 - Aufbau eines bundesweiten Datenbestandes LoD2 soll 2020 vollendet sein.
- Gebäude werden als Solids (feste Körper) bereitgestellt, die ein geschlossenes Volumenobjekt bilden



3D-Regionalmodelle LoD0

Das HLBG kann mit den Produkten ATKIS und ALKIS jederzeit Geobasisdaten zur Verfügung stellen, die für die Generierung eines Regionalmodells benötigt werden.

A44 bei Walburg
Kombination aus DOP, DGM,
sowie BasisDLM und ALKIS



LoD0:
Regionalmodell

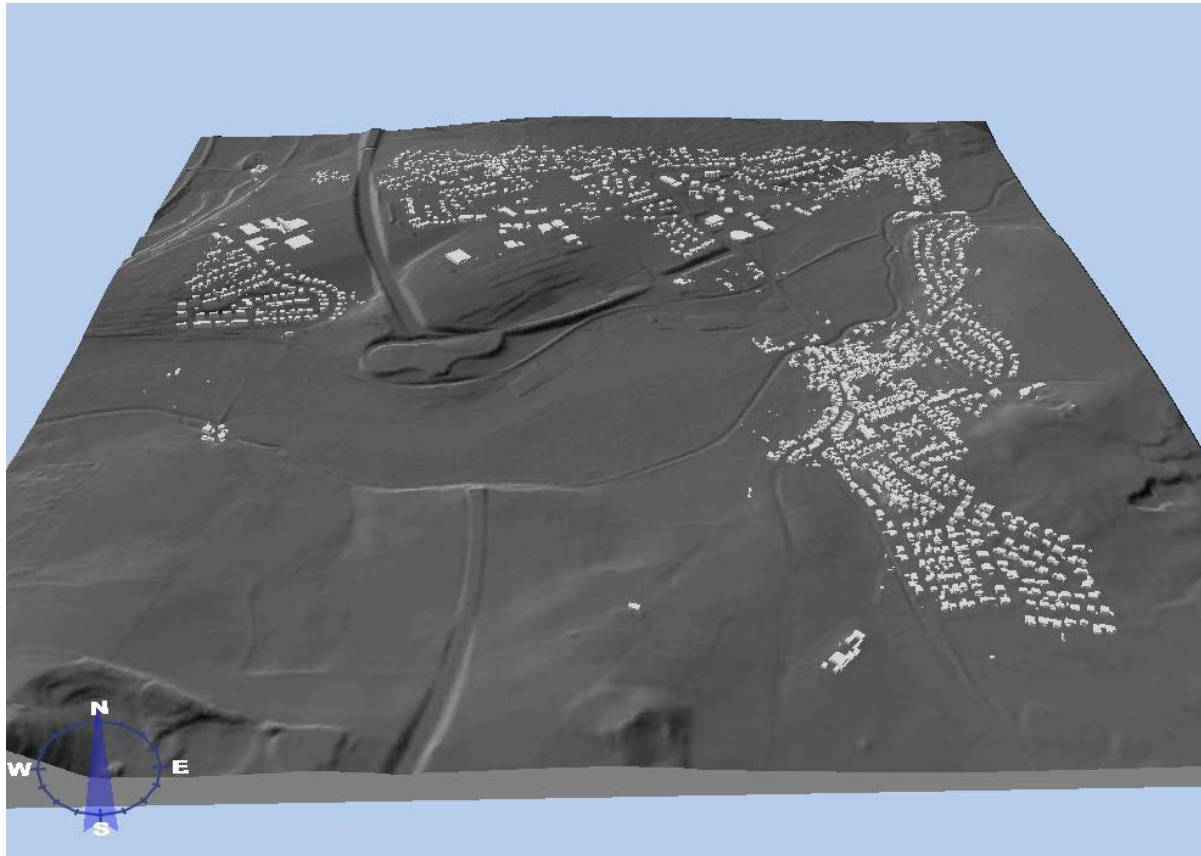
Das Regionalmodell basiert auf einem Gelände- oder Oberflächenmodell, das mit Hilfe von Texturen (Orthophotos, Kartengraphik usw.) visualisiert wird. Einzelne herausragende Objekte können als 3D-Landmarks integriert werden (z.B. für Flugsimulation bei der Wetterpräsentation). Die Punktgenauigkeit (Lage/Höhe) wird mit >5m / > 5m angegeben.

Quelle: AdV-ad-hoc-Gruppe DOM



3D-Gebäudemodelle LoD1

Mittels der Software *Feature Manipulation Engine* (FME) werden über eine Workbench 3D-Gebäude im Format *City-GML* erzeugt.



Blick von Süden auf Staufenberg
über das Lumdatal

Datengrundlage:

ALKIS, DGM5, DGM-
Schummerung,
Blockmodell



3D-Gebäudemodelle LoD1

Datengrundlage: ALKIS, DGM5, DOP20, Blockmodell



Blick von Südosten auf
Staufenberg



3D-Gebäudemodelle LoD2

Die Firma *M.O.S.S.* bietet mit ein Modul (*3D Pro*) zur automatischen Generierung von 3D-Gebäudemodellen im LoD2 für das Rasterdatenmanagement novaFACTORY an.

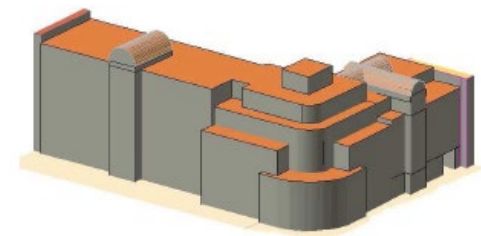
Das Modul erkennt momentan vier Standarddachformen:

- Satteldach
- Wallmdach
- Pultdach
- Flachdach

(Erweiterung auf 8 Standarddachformen vorgesehen)



















LoD2: Erweitertes Blockmodell	Den Gebäuden aus LoD 1 werden zusätzlich die Dachformen (Standarddächer) zugeordnet und entsprechend dem tatsächlichen Firstverlauf ausgerichtet. Die Gebäudefassaden können mit Standardtexturen belegt werden. Zusätzliche Möblierungen (Schilder, Ampeln, Bäume...) im Straßen- und Grünbereich sind möglich. Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): 2m / 1m
-------------------------------------	--



Quelle: AdV-ad-hoc-Gruppe DOM



Details zur Dachformenerkennung

Modell	Bezeichnungen	Kennziffer	Ausprägung in der DFK
	Satteldach	3100	
	Walmdach	3200	
	Kröppelwalmdach	3300	
	Mansardendach	3400	
	Pultdach	2100	
	Versetztes Pultdach	2200	
	Zelt Dach	3500	
	Sheddach	3800	

- Modellbasierter Ansatz
- Katalog mit aktuell 8 von 13 Dachformen
- Robust - erzeugt mindestens ein Flachdach für jeden Grundriss
- Auch einsetzbar, wenn (noch) keine LIDAR-Daten vorliegen
- Ein Gebäude muss eine einheitliche Dachform besitzen
- Daher Verwendung ALK / ALKIS für Grundrisse empfohlen

3D-Gebäudemodelle LoD2

Erste Tests mit unseren Laserdaten im Rheingau haben eine Dachformerkennung von rund 80% erbracht. Die Restlichen Gebäude wurden im LoD1 abgebildet. Eine Interaktive Nachbearbeitung ist erforderlich!

Benötigt werden:

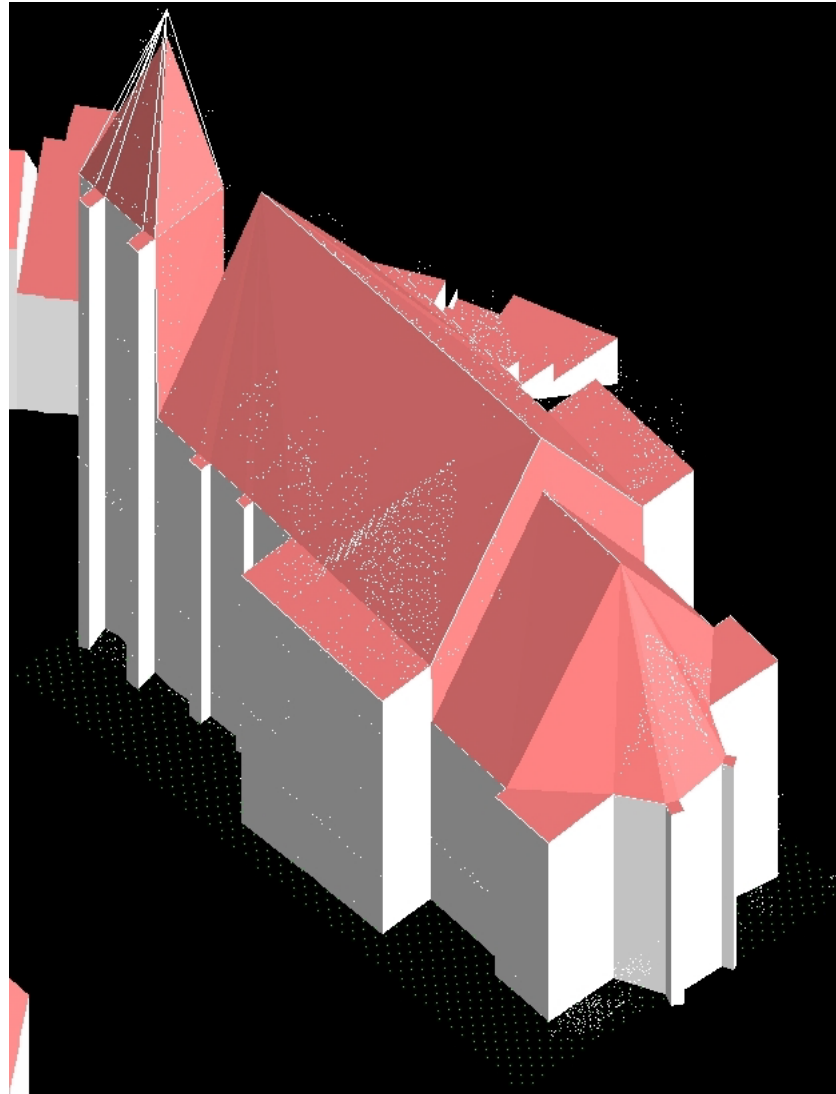
- Laserscan-Oberflächendaten
- DGM
- ALKIS-Gebäudegrundrisse.



Geisenheim im
Rheingau



3D-Gebäudemodelle - Interaktive Nachbearbeitung



Dom Wetzlar



3D-Gebäudemodelle LoD3



LoD3:
Detailmodell

In dieser Stufe werden die Gebäude realitätsnah dargestellt. Die Fassaden werden mit Phototexturen versehen. Markante Gebäudeausbauten (Erker, Kamine, Fenster,...) werden ergänzt. Die Dachlandschaften werden detailgetreu erzeugt. Differenzierte Darstellungen von Straßeneinrichtungen und Vegetationszonen vervollständigen das Modell. Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): 0,5m / 0,5m

li.: Schloss Weilburg,
Nassauische Residenz

re.: Dom zu Limburg, Bischofssitz

Quelle: AdV-ad-hoc-Gruppe DOM



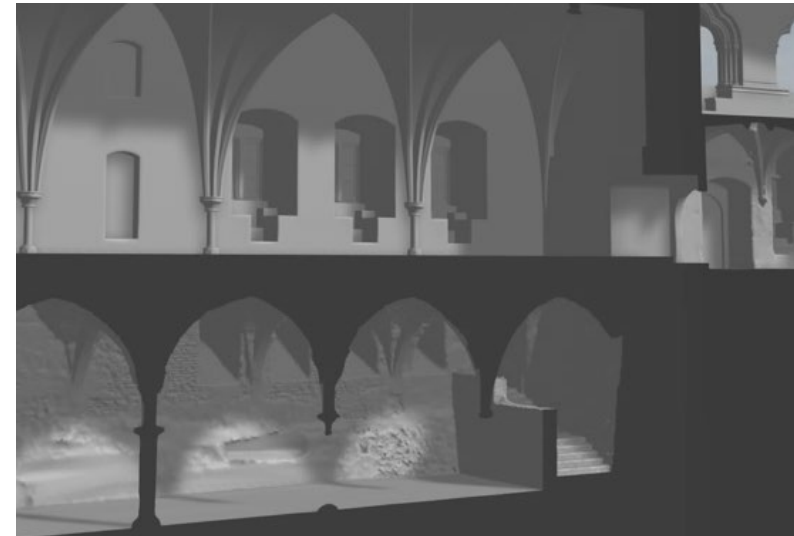
3D-Gebäudemodelle LoD4



Burg Vianden, Luxemburg

Blick in den Burghof mit Zugang zu den Innenräumen

LoD4: Innenraummodell	Die Gebäude erhalten Etagen und Innenräume. Diese „begehbaren“ Gebäudemodelle kommen vor allem im Bereich der Architektur zum Einsatz. Punktgenauigkeit (Lage/Höhe): 0,2m / 0,2m
--------------------------	--



Quelle: AdV-ad-hoc-Gruppe DOM sowie © ArcTron 3D GmbH



Inhalte + Metadaten 3D-Gebäude

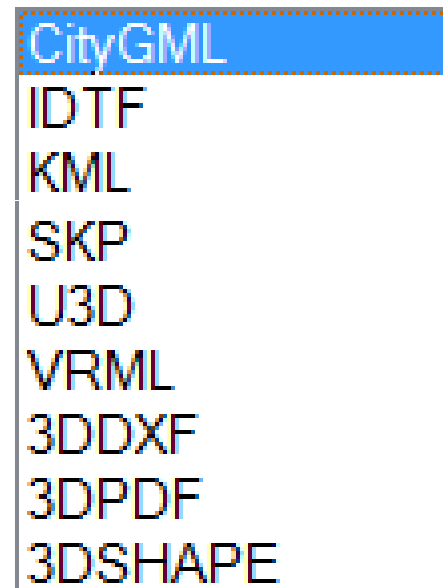
Datum	Umsetzung	Bsp. LoD1
Objekt-ID	Referenz zu ALKIS	DEHE06...
Gebäudefunktion	nach ATKIS-OK Basis-DLM	31001_1000 (Wohngebäude)
Erstellungsdatum	JJJJ-MM-TT	2013-09-05
Relative Gebäudehöhe	First minus tiefster Schnittpunkt mit DGM1	6.08
Dachform (nur LoD2)	aus Laserdaten generiert	2100 (Pultdach)
Datenquelle Bodenhöhe	Verschneidung mit DGM1	1100 (fester Wert)
Datenquelle Dachhöhe	Laserscan	1000 (fester Wert)
Datenquelle Lage	ALKIS	1000 (fester Wert)
Bezugspunkt Dach	Mittelwert	2000 (fester Wert)
Gemeindeschlüssel	achtstellig	064310354

zusätzlich können weitere Attribute hinzugefügt werden



Export 3D-Gebäudemodelle

- zu exportierende Formate
 - CityGML (City Geography Markup Language)
Ist AdV-Standardabgabeformat
 - 3D-Shape
AdV-Profil ist noch nicht beschlossen
 - 3D-PDF
 - KML (Keyhole Markup Language)
 - SKP (Google SketchUp)
 - 3D-DXF (Drawing Interchange Format)
 - VRML (Virtual Reality Modeling Language)
 - U3D (Universal 3D)
 - IDTF (Intermediate Data Text Format)



Solarkataster

In einer Kooperation zwischen dem HLBG und der Umweltverwaltung wurde der Aufbau eines landesweiten Solarkatasters geplant.

Einflussgrößen beim Solarstrompotentials sind:

1. Exposition:

Die Ausrichtung des Daches ist neben der Neigung maßgeblich für die Nutzung der Globalstrahlung. Dachflächen mit Südlage nutzen die Energie bis zu 100%.

2. Dachneigung:

Stellt den Winkel von der Horizontalen zum Bezugspunkt in Grad dar. Die optimale Neigung für Photovoltaik-Anlagen liegt bei ca. 30–45°.

3. Verschattung:

Teilverschattungen einzelner Module können zu starken Ertragseinbußen der Anlage führen, da diese in der Regel in Reihe geschaltet sind und die schwächste Zelle den Gesamtstrom vorgibt.

4. Globalstrahlungsenergie:

Grundlage ist der horizontale Globalstrahlungswert im 20-jährigen Mittel am Betrachtungsort, der vom DWD erhoben wird, sowie der Neigungs- und Ausrichtungswert der Dachfläche.

Nach Angaben aus den Portalen sind momentan nur Anlagen mit einer Mindestleistung ab 3 KWp und einer Flächengröße ab ca. 30-100 qm wirtschaftlich.

Die Angaben sind jedoch abhängig von staatlichen Förderungen und Anlagenkosten.



Solarkataster

Methoden zur Ermittlung vom Solarstrompotentials sind:

1.) Ableitung aus **Laserscandaten**, Beispiel:

Sun-Area (Fr. Prof. Dr. Klärle, FH-FFM) oder novaFACTORY Fa. M.O.S.S.

- vollautomatischen Algorithmenkette, die die Form, Neigung, Exposition und Verschattung jeder Dachfläche ermittelt und wie stark und in welcher Form, Gebäude, Anlagen und Freiflächen für Solar- und Photovoltaikanlagen geeignet sind.
- Verschneidung von 3D-Daten mit Grundrissdaten (ALKIS-Gebäudeumrisse).
- ausschließliche Nutzung vorhandene Daten (Höhe = Laserscandaten, Lage = ALKIS).
- gewünschte Laserpunktdichte von 8 Punkte/qm.
- angestrebte Lage- und Höhengenaugigkeit von 0,15 m – dadurch können kleinste Strukturen auf Dachflächen wie z.B. Schornsteine oder Gauben erfasst und bei der Berechnung berücksichtigt werden.

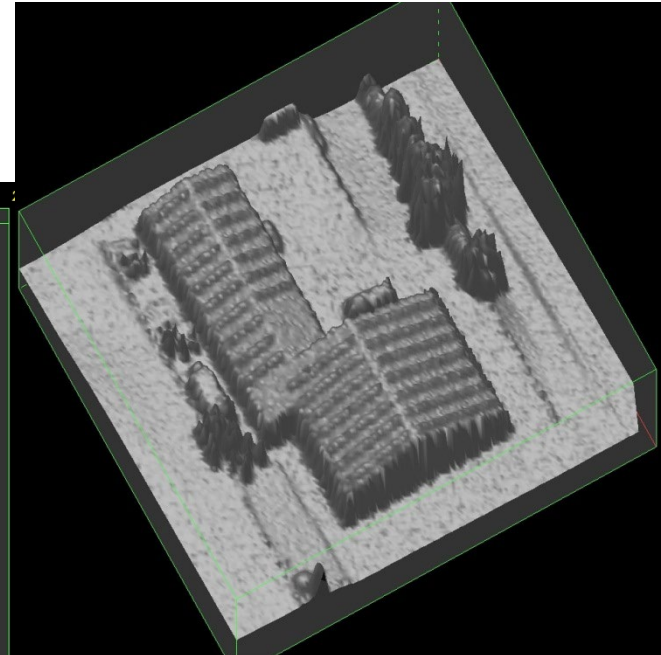
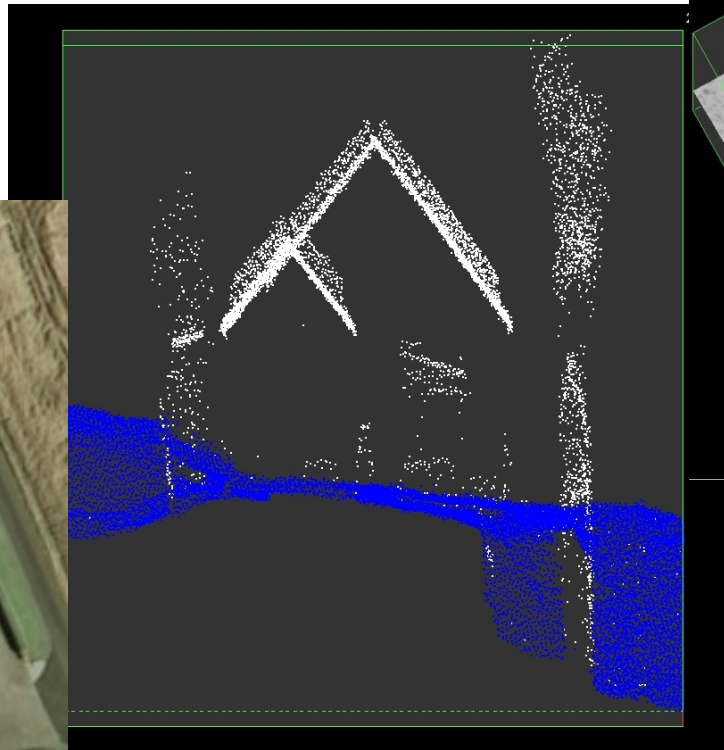
2.) Ableitung aus **Luftbildern**, Beispiel: AEROSOLAR (Areowest GmbH + SimuPLAN)

- Photogrammetrische Auswertung der Dachgeometrien aus hochaufgelösten Luftbildern (sehr detailreich).
- einzelne Dachflächen werden in Teilflächen zerlegt (i.d.R. wird eine Kantenlänge von 0,5 m angesetzt).
- umliegende Verschattungsobjekte wie z.B. Gebäude und Bäume sowie die Topographie, werden mit Hilfe hochgenauer Horizontlinien in der Modellierung berücksichtigt.



Solarkataster

Beispiel: Ableitung des Solarstrompotentials aus Laserscandaten



Solarkataster

Beispiel einer Internetpräsentation: **Stadt Wiesbaden**

Adresse http://geopm-kom5.de/geoapp/frames/index.php?PHPSESSID=agr2027mmv2dbi8pd4sphd75m4&gui_id=WiesbadenPhoto

Solarkataster - Strom und Wärme vom Dach

WIESBADEN
Umweltamt

Photovoltaik Solarthermie



Normale Kartengröße

Adress-Suche:
A B C D E F G H I J K L M N
O P Q R S T U V W X Y Z

Wiesbaden PV

- Stadtkarte
- Eignung
- Luftbild 2006

Photovoltaik

- Sehr gut geeignet
- Gut geeignet
- Bedingt geeignet
- Nicht berechenbar

[Zurück zu Wiesbaden.de](#)
[Impressum](#)



Solarkataster

Photovoltaik-Ertragsrechner

Seite drucken



PV-Anlage

Modulfläche (m²) ?

Ausgangs-Neigung ?

Ziel-Neigung ?

Ausrichtung ?

Jährl. Globalstrahlung (kWh/m²) ?

Wirkungsgrad ?

Modulleistung (kW_p) ?

Jährl. Stromertrag (kWh) ?

Einnahmen und Kosten

Betriebsnahme ?

Volleinspeisung ?

Vergütung (Cent/kWh) ?

unter 10 kW _p	10 kW _p bis 40 kW _p	40 kW _p bis 100 kW _p
7,94 c/kWh	6,88 c/kWh	5,62 c/kWh

Anlagenpreis je kW_p (€/kW_p) ?

Gesamtkosten (netto, €) ?

Laufzeit (Jahre) ?

Laufende jährl. Kosten (%) ?

Netto-Anlagenpreis berechnet nach dem monatlich aktualisierten Preisindex von [pvXchange](#). Bitte beachten

Eigenverbrauch

Jährl. Fahrleistung E-Auto (km) ?

Wärmepumpe (jährl. Wärmebedarf in kWh) ?

Jährl. Stromverbrauch (kWh) ?

Verbrauchsprofil ?

Stromspeicher ?

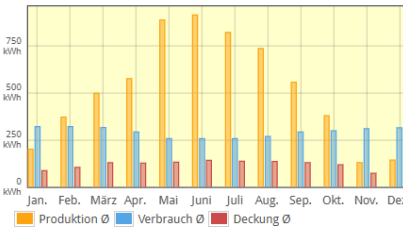
Nettokosten Stromspeicher (€) ?

Autarkiegrad ?

Ihr aktueller Stromtarif (Cent/kWh) ?

Jährl. Strompreisanstieg ?

Jahr



Finanzierung

Verfügbares Eigenkapital (€) ?

Darlehensbetrag (€) ?

Globalstrahlung

Hilfe | Datenschutz | Impressum

Bitte Neigung und Exposition festlegen: ✕

Die Neigung und Ausrichtung des Daches konnte nicht eindeutig ermittelt werden. Bitte legen Sie diese Werte über die Auswahlménüs zunächst fest und starten Sie dann die Wirtschaftlichkeitsberechnung.

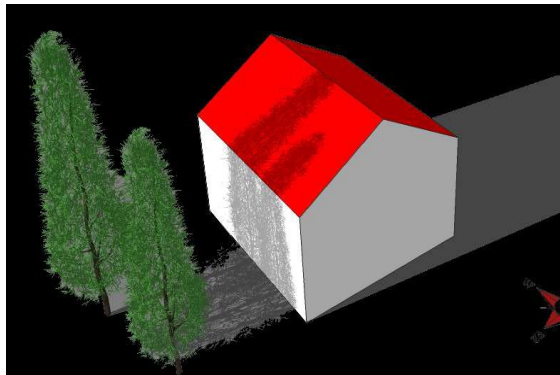
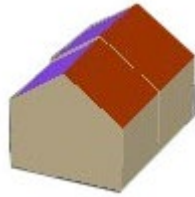
Jährl. Strahlungsenergie Neigung Ausrichtung:

[Wirtschaftlichkeitsrechner](#)

Die errechneten Potenziale dienen nur als Erstinformation und sind nicht als verbindlich anzusehen. Sie sind kein Ersatz für eine Prüfung durch eine Fachfirma vor Ort.



Solarpotential



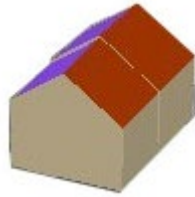
i ABFRAGEERGEBNIS:

Adresse:	Kastanienweg 3
Eignungsklasse:	sehr gut
Ertrag:	25.500 kWh/a
Leistung:	29,96 kWp
CO ₂ -Einsparpotential:	15.300 kg/a
Größe:	239,7 m ²
Neigung:	34,8 °
Ausrichtung:	SSO
Verschattung:	5,8 %

■ 3-stufige Analyse

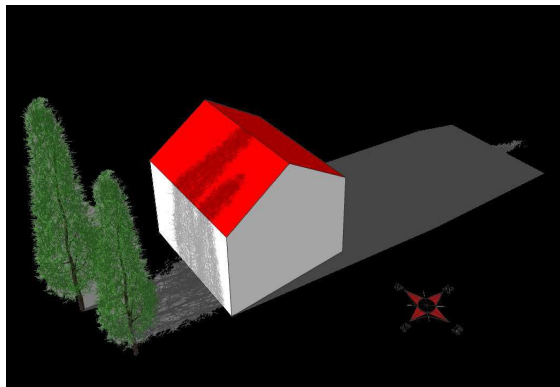
- Ermittlung von geeigneten Flächen für die Aufbringung von Photovoltaik-Anlagen
- Analyseparameter:
 - Fläche
 - Neigung
 - Exposition (Himmelsrichtung)
 - Mögliche Verschattung
 - Globaleinstrahlungsenergie

Solarpotential



- **Stufe 1: Globalanalyse**
- Vollautomatisch
- Eingangsdaten
 - 3D Gebäude in CityGML (mind. LoD2)
 - Optimale Ausrichtung
 - Minimale Dachfläche
 - Minimale und Maximale Dachneigung
- Ergebnis:
 - Klassifizierung der Dachflächen nach Solarpotenzial
 - 3D Präsentation

Solarpotential



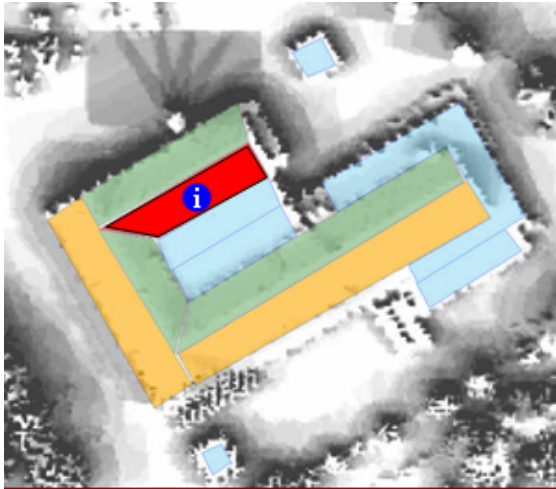
■ Stufe 2: Detailanalyse

- Teilautomatisch
- Zusätzliche Eingangsdaten
 - DOM (wegen Vegetation)
- Ergebnis
 - Klassifizierung der Dachflächen nach Solarpotenzial
 - Leistung
 - Ertrag
 - Eignungsklasse
 - CO₂-Einsparung

■ Stufe 2: Beispiel Verschattung



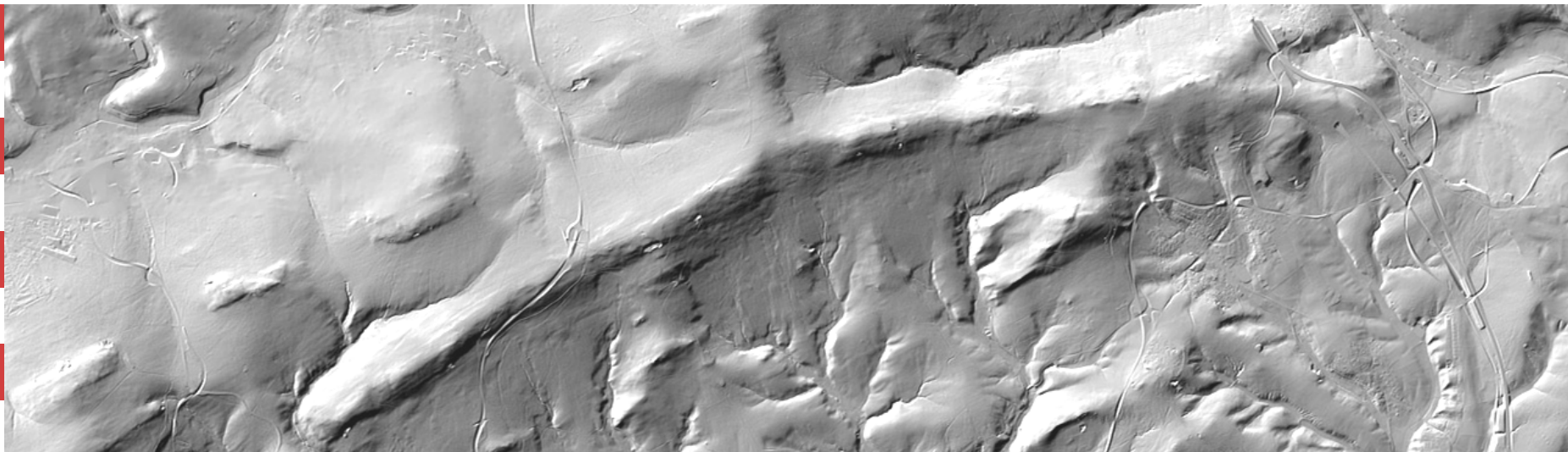
Solarpotential



i ABFRAGEERGEBNIS:

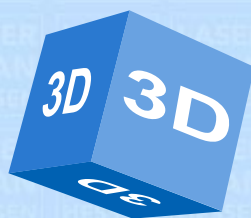
Adresse:	Kastanienweg 3
Eignungsklasse:	sehr gut
Ertrag:	25.500 kWh/a
Leistung:	29,96 kWp
CO ₂ -Einsparpotential:	15.300 kg/a
Größe:	239,7 m ²
Neigung:	34,8 °
Ausrichtung:	SSO
Verschattung:	5,8 %

- **Stufe 3: Einzelhausanalyse**
- Interaktiv
- Zusätzliche Eingangsdaten
 - Detailliertes Dachmodell
 - Nach Bedarf: Ortsbesuch
- Ergebnis sind detaillierte Aussagen zu Kosten und Nutzen einer Photovoltaikanlage



LANDESWEITES LASERSCANNING HESSEN

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Hessisches Landesamt für
Bodenmanagement und Geoinformation
Schaperstraße 16, 65195 Wiesbaden
www.hvbg.hessen.de

Alexander Maier
Fernerkundung, 3D-Geoinformation
Tel.: 0611-535 -5328
thomas.lesch@hvbg.hessen.de

Literaturverzeichnis und Links

Karl Kraus: Photogrammetrie I + II, DeGruyter bzw. Dümmler Verlag

Jörg Albertz: Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern.

www.hvbg.hessen.de

www.aerokart.ch

www.milan-flug.de

www.avt.at

www.dlr.de

www.vexcel-imaging.com

www.zeiss.de

www.meditec.zeiss.de

www.jena-optronik.com

www.leica-geosystems.com

www.zf-laser.com

www.riegl.com

www.inpho.de

www.intergraph.com

www.phocad.de

www.bullardextrem.com

www.socetset.com

www.wikipedia.org

www.fe-lexikon.info

www.uni-stuttgart.de

www.google.com

