

Wlfrid Grunau

Grußwort zur Verleihung des Goldenen Lotes
2015 an Prof. Dr.-Ing. Hans Fröhlich 271

Dieter Badstübner

Was wird die angestrebte Reform des
Vergaberechts bringen? 274

Das Interview im VDVmagazin

mit Michael Rosbach, dem Geschäftsführer der
CenterDevice GmbH aus Bonn zum Thema
Arbeiten in der Cloud auch für den Mittelstand? 276

Martin Degen

Vom Luftbild ins Kataster
Stereoauswertung im kommunalen Einsatz 280

Martin Fettke

Satellitengestützte Vermessung –
was für ein Aufwand! 284

Friederike Nielsen

UAVs auf Großbaustellen
Anwendungsbeispiel Vermessung Linthal 292

**Ulrike Weisemann, René Kipper,
Dirk Wegener und Gabriele Neumann**

Messtechnische Begleitung der Untergrundtütchi-
gungen im Streckenabschnitt Casekow-Tantow 295

Zdenek Ruzicka

Bahnstrecke Tel Aviv–Jerusalem 302

Michael Dreesmann

Quo vadis GDI?
Hat der Kunde Wirtschaft Einfluss auf die GDI? 306

Eckhard Heller

Multisensorale Datentöpfe für die Virtuelle
Archäologische Flugprospektion am Beispiel
des „Brandenburg-Viewer“ 308

Produkt-Info 312

Journal 316

IT- und Geo-Trends 320

Bücher und CDs 326

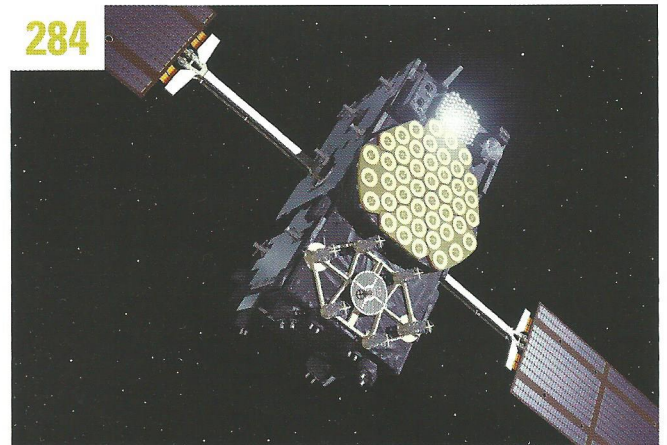
GIC – Geo Info College 329

Zeitschriften

Am Erscheinungstermin der Ausgabe
aktuell unter www.VDV-online.de

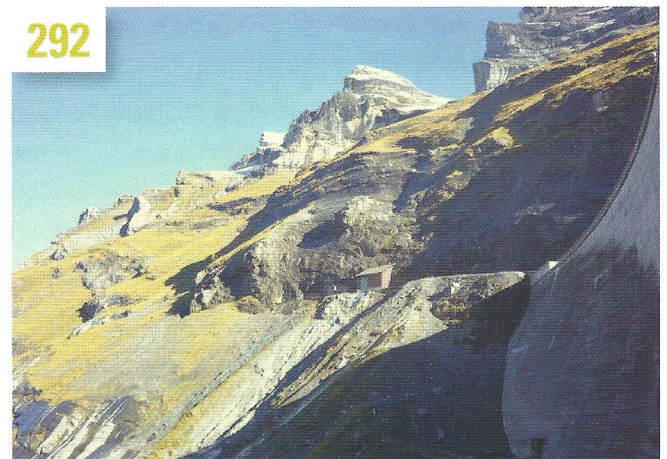
VDV-Kontakte/Impressum 358

284



Die Forderung einschlägiger Richtlinien für Liegenschaftsvermes-
sungen fordern eine Lagegenauigkeit von 1–2 cm zur Bestimmung
von Punkten. 1–2 cm: Das ist der Durchmesser einer Eurocent-
Münze! Dies soll erreicht werden – um es einmal deutlich zu
machen – durch simultane Messungen zu mindestens fünf koordi-
nierten „Festpunkten“, die sich in einer Höhe von ca. 20.000 km mit
einer Geschwindigkeit von etwa 3,8 km/s bewegen – den Satelliten
der Globalen Navigationssatellitensysteme.

292



UAS – unbemannte Luftfahrtsysteme (Unmanned Aircraft Systems)
werden immer häufiger erfolgreich zu Ingenieurvermessungen ein-
gesetzt. Hier wird ein Beispiel in den Schweizer Alpen gezeigt.

295



Mit diesem Artikel wird über den „geodätischen Tellerrand“ gesehen.
Ein Beispiel dafür, dass sich in der Ingenieurvermessung auf den un-
terschiedlichsten Gebieten interessante Betätigungsfelder auftun.

Multisensorale Datentöpfe für die Virtuelle Archäologische Flugprospektion am Beispiel des „Brandenburg-Viewer“

1 Einleitung

Die (klassische) Luftbildarchäologie ist ein (fast) unschlagbares Hilfsmittel, mit dem Blick von oben ganz gezielt und unter Beachtung spezifischer Umgebungsbedingungen bisher unbekannte archäologische Bodendenkmäler zu erkennen.

Nicht erst mit dem Einzug von Google Earth in 2004 sind weitere digitale Datenquellen verfügbar, auch Bildarchive alter analoger Luftaufnahmen aus dem letzten Jahrhundert. Diese aus Sicht der Luftbildarchäologie zweckfremden Daten werden im Internet bereitgestellt.

Für eine Kategorie dieser internetbasierten Werkzeuge stehen die „Landes-Viewer“, die den Blick auf ihre Geobasisdaten für die breite Öffentlichkeit bereitstellen. Das Angebot der einzelnen Bundesländer ist unterschiedlich: Vom Umfang her beschränken sich die Geo-Portale z. T. auf die Kategorien Karte/Luftbild, weitere ergänzende Datentöpfe sind vereinzelt historische Karten, selten Farb-IR-Luftbilder und Airborne-Laser-basierte Digitale Geländemodelle (DGMs). Beispiel-

haft soll im Folgenden der „Brandenburg-Viewer“ betrachtet werden, der alles unter einem Dach vereinigt und der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden kann.

Hier soll sich die Frage anschließen, welche Möglichkeiten sich durch die integrative Nutzung aller Datentöpfe für eine Virtuelle Archäologische Flugprospektion ergeben.

2 „Brandenburg-Viewer“

Der „Brandenburg-Viewer“ [1] ist ein Produkt der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB). Mit diesem amtlichen Kartennavigator wird dem Bürger ein Werkzeug zur Präsentation der Geobasisdaten des LGB an die Hand gegeben.

Das Daten-Menü zeigt verschiedene Kategorien:

- Farb-Luftbild (Digitales Orthophoto)
- Farb-Infrarot-Luftbild (CIR/Digitales Orthophoto)
- Digitales Geländemodell (Airborne-Laser/LIDAR)
- Historische Karten (Schmettau, Deutsches Reich)
- Topographische Kartenwerke (aktuell)

Diese vom Verfasser als „Datentöpfe“ bezeichneten digitalen Quellen unterschiedlicher Herkunft sollen im Folgenden zur Informationsverdichtung genutzt werden.

Airborne-Laser-basierte DGMs werden bundesweit nur zu einem sehr geringen Teil für die Öffentlichkeit bereitgestellt. Da das Brandenburg-DGM bis zu 2 km über die Landesgrenze hinausragt, sollen weitere Beispiele von der Nord-West-Spitze Brandenburgs gezeigt werden – dort, wo die (hiervon profitierenden) Nachbarländer Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Sachsen-Anhalt angrenzen.

Statt der Bezeichnung „Digitales Orthophoto“ (die geometrisch entzerrte Senkrechtaufnahme) wird im Weiteren kurz „Luftbild“ verwendet.

3 Brandenburg: Bootz (Lkr. Prignitz)

Die Waldinsel im Luftbild (Bild 1) rückt nicht unbedingt sofort in den Fokus, da das Laubwerk mögliche interessante Strukturen verdeckt. Unter diesem Wald-Aspekt kann die klassische Luftbildarchäologie nicht zum Zug kommen. Da lässt die mehr gemalte und

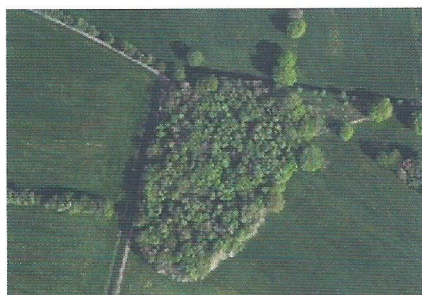


Bild 1: Digitales Orthophoto (farb.), Schmettau-karte (1767-87), © Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz

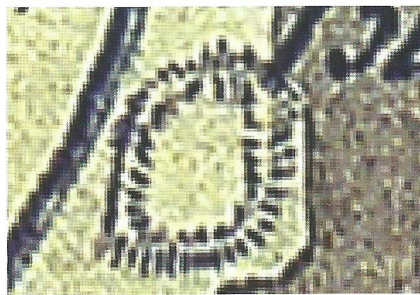


Bild 2: Burgwall Bootz/Reckenzin, Schmettau-karte (1767-87), © Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz

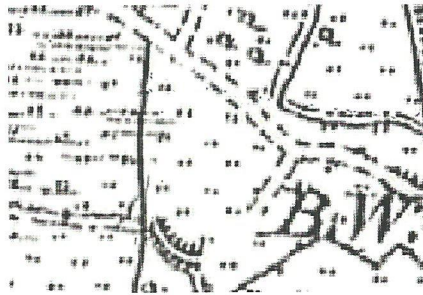


Bild 3: Deutsches Reich (1902-48), © GeoBasis-DE/LGB, GB-W 03/2015



Bild 4: Digitales Geländemodell (DGM), © GeoBasis-DE/LGB, GB-W 03/2015

Histogrammstreckung



auf maximalen Wertebereich



Bild 5: DGM (nach Histogrammstreckung), © GeoBasis-DE/LGB, GB-W 03/2015

nahezu 250 Jahre alte Schmettau-Karte (Bild 2) bedeutend mehr vermuten, da hier ein markanter Burgwall von nahezu 200 m Durchmesser kartiert wurde. Jedoch werden die Erwartungen durch Bild 3 drastisch zurückgeschraubt. Hier fand der Zeichner nach mehr als 100 Jahren scheinbar nur noch eine kleine signifikante Rundung, die es wert war (nun jedoch geometrisch exakter) kartographiert zu werden. Erst die „Durchleuchtung“ des Laubwerkes von oben durch einen Airborne-Laser [2], [3] bringt erstaunliche Detailstrukturen ans Licht (Bild 4), die den Status quo dokumentiert – als Grundlage für weitergehende Untersuchungen.

Hinzuweisen sei an dieser Stelle auf die „von Natur aus“ kontrastschwache Informationsdarstellung des auf einem Airborne-Laser-Scan basierenden Digitalen Geländemodells (DGM) in Bild 4. Die Mittel der Digitalen Bildverarbeitung können hier direkt weiterhelfen. Durch eine Histogrammstreckung (hier um den Faktor 10!) lässt sich die schmale „Grauwertverteilung/-glocke“ auf den vollen Wertebereich von 256 spreizen, und die Detailstrukturen werden signifikant besser voneinander separierbar (Bild 5).

Dieses Verfahren der Histogrammstreckung wird im Folgenden standardmäßig auf die „flauen“ DGMs angewendet. Die fein aufgelösten Höhendifferenzen zwischen den Detailstrukturen ragen bis in den Sub-Dezimeter-Bereich.

4 Mecklenburg-Vorpommern: Dambeck (Lkr. Ludwigslust-Parchim)

Auch beim zweiten Beispiel sind die anthropogenen Spuren (der Ringwallanlage) durch das Laubwerk der Bewaldung verdeckt. Einen ersten Hinweis gibt die alte Karte in Bild 6. Die heutige Topographische Karte (hier

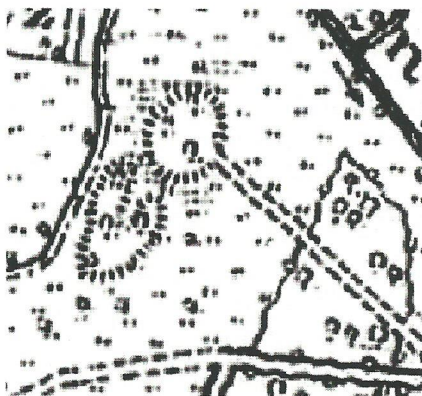


Bild 6: Ringwallanlage Dambeck MV/Streesow BB, Deutsches Reich (1902-48), © Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz



Bild 8: Kastell Hühbeck („castellum hohbuoki“), Digitales Orthophoto, © GeoBasis-DE/LGB, GB-W 03/2015



Bild 10: Schwedenschanze (L) und Hügelgrab (R), DGM (nach Histogrammstreckung), © GeoBasis-DE/LGB, GB-W 03/2015

nicht gezeigt) weist lediglich nur noch auf den oberen Kreis hin, dessen exakte Detailstruktur vom durchdringenden Airborne-Laser herausgearbeitet wird. Von der elliptischen Umgrenzung (links unterhalb) können nur noch deutbare Restspuren registriert werden. Am rechten Bildrand wird ein bisher unbekanntes „Ei“ aufgedeckt (Bild 7). Die große Halbachse misst ca. 140 m, bei der Gesamtausdehnung des mehrteiligen Ringwallkomplexes ist von einer Fläche von mehr als 10 ha auszugehen. Schwächer als die bisher angeführten Strukturelemente – aber signifikant – ist ein Rechteck (60 m) links vom oberen Kernkreis am linken Bildrand. In jedem Fall ist dem Archäologen eine wichtige, detailreiche Grundlage für das Finden weiterer mittelba-



Bild 7: DGM (nach Histogrammstreckung), © GeoBasis-DE/LGB, GB-W 03/2015

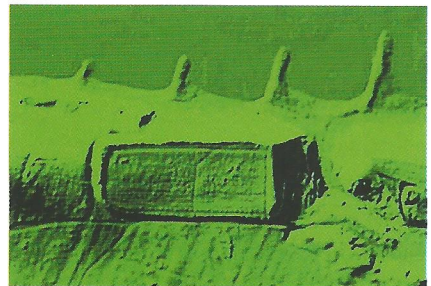


Bild 9: DGM (nach Histogrammstreckung), © GeoBasis-DE/LGB, GB-W 03/2015



Bild 11: Topographische Karte 1:25.000, © GeoBasis-DE/LGB, GB-W 03/2015

rer Auffälligkeiten für die weitere Untersuchung an die Hand gegeben.

5 Niedersachsen: Hühbeck (Lkr. Lüchow-Dannenberg)

In der Randlage zu Niedersachsen erhebt sich südlich des Elbeverlaufes der Hühbeck. Im Farb-Luftbild ist ein Bewuchsmerkmal zu erkennen (Bild 8): Inmitten des dunkelgrünen Nadelwaldes fällt die hellgrüne Rechteckberandung von Laubbäumen auf. Klarheit in diese scheinbare „Störung“ bringt der Blick auf den Waldboden. Das DGM bringt eine alte Wallanlage zum Vorschein (Bild 9) – nicht nur die Wall-Graben-Umrandung, auch weitere mikrotopographische Details aus dem Inneren und von außerhalb, die Grundlage für weitergehende archäologische Interpretation und Analyse sein können. Hierbei handelt es sich um die Reste des 811 in den Fränkischen Annalen überlieferten Kastells Hühbeck („castellum hohbuoki“) [4], eine fränkisch-karolingische Befestigungsanlage des späten 8. Jahrhunderts, positioniert gegen die von Osten her andrängenden slawischen Stammesgruppen.

Eine weitere Wallanlage auf dem Hühbeck ist die Schwedenschanze, deren DGM-Abgrenzungen in Bild 10 sichtbar gemacht werden. Die TK25 kann hierzu einen kartographischen „Anfangsverdacht“ geben, jedoch nicht zu dem wohl bisher unbekanntem Hügelgrab (Bronzezeit?) rechts davon.

Die Feinanalyse des DGM (Bild 11) bringt eine breitbandige Umrahmung des Hügelgrabes in den Fokus. Die Ausdehnung von nahezu 200 m wird durch den roten Kreis markiert. Mit diesem Beispiel kann die mehrperiodische Nutzung des exponierten Höhenrückens Hühbeck hervorgehoben werden.

Nicht nur interessant, sondern auch wichtig darauf hinzuweisen, ist die im oberen Bereich des Bildes 9 signifikante Tiefeninformation im Uferbereich der Elbe. Bereits im SPIEGEL 07/2012 wird darüber berichtet: Sogar unter Wasser kann der Laser noch Strukturen sichtbar machen. Zwar reicht der Lichtstrahl (des Lasers) nur etwa drei bis vier Meter tief unter die Oberfläche – doch das genügt in vielen Fällen bereits, da die meisten Unterwasserfunde im flachen Wasser in Ufernähe schlummern.

6 Sachsen-Anhalt: Damerow (Lkr. Stendal)

Das letzte Beispiel der „Vier-Eck-Länder“ stammt aus Sachsen-Anhalt – aus dem offenen Gelände und ohne Waldabdeckung. Hier zeigt sich mit dem „neuen“ Datentopf Farb-Infrarot-Luftbild (CIR) (Bild 12) das Potenzial einer höheren Differenzierung im nahen Farb-Infrarot-Spektralbereich gegenüber dem Standard-Farb-Luftbild (Bild 13). Die künstliche Struktur Rechteck, die sich am rechten unteren Waldrand nach Süd-West erstreckt, tritt im CIR-Modus nicht nur mit seiner Benennung deutlicher hervor, auch die „falschfarbige“ Feindifferenzierung ist höher aufgelöst. Nach Dr. Ronald Heynowski [5] „reflektiert das Chlorophyll der Pflanzen im Bereich des infraroten Lichtes einen wesentlich größeren Anteil der Sonnenstrahlung als im sichtbaren



Bild 12: Rechteckstruktur an Waldrand (Damerow), Digitales Orthophoto (Farb-Infrarot), © GeoBasis-DE/LGB, GB-W 03/2015

Bereich. Aus diesem Grund sind Farb- und Helligkeitsunterschiede zwischen einzelnen Pflanzen bzw. Pflanzenbeständen deutlicher ausgeprägt als bei einem Echtfarbfilm. Diese Kriterien sind auch im Rahmen der Luftbildarchäologie relevant“. Deutlich wird diese Erscheinungsform nicht nur wie hier auf Grünland/Wiese, sondern auch auf einem Acker, wo die verschiedenen Reifegrade des Getreides differenzierter hervorstechen.

7 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Beispiele haben gezeigt, wie vielfältig die verschiedenen Datenquellen miteinander kombiniert und genutzt werden können. Sind es die zum Teil minimalen (Sub-Dezimeter-großen) Erhebungen am Waldboden, die das LIDAR herausarbeitet, so „versagt“ hier das klassische Luftbild, weil das Laubwerk alles verdeckt. Wie hilfreich kann das IR-Falschfarbenbild wiederum die Details auf dem Grünland (Wiese/Weide) feiner herausstellen oder wie unterstützend bzw. initialisierend Hinweise auf die Strukturen alter vergessener Ringwälle geben.

Und gibt es erst einen „Anfangsverdacht“ in der einen Informationsebene, so kann direkt und ausschnittsgleich im Browser auf eine der anderen Layer umgeschaltet werden. Dieses kombinatorische Prinzip, ermöglicht durch die verschiedenen „Datentöpfe“, macht solch ein Geo-Portal zu einem mächtigen Werkzeug.

Ist hier exemplarisch „nur“ ein Geo-Portal Gegenstand der Betrachtung, so kann der Rahmen weiter gefasst werden über die „Landes-Viewer“ hinaus. Die klassische Luftbildarchäologie ist schon – in ihrer Entwicklung der letzten 100 Jahre – ein mächtiges Instrument.

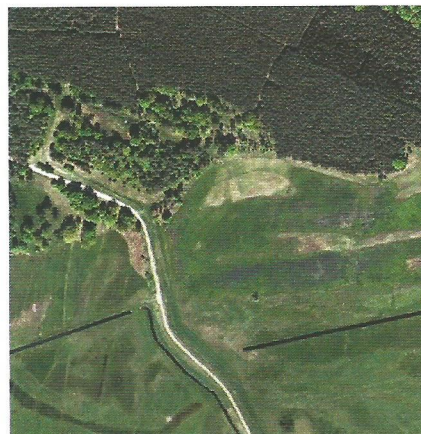


Bild 13: Digitales Orthophoto (farbig), © GeoBasis-DE/LGB, GB-W 03/2015

Heutzutage kann der nutzbare Rahmen durch den Terminus „Fernerkundung“ (Remote Sensing/Téledétection) [6] weiter gefasst werden. Es handelt sich um ein Verfahren zur Ermittlung von Informationen über entfernte Objekte, ohne mit ihnen in direkten Kontakt zu treten, und zwar multisensoral – multispektral – multitemporal: Sensoren zeichnen Strahlung in unterschiedlichen Bereichen des elektromagnetischen Spektrums auf, zu unterschiedlichen Zeitpunkten und von unterschiedlichsten fliegenden Plattformen aus [7]. So ergänzt sich Portal A mit Portal B oder: Allein GoogleEarth mit seiner „Historisierung“ (Zeitschieberegler) stellt mehrere Bildebenen wie ein Zwiebschalenmodell weltumspannend zur Verfügung. Neben dem Charakteristikum der Radiometrie („Strahlungsbilder“ von Sensoren) steht das auf Airborne-Laser-basierende Digitale Geländemodell für Geometrie/dreidimensionale Höheninformation.

Hinzu zu zählen als weiteren „Datentopf“ seien die auf klassischer Landmessung basierenden historischen Derivate: alte Topographische Kartenwerke, die den Landschaftszustand von vor mehr als zweihundert Jahren konserviert haben und Hinweise geben können auf vergessene potentielle Fundstellen.

Der Schwerpunkt der Daten basiert auf luftgestützten („airborne“) Aufnahmemethoden. Durch die (georeferenzierte) Bereitstellung der Informationen im Geo-Portal wird ein großer Sprung gemacht: Der „User“ im „Bodensegment“ kann vom Schreibtisch aus scheinbar real – besser virtuell – die Erdoberfläche erfliegen und nach potentiellen archäologischen Artefakten/Fundbereichen Ausschau halten. Für dieses Verfahren bietet sich der Begriff „Virtuelle Archäologische Flugprospektion“ an.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass durch den Einzug des Airborne-Laser(ALS)/LIDAR „plötzlich“ auch die Wälder durch das Laubwerk hindurch bis auf den Boden „durchleuchtet“ werden können. Blieb der klassischen Luftbildarchäologie (bzw. Archäologische Flugprospektion) bislang nur die offen einsehbare Landfläche (Ackerflächen, z. T. Grünland) vorbehalten, so ist das laserbasierte Verfahren eine wunderbare Ergänzung für den „Rest“ Wald, der in Deutschland mit ca. einem Drittel der Flächennutzung einen großen Anteil darstellt [8].

Am Rande: Das LIDAR kann auch über seinen Tellerrand hinausschauen – nicht nur schwache, bereits überwiegend verschliffene Höheninformationen des Ackers und

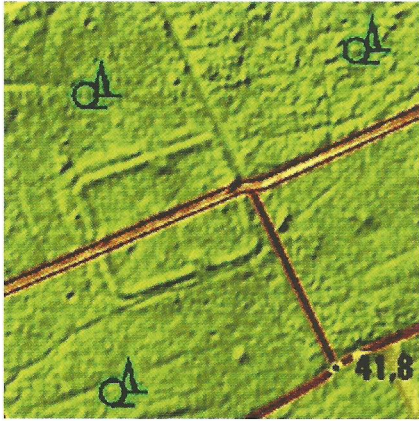


Bild 14: Römisches Übungslager (bei Xanten), DGM mit Topograph. Karte, © Geobasis NRW 2015

der Grünlandflächen werden höhenmäßig aufgelöst. Das LIDAR ist in der Lage das Medium Wasser zu durchdringen und Strukturen in den Flachwasserbereichen bis in eine Tiefe von mehreren Metern zu erfassen.

Nach den verschiedenen überwiegend mittelalterlichen Burgwällen im Grenzgebiet der vier Bundesländer wäre es spannend, vielleicht doch auch einmal in diesen nordöstlichen Regionen Relikte der Römischen Kaiserzeit wie im „NRW-Viewer“ TIM-online [9] zu finden, wo – im Wald versteckt – per Airborne-Laser-Scan römische Legions-(Übungs)-Lager von Archäologen entdeckt werden konnten. Die römischen Truppenübungsplätze westlich von Xanten und Bonn (Kottenforst) zeigen Dutzende solcher Anlagen, z. T. im Abstand von nur wenigen 10er Metern. Die Ausprägungen der Wall-Graben-Umrandungen (70 x 90 m) in Bild 14 sind im DGM wunderbar herausmodelliert und nahezu exakt ausmessbar: Breite Innenwall 5 m, Außenwall 3 m, Graben <4 m, Clavicula-Tor 7 m. Bild 15 ist ein gutes Beispiel (160 x 200 m) zur abgestuften Feinauflösung des Airborne-Lasers: Der obere Bereich ist gut erhalten, in der unteren Hälfte ist trotz „nivellierender“ Waldarbeiten der Restverlauf immer noch ausreichend erkennbar.

Das Airborne-Laser-basierte DGM ist einfach eine faszinierende Ergänzung zur klassischen Luftbildarchäologie – mit weiteren „Datentöpfen“ wird daraus ein mächtiges integratives Instrument durch den Zugriff über internetbasierte Geo-Portale. Ein weiterer „Nutzungssprung“ lässt sich nur erahnen – vertrauen wir auf die fliegenden erdumkreisenden „Schuhkartons“ („Nanosats“, „Planetenscanner“), wenn sie erst „die Erde täglich neu kartografieren“ [10].

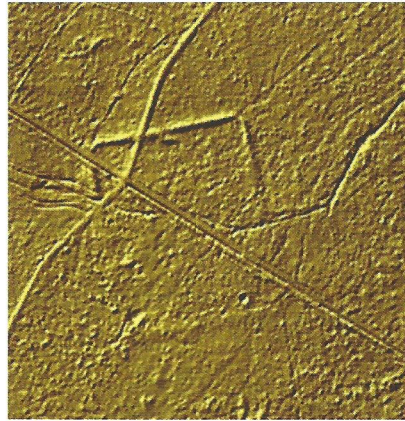


Bild 15: Römisches Übungslager (bei Bonn) – DGM, © Geobasis NRW 2015

Literatur

- [1] <http://www.geobasis-bb.de/bb-viewer.htm>, „brandenburg-viewer“: Amtlicher Kartennavigator Brandenburg
- [2] Heller, Eckhard: Airborne-Laser-Scanning für die Archäologie – Mikro-Topographische Reliefstrukturen werden erkennbar, VDVmagazin, 2/2014, S.120-124
- [3] Bofinger, Jörg/Hesse, Ralf: Der Einsatz von Airborne Laserscanning zur Entdeckung von archäologischen Geländedenkmälern, Academia.edu, 2015, S.70-89
- [4] Schneeweiß, Jens: Slawische Burgen in Niedersachsen, in: AiN, Bd. 16, 2013, S. 58-61
- [5] Heynowski, Ronald: Fern und nah: digitale Orthophotos – CIR-Bilder – Airborne Laserscanning – maschinelle Fundbeschriftung, Netzpublikation, 2009: <http://www.b-f-k.de/webpub01/cnt/> (Dokumentation und Innovation bei der Erfassung von Kulturgütern, von Elisabeth Ida Faulstich und Andrea Hahn-Weishaupt, Hg.)
- [6] Baldenhofer, Kurt G.: <http://www.fe-lexikon.info/>. Online-Lexikon der Fernerkundung
- [7] Heller, Eckhard: Luftbildarchäologie – multitemporal und multisensoral, Archäologisches Nachrichtenblatt, Berlin. Band 4, 3/1999, S. 223-232
- [8] Heller, Eckhard: Luftbildarchäologie – von den Anfängen zu den Möglichkeiten internetbasierter Werkzeuge, VDI-Vortrag, Verein Deutscher Ingenieure, Leibniz-Universität Hannover, 23. März 2015
- [9] <http://www.tim-online.nrw.de/>, „tim-online“: Topographisches Informationsmanagement Nordrhein-Westfalen
- [10] Schulz, Thomas: Der Planeten-Scanner, DER SPIEGEL 5/2015, S. 76-78
- [11] Heller, Eckhard: Archäologische Wald-Inspektion durch den Blick von oben – Das Kronenwerk des Waldes als Indikator für verborgene 3D-Strukturen am Waldboden? VDVmagazin, 2/2012, S. 116-122

Autor

Dipl.-Ing. Eckhard Heller
30625 Hannover
Kantstr. 5
eck.heller@web.de



Leica Referenzdienst

Profitieren auch Sie vom Leica Referenzdienst

Leica Geosystems bietet Ihnen einen eigenen Referenzdienst **SmartNet Germany** an.

Gestützt auf bis zu 200 Stationen des amtlichen Referenzstationsnetzes **SAPOS**® der deutschen Landesvermessung erzeugen Sie direkt und flächendeckend hochgenaue Echtzeit Koordinaten.

Ein System - ein Dienst
ein Ansprechpartner

Leica Geosystems
Tel. 089/14 9810 0
de.smartnet-eu.com

Leica
Geosystems