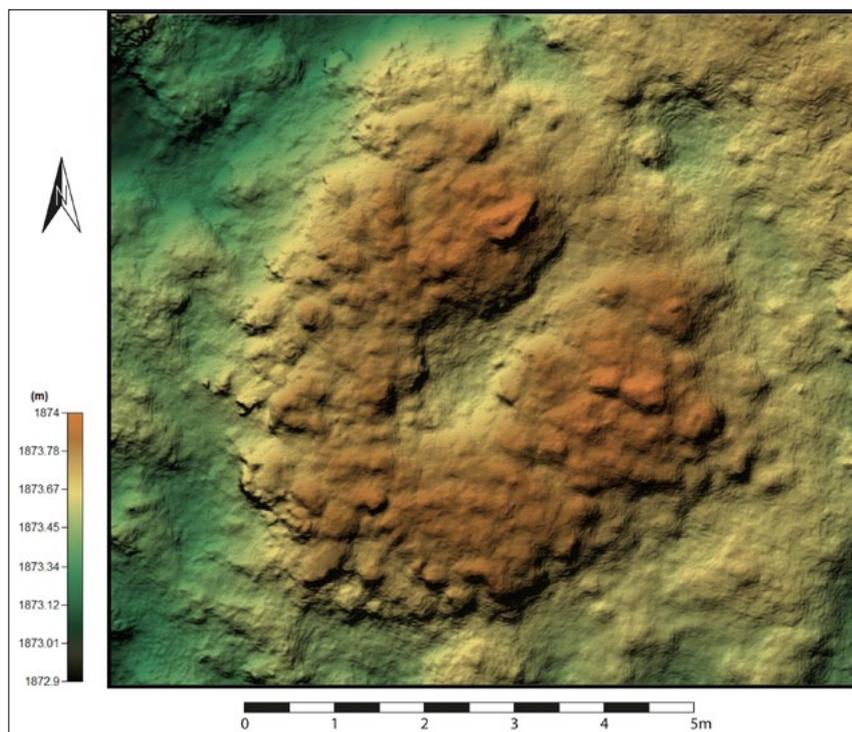


Daniel Brandner

More than meets the eye – Zum Potenzial hochauflösender, digitaler Höhenmodelle für die hochalpine Wüstungsforschung



Übersichts- und Detailaufnahme einer Steinstruktur aus der späten Bronzezeit auf der Hinteren Pitschenbergalm

Forschungsberichte der ANISA: online

2, 2018 (ANISA FB 2, 2018)

www.anisa.at

Am 25. Mai 2018 ins Netz gestellt.

Daniel Brandner

More than meets the eye – Zum Potenzial hochauflösender, digitaler Höhenmodelle für die hochalpine Wüstungsforschung

Lektorin: Mag. Dr. Herta Mandl-Neumann

© ANISA, Verein für alpine Forschung. Haus, Austria
www.anisa.at
Alle Rechte vorbehalten!

Falls trotz genauer Überprüfung Bildrechte verletzt worden sein sollten, bitten wir um Benachrichtigung an: anisa@anisa.at

Bei der Forschungswoche der ANISA im Sommer 2017 stand wieder einmal die Dokumentation der zahlreichen im Umfeld der Pitschenbergalm entdeckten, wüst gefallenen Gebäudestrukturen im Vordergrund. Durch ¹⁴C-Daten aus den Kulturschichten dieser Bauten konnte in den vergangenen Jahren nachgewiesen werden, dass die hochalpinen Weideflächen bereits ab der Bronzezeit genutzt wurden (Brandner, 2014, 2015; Mandl, 2014). Die Erstellung detaillierter, dreidimensionaler Geländemodelle sollte nun einen neuen Blick auf die Hinterlassenschaften der weit zurückreichenden Hochweidenutzung und Almwirtschaft im Tennengebirge eröffnen.

In den vergangenen Jahren haben wir bei unseren Feldforschungen immer wieder Multi-copter zu Dokumentationszwecken eingesetzt und neben Luftbildern der verfallenen Steinstrukturen auch ganze Almbereiche aufgenommen. Dabei entstand nicht nur eine große Menge hochauflösender, zweidimensionaler Fotografien, sondern auch die Datengrundlage für die Erstellung dreidimensionaler Geländemodelle (Brandner, 2016). Durch die Anwendung spezieller Software ist es möglich, aus überlappenden Digitalfotos 3D-Modelle zu erstellen. Bei diesem „Structure-from-Motion“ genannten photogrammetrischen Verfahren werden zunächst

über die Identifizierung übereinstimmender Bildmerkmale die Position, die Ausrichtung sowie die inneren und äußeren Parameter der Kamera automatisch rekonstruiert. Darauf aufbauend kann eine dreidimensionale Punktwolke der dokumentierten Oberfläche errechnet werden. Über die Anwendung von Multi-View-Stereo-Verfahren erfolgt dann eine Verdichtung dieser Punktwolke, welche schließlich die Grundlage zur Erstellung eines Oberflächenmodells bildet. Über Fixpunkte, deren Koordinaten vorab eingemessen werden, erfolgt eine Georeferenzierung dieser Daten, die dann für weitere Auswertungen, zum Beispiel in geografischen Informationssystemen, herangezogen werden können (Westoby et al., 2012).

Aufbauend auf die erfolgversprechenden Ergebnisse der vorangegangenen Dokumentationsarbeiten war es in der Forschungswoche der ANISA im Sommer 2017 unser Ziel, eine größere Detailauflösung bei der Erfassung der wüst gefallenen baulichen Strukturen zu erreichen. Da die Aufnahme sehr entlegener Fundstellen auf dem Plan stand, entschieden wir uns diesmal für den Einsatz einfacherer und flexiblerer Dokumentationsausrüstung zur Erstellung der Luftbilder für die kleinräumigen 3D-Oberflächenmodelle. Unsere Wahl fiel dabei auf Pole-Aerial-Photography, eine bodengestützte Art der Luftbildarchäo-

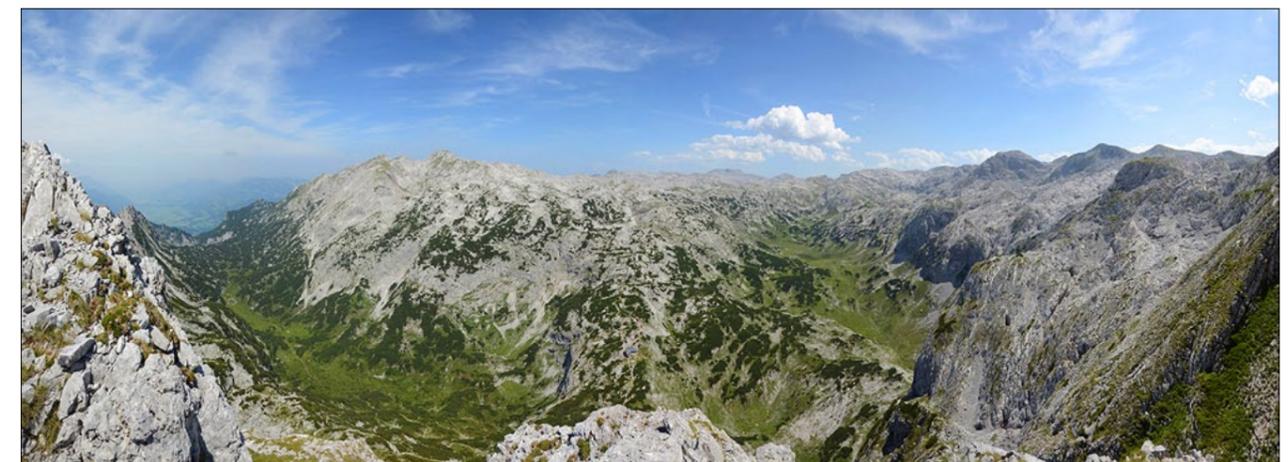


Abb.1: Blick vom Windischkopf auf das zentrale Untersuchungsgebiet: Vordere und Hintere Pitschenbergalm. In der Bildmitte, am Windischriedel, befindet sich das Leopold-Happisch-Haus der Naturfreunde Salzburg, welches ein optimales Basislager für unsere Forschungen bietet.



Abb. 2: Blick auf das Hochplateau des Tennengebirges. In der Bildmitte liegt das Sandkar, in dem eine bauliche Struktur aus der Bronzezeit nachgewiesen werden konnte.

logie, bei der durch Verwendung von Stangen die Kamera auf die nötige Höhe gebracht wird, um Senkrechtaufnahmen mit entsprechend großem Bildausschnitt anfertigen zu können (Weßling et al., 2013). Wir benutzten dazu eine von Manuel Scherer-Windisch zusammengestellte Ausrüstung aus einer Teleskopstange aus Fiberglas, die auf eine Länge von 7 m ausgefahren werden kann, mit einer darauf befestigten Kamera (Go-Pro Hero 3+), welche über ein Tablet angesteuert wird. Unter Mithilfe von Sebastian Krutter und Josef Ries konnten auf diese Weise insgesamt 12 Fundstellen mit teils mehreren Strukturen dokumentiert werden. Die Referenzierung der 3D-Modelle erfolgte größtenteils über bereits in den

Vorjahren eingemessene Fixpunkte (ground control points). In zwei Fällen wurde eine relative Vermessung der Passmarken vorgenommen.

Die Weiterverarbeitung der im Tennengebirge angefertigten Fotos erfolgte mit dem Computerprogramm PhotoScan des Herstellers Agisoft. Die errechneten Daten bieten eine Vielzahl an Möglichkeiten zur weiteren Auswertung, wobei insbesondere die auf Grundlage der 3D-Punktwolke erstellten, digitalen Höhenmodelle für weitere Untersuchungen herangezogen wurden. Durch ihre hohe Auflösung von 5-15 mm/Pixel konnten in GIS-Programmen

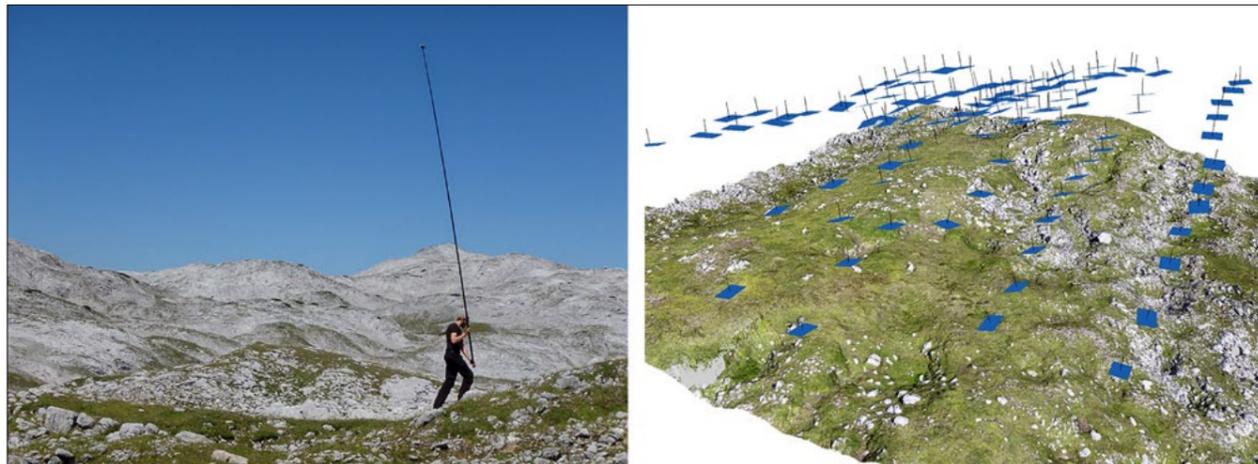


Abb. 3.1: Pole-Aerial-Photography im Sandkar (Foto: Josef Ries)

Abb. 3.2: Auf Basis zahlreicher überlappender Fotografien, hier dargestellt durch blaue Rechtecke, kann eine dreidimensionale Oberfläche errechnet werden.

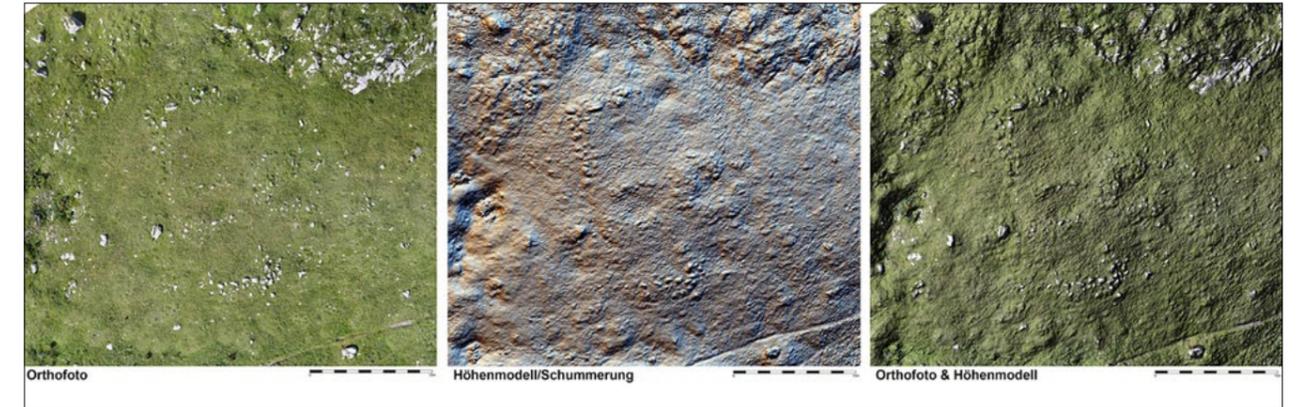


Abb. 4: Mehrphasige Wüstung auf der Hinteren Pitschenbergalm. Geländemerkmale, die auf Luftbildern nur schwer erkennbar sind, können mit digitalen Höhenmodellen deutlicher dargestellt werden.

detaillierte Geländeanalysen vorgenommen werden. Für die Untersuchung hochalpiner Fundlandschaften bieten diese eine besonders hohe Aussagekraft, da aufgrund der dort sehr geringen Sedimentation sogar 3000 Jahre alte Steinbauten kaum von Erdmaterial überdeckt sind. Bauliche Strukturen hohen Alters, die in Tallagen erst ausgegraben werden müssten, sind hier obertägig sichtbar. Ihre ursprüngliche Form ist allerdings oftmals durch die verstürzten Steinmauern überlagert und andere, weniger massiv gebaute Strukturen, sind bereits von alpinen Matten überwachsen und nur mehr ansatzweise zu erahnen. Dementsprechend schwierig gestaltet sich auch eine aussagekräftige Dokumentation der baulichen Reste. Ihr Erscheinungsbild ist stark vom Bewuchs und vor allem vom einfallenden

Licht zur jeweiligen Tageszeit abhängig. So sind oft besonders subtile Geländemerkmale bei der Prospektion zwar erkennbar, doch eine objektive Dokumentation durch Fotografien gestaltet sich schwierig.

Verschiedene Visualisierungen der hochauflösenden Geländemodelle, die in QGIS (www.qgis.org) sowie durch Einsatz der RVT-Toolbox (Kokalj et al., 2011; Zakšek et al., 2011), erstellt wurden, erlauben das Herausarbeiten geringster Höhenunterschiede. Vor allem die beliebige Einstellung des einfallenden Lichtes sowie die Kombination der Höhenmodelle mit Farbverläufen ermöglichen Ansichten der archäologischen Objekte, die vor Ort nicht herstellbar sind. Es gelingt dadurch, Strukturen unterhalb der Gras-

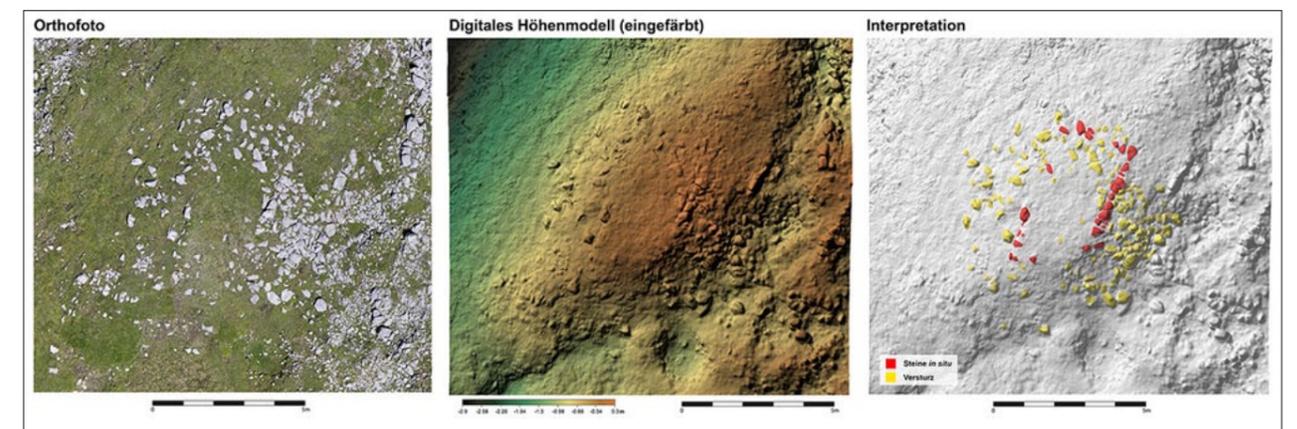


Abb. 5: Bronzezeitliche Struktur im Sandkar. Erst am Geländemodell wird die Terrassierung im Südwesteck sichtbar. Der Grundriss lässt sich aufgrund einiger noch in situ befindlicher Steine gut rekonstruieren. Das aufgehende, trocken gesetzte Mauerwerk ist hangabwärts verstürzt.

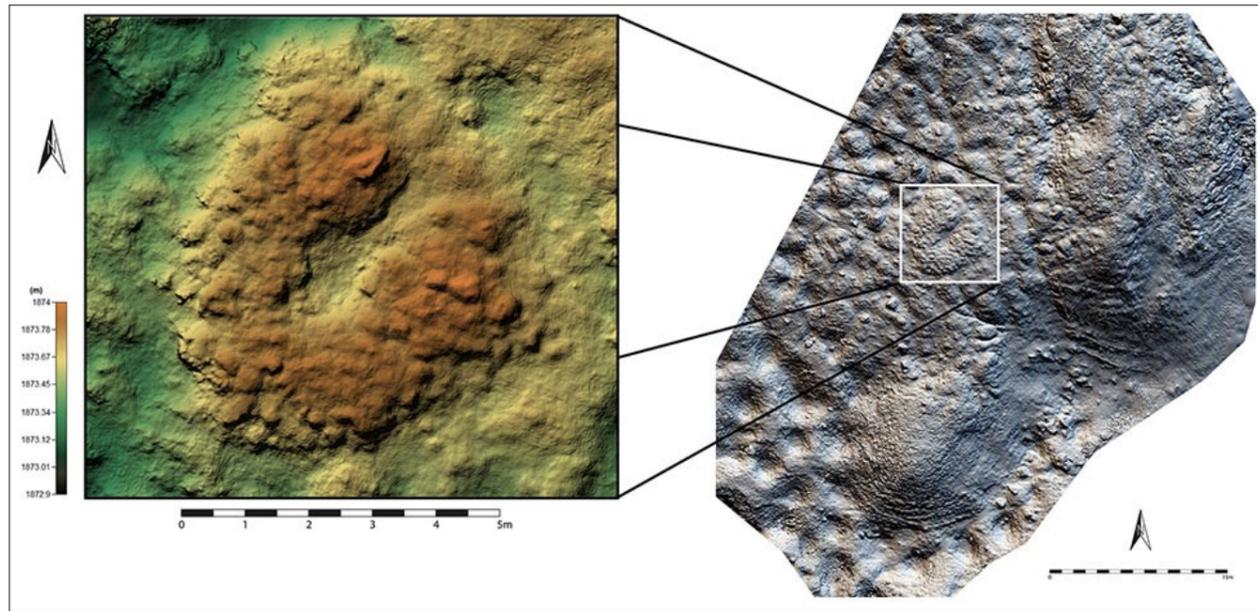


Abb. 6: Übersicht- und Detailaufnahme einer Steinstruktur aus der späten Bronzezeit auf der Hinteren Pitschenbergalm

narbe sichtbar zu machen und zum Teil auch die Grundrisse der baulichen Reste von deren Versturzmateriale zu unterscheiden. Durch die detaillierte Darstellung unterschiedlicher Höhen können relative Abfolgen innerhalb mehrphasiger Wüstungen herausgearbeitet werden. Außerdem werden auch kleinräumige Bodenveränderungen, wie Planierungen und Aufschüttungen, im Umfeld der Strukturen sichtbar, die ansonsten meist nur schwierig zu erkennen und noch schwieriger zu dokumentieren sind.

Durch die Dokumentationsarbeiten im Sommer 2017 liegen nun von fast allen bislang entdeckten archäologischen Strukturen hochauflösende Geländemodelle vor, die nicht nur zum besseren Verständnis, sondern auch zur Visualisierung derselben dienen. Ohne Bodeneingriffe vorzunehmen konnten zahlreiche Details bereits bekannter Strukturen erschlossen und zudem auch weitere archäologische Verdachtsflächen in deren näheren Umfeld definiert werden. Zusätzlich gelang es, mit der

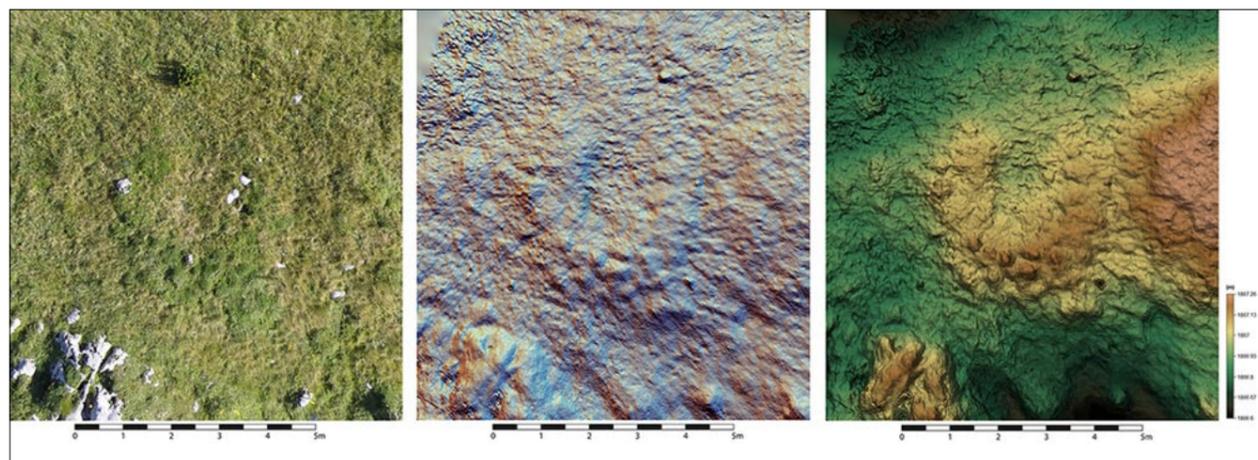


Abb. 7: Durch verschiedene Beleuchtungen sowie Einfärben der Höheninformationen kann die bereits stark verwachsene Struktur sichtbar gemacht werden. (V.l.n.r.: Orthofoto, Schummerung – Kombination aus 16 Beleuchtungsrichtungen durch RVT-Toolbox, eingefärbtes Höhenmodell)

hier vorgestellten Methode eine bislang noch nicht erkannte bauliche Struktur zu entdecken, für die aufgrund ihrer Form sowie des vergleichsweise starken Bewuchses eine prähistorische Datierung möglich scheint.

Der Einsatz von Structure-from-Motion zur Erstellung hochauflösender, digitaler Höhenmodelle im Rahmen der hochalpinen Wüstungsforschung im Tennengebirge hat sich

auf alle Fälle bewährt. Die Aussagekraft der erhobenen Daten ist als sehr hoch zu bewerten und ermöglicht eine gezieltere Ausrichtung zukünftiger Untersuchungen. Darüber hinaus überzeugt die Methode auch durch ihre Effektivität, vor allem im Hinblick auf die dafür investierten Geldmittel und Zeitressourcen, sowie durch ihre Flexibilität im Einsatz auf entlegenen und schwer erreichbaren Fundorten.



Abb. 8: Obwohl wir nun fast alle archäologischen Strukturen nach Belieben und unabhängig von Tageszeit und Sonnenstand digital beleuchten können, verlieren Begehungen bei Streiflicht dennoch nicht ihre Bedeutung für die Entdeckung neuer Fundstellen: Die ersten Sonnenstrahlen fallen auf die Weiden der Hinteren Pitschenbergalm (August 2017).

Literatur und Quellen

Brandner, D. (2014): Das interdisziplinäre Projekt „Pitschenbergalm“. Tennengebirge, Land Salzburg. Erste archäologische Ergebnisse. – Forschungsberichte der ANISA, 5: 43-48.

Brandner, D. (2015): Hochalpine Wüstungsforschung im Tennengebirge. Das interdisziplinäre Projekt Pitschenbergalm. Ein Zwischenbericht. – Forschungsberichte der ANISA im Internet. Online: http://www.anisa.at/Tennengebirge_hochalpine_Wuestungsforschung_Archaeologie_ANISA_Forschungswoche_2015.html

Brandner, D. (2016): Luftbildarchäologie im Tennengebirge. – Forschungsberichte der ANISA im Internet 3. Online: http://www.anisa.at/Tennengebirge_hochalpine_Wuestungsforschung_Archaeologie_ANISA_Forschungswoche_2016.html

Kokalj, Ž., Zakšek, K., Oštir, K. 2011. Application of Sky-View Factor for the Visualization of Historic Landscape Features in Lidar-Derived Relief Models. *Antiquity* 85, 327: 263-273.

Zakšek, K., Oštir, K., Kokalj, Ž. 2011. Sky-View Factor as a Relief Visualization Technique. *Remote Sensing* 3: 398-415.

Mandl, F. (2014): Das interdisziplinäre Projekt „Pitschenbergalm“. Tennengebirge, Land Salzburg. Ein Vorbericht. Mit einem Vorwort von Bernhard Hebert. – Forschungsberichte der ANISA, 5: 37-42.

Westoby, M. J., Brasington, J., Glasser, N. F., Hambrey, M. J. & Reynolds, J. M. (2012): ‘Structure-from-Motion’ photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. – *Geomorphology*, 179: 300-314.

Weßling, R., Maurer, J. & Krenn-Leeb, A. (2013): Structure-from-Motion und Pole-Aerial-Photography für die Dokumentation archäologischer Grabungen. In: Ondřej Chvojka (ed.), *Archeologické prospekce a nedestruktivní archeologie v Jihočeském kraji, kraji Vysočina, Jihomoravském kraji a v Dolním Rakousku*. Sborník z konference, Jindřichův Hradec 6. 3. – 7. 3. 2013. *Archeologické výzkumy v jižních Čechách – Supplementum* 9: 245–254.