

# Den Wald durchschaut Lidar-Archäologie im Kanton Zürich

Autor(en): **Reitmaier-Naef, Leandra / Nagy, Patrick**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **as. : Archäologie Schweiz : Mitteilungsblatt von Archäologie Schweiz = Archéologie Suisse : bulletin d'Archéologie Suisse = Archeologia Svizzera : bollettino di Archeologia Svizzera**

Band (Jahr): **40 (2017)**

Heft 4

PDF erstellt am: **03.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-768578>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## L i d a r - a r c h ä o l o g i e

Abb. 1

Weiach-Leuenschopf. Blick auf die doppelte Wall-Graben-Konstruktion unbekannter Zeitstellung aus der Luft und im Lidar-3D-Modell.

*Weiach-Leuenschopf. Vue aérienne et modélisation 3D réalisée à partir de données Lidar d'une construction à double fossé d'époque inconnue.*

Weiach-Leuenschopf. Veduta aerea e nel modello Lidar 3D di una costruzione a doppio fossato e terrapieno di epoca indeterminata.



## Den Wald durchschaut Lidar-Archäologie im Kanton Zürich

— Leandra Reitmaier-Naef, Patrick Nagy

Seit drei Jahren stehen Fachleuten, aber auch der breiten Öffentlichkeit hochaufgelöste Lidar-Daten des Kantons Zürich zur Verfügung. Sie werden von der Kantonsarchäologie eingesetzt, um neue Fundstellen aufzuspüren, die Dokumentation bereits bekannter Befunde zu verbessern oder um Geländedenkmäler zu visualisieren. Darüber hinaus sind sie eine wichtige Grundlage für die Zustandsüberprüfung und den Schutz von Fundstellen im Waldgebiet.

### Leichter dokumentieren dank Lidar

Mit dem Aufkommen der Lidar-Methode ab der Jahrtausendwende hat sich die archäologische Dokumentation von Geländedenkmälern grundlegend ver-

ändert: In den Lidar-Modellen wird plötzlich auch im Waldgebiet (28% der Kantonsfläche) eine Vielzahl an Fundstellen und Strukturen sichtbar: Befestigungsanlagen, Grabhügel, Wölbäcker, Hohlwegsysteme, Überreste von Rebbergen und Kohlemeilern usw.



Sobald die ersten Lidar-Daten der swisstopo verfügbar waren, begann die Kantonsarchäologie mit deren Auswertung. Ab 2008 wurden ergänzend projektbezogene Lidar-Befliegungen in Auftrag gegeben. Im Frühling 2014 wurde dann im Auftrag des Kantons Zürich im Rahmen des Projekts «Luftaufnahmen 42» ein flächendeckender Laser-Scan mit einer Auflösung von 8 Pt./m<sup>2</sup> erstellt. Seit März 2015 werden diese Lidar-Daten in einem 20%-Pensum ausgewertet. Das primäre Ziel dieser Arbeit ist es, die Fundstellenkarte im Kantonsgebiet zu verdichten und den Wissensstand zu den einzelnen Fundpunkten zu verbessern. Neben der Suche nach neuen Fundstellen werden auch thematische Schwerpunkte gesetzt (z.B. Erstellung eines Grabhügelinventars). Die Resultate der Datenauswertung werden regelmässig mittels ergänzender Prospektionsmethoden (z.B. Geophysik, Begehungen, Detektorprospektion) einer Überprüfung im Gelände unterzogen.

Abb. 2  
Kloten-Homberg. Hallstattzeitliches Kragenrandgefäss mit Rillendekor aus Grabhügel 21, Grab 2 (Nachbestattung).

*Kloten-Homberg. Récipient hallstattien à col droit, orné de cannelures, provenant de la tombe 2 (une réutilisation) du tumulus 21.*

Kloten-Homberg. Recipiente a bordo dritto con decorazione a solchi dell'epoca di Hallstatt dalla tomba 2 del tumulo 21 (sepoltura secondaria).

### Dokumentation: Grabhügel für Grabhügel

Für die Überprüfung und gezielte Ergänzung von Archivinformationen sind Lidar-Daten ein geeignetes Hilfsmittel. Oftmals sind zur Lage und Struktur einer

**Lidar (light detection and ranging)** bezeichnet eine optische Methode der Distanz- und Geschwindigkeitsmessung mit Hilfe von Laserstrahlen. Ähnlich wie bei der Radarmethode (Radiowellen) wird ein Impuls ausgesendet und dessen Rückstrahlung mit einem Detektor aufgezeichnet. Anhand der Lichtlaufzeit kann die Entfernung zu einzelnen Punkten im Raum berechnet werden. Aus so erstellten Punktwolken lassen sich Modelle ableiten, die gescannte Objekte oder Landschaften in dreidimensionaler Form abbilden. Hochaufgelöste Geländemodelle werden mit Hilfe flugzeuggestützter Lidar-Systeme (Airborne Lidar) erstellt. Neben der Dreidimensionalität haben Lidar-Daten gegenüber Luftbildern einen weiteren, für die Archäologie entscheidenden Vorteil: Da nur ein Teil der Laserstrahlen durch die Vegetation reflektiert wird, kann auch die Geländeoberfläche von Waldgebieten sichtbar gemacht werden. Für eine archäologische Auswertung werden die Daten in einem GIS mit Hilfe verschiedener Algorithmen visualisiert und analysiert. Eine einfache Reliefdarstellung der Lidar-Daten ist auch auf nationalen und kantonalen Kartenportalen einsehbar.

Fundstelle nämlich nur unpräzise Angaben vorhanden. Dies gilt im Besonderen für nicht oder nur partiell ergrabene Befunde im Waldgebiet, wo eine exakte Lokalisierung bis vor kurzem nur mittels aufwändiger Vermessungsverfahren möglich war. Hinzu kommt, dass im Unterholz selbst aufgehende Strukturen oft schwer zu erkennen und deshalb kaum vernünftig abzubilden sind. Dies führte dazu, dass zahlreiche Fundstellen und mit ihnen die Perimeter der archäologischen Zonen nicht exakt kartiert wurden, was den Schutz dieser Bodendenkmäler erschwerte. Dies betrifft insbesondere die zahlreichen Grabhügel im Kanton Zürich. Heute sind in der Archivdatenbank über 750 Fundstellen der Art «Grab/Bestattung» erfasst. Bei wie vielen es sich tatsächlich um Grabhügel(nekropolen) handelt und wie viele Tumuli jeweils fassbar sind, lässt sich nur mit aufwändigen Recherchen ermitteln. Ergänzend zur laufenden Dissertation von Chantal Hartmann über die hallstattzeitlichen Bestattungen im Kanton Zürich wird deshalb anhand der Lidar-Daten ein Inventar der Grabhügel im Kanton Zürich erarbeitet.



0 4 cm 2

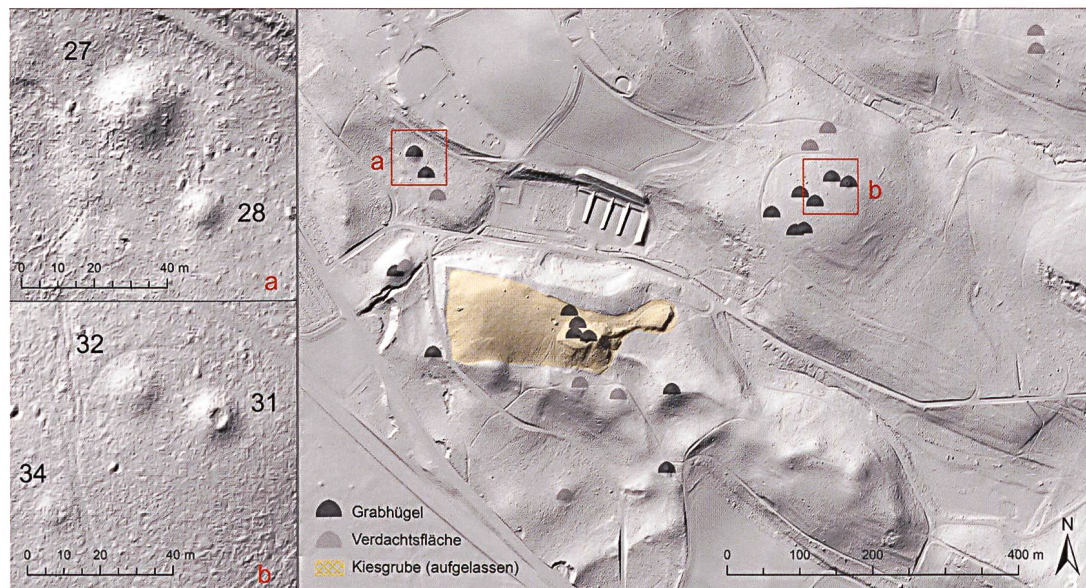


Abb. 3

Kloten-Homberg. Grabhügel und archäologische Verdachtsflächen im Waldgebiet. Detailansichten der Grabhügel 27 (mit Raubtrichter) und 28 sowie 31 (Raubtrichter), 32 und 34 im neu kartierten nordwestlichen Fundstellenbereich.

*Kloten-Homberg. Tumulus et zones archéologiques supposées dans la forêt. Détails des tumulus 27 (pillé) et 28, ainsi que 31 (pillé), 32 et 34, dans la partie nord-ouest du site, qui vient d'être à nouveau cartographiée.*

Kloten-Homberg. Tumulo e possibili aree archeologiche nel bosco. Dettaglio del tumulo 27 (violato) e 28, e del 31 (violato), 32 e 34 visibili nel settore nord occidentale della necropoli cartografato di recente.



Um Unklarheiten und Verwechslungen künftig zu vermeiden, werden sämtliche Tumuli mit einer eindeutigen Identifikationsnummer und exakten Lagekoordinaten versehen. Zusätzlich werden ihre Dimensionen (Dm., H.) erfasst sowie alternative Namengebungen aus Archiv und Literatur als Konkordanzangabe hinterlegt. Neu wird also jeder Hügel individuell referenziert und ist somit nicht mehr nur über die übergeordnete Fundstelle greifbar. Auf diesem Weg wird auch die Problematik pauschalisierender Datierungen behoben: Nahe beieinander liegende Hügel wurden oftmals ohne archäologischen Beleg ihrer Zusammengehörigkeit aus forschungsgeschichtlichen oder archivtechnischen Gründen in einer Fundstelle zusammengefasst. Zahlreiche unerforschte Tumuli wurden so durch einen Analogieschluss einer ungesicherten oder sogar falschen Epoche zugewiesen.

Am Beispiel Kloten-Homberg kann die Überarbeitung der Fundstellendokumentation exemplarisch dargestellt werden: Auf dem gleichnamigen Moränenhügel wurden in den späten 1950-er Jahren «durch eine wilde Graberei des Albert Schaffner» mehrere Grabhügel entdeckt. Bereits 1962 mussten anlässlich der bevorstehenden Erweiterung einer Kiesgrube vier davon ausgegraben werden. Die Tumuli enthielten bis zu sechs Grablegungen

unterschiedlicher Art (Körper-, Brandschüttungs-, Urnenbestattung), die alle in die Hallstattzeit datieren (Abb. 2). Zusätzlich zu den geöffneten Tumuli (21-24), erwähnt Walter Drack im Hombergerwald 16 weitere Hügel, wovon nur sechs auf den vorhandenen Karten eingezeichnet sind (25-30).

Ein Vergleich der Lidar-Daten mit zeitgenössischen Karten zeigt, dass sich die Geländesituation – abgesehen vom Kiesabbau – seit damals kaum verändert hat. Mit Ausnahme der vier zerstörten Grabhügel sind alle damals kartierten Hügel im Gelände heute noch sichtbar. Darüber hinaus konnte dank des Geländemodells eine weitere Gruppe von wenigstens sieben Tumuli identifiziert werden. Es dürfte sich dabei um den Grossteil der überlieferten, aber nicht verzeichneten Hügel handeln. Eine Datierung dieser Strukturen in die Hallstattzeit scheint zwar denkbar, entbehrt aber letztlich einer Grundlage – zumal die räumliche Distanz zum Grabungsareal von 1962 einige hundert Meter beträgt.

Die Tumuli messen 9-15 m im Durchmesser und sind 0.4-1.6 m hoch erhalten. Mit 28.5 m resp. 2.4 m deutlich grösser und damit auch im Gelände sehr gut sichtbar ist Grabhügel 27. Dieser sowie die beiden Tumuli 29 und 31 weisen deutliche Spuren einer mutwilligen (antiken?) Beraubung auf (Raubtrichter).



Abb. 4  
Kloten-Homberg. Blick auf den auffallend grossen, auch im Gelände vergleichsweise gut sichtbaren Grabhügel 27.

*Kloten-Homberg. Vue du grand tumulus 27, qui se remarque particulièrement bien dans le terrain.*

Kloten-Homberg. Veduta del grande tumulo 27, ben visibile anche sul terreno.



Weitere Anomalien mit einer vergleichbaren Bildsignatur wurden zusätzlich als Verdachtsflächen («potentielle Grabhügel») kartiert.

### **Monitoring und Prävention: bedroht, beschädigt und geschützt**

Kleinere und grössere Schäden (z.B. Raubtrichter, Fahrspuren) sind an Bodendenkmälern im Wald leider fast regelhaft zu beobachten. Entsprechende Spurenbilder können mittels Fernerkundung identifiziert und fallweise sogar auf ihre Ursache zurückgeführt werden. Da das Lidar-Modell nur einen statischen Zustand des Geländes abbildet, ist eine Datierung der Beschädigungen nicht möglich. Unter Zuhilfenahme von Archiv- und Kartenmaterial unterschiedlichen Alters können die Störungen im Einzelfall zeitlich genauer eingegrenzt werden.

Grundsätzlich muss zwischen kontinuierlichen Störungsprozessen (z.B. Bewirtschaftung, Erosion) und punktuellen Eingriffen (z.B. Beraubung, Baumassnahme) unterschieden werden. Während

letztere im Siedlungsgebiet das primäre Bedrohungsszenario darstellen, sind im Waldgebiet vermeintlich wenig invasive Aktivitäten ein Hauptgrund für die Zerstörung von Bodendenkmälern. Es handelt sich dabei vorwiegend um Meliorationsmassnahmen (z.B. Drainagen, Wege) und forstwirtschaftliche Aktivitäten. Letztere haben sich in jüngster Vergangenheit zu einer diffusen, flächigen Gefahr für archäologische Befunde entwickelt. Durch schwere Forstmaschinen verursachte Fahrspuren abseits regulärer Wegenetze – sog. Rückegassen – sind laut Lidar-Modell in fast allen Waldgebieten zu beobachten. Nicht selten verlaufen sie direkt durch archäologische Zonen und Strukturen hindurch.

Welche Gefährdung vom regulären Forststrassenbau ausgeht, illustriert der Fall Nürensdorf-Fasnachtflue. Der markante Sporn oberhalb von Nürensdorf ist gegen Osten durch ein Wall-Graben-System befestigt und auf den übrigen drei Seiten durch Felswände begrenzt. An der nördlichen Geländekante konnten bei Feldbegehungen urgeschichtliche Keramikfragmente sowie



Abb. 5

Weiach-Fasnachtflue. Befestigter Sporn prähistorischer Datierung in unterschiedlichen Kartenquellen. Ohne Durchbruch: topographische Aufnahme aus dem 19. Jh. (a), aus den 1960-er Jahren (b) und Landeskarte 1965 (c). Mit Durchbruch: Lidar 2014 (d).

*Weiach-Fasnachtflue. Eperon barré d'époque préhistorique représenté sur différentes cartes. Sans interruption: relevés topographiques du 19<sup>e</sup> siècle (a), dans les années 1960 (b) et sur la carte nationale de 1965 (c). Avec interruption: Lidar 2014 (d).*

Weiach-Fasnachtflue. Sperone fortificato di epoca preistorica raffigurato in diverse fonti cartografiche: Senza interruzione: rilievo topografico del XIX sec. (a), anni 1960 (b), carta nazionale del 1965 (c). Con interruzione: Lidar 2014 (d).

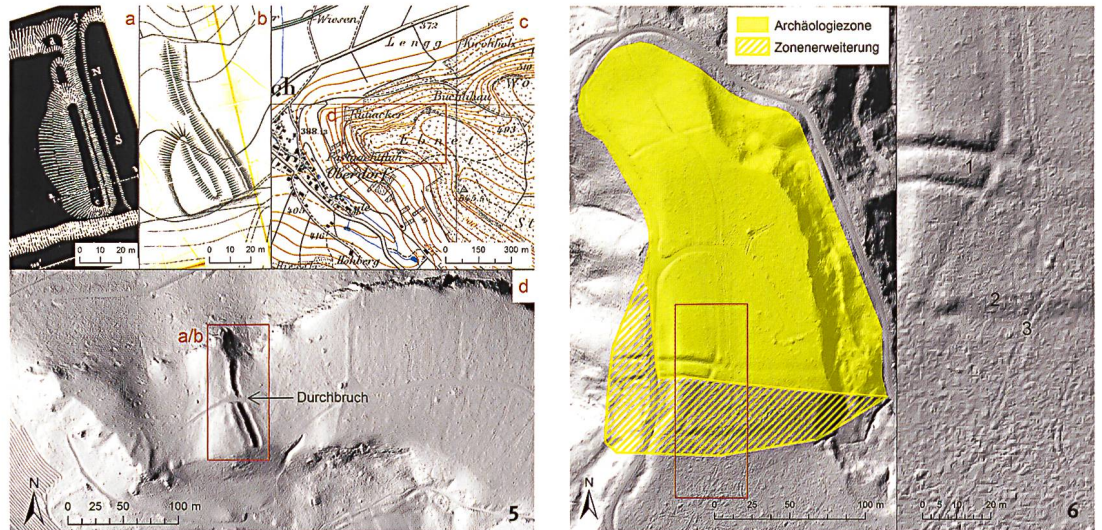


Abb. 6

Pfungen-Sal. Mehrteilige Befestigungsanlage aus dem Frühmittelalter, die bisher durch die Archäologiezone unzureichend geschützt war: Hauptwall (1), Vorwall (2) mit Beschädigungen durch sog. Rückegassen der Forstwirtschaft (3).

*Pfungen-Sal. Système défensif du Haut Moyen Age qui ne se trouvait pas en zone archéologique protégée jusqu'à présent: fortification principale (1), rempart avancé (2) endommagé par les pistes de débar-dage (3).*

Pfungen-Sal. Complessa fortificazione dell'Alto Medioevo, che non era stata debitamente tutelata dal piano regolatore: vallo principale (1), vallo anteriore (2) con danni dovuti ad una strada forestale (3).

Silexabschläge geborgen werden. Weiterführende Untersuchungen haben an dieser Fundstelle bisher nicht stattgefunden. Gemäss Lidar besteht die 80 m lange Befestigung aus einem Wall mit vorgelagertem Graben von max. 7 bzw. 8 m Breite und einer erhaltenen Höhe von 1.5 m bzw. 0.5 m Tiefe und begrenzt eine Innenfläche von gut einer Hektare. Heute wird die Wallanlage durch eine Forststrasse zweigeteilt. Dass dieser Durchbruch nicht dem ursprünglichen Zugang entspricht, belegt ein Blick in frühere Aufzeichnungen, in welchen die Befestigung als durchgehende Struktur abgebildet ist. Mit Hilfe von Karten der letzten 150 Jahren ist es gelungen, den Zeitpunkt des massiven Eingriffs auf die späten 1990-er Jahre einzugrenzen.

Ein vergleichbarer Bodeneingriff im Bereich der Burgstelle Pfungen-Obersal wurde der Kantonsarchäologie vorgängig gemeldet und in der Folge archäologisch begleitet. Die mehrteilige Anlage umschliesst eine Fläche von knapp 1.5 ha und umfasst eine einfache Abschnittsbefestigung im Norden und eine markante, doppelte Wall-Graben-Konstruktion im Süden. Letztere ist auf einer Länge von knapp 140 m fast durchgehend erhalten und datiert vermutlich ins Frühmittelalter. Südlich vorgelagert lässt sich ein stark verschliffener Vorwall erkennen, der durch landwirtschaftliche Aktivitäten bereits weitgehend ausgeebnet

wurde und heute einer schleichenden Beschädigung durch die Forstwirtschaft ausgesetzt ist. Die Überprüfung dieser Fundstelle hat überdies gezeigt, dass ausgerechnet der beschädigte Vorwall sowie ein Abschnitt des Hauptwalls nicht Teil der archäologischen Zone sind. Eine Ausweitung der Zone ist zwingend, um weitere Beschädigungen durch Forst- und Landwirtschaft zu verhindern.

Da aber selbst eine archäologische Zone ein Bodendenkmal nur bedingt zu schützen vermag, ist auch ein direkter Dialog mit den zuständigen Stellen (Forstamt, Landwirte) notwendig. Nur so kann die Bedeutung der Zonen richtig kommuniziert und – im Sinne einer Präventionsmassnahme – eine einvernehmliche Lösung für die Nutzung, Bewirtschaftung und Befahrung des Areals gefunden werden. Dies gilt insbesondere für Bereiche, wo bisher noch keine Schäden entstanden sind.

### Detektion: gesucht und gefunden

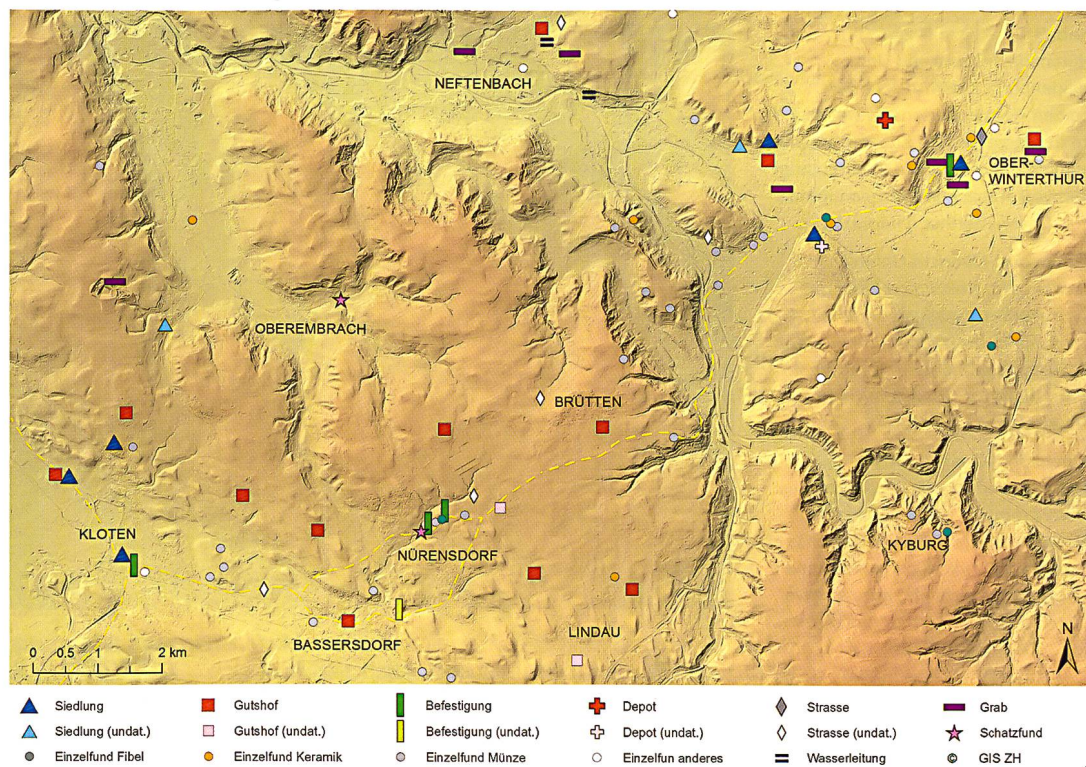
Mit Hilfe des Lidar-Geländemodells können nicht nur Lücken im Archiv gefüllt oder Bedrohungen frühzeitig erkannt, sondern auch neue Fundstellen aufgespürt werden. Im Kanton Zürich wurden bereits zahlreiche archäologische Verdachtsflächen unter die Lupe genommen – so etwa das Waldgebiet «Heidenburg»



Abb. 7  
Karte der römischen Fundstellen im Grossraum Kloten-Winterthur entlang der Verkehrsachse zwischen Windisch (*Vindonissa*) und Bregenz (*Brigantium*).

*Carte des sites romains dans le périmètre de Kloten-Winterthour, le long de la voie entre Windisch (Vindonissa) et Bregenz (Brigantium).*

Carta dei luoghi di ritrovamento di epoca romana nell'area di Kloten-Winterthur lungo l'asse di comunicazione che collegava Windisch (*Vindonissa*) e Bregenz (*Brigantium*).



nördlich von Nürensdorf. Es wird schon seit längerem vermutet, dass hier die (römische) Heerstrasse zwischen Kloten und Oberwinterthur (*Vitudurum*) verlief. Im Umland dieser Verkehrsachse sind denn auch auffallend viele römische Fundstellen bekannt, bei denen es sich mehrheitlich um Gutshöfe handelt. Bei Prospektionsarbeiten seit 2014 neu entdeckte Funde und Befunde führen zu einer weiteren Verdichtung und einem besseren Verständnis der römischen Siedlungslandschaft entlang der postulierten Verkehrsachse.

Besonders hervorzuheben sind die beiden Befestigungsanlagen Obere und Untere Heidenburg in Nürensdorf. Anhand der Funde, die bei Begehungen sowie kleineren Sondierungen in den Jahren 1928 und 1937 geborgen wurden, können diese Strassensicherungsanlagen in spätrömische Zeit datiert werden. Die beiden «Römerwarten» sind zwar im Wald gelegen, im Gelände aber trotz der Vegetation vergleichsweise gut sichtbar. Sie zeichnen sich auch in den Lidar-Daten sehr markant ab. Die Untere Heidenburg weist einen rechteckigen Grundriss mit einer Seitenlänge von ca. 20 x 20 m auf und ist auf drei Seiten durch einen bis zu 1 m tief und 4-5 m breit erhaltenen Spitzgraben begrenzt. Diesem ist eine Aufschüttung von 2-3 m Breite und 20-30 cm Höhe vorgelagert, die entweder als Grabenaushub oder als intentionell angelegter, stark verschliffener Wall anzusprechen ist. Die befestigte Fläche beläuft sich auf knapp 400 m<sup>2</sup>. Mit einem Durchmesser von 36-40 m ist die kreisrunde Innenfläche der Oberen Heidenburg etwa um ein Viertel kleiner. Sie ist von einem 5-6 m breiten und bis zu 0.8 m

Abb. 8  
Nürensdorf-Obere Heidenburg.  
Aes 3, Constantinus I., kūrassierte, behelmte Büste der Roma und Wölfin, die Zwillinge säugend.

*Nürensdorf-Obere Heidenburg.  
Aes III de Constantin I: buste de Roma, cuirassée et casquée, et la lupa allaitant les jumeaux.*

Nürensdorf-Obere Heidenburg. Follis di Costantino I, con Roma elmata e corazzata e con la lupa che allatta i gemelli.

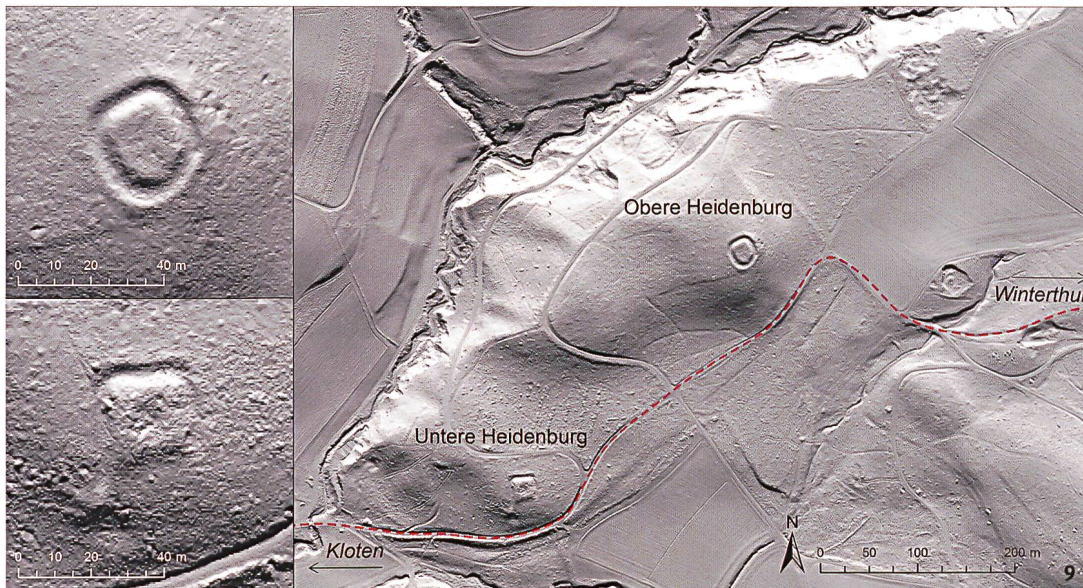




Abb. 9  
Nürensdorf-Obere und Untere Heidenburg. Lidar-Ansicht der beiden «Römerwarten» im Detail und im topographischen Zusammenhang, unmittelbar oberhalb der vermuteten Fernverkehrsachse zwischen Kloten und Oberwinterthur (*Vitudurum*).

*Nürensdorf-Obere et Untere Heidenburg. Restitution Lidar des deux «fortins romains», en détail et dans leur contexte topographique, à proximité immédiate de la voie entre Kloten et Oberwinterthour (Vitudurum).*

Nürensdorf-Obere e Untere Heidenburg. Veduta con il Lidar dei due «fortini romani» nel dettaglio e nel contesto topografico, direttamente al di sopra della via di comunicazione a lunga percorrenza che attraversava Kloten e Oberwinterthur (*Vitudurum*).



tiefen Spitzgraben umgeben. Auch hier lässt sich vorgelagert eine wallartige Aufschüttung von 3-4 m Breite und 0.5 m Höhe ausmachen.

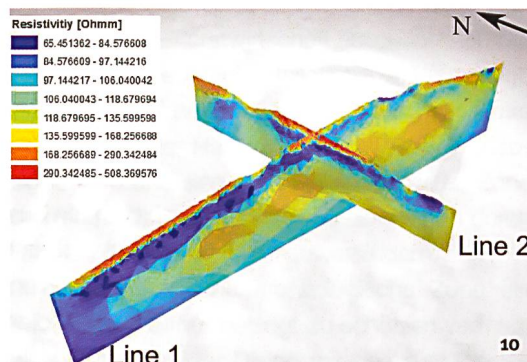
Im Juni 2016 wurden im Bereich der Oberen Heidenburg im Rahmen eines Joint-Master-Kurses des Instituts für Geophysik der ETH und der Kantonsarchäologie Zürich geoelektrische Messungen durchgeführt. Auffallend ist der hohe elektrische Widerstand im Bereich der Innenfläche der Anlage sowie in Teilen der angrenzenden Geländeterrasse, der auf Mauer- versturz oder Steinpflästerungen hindeutet. Die im Zuge von Begehungen zum Vorschein gekommen neun Münzen sowie eine Fibel datieren ins 1./2.- 4. Jh.

Im Umfeld der Befestigungsanlagen konnte mittels Lidar-Kartierung eine Vielzahl weiterer, nicht abschliessend interpretierbarer Strukturen identifiziert werden. Südlich der beiden Warten, wo das römische Strassentrassee vermutet wird, ist im Geländemodell das Spurenbild einer modernen Waldstrasse erkennbar. Bei Begehungen fanden sich in den Wegrand-Profilen Steinniveaus älterer Wege. Es ist denkbar, dass sich darunter auch die Überreste der römischen Fernstrasse zwischen Windisch (*Vindonissa*) und Bregenz (*Brigantium*) verbergen.

Abb. 10  
Nürensdorf-Obere Heidenburg. Geoelektrik-Profil: Die hohen Ohm-Werte (elektrischer Widerstand) im Innern und im Westen der Befestigungsanlage könnten auf verstürzte Steinbauten oder Steinpflästerungen hinweisen.

*Nürensdorf-Obere Heidenburg. Profil géoélectrique: les valeurs élevées en Ohm (résistance électrique) à l'intérieur et à l'ouest de la fortification peuvent signaler des bâtiments effondrés ou des empièremments.*

Nürensdorf-Obere Heidenburg. Profilo geo-elettrico: gli alti valori di Ohm (resistenza elettrica) all'interno e a ovest della fortificazione potrebbero essere dovuti alla presenza di resti di edifici di pietra o da un lastricato.



**Ausblick**

In den 2000-er Jahren wurden Lidar-Daten fast ausschliesslich im Rahmen von Forschungsprojekten zur Illustration und Prospektion eingesetzt. Durch ihre zunehmende Verfügbarkeit in hoher Auflösung sind sie inzwischen auch für viele andere Akteure und Anwendungsbereiche in der Archäologie zu einem unverzichtbaren Hilfsmittel geworden. Bis in jüngste Vergangenheit wurden Waldgebiete von der Archäologie – weitgehend unfreiwillig – stiefmütterlich behandelt. Die neue Zugänglichkeit dieser Areale mittels Fernerkundung ermöglicht es, entsprechende Lücken im Fundstellenmanagement zu schliessen. Gleichzeitig resultieren aus dieser Verdichtung archäologischer Informationen aber auch





Abb. 11

Schlieren-Schlatthölzli. Schützengraben oder Drainage? In vielen Fällen können die zahlreichen, teilweise sehr ähnlichen Spurenbilder in den Lidar-Daten nur durch gezielte Überprüfungen im Gelände genauer bestimmt werden.

*Schlieren-Schlatthölzli. Fossé défensif ou de drainage? Dans bien des cas, les nombreuses traces visibles sur les images Lidar ne peuvent être identifiées précisément sans vérifications sur le terrain.*

Schlieren-Schlatthölzli. Fossato di difesa o di drenaggio? In molti casi le numerose tracce rilevate con i dati Lidar possono essere precisate unicamente con delle indagini approfondite sul terreno.

#### Dank

Publiziert mit Unterstützung der Kantonsarchäologie Zürich.

#### Abbildungsnachweise

KA ZH: S. Vogt, L. Reitmaier (Abb. 1)

M. Bachmann (Abb. 2, 8)

L. Reitmaier (Abb. 3, 5, 6, 9, 11)

P. Nagy (Abb. 4)

P. Nagy, L. Reitmaier (Abb. 7)

ETH ZH, Geophysik (Abb. 10)

SNM ZH (Abb. 5)

Geodaten: GIS ZH (Visualisierung.: Hillshade (Schummerung) 315/30)

neue Herausforderungen. So ist die Überprüfung einer Verdachtsfläche im Gelände zwingend notwendig, bevor sie als neue Fundstelle ausgewiesen wird. Darüber hinaus wird auch die lange Nutzungszeit von Kulturlandschaften deutlich: Im Umfeld eines römischen Strassenkastells sind sowohl ein möglicherweise urgeschichtlicher Grabhügel als auch ein mittelalterlicher Münzschatz zu finden. All dies ist wiederum in eine Landschaft eingebettet, die über und über mit archäologischen und rezenten Bewirtschaftungsspuren, Wegsystemen und Parzellengrenzen übersät ist. Gerade diese unscheinbaren Spuren ermöglichen der Archäologie eine Erforschung bisher unzugänglicher Befundkategorien und damit auch die Erschließung inhaltlichen Neulandes. Durch massive Bodeneingriffe moderner Forstwirtschaftsgeräte sind aber gerade diese Strukturen stark bedroht. Um nicht in kürzester Zeit weite Teile einer bisher kaum erforschten Kulturlandschaft undokumentiert für immer zu verlieren, erfordert diese Dynamik rasches und entschlossenes Handeln seitens der Archäologie.

#### Bibliographie

Z. Kokalj und R. Hesse, Airborne laser scanning raster data visualization. A Guide to Good Practice. Ljubljana 2017.

W. Drack, Vier hallstattzeitliche Grabhügel auf dem Homberg bei Kloten ZH. JbSGUF 63, 1980, 93-129.

J. Nyffeler, Kulturlandschaft in neuem Licht. Eine Einführung zu Lidar in der Archäologie. Forschungen des Instituts für Archäologie, Denkmalpflege und Kunstgeschichte 6. Im Druck.

#### Links

Lidar-Daten im GIS-Browser des Kantons Zürich («Digitale Höhenmodelle»): <http://maps.zh.ch/>

Lidar-Daten im Kartenportal der swisstopo («swissALTI3D»): <http://map.geo.admin.ch>

#### Résumé

*Depuis quelques années, les données Lidar en haute définition sont de plus en plus fréquemment utilisées en archéologie, notamment à des fins de prospection et d'illustration. Les sites étendus dans des régions boisées se laissent particulièrement bien percevoir grâce à cette technique. Des données de ce type sont disponibles depuis 2015 dans le canton de Zurich; le Service cantonal d'archéologie les emploie pour rechercher de nouveaux sites, ou pour documenter des découvertes qui viennent d'être répertoriées. Ainsi, les tumulus du canton de Zurich sont désormais tous précisément localisés, inventoriés et documentés. En outre, grâce aux relevés de terrain modélisés, l'état de chaque site peut être contrôlé, et l'extension des zones archéologiques peut être adaptée si nécessaire, ce qui améliore la protection des vestiges.*

#### Riassunto

Da alcuni anni a questa parte, nell'archeologia, vengono utilizzate le immagini Lidar ad alta risoluzione come strumento di prospezione e di illustrazione. In particolare, con questa tecnologia, le strutture nelle aree boschive vengono identificate con maggiore facilità. Dal 2015 i dati Lidar del Canton Zurigo sono a disposizione del Servizio archeologico che li utilizza per identificare nuovi luoghi di ritrovamento e per la documentazione di quelli già conosciuti. Al momento questa tecnologia è utilizzata per localizzare, inventariare e documentare tutti i tumuli del Cantone. Inoltre è possibile, con l'ausilio di modelli digitali del terreno, esaminare lo stato di conservazione dei singoli siti, allargare le zone di rischio archeologico e migliorare così la tutela del patrimonio conservato nel sottosuolo.