

Neue 3D-Dokumentationsverfahren in der Denkmalpflege

Zur Verbindung von Structure From Motion (SfM) und Low-altitude Aerial
Photography (LAAP)



Jörg Bofinger – Christoph Steffen

Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg

Structure From Motion (SfM)



Baden-Württemberg

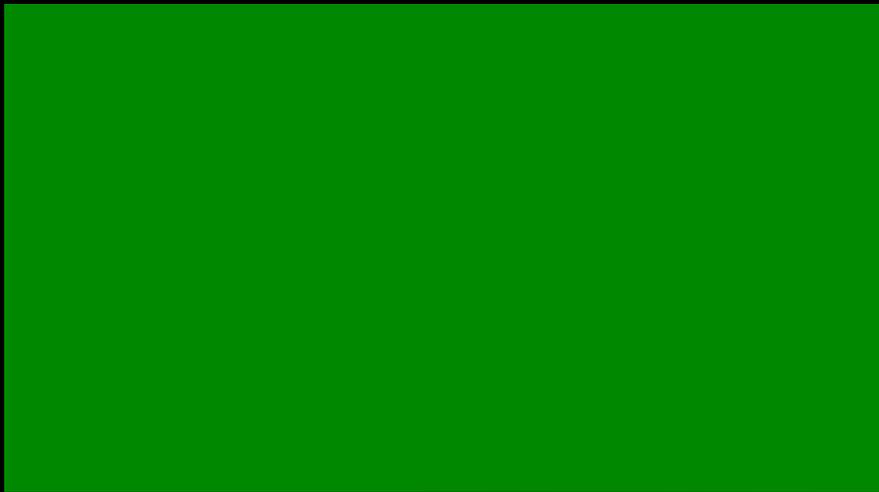
LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART

Beispiele (Archäologische Denkmalpflege / Bau- & Kunstdenkmalpflege)

gotisches Pfeilerkapitel, Ravensburg



bronzezeitlicher Schädel, Tauberbischofsheim



Kellerräume einer Synagoge, Randegg



römischer Keramikbrennofen, Offenburg

Structure From Motion (SfM)



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART

Beispiele (Bronzezeitlicher Schädel mit verheilter Trepanation, Tauberbishofsheim)

Datengrundlage: 136 Digitalfotos (16 Mpix)



Structure From Motion (SfM)



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART

Beispiele (Bronzezeitlicher Schädel mit verheilter Trepanation, Tauberbishofsheim)



Kameramodell (interne und externe Kameraparameter)

Fototexturiertes Oberflächenmodell

Structure From Motion (SfM)

Beispiele (Bronzezeitlicher Schädel mit verheilter Trepanation, Tauberbishofsheim)



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART



Gerenderte Ansichten des fototexturierten Modells

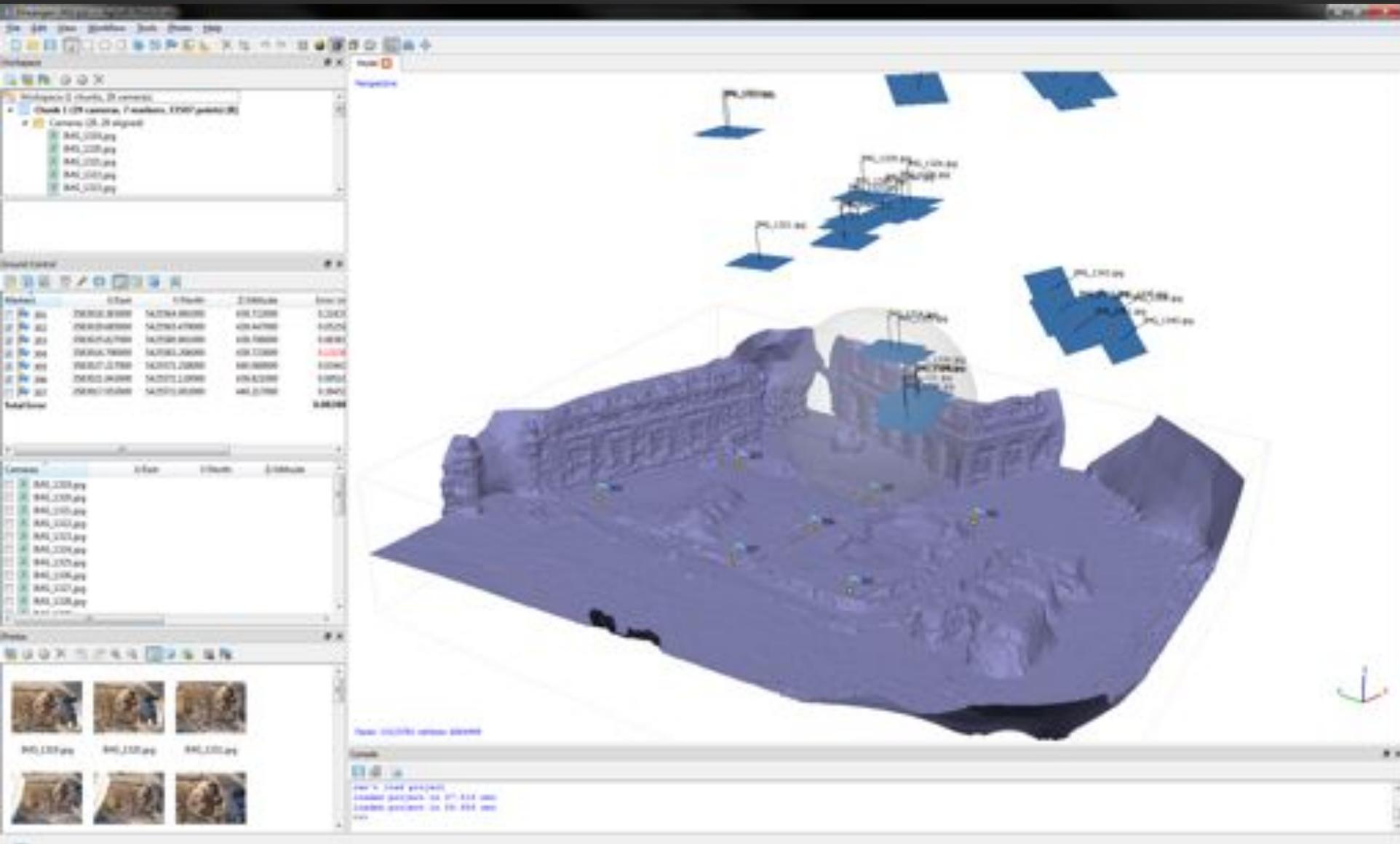
Structure From Motion (SfM)

Beispiele (Ausgrabungsfläche 3, Ellwangen, Ost-Alb-Kreis)



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART



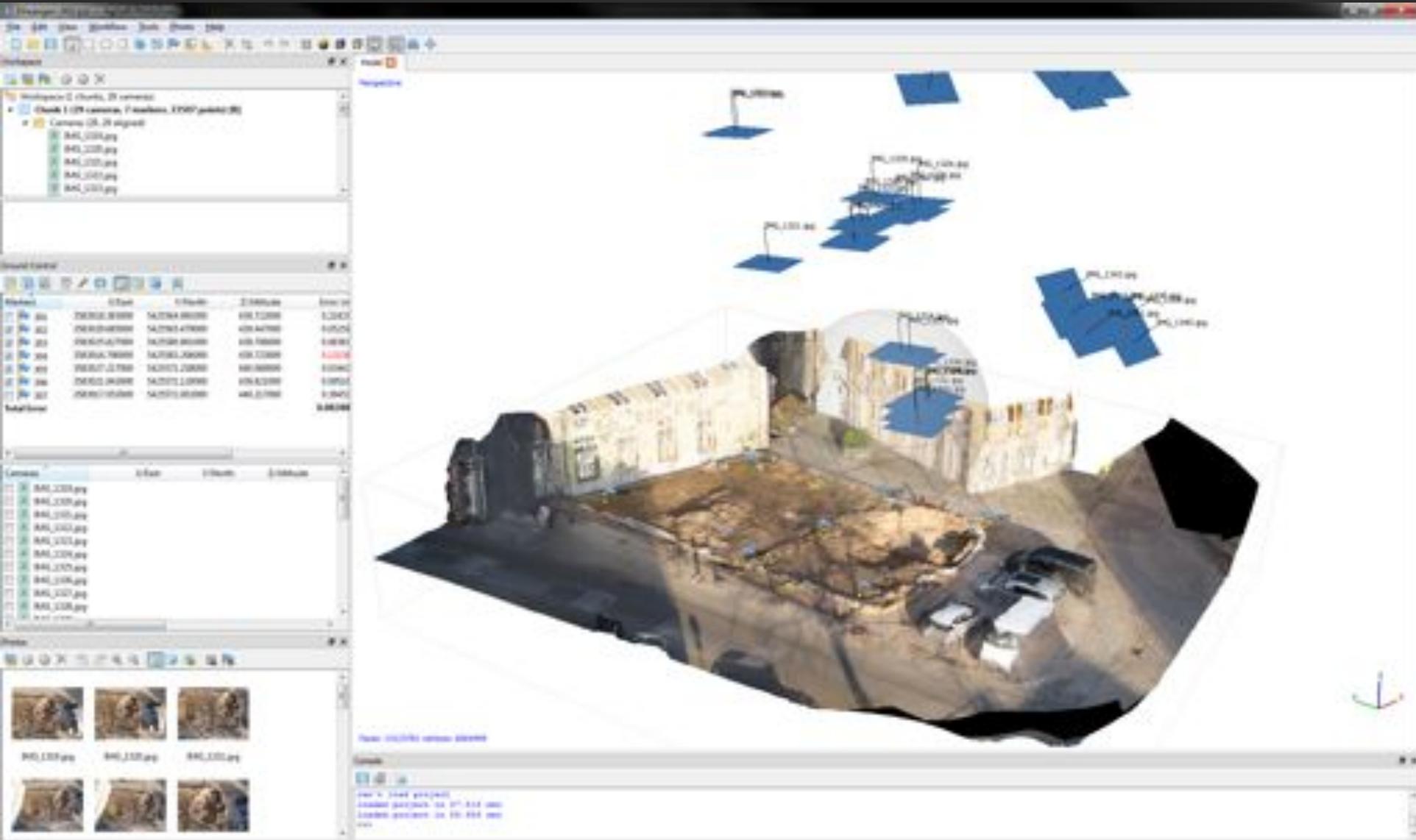
Structure From Motion (SfM)

Beispiele (Ausgrabungsfläche 3, Ellwangen, Ost-Alb-Kreis)



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART



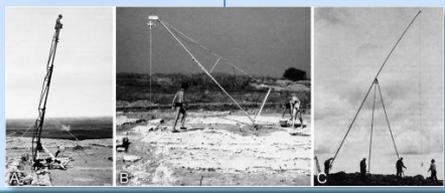
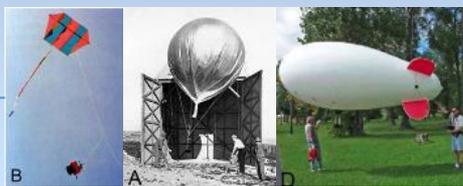
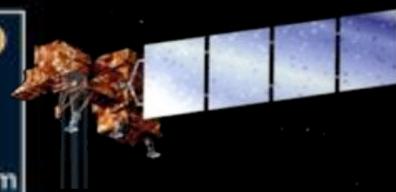
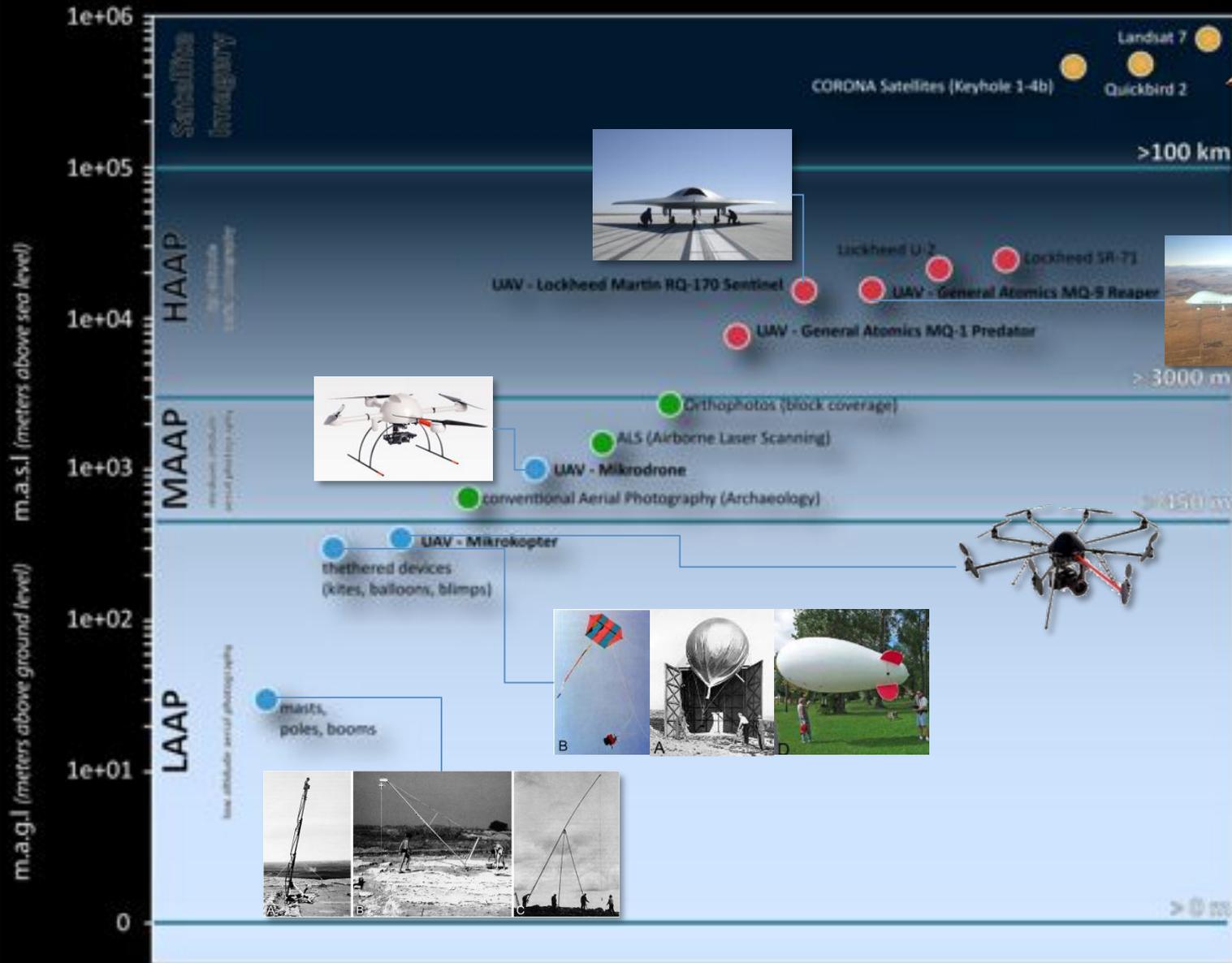
Low-altitude Aerial Photography (LAAP)

Definition (Nahbereichsluftbildfotografie)



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART



UAS (Unmanned Aerial System)

Energieversorgung

Transportkisten

Video RX Units (5.8 GHz)

UAV

Mikrokopter OktoXL (HiSystems)

Funkfernsteuerung:

Graupner MX20 HoTT



Live-Bildübertragung

Video RX-Einheit für Beobachter:

5.8 GHz Video Receivers



Fatshark Dominator Videobrille



Clover Leaf-Antennen

Für eine effektive, positionsunabhängige
Funkübertragung über weite Distanzen.



7" TFT-Monitor

Low-altitude Aerial Photography (LAAP)

Gesetzliche Bestimmungen (Baden-Württemberg)



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART

Jede nicht private Nutzung bedarf der Genehmigung durch die Regierungspräsidien.

Allgemeine Aufstiegsgenehmigung (gültig für 2 Jahre):

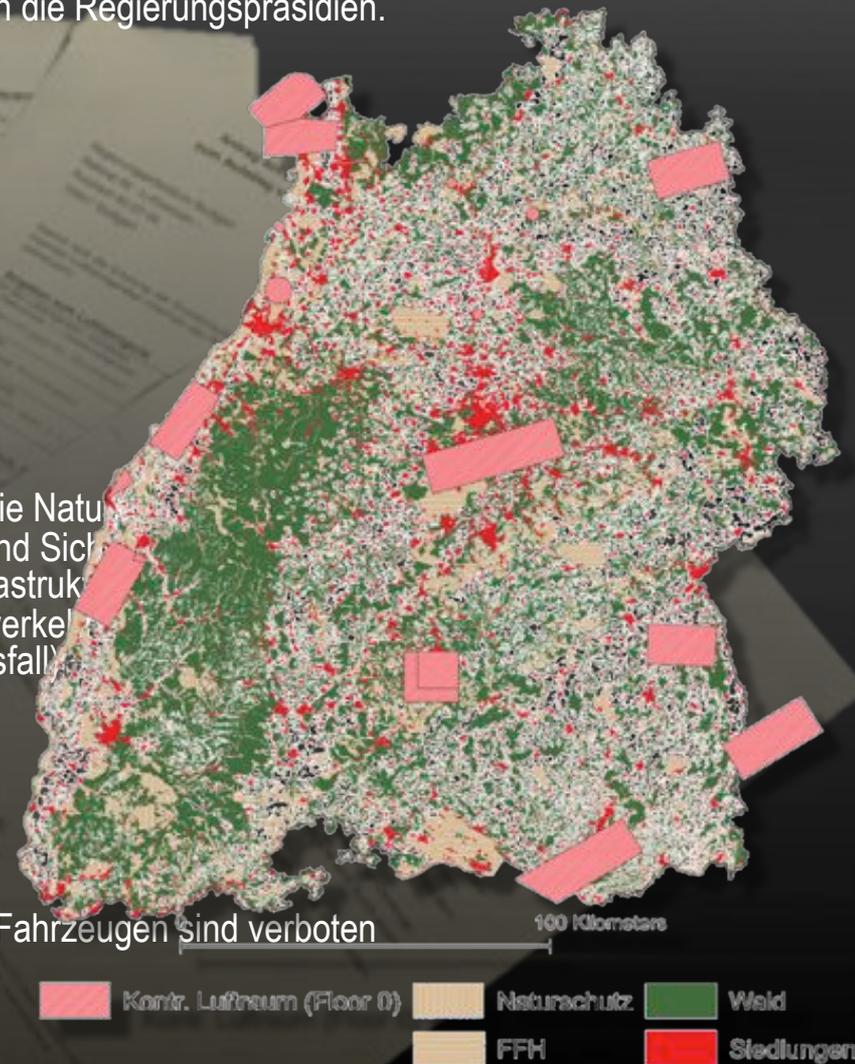
Abdeckung: Baden-Württemberg

Ausgenommene Areale:

Siedlungen, kontrollierter Luftraum, Naturschutzgebiete

Auflagen:

- Versicherungsschutz UAV
- Einverständnis des Grundeigentümers
- in Naturschutzgebieten Genehmigung durch die Natu
- nur erfahrenes Personal, öffentliche Ordnung und Sich
- Sicherheitsabstand zu Dritten, öffentlicher Infrastruk
- Preflight Check der meteorologischen und Luftverke
- Definition eines Notfallszenarios (z. B.: Funkausfall)
- Zweite Person zur Luftraumbeobachtung
- Führen von Flugprotokollen (2 Jahre)
- Unfälle sind den Behörden zu melden
- Genehmigungen sind stets mitzuführen
- VFR sind zu befolgen
- Örtliche Polizei muss informiert werden
- An- bzw. Überflüge von Personen, Tieren oder Fahrzeugen sind verboten
- Datenschutzrichtlinien sind zu befolgen



- Bei Windgeschwindigkeiten > 7.5 m/s darf nicht gestartet werden
- Kein Niederschlag
- Bei kaltem Wetter sollten Batterien vorgeheizt und dem Kopter Zeit zur Akklimation gegeben werden
- Hohe Wolkendecken sind optimal für die Luftbilddokumentation (diffuses Sonnenlicht).

Low winter sun on a clear day

Low cloud

High cloud cover, diffuse sun light

GEOREFERENZIERUNG

GPS-Modul und Höhenmesser zeichnen die Position des UAV alle 0.5 sec in einen Logfile auf.

Für die Georeferenzierung von Luftbildern, digitalen Oberflächenmodellen und Orthofotomosaiken werden Passpunkte (GCP) verwendet. Sie werden mit Totalstation oder DGPS vermessen.

DATENAUSWERTUNG & POST PROCESSING

(Dokumentation archäologischer Ausgrabungen/Fundstellen)

konventionelle LAAP (Nahbereichsluftbildfotografie):

Aufnahmen aus geringen Höhen, Luftbildverzerrung mittels Passpunkten
(AutoCAD - Photoplan, GIS)

Structure from Motion (SfM):

Georeferenzierte DOMs, Orthofotomosaik
(VisualSfM, PhotoScan, aspect3D)

Konventionelle Nahbereichsluftbildfotografie

LUFTBILDENTZERRUNG

Aufnahmen aus geringen Höhen, Entzerrung mittels
Passpunkten
(AutoCAD - Photoplan, GIS)









DIE LIMBURG

(Weilheim an der Teck, Ldkr.
Esslingen, 22. August 2013)

Fundstelleninformation

Alter, erodierter Vulkanschlot, knapp
nördlich des Albtraufs gelegen.

Siedlungsaktivitäten während des
Neolithikums und der Frühen Eisenzeit
nachgewiesen.

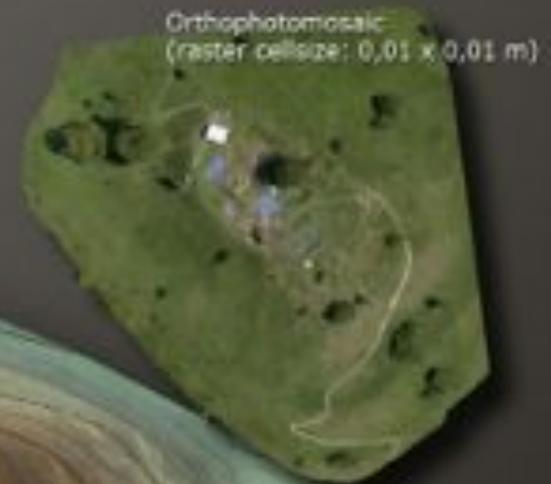
Im Gipfelbereich Reste einer
mittelalterlichen Burganlage (gegründet
1060 n. Chr., Stammsitz der Zähringer)

Ziele:

- Luftbilddokumentation der Grabungsschnitte
(Universität Tübingen)
- Dokumentation der topographischen
Situation



LIDAR-Scan (raster cellsize: 0,29 x 0,29 m)



LIMBURG,

Weilheim u. Teck, Kr. Esslingen

ELLWANGEN

(Ost-Alb-Kreis, Nov./Aug. 2013)

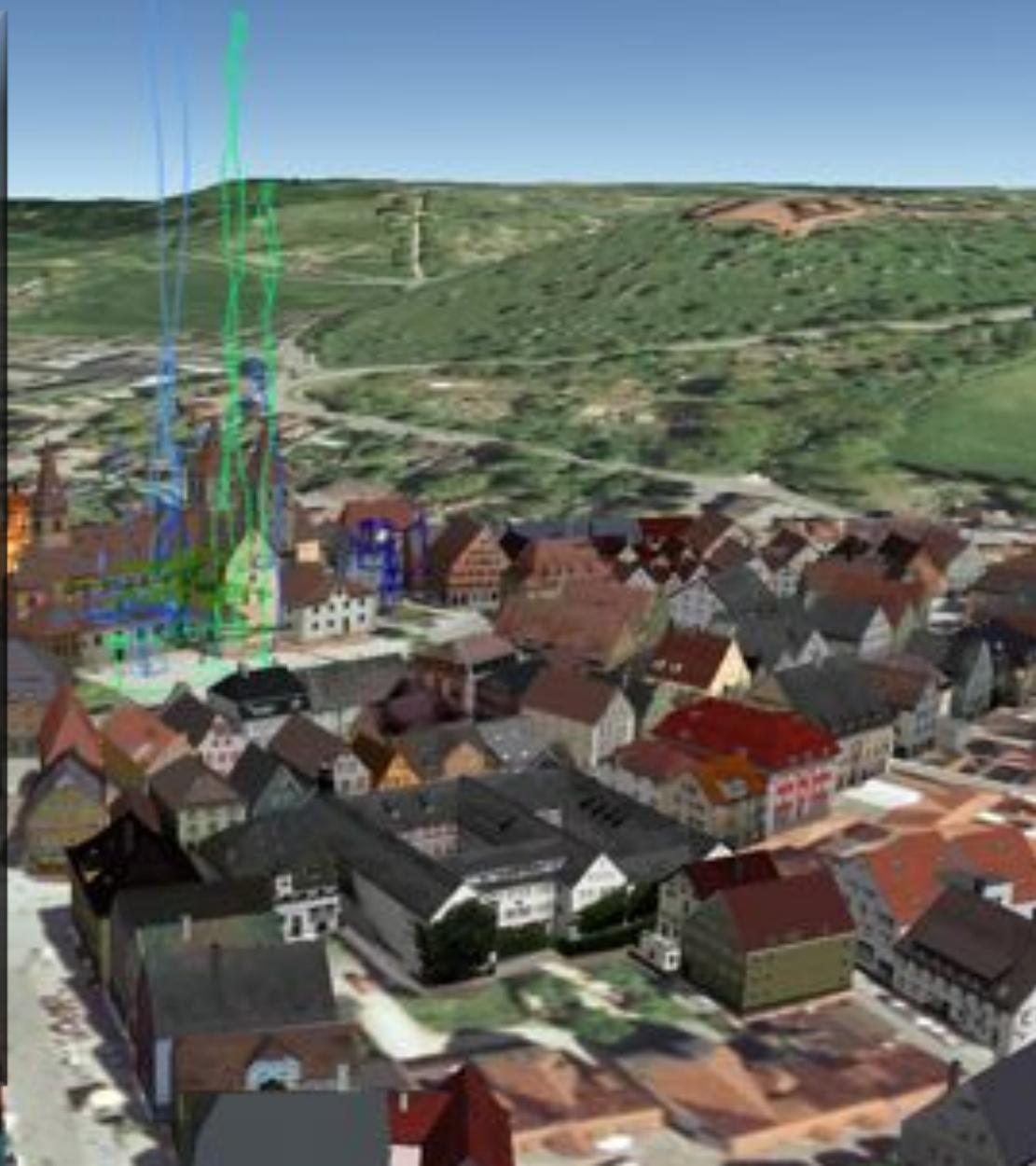
Fundstelleninformation:

Bauvorgreifende archäologische Ausgrabung (1800 m²) auf dem Marktplatz inmitten des mittelalterlichen Stadtkerns.

Die Ausgrabungen erbrachten Reste der Vorgängerbauten der Kirche und hunderte Bestattungen, z. T. in Steinkisten oder Sarkophagen (11.-14. Jhd. n. Chr.).

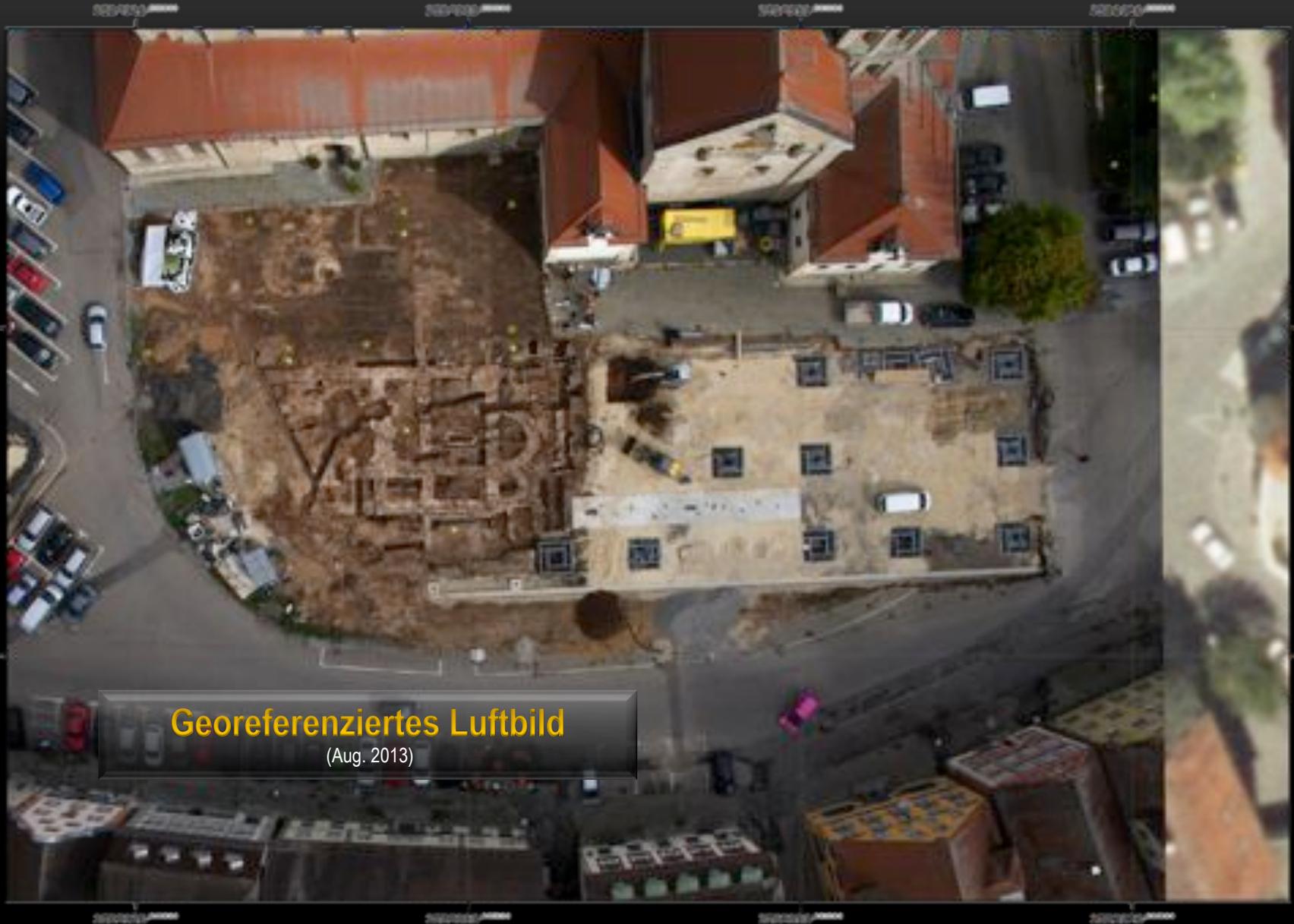
Ziele:

- Luftbilddokumentation der Ausgrabungsflächen
- Othofotomosaik als Grundlage für Planzeichnungen





Digitales Orthofoto
(Landesvermessung)



Georeferenziertes Luftbild

(Aug. 2013)



Digitale Oberflächenmodelle



Orthofotomosaik

Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart

Berliner Straße 12
73728 Esslingen am Neckar

Dr. Christoph Steffen
(christoph.steffen@rps.bwl.de)

Dr. Jörg Bofinger
(joerg.bofinger@rps.bwl.de)



Baden-Württemberg

LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTT GART

