

# UAS zur Geodatengewinnung – Stand und Perspektiven

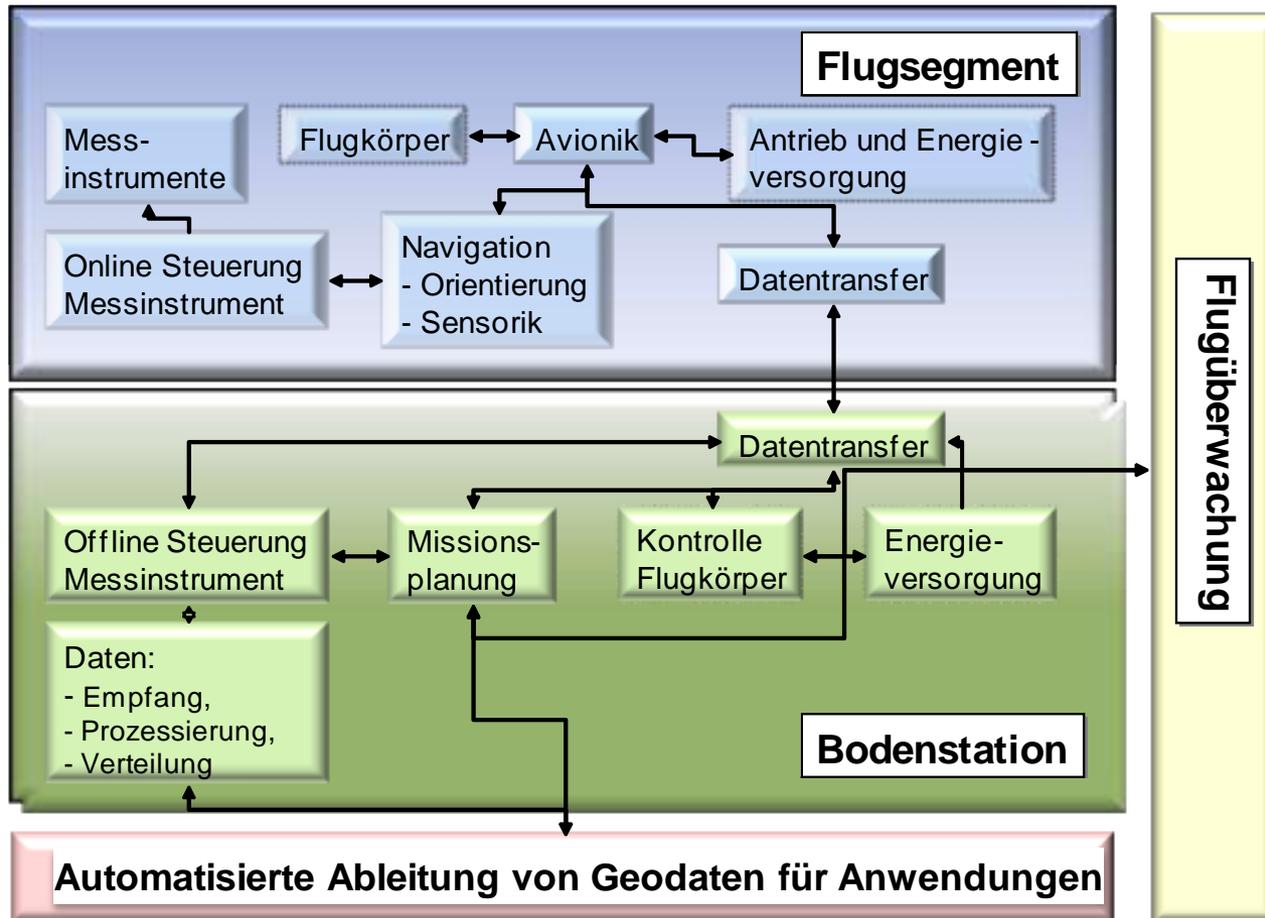
Görres Grenzdörffer und Ralf Bill

Institut für Management ländlicher Räume  
Professur für Geodäsie und Geoinformatik

- Bedarf an zeitlich und räumlich hoch auflösenden Luftbildern wächst
- klassische Systeme (Flugzeuge) für kleine Gebiete (Einzelobjekte – einige 100 ha) zu teuer und zu witterungsabhängig
- Die Entwicklung miniaturisierter **autonomer Steuerungen** (GPS / INS) für unbemannten Luftflugzeugen (engl. Unmanned Aerial Vehicle (UAV)) ermöglicht **systematische** Bildflüge → interessante Alternative zu klassischen Vermessungsflugzeugen
- Benutzung von UAS bietet **Kostensparnis** und höhere **Flexibilität** (Wetterunabhängigkeit)
- UAS schließen die große Lücke zwischen terrestrischer und flugzeug- bzw. satellitengestützter Geodatenerfassung
- Fazit: Unbemannte autonom navigierende Flugsysteme (UAS) stellen ein neues Paradigma in der Geodatenerfassung dar (Prof. Colomina, 2008)

- Einsatz von unbemannten Flugzeugen bietet viele Vorteile, da:
  - flexible Einsatzzeit
  - variabler Einsatzort
  - Unabhängigkeit vom Luftverkehrsraum
  - Möglichkeit Befliegungen unter Wolkendecken
  - leichter Transport
- Aber
  - Komplizierte rechtliche Rahmenbedingungen
  - Vorhandene System zu komplex, zu teuer
  - Standard(video)kameras für visuelle Auswertung optimiert, geometrische und radiometrische Eigenschaften unbekannt
  - Die Bodenabdeckung eines Bildes ist gering ( $200 * 300$  m), direkte Georeferenzierung und Mosaikierung wg. miniaturisierter Sensoren (noch) nicht möglich → [Forschungsbedarf](#)

# Komponenten eines UAS



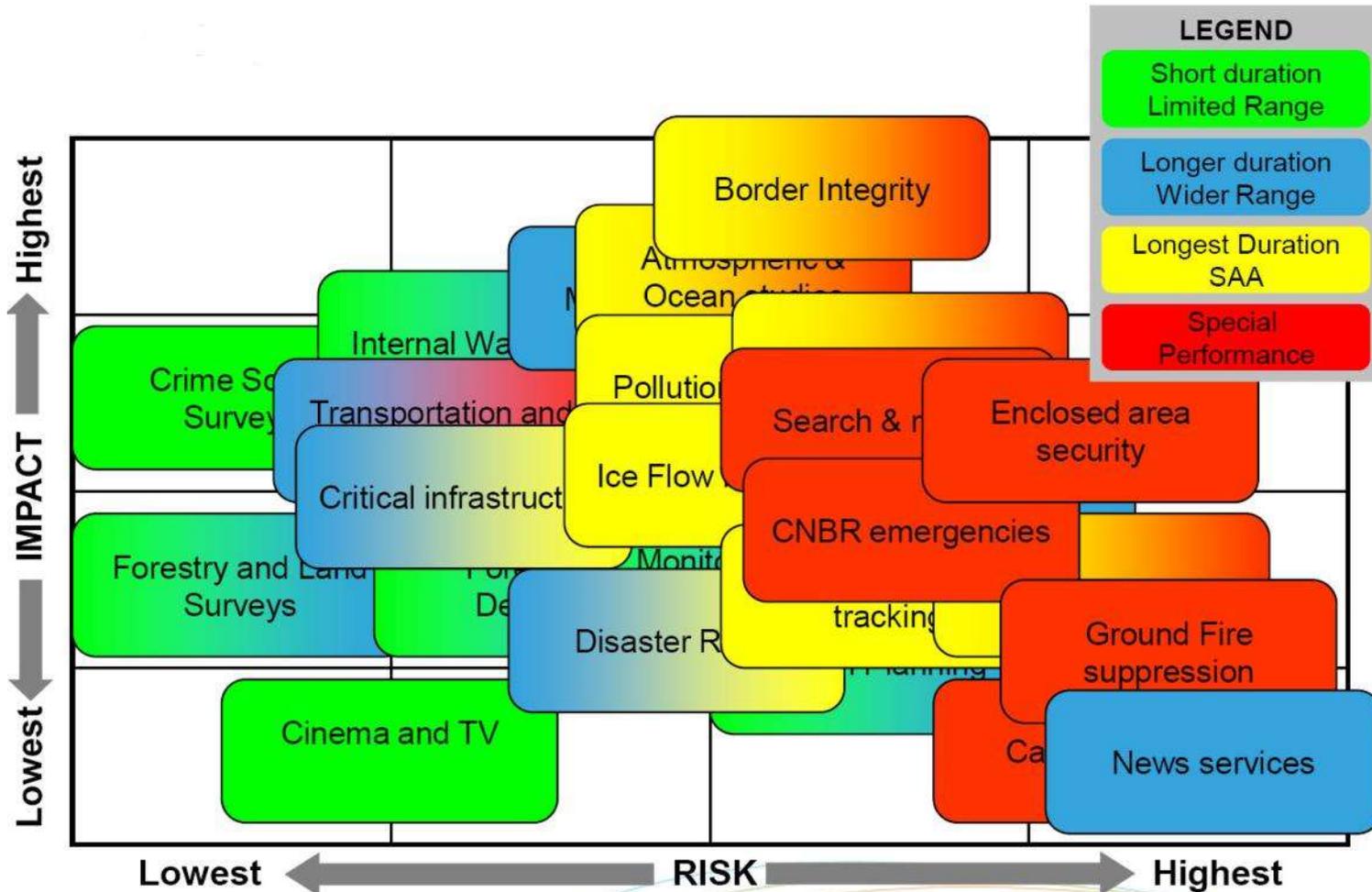
UAS ist kein Flugkörper, sondern ein komplexes System aus vielen Einzelkomponenten

## Rechtliche Rahmenbedingungen für UAV-Nutzung

- In Deutschland, wie auch auf internationaler Ebene, existieren zurzeit noch keine Zulassungsbestimmungen für autonom operierende UAV's.
- Deshalb im **kontrollierten** Luftraum: Betrieb (zumeist militärisch) entweder in Flugbeschränkungsgebieten, oder unter NOTAM d.h. exklusive Luftraum Nutzung
- Im **unkontrollierten** Luftraum (Luftraum (F)-G) gilt seit dem 18.1.2010 die Regel: Erlaubnispflichtige Flüge bei MTOW < 25 kg **und** im Sichtbereich des Piloten etc. möglich (Präventives Erlaubnisvorbehalt). (LuftVO § 16, Abs. 7)
- Größere UAV's mit einem Gewicht > 25 kg und Flüge außerhalb des Sichtbereichs sind grundsätzlich verboten, Ausnahmen möglich (Repressives Verbot)
- Fazit: Im ländlichen Raum können Micro-UAV's (< 25 kg) bis in einer Höhe von 300 m (1.000 ft) recht problemlos eingesetzt werden. Mini-UAV's (> 25 kg) sind unter Berücksichtigung der gesetzlichen Rahmenbedingungen nur schwer einsetzbar.



# UAV-Anwendungen mit Geo-Bezug



## Welche UAV-Anwendungen mit Geo- Bezug sind im unkontrollierten Luftraum möglich?

Anwendung	Flug in unkontrolliertem Luftraum oder mit NOTAM
Luftbildflüge	Ja, außerhalb von Städten
Archäologische Fundorte	Ja
Precision Farming	Ja
Grenzkontrolle (über See)	Kommt darauf an
Grenzkontrolle (über land)	Nein
Mobiler Funknetzknotten	Kommt darauf an
Ausbringung Pflanzenschutzmittel	Ja
Katastrophenmanagement	Ja
Umweltmonitoring	Ja
Fischwirtschaft, Ozeanographie	Ja, küstennah
Waldfeuererfassung	Ja
Forstwirtschaft: Schadkartierungen, Kontrolle	Ja
Polizei und Strafverfolgung	Unter strengen Auflagen
Küstenschutz	Nein
Überwachung von Überlandleitungen	Ja
Rohstofferkundung	Ja
Such- und Rettungsdienste	Ja, lokal

## Entwicklung und Verfügbarkeit von UAS-Systemen in der Welt

	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Total number of UAS</b>	477	544	603	789	974
<b>Number of producers/ developers</b>	203	207	252	312	369
<b>International teamed efforts</b>	12	20	32	34	35
<b>Number of Producing countries</b>	40	43	42	48	48

	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Civil/Commercial</b>	33	55	47	61	115
<b>Military</b>	362	397	413	491	578
<b>Dual Purpose</b>	39	44	77	117	242
<b>Research</b>	43	35	31	46	54
<b>Developmental</b>		219	217	269	293

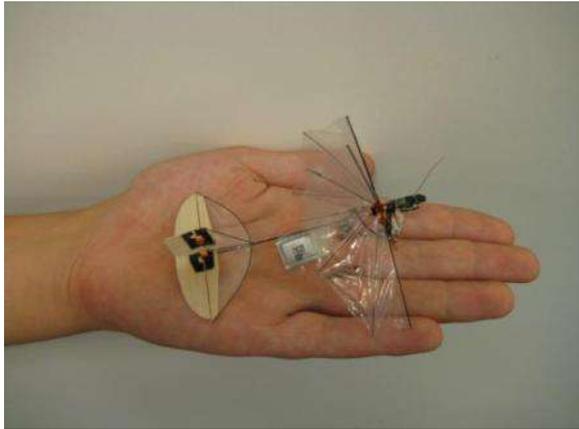
van Blyenburg, 2008

- Rasante Entwicklung neuer Systeme in den letzten Jahren
- Die Verfügbarkeit geeigneter ziviler Systeme nimmt zu

Category	Acronym	Range (km)	Flight Altitude (m)	Endurance (h)	MTOW (kg)
Nano	η	< 1	100	<1	< 0,025
Micro	μ	<10	250	1	<5
Mini	Mini	<10	150-300	<2	<30
Close Range	CR	10-30	3000	2-4	150
Short Range	SR	30-70	3000	3-6	200
Low Altitude Long Endurance	LALE	>500	3000	>24	<30
Medium Altitude Long Endurance	MALE	>500	14000	24-48	1500
High Altitude Long Endurance	HALE	>2000	20000	24-48	4500-12000
Stratospheric	STRATO	>2000	20000-30000	>48	30-?

-  Plattform für bildbasierte Geodaten
-  Indoor-Plattform für bildbasierte Geodaten

van Blyenburg, 2008



Delfly micro

Gewicht: 3.07 g

Batterie – 1 g

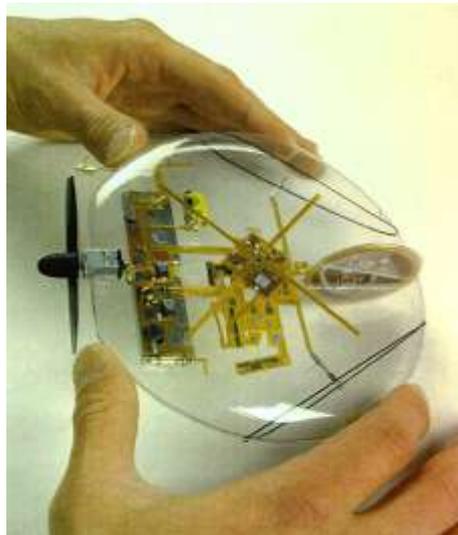
Kamera & Transmitter – 0.4 g

Motor - 0.45 g

Avionics – 0.7 g

Airframe – 0.52 g

<http://www.delfly.nl>



AeroVironment Micro UAV

<http://www.avinc.com>



Nano Air Vehicle

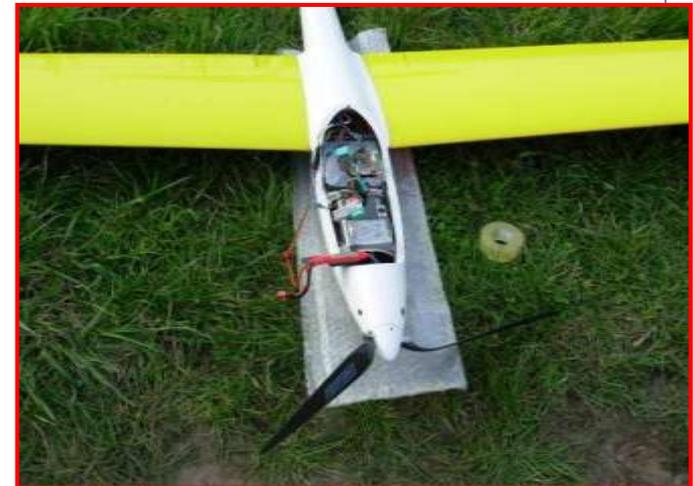
Quadrocopter



Helicopter



Starrflügler



- Es gibt mittlerweile eine Fülle von UAV-Anbietern (Ready to use !!) – naja man sollte der Werbung nicht zu sehr vertrauen
- Quadrocopter sind relativ einfach zu fliegen
- Payload der Micro-UAS (300 – 1.500 gr.)
- Werden an verschiedensten Hochschulen für Lehre- und Forschung eingesetzt
- Photogrammetrisches Potential der Sensoren nicht vergleichbar mit herkömmlichen Luftbildkameras

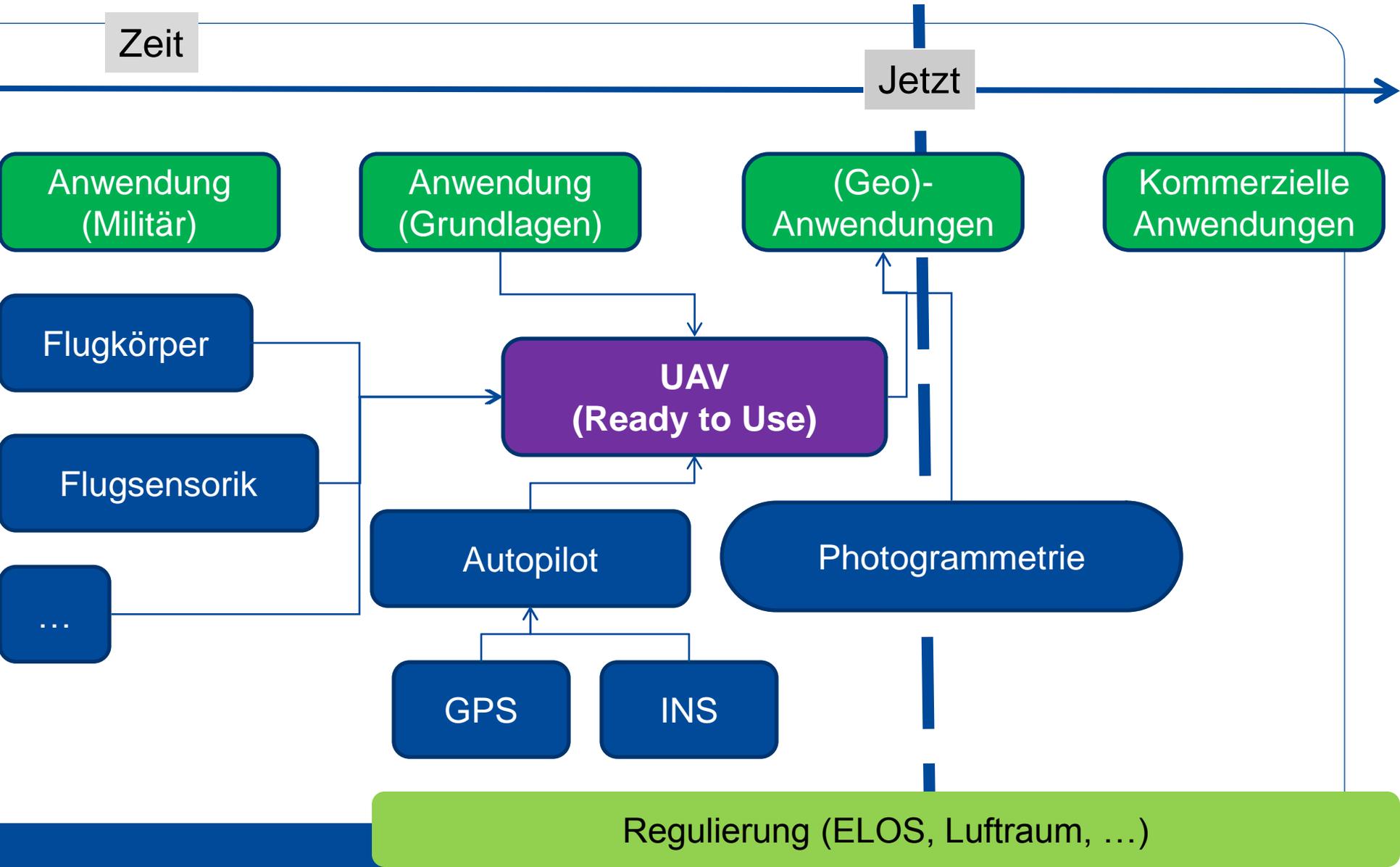
- tatsächliches photogrammetrisches Potential eines UAV's ist von verschiedenen Faktoren abhängig
- Innere Orientierung
  - Bildhauptpunkt, Kamerakonstante
- Äußere Orientierung
  - Zeitsynchronisation zw. GPS und Kamera, GPS, GPS-Auswertung, Auslöseverzögerung, Instabilität der Plattform
- Externe Faktoren
  - DGM, JPG-Komprimierung, Wind(böen), Bildwanderung ...
- Theoretisches Optimum einer direkten Orientierung eines Micro-UAV liegt bei ca. 5 m<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Annahme: Winkelgenauigkeit von 0,6° – 1,2° bei einer maximalen Flughöhe von 300 m über Grund, ergibt theoretische Lagegenauigkeit von 3,15 – 6,28 m.*

- HALE-UAV's sollen als „Quasi-stationäre“ Plattformen FE-Aufnahmen mit einer hohen zeitlichen Repetitionsrate und hoher Bodenauflösung ermöglichen
- Forschung in USA (NASA) und Europa (VITO, Belgien)



# Wo steht die Forschung ?



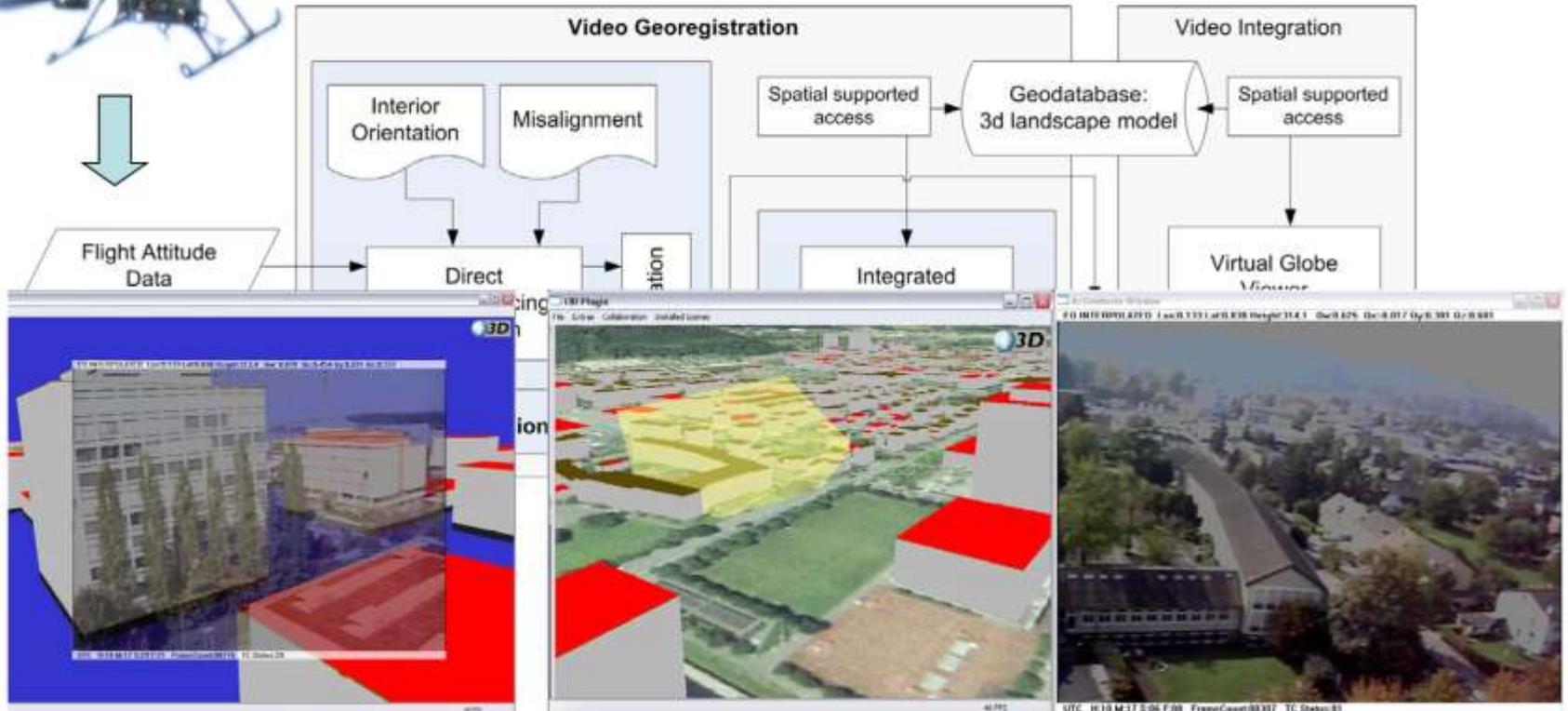
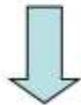


- Motivation

- In der Photogrammetrie wird das Thema UAV heiß diskutiert und viele Erweiterungsmöglichkeiten der herkömmlichen terrestrischen oder luftbildgestützten Geo-Datenerfassung gesehen.
- Ohne eine effiziente (3D-)Georeferenzierung von UAV-Bildern (Thermal, Kamera, Video, RADAR, Laserscanning ...) sind verschiedenste wissenschaftliche und kommerzielle Nutzungen nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich
- Zur (autonomen) Navigation und Orientierung von UAV's können bildgebende Sensoren sehr wichtig werden, um die herkömmliche Sensorik (GPS/INS) zu unterstützen und zu ergänzen

# Real-time Video Georegistration – Architecture and Application Scenarios

(Eugster, 2009)



**Augmented Monitoring**

**Virtual Monitoring**



## UAVision Virtual Piloting – Ultra Low-delay Pilot View



### Ultra-low delay view for cockpit camera(s)

- remotely controlled by pilot head movement

**Delay less than 40 ms end to end** (acquisition to display)

**Dedicated MPEG-4 compression** (embedded in specific board per pilot view)

**Min. bandwidth 4-5 Mbps** (of the total of 15 Mbps available for all the streams)

### Modified encoder

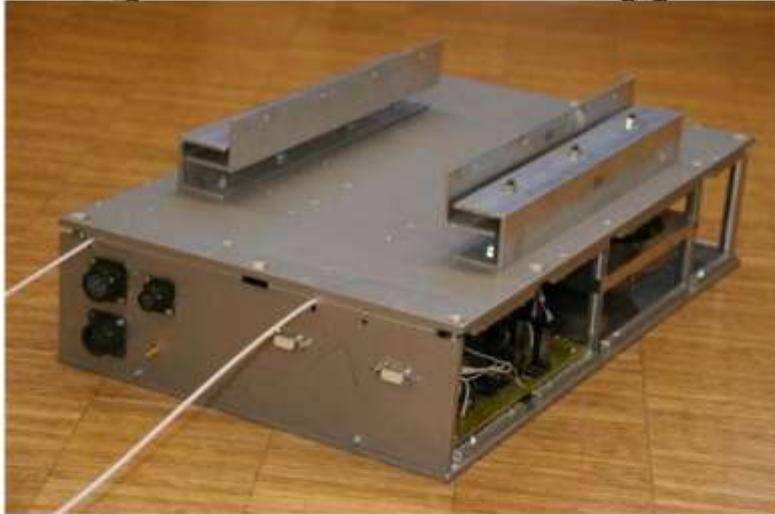
- standard encoding is around 150-700 ms
- use of non-standard, proprietary codec to achieve the ultra-low delay

# UAV-Bilder zur 3D Rekonstruktion

- Durch Bestimmung von vertikaler Richtung und Ebenen in den 3D Punkten und Projektion von Bildtextur auf die Ebenen wird ein deutlich realistischeres Aussehen erreicht.



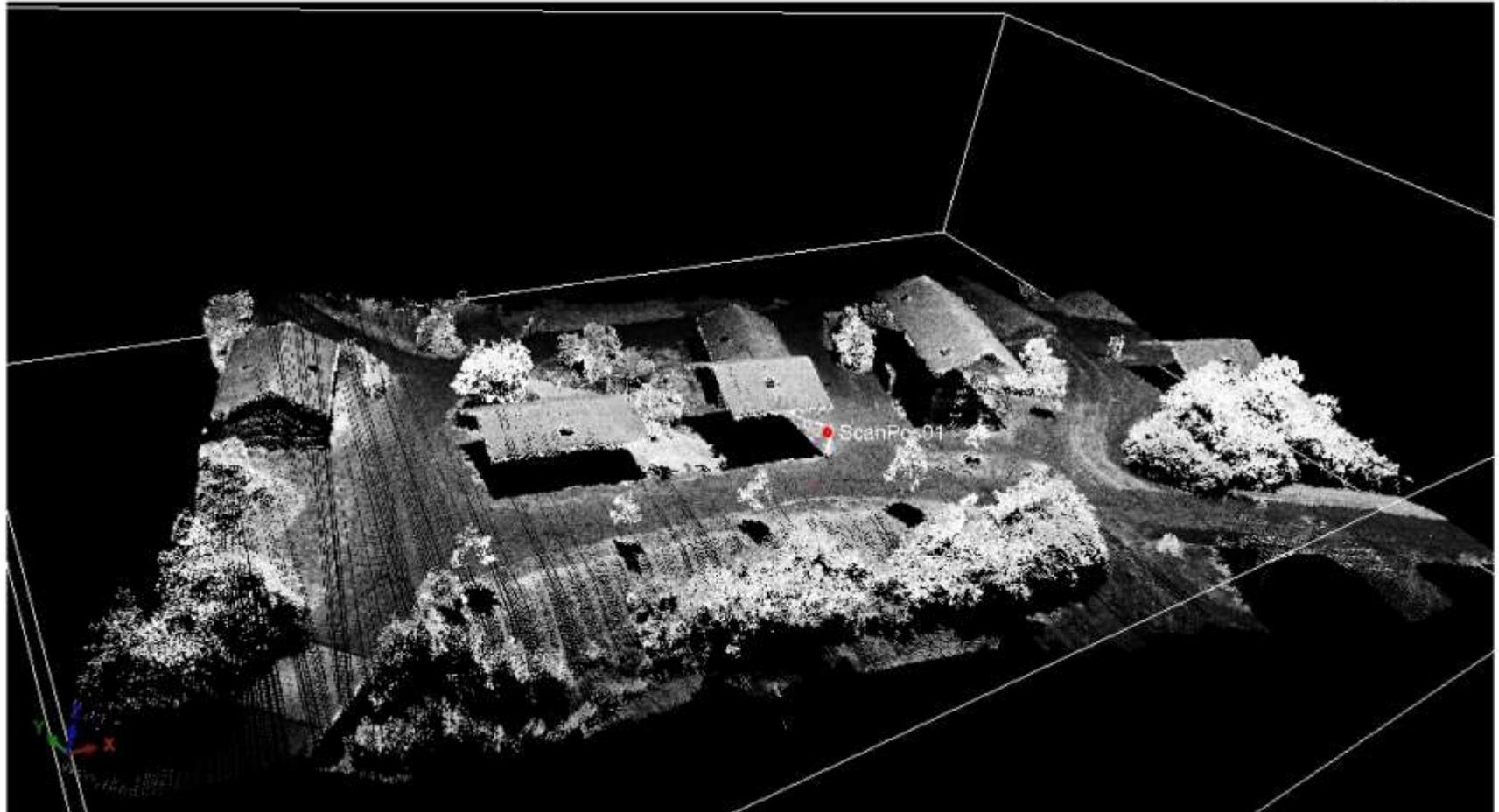
# Systemintegration „Laser“



- Laser & IMU auf gedämpfter mechanischen Plattform.



# UAV-basiertes Laserscanning

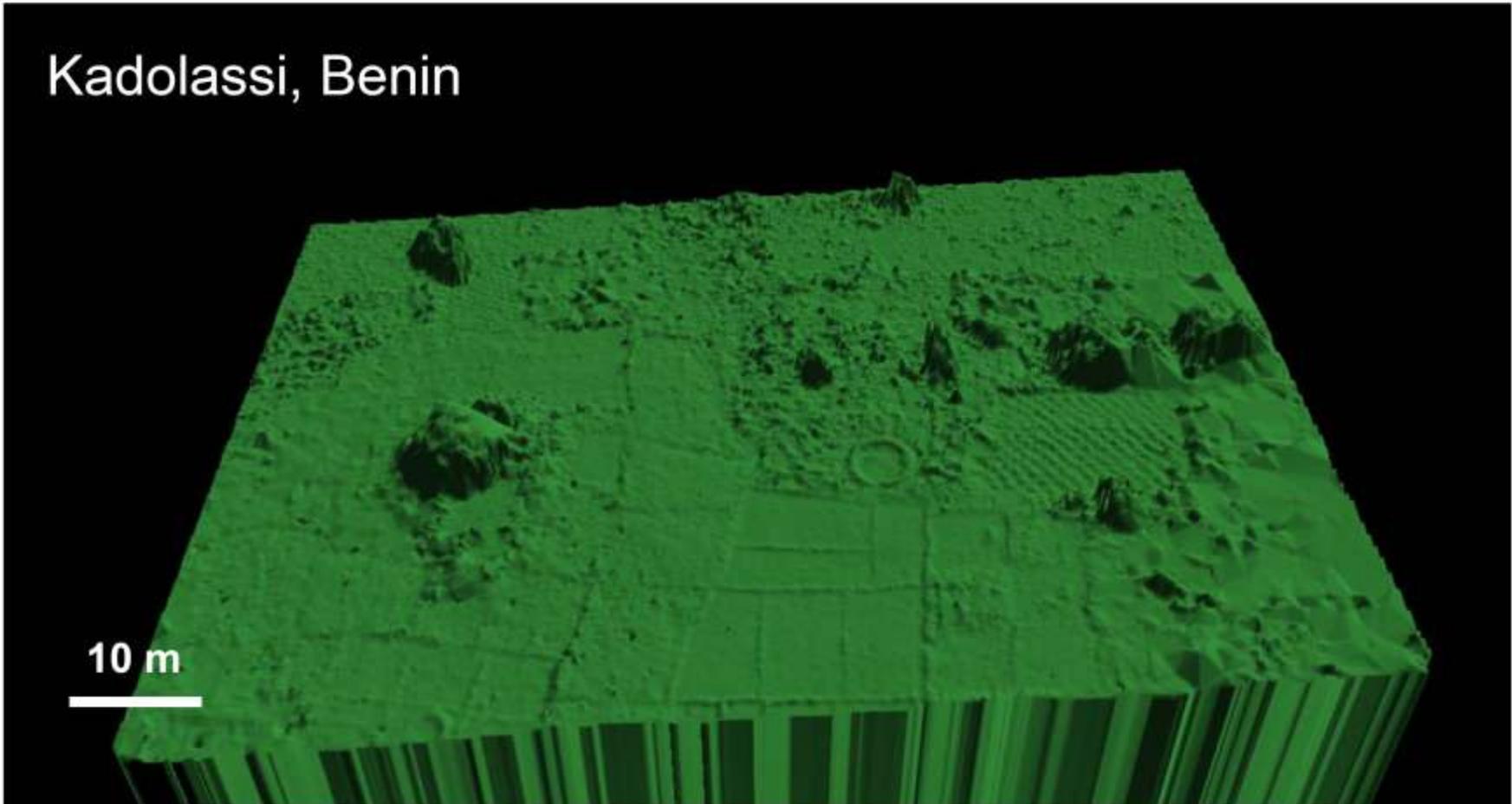


# Detaillierte Siedlungsstrukturen



## Ableitung von räumlich hochauflösenden DOMs und Orthophotos

Kadolassi, Benin



*Whitton, Thamm*

- die kompletten gesammelten Materialien zum DFG-Rundgespräch in Rostock sind auf der Webseite der DGK-Sektion eingestellt.
  - <http://dgk.auf.uni-rostock.de/index.php?id=18>

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit