Stiftung Internationales Informatik- und Begegnungszentrum Sachsen

IBS International Summer School

Wolfram Hardt
(Hrsg.)

Der vorliegende Band der IBS Scientific Workshop Proceedings veröffentlicht die Beiträge zum IBS Workshop Drohnen-Technologie – Konzepte und Anwendungen vom November 2017.
Der Workshop führte Experten aus Industrie und Forschung zusammen und ermöglichte so den informellen Austausch. Mit Fachvorträgen und Demonstrationen wurden wegweisende Impulse für den Megatrend der Drohnentechnologie vermittelt. Verschiedenste Anwendungsfelder der Drohnentechnologie wie zum Beispiel in der Gebäude- und Gleisüberwachung, der Landwirtschaft oder auch der Emissionsüberwachung wurden betrachtet.

Mit dem Workshop werden Netzwerke zwischen den verschiedenen Akteuren gefördert, wobei die anregenden Gespräche und fachlichen Diskussionen zu neuen Lösungsansätzen und Kooperationen führen.

Editor:

Stiftung IBS

Prof. Dr. Wolfram Hardt
Hauptstraße 14
02991 Lauta

Workshop-proceedings online available

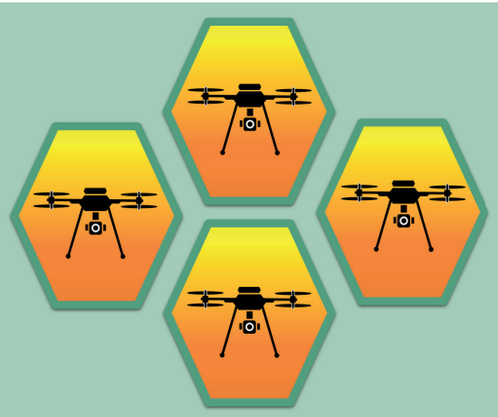
www.ibs-laubusch.de

9 783959 081269

IBS Workshop Drohnen-Technologie Konzepte und Anwendungen 2017

Wolfram Hardt
(Hrsg.)

Workshop-Proceedings



IBS Scientific Workshop Proceedings

5

IBS Workshop Drohnen-Technologie – Konzepte und Anwendungen 2017

Wolfram Hardt
(Hrsg.)

TUDpress

IBS Scientific Workshop Proceedings

Herausgegeben von Stiftung IBS, Wolfram Hardt

Band 5

IBS Workshop Drohnen-Technologie Konzepte und Anwendungen 2017

Wolfram Hardt
(Hrsg.)

TUD*press*
2018

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek
The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at http://dnb.d-nb.de.

ISBN 978-3-95908-126-9

© 2018 TUDpress
THELEM Universitätsverlag
GmbH und Co. KG
http://www.tudpress.de

Alle Rechte vorbehalten. All rights reserved.
Gesetzt von den Herausgebern.
Printed in Germany.

IBS Scientific Workshop Proceedings

Die Stiftung Internationales Informatik- und Begegnungszentrum Sachsen (IBS) fördert die interdisziplinäre Vernetzung von Informatik-Expertisen auf nationaler und internationaler Ebene. Für wissenschaftliche Begegnungen und fachlichen Austausch bietet die Stiftung IBS ein ideales Umfeld. Die Stiftung IBS koordiniert und organisiert Konferenzen, Workshops und Seminare zur Förderung des wissenschaftlichen Dialogs.

Die wissenschaftliche Schriftenreihe *IBS Scientific Workshop Proceedings* veröffentlicht begutachtete Beiträge der IBS-Veranstaltungen. Die einzelnen Bände der wissenschaftlichen Schriftenreihe sind auch online auf der Webseite der Stiftung IBS kostenfrei als open access Publikation erhältlich.

Die *IBS Scientific Workshop Proceedings* stellen dauerhaft die präsentierten Ergebnisse der IBS- Veranstaltungen bereit.

Vorwort

Der vorliegende Band der *IBS Scientific Workshop Proceedings* veröffentlicht die Beiträge zum IBS Workshop Drohnen-Technologie – Konzepte und Anwendungen vom November 2017. Der Workshop führte Experten aus Industrie und Forschung zusammen und ermöglichte so den informellen Austausch. Mit Fachvorträgen und Demonstrationen wurden wegweisende Impulse für den Megatrend der Drohnen-technologie vermittelt. Verschiedenste Anwendungsfelder der Drohnentechnologie wie zum Beispiel in der Gebäude- und Gleisüberwachung, der Landwirtschaft oder auch der Emissionsüberwachung wurden betrachtet. Mit dem Workshop werden Netzwerke zwischen den verschiedenen Akteuren gefördert, wobei die anregenden Gespräche und fachlichen Diskussionen zu neuen Lösungsansätzen und Kooperationen führen.

Editorial Board

- Dr. Ariane Heller
  Technische Universität Chemnitz
- Dr. André Meisel
  Technische Universität Chemnitz
- Prof. Dr. Wolfram Hardt, Editor-in-Chief
  Technische Universität Chemnitz, Stiftung IBS

www.ibs-laubusch.de

IBS Scientific Workshop Proceedings

IBS Workshop Drohnen-Technologie – Konzepte und Anwendungen 2017

Inhalt

Adaptive Research Platform for Multicopter Missions…….....3
Blokzyl S., TU Chemnitz

Multibildbasierte Objektinspektion……15
Blokzyl, S., TU Chemnitz

UAV-Einsatz bei der DB AG……..... 31
Finkbeiner M., Deutsche Bahn AG

GPS / GNSS Performance Testing zur Verbesserung der Flugsicherheit bei UAV / UAS……..…..….43
v. Hünerbein K., Lange-Electronic GmbH

Urban Air Mobility – Trends & Challenges…… …….....57
Kaiser J., Bauhaus Luftfahrt

UAV DACH der deutschsprachige Verband der unbemannten Luftfahrt……...66
Lohl N., UAV DACH

CoDrive – Cloud-Plattform für kooperatives Fahren…….……75
Markert D., TU Chemnitz

DiAO – Ein Prograsmmierparadigma für mobile verteilte Systeme……..…88
Richter M., TU Chemnitz

Technische Anwendungen von Multikoptern……..……96
Weckschmied A., Hexapilots

Adaptive Research Platform for Multicopter Missions

Prof. Dr. W. Hardt | Dr.-Ing. A. Heller | Dipl.-Inf. M. Lippmann | M.Sc. B. Battseren | Dipl.-Ing. S. Blokzyl | B.Sc. S. Ahmed

AREIOM Demonstrator

IBS Workshop Drohnentechnologie – Stiftung Internationales Informatik- und Begegnungszentrum Sachsen, Lauta/Laubusch

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ
Department of Computer Science
Chair of Computer Engineering
Informatik

Agenda

1. The Adaptive Research Multicopter Platform AREIOM
2. Mission Adaptability using Expert Systems
3. Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard
4. Application Examples

The Adaptive Research Multicopter Platform AREIOM

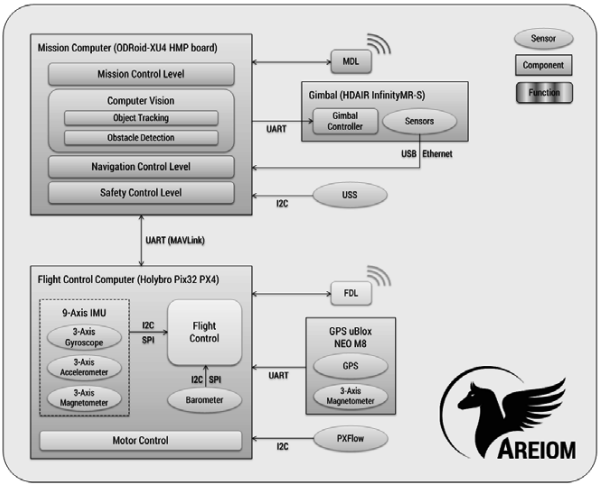
The Adaptive Research Multicopter Platform AREIOM

- Specification
  - Holybro Pix32 PX4 2.4.6 flight control w/ GPS NEO M8
  - ArduCopter flight control firmware v3.4.6
  - Mission Planner-based ground control station
  - H/W/D 54cm x 106cm x 98cm
  - 4.2kg take-off weight w/o mission sensors/computer
- Research activities
  - On-board real-time data exploitation
  - Decision making and active perception
  - Hardware-software-co-design
  - Mission safety supervision

The Adaptive Research Multicopter Platform AREIOM

- Mission Sensor Components
  - PX4Flow sensor
  - MaxSonar ultrasonic sensors
  - Microsoft HD-3000 multi-purpose camera
  - Basler ACE 1300-30gc colour camera for inspection imaging
- Mission Computing Architectures
  - Various ARM single board computers
  - Digilent Zybo Zynq-7000 ARM/FPGA SoC
  - Intel NUC 6i5SYK Intel i5 low-energy computer
  - X ILINX FPGAs/SoCs (Zynq-, Kintex-, Virtex-families)

The Adaptive Research Multicopter Platform AREIOM

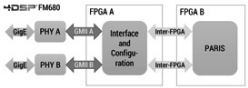


Multi-level architecture w/

- Mission Control
- Navigation Control
- Safety Supervisor
- Flight Control

AREIOM Research Objectives

- On-board real-time data exploitation of high-resolution mission sensor systems
- Decision making and active perception for navigation and automated mission execution
- Hardware-software-co-design for reliable flight control and multi-sensor signal processing
- Mission safety supervision to guarantee anytime safe autonomous mission execution
- FPGA-based hardware-acceleration for energy-efficient, high-performance on-board computing



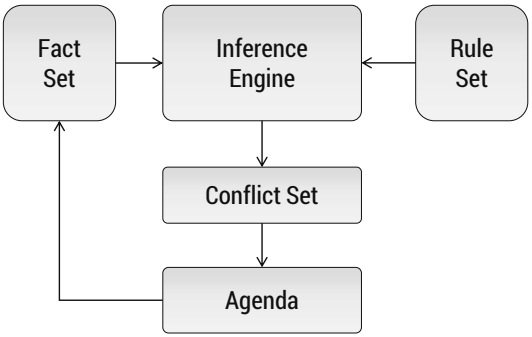
Mission Adaptability using Expert Systems

Alternatives for Mission Adaptability

- **Machine Learning (ML)**
  - Machines learn from examples
  - ML applied if
    - Solution description difficult
    - Variety coverage difficult

- **Expert System (ES)**
  - Machine emulates the *decision making* capability
  - ES applied if
    - Describable solution
    - Variety coverage possible

Mission Adaptability using Expert Systems - Concept



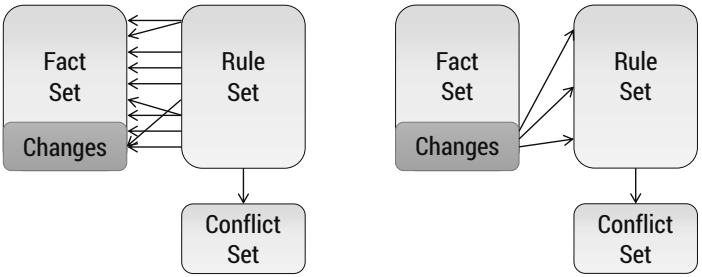

```
R0:
IF
CE1 CE2   CE3
THEN
Actions

R1:
...
```

Mission Adaptability using Expert Systems - Inference Engine

Inference Engine Optimisation w/ RETE

- Temporal Redundancy



Mission Adaptability using Expert Systems - Inference Engine

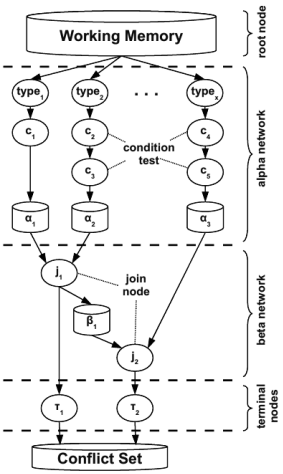
Inference Engine Optimisation w/ RETE

- Temporal Redundancy

  → Incremental matching of rules and facts focusing fact *changes* only

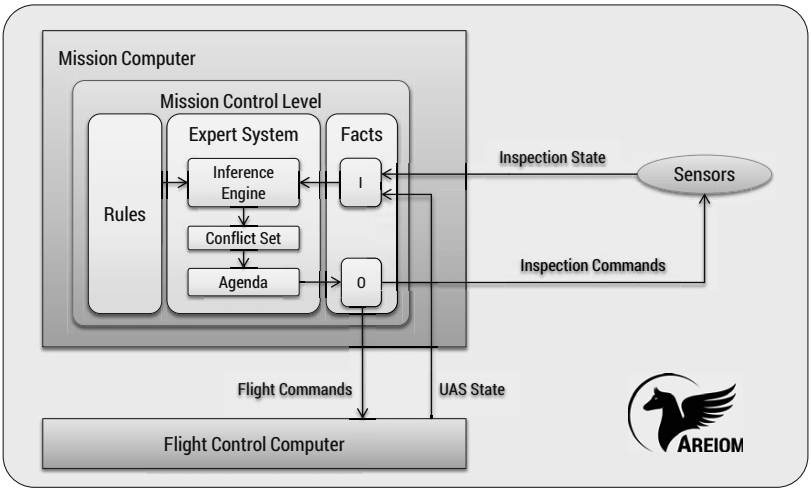
- Structural Similarity

  → Avoiding double-checking of common conditions accelerates decision making



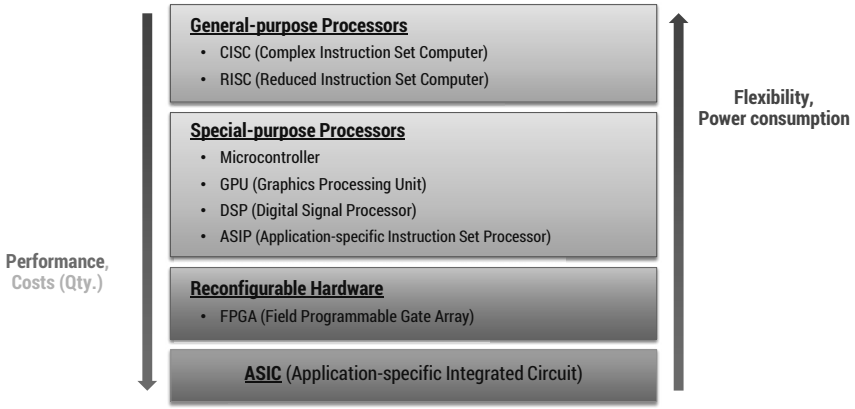
Cp. Halbig *et al.* "A New Real-time Decision-Making Approach for Certifiable Unmanned Systems", 2011

Mission Adaptability using Expert Systems - Realisation

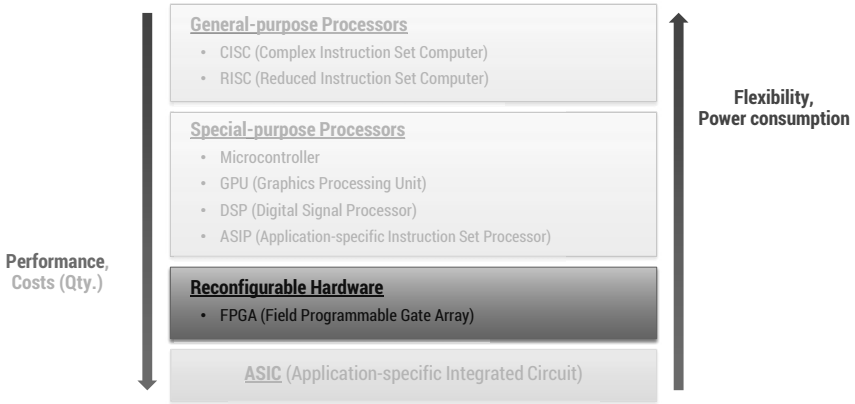


Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard

Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard

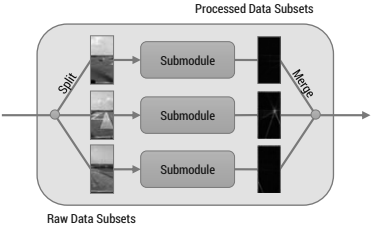


Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard



Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard

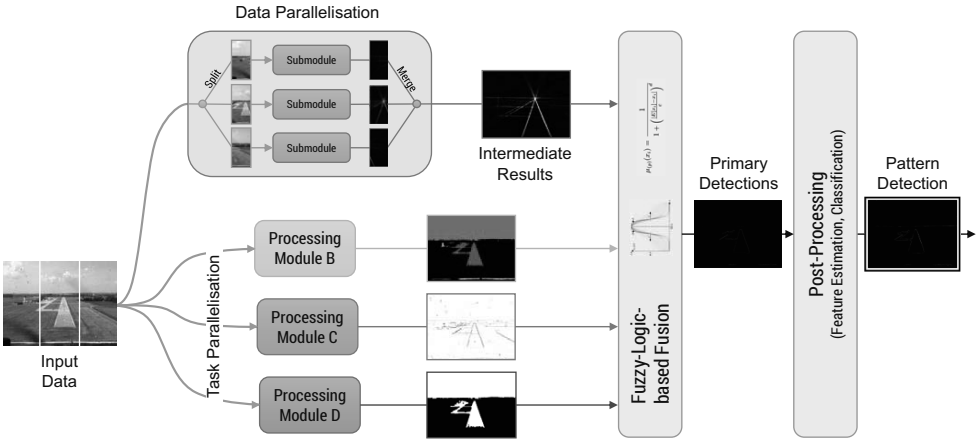
- Data Parallelisation
  - Splitting large-scale sensor data
  - Homogeneous processing modules
  - Speedup due to workload distribution



- Task Parallelisation
  - Heterogeneous processing modules
  - Low-level processing methods (weak detectors)
  - Fusion/aggregation of intermediate results/detections

→ Raise of robustness of weak detections using information fusion

Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard



Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard

Parallelisation Architecture for Real-time Image Processing and Sensor Data Fusion

+ System **flexibility** through modularisation and static/dynamic in-system re-configurability
+ Result **quality enhancement** and significant process **acceleration** by multivariate, simultaneous exploitation
+ **Real-time** image data exploitation through determinability of worst-case execution time
+ Result **predictability** by use of deterministic algorithms including safety and confidence qualification
+ **Certifiability** for safety-critical applications

Application Examples

Computer Vision-based UAS Autoland Sensor

- Application of stereo image sensor and FPGA technology
- Image exploitation for high-accurate localisation of an unmanned aerial vehicle during final approach phase
- Cooperation with AIRBUS and renowned research partners

Multicopter-based Automated Power Line Inspection (APOLI)

- Inspection Tasks
  - Transmission line damage assessment (red)
  - Detection of electrical short damages (green)
  - Crack and glass breakage detection (orange)
- Challenges
  - High-accuracy inspection using ultra-high-resolution camera sensors
  - Strong influence on conventional navigation sensors (GPS, compass) due to strong electromagnetic fields near transmission line
  - On-board high-resolution image data exploitation for
    - → Copter navigation and flight and gimbal control
    - → Real-time damage assessment

Multicopter-based Automated Power Line Inspection (APOLI)

- Inspection Tasks
  - Transmission line damage assessment (red)
  - Detection of electrical short damages (green)
  - [illegible]
- [illegible]
  - Strong influence on conventional navigation sensors (GPS, compass) due to strong electromagnetic fields near transmission line
  - On-board high-resolution image data exploitation for
    - → Copter navigation and flight and gimbal control
    - → Real-time damage assessment

Multibildbasierte Objektinspektion

Prof. Dr. W. Hardt | Dr.-Ing. A. Heller | Dipl.-Inf. M. Lippmann | M.Sc. B. Battseren | Dipl.-Ing. S. Blokzyl

Ein Anwendungsbericht

IBS Workshop Drohnentechnologie – Stiftung Internationales Informatik- und Begegnungszentrum Sachsen, Lauta/Laubusch

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ
Fakultät für Informatik
Professur für Technische Informatik

Agenda

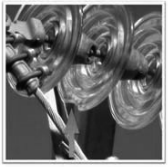
1. **Automatisierte Hochspannungsleitungsinspektion APOLI**
   Ausgangslage und Herausforderungen
   Zielstellungen
2. **Koptersetup**
3. **Inspektionsmission**
4. **Datenbasis**
5. **Next Steps**

Ausgangslage

- Kontinentale Klimabedingungen in Mongolei
- Schnelle Obsoleszenz elektrischer Verteilungsnetze
- Expertenbasierte, manuelle Inspektion schwierig, fehleranfällig und langwierig (Erreichbarkeit, Inspektionsgenauigkeit)

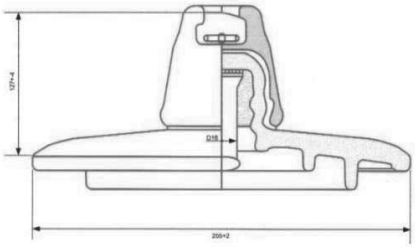
Ausgangslage

- Idee der multikopterbasierten Inspektion von
  - Masten und Isolatoren
  - Leitungen sowie Verbindungen
- Computer Vision-basierte Erkennung unterschiedlicher Schäden
  - Materialschwäche (Verfärbung)
  - Kurzschlussspuren
  - Bruch- und Rissschäden
  - Leitungsschäden (Phasenrisse)



Ausgangslage

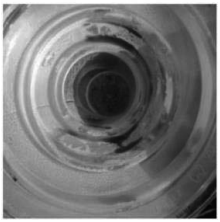
- Idee der multikopterbasierten Inspektion von
  - Masten und Isolatoren
  - Leitungsschäden (Phasenrisse)

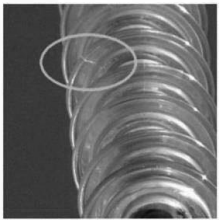


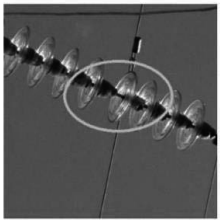
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ
Fakultät für Informatik
Professur für Technische Informatik

Ausgangslage

- Idee der multikopterbasierten Inspektion von
  - Masten und Isolatoren







  - Leitungsschäden (Phasenrisse)

Herausforderungen

- Inspektion im laufenden Betrieb zur Vermeidung kostenintensiver Wartungszeit, hoher Ausschalt-/Anlaufkosten, sowie elektrischer Verluste

  → Starke elektromagnetische Felder

  → Beeinflussung konventioneller Navigationssensorik (Kompass, GPS, Beschleunigungs- und Lagesensorik)

  → Bildbasierte Koptersteuerung, Navigation und Gimbalregelung nötig

- Kontaktlose, kamerabasierte Inspektion, Schadenbegutachtung sowie geeignete Dokumentation

  → Echtzeitfähige Verarbeitung hochauflösender Inspektionssensoren

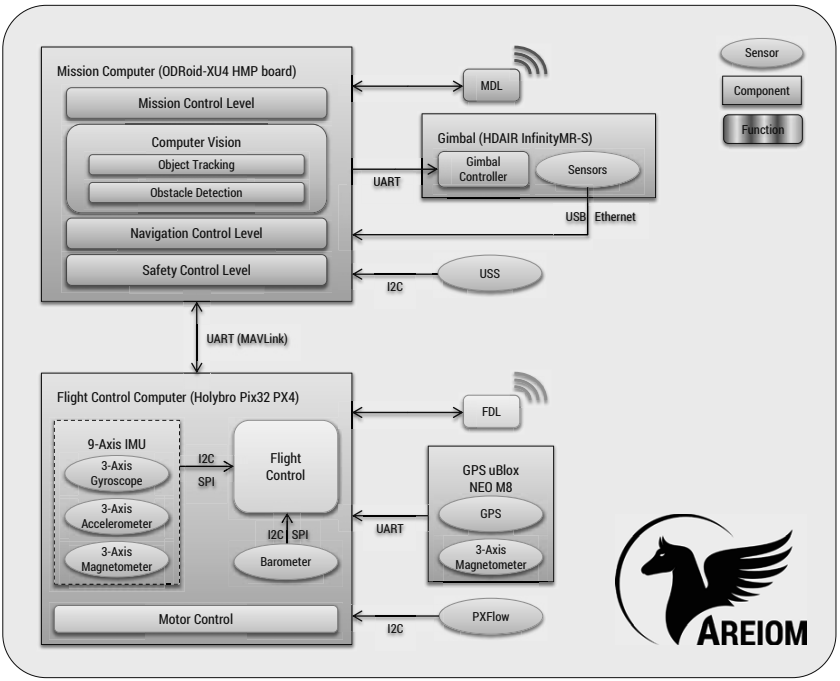
Zielstellungen

- Lösungsentwicklung für
  - Echtzeitfähige, kamerabasierte Navigation mithilfe niedrig auflösender Sensorik
  - Zuverlässige On-Bordverarbeitung hochauflösender Inspektionssensordaten
  - Missionssteuerung und -automatisierung unter sicherheitskritischen Einsatzbedingungen (UAV und inspizierte Infrastruktur)

- Vollautomatisierte, multikopterbasierte Inspektionslösung (NHTSA Level 4)
  - Übernahme aller Aufgaben durch System (UAV)
  - Keine Überwachung durch Operateur nötig
  - Eingreifen des Operateurs zur keiner Zeit notwendig

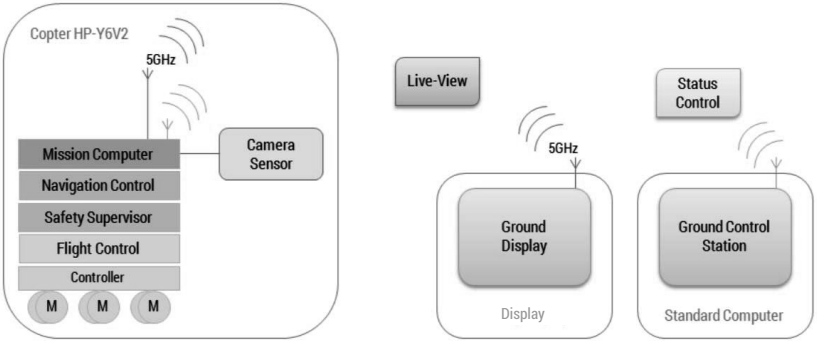
Zielstellungen

- On-bord-Echtzeitverarbeitung hochauflösender Bilddaten
- Entscheidungssystem und aktive Perzeption zur Navigation und vollautomatisierten Missionsausführung
- Einsatz hybrider Verarbeitungsarchitekturen (SoCs) sowie Hardware-Software-Co-design-Strategien zur sicheren Flugführung und Missionssensordatenverarbeitung
- Einsatz von rekonfigurierbarer, integrierter Schaltungstechnologien zur energieeffizienten Beschleunigung von On-Board-Datenverarbeitung
- Schicht zur Überwachung und Absicherung der Missionsausführung zur Erhaltung von Integrität und Safetykonformität



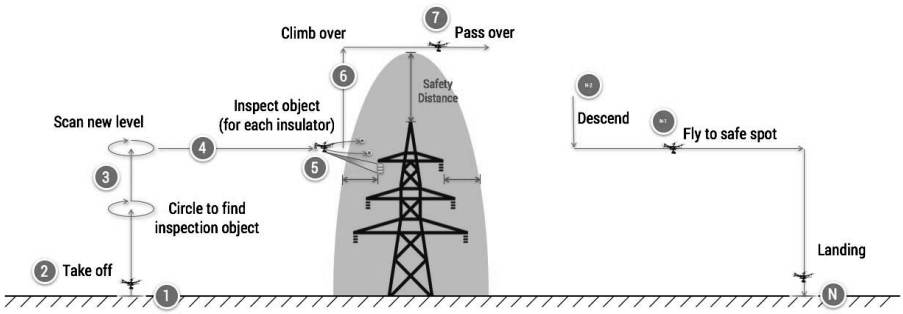
Setup der APOLI Feldstudie

- Hauptkomponenten des Hardwaresetups
  - Kopter inkl. Navigations- und Inspektionskamera
  - Bodenstation mit Backupsteuerung und Inspektionsdisplay



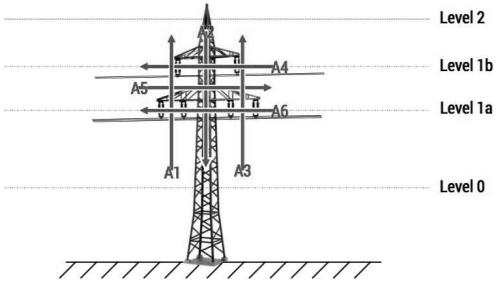
Inspektionsmission

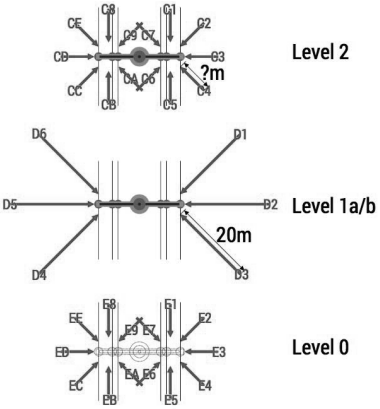
- Expertensystembasierte, adaptive Missionssteuerung
- Regelbasierte Ausführung der Inspektionsaufgabe [vgl. Ahmed2017]



Inspektionsmission im Detail

- Blickwinkelvariierender Anflug des Inspektionsobjekts in verschiedenen Flughöhen



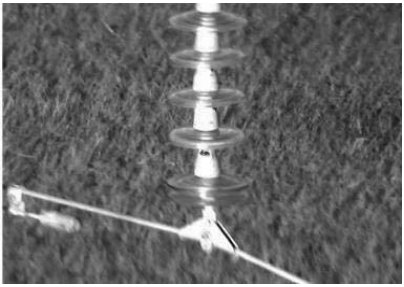


Koptersetup AREIOM

AREIOM mit Sony HDR - CX410VE

AREIOM mit Basler ace acA1300 - 30gc

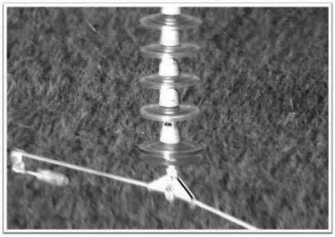
Datenbeispiele AREIOM



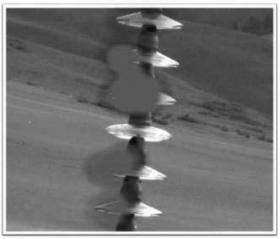
Sony HDR - CX410VE

Basler ace acA1300 - 30gc

Datenbeispiele AREIOM



Sony HDR - CX410VE



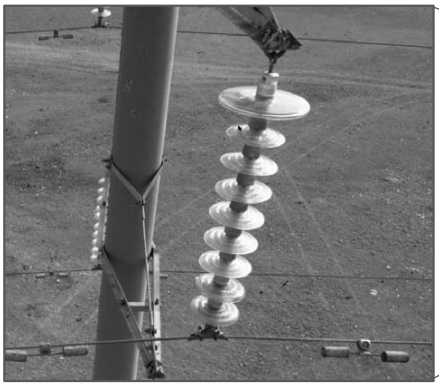
Koptersetup COTS UAS

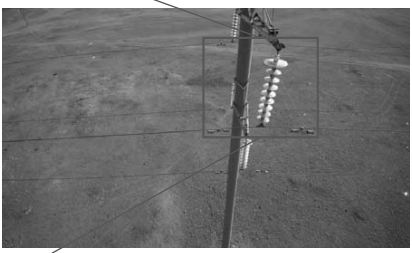
Yuneec H480 (Typhoon H)

Yuneec CGO3+

Yuneec CGOET

Datenbeispiele Yuneec H480



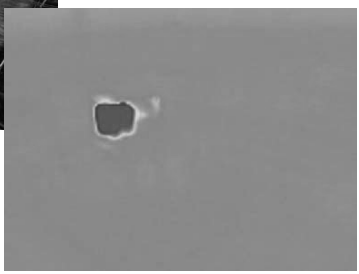


Yuneec CGO3+

Datenbeispiele Yuneec H480

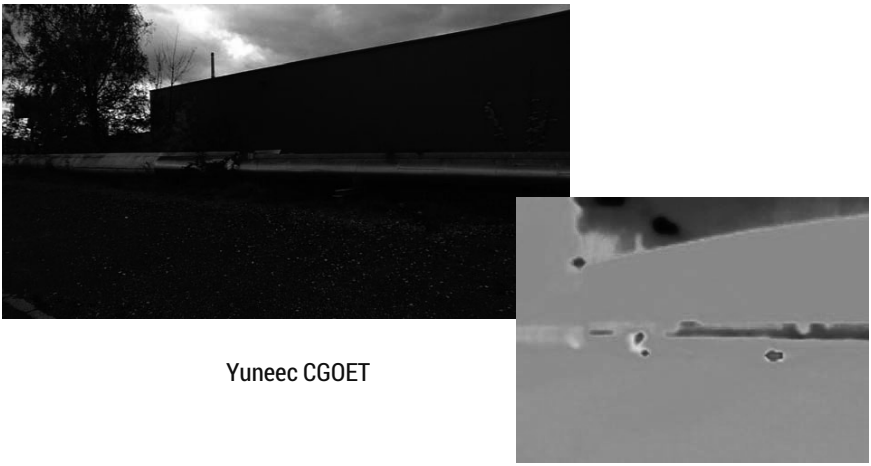
Yuneec CGOET

Datenbeispiele Yuneec H480



Yuneec CGOET

Datenbeispiele Yuneec H480

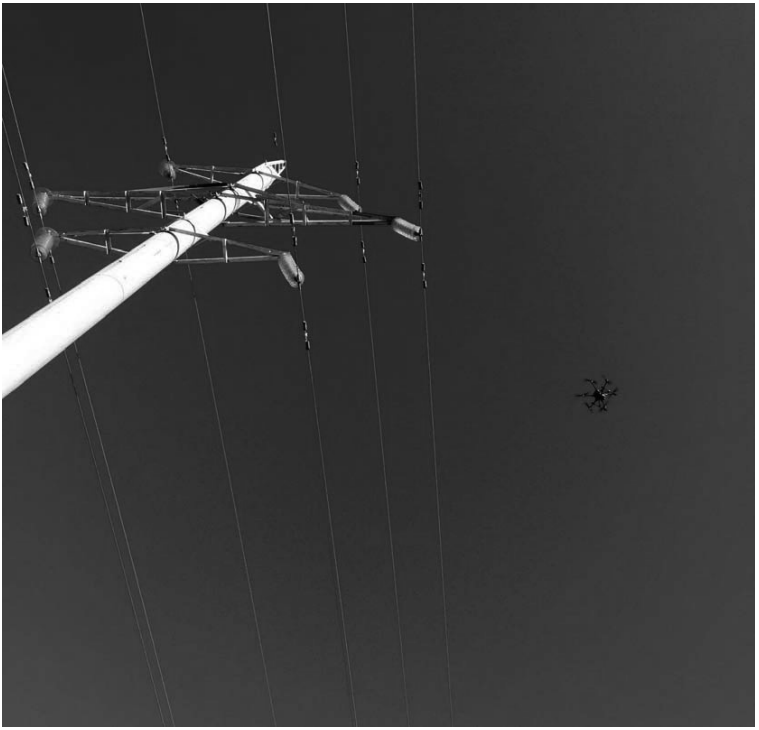


Yuneec CGOET

Datenbeispiele Yuneec H480

Yuneec CGOET

TOYOTA
65 67
УНА
31 25
УБН



Datenbeispiele Yuneec H480

Next Steps

- Integration von Objekttracking und Gimbalsteuerung
- Realtest der Expertensystem-basierten Missionssteuerung
- Entwicklung kamerabasierter Lokalisierung inkl. Mastklassifizierung
- Entwicklung der Inspektionsalgorithmen (struktur- und modellbasiert, Einsatz künstlicher Intelligenz)

Foto: Mario Finkbeiner

DB Sicherheit GmbH | Kompetenzcenter Multicopter | Frankfurt

UAV-Einsatz bei der DB AG

Aktuelle Anwendungen, künftige Projekte und offene Themen

DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner | I.O | 2017
mario.finkbeiner@deutschebahn.com
069 265 29174

Unfall- und Gefährdungsanalysen, Ursachenermittlung

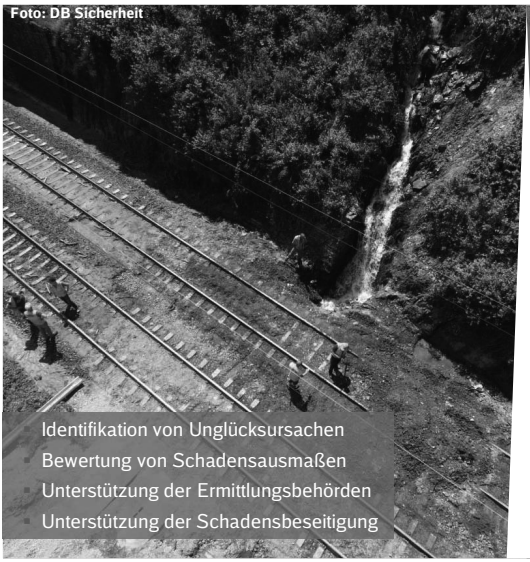


Foto: DB Sicherheit

- Identifikation von Unglücksursachen
- Bewertung von Schadensausmaßen
- Unterstützung der Ermittlungsbehörden
- Unterstützung der Schadensbeseitigung

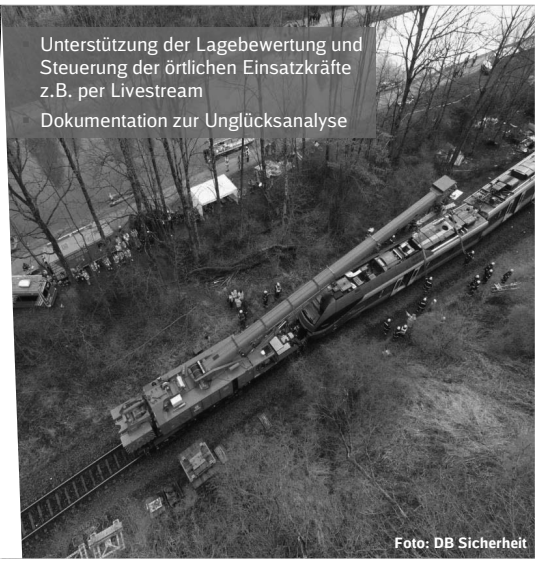


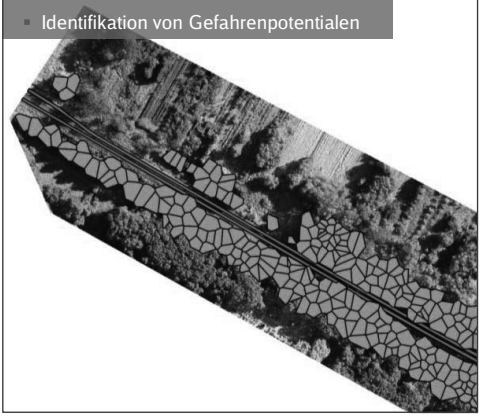
Foto: DB Sicherheit

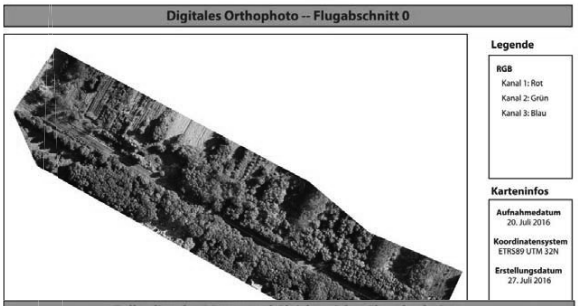
- Unterstützung der Lagebewertung und Steuerung der örtlichen Einsatzkräfte z.B. per Livestream
- Dokumentation zur Unglücksanalyse

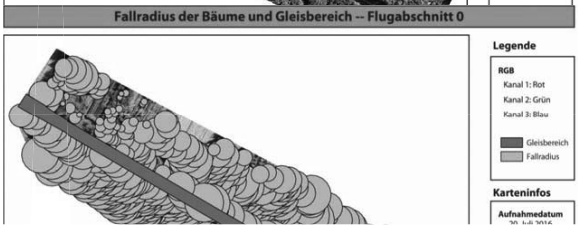
Anschlagsprävention, Sicherheit im Gleisbereich

Vegetationserfassung, Verkehrssicherheit

- Erfassung von Waldflächen
- Katastrierung und Höhenvermessung des Baumbestandes
- Identifikation von Gefahrenpotentialen







Sicherheitskonzepte, Einsatzplanung, Diebstahlprävention

5 DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner

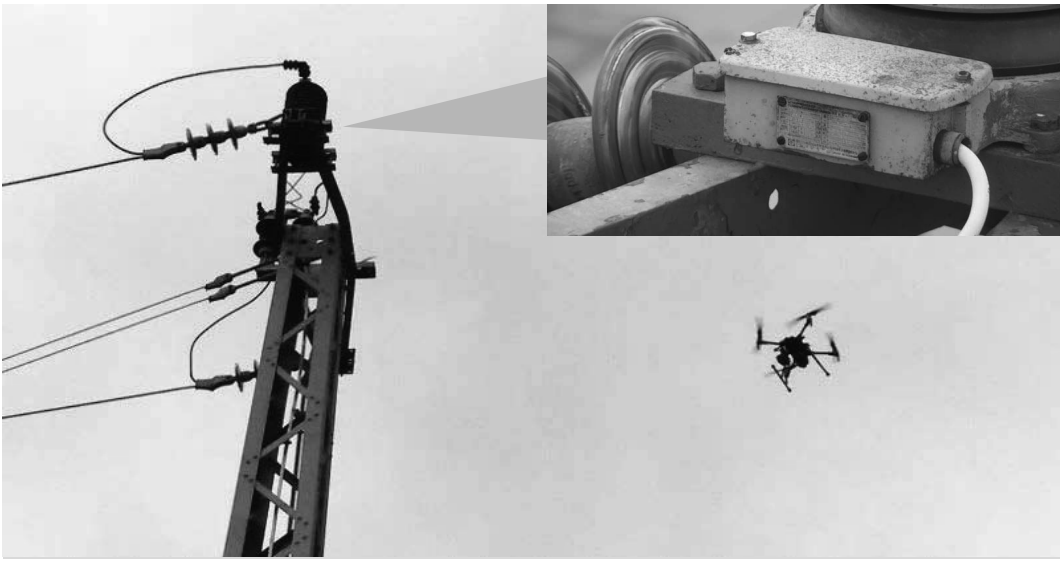
Graffiti- und Diebstahlabwehr

6 DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner

Stand-, Brand-, Verkehrssicherheit

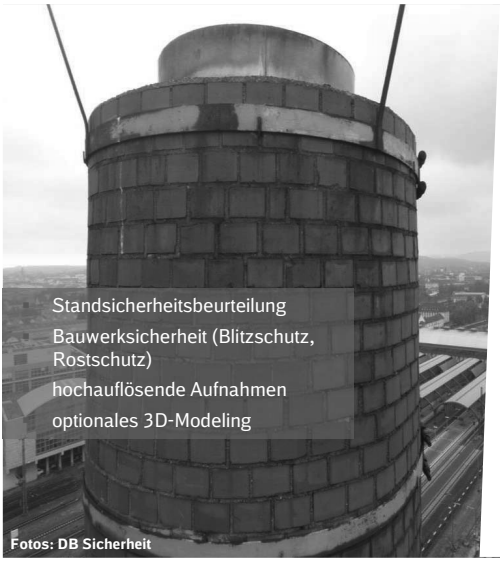
7 DB Sicherheit GmbH | Kompetenzcenter Multicopter

Inspektion, Instandhaltung, Inventur



8 DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner

Stand-, Bauwerks-, Verkehrssicherheit



Fotos: DB Sicherheit

9 DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner

Strecken- und Brückeninspektion

10 DB Sicherheit GmbH | Kompetenzcenter Multicopter

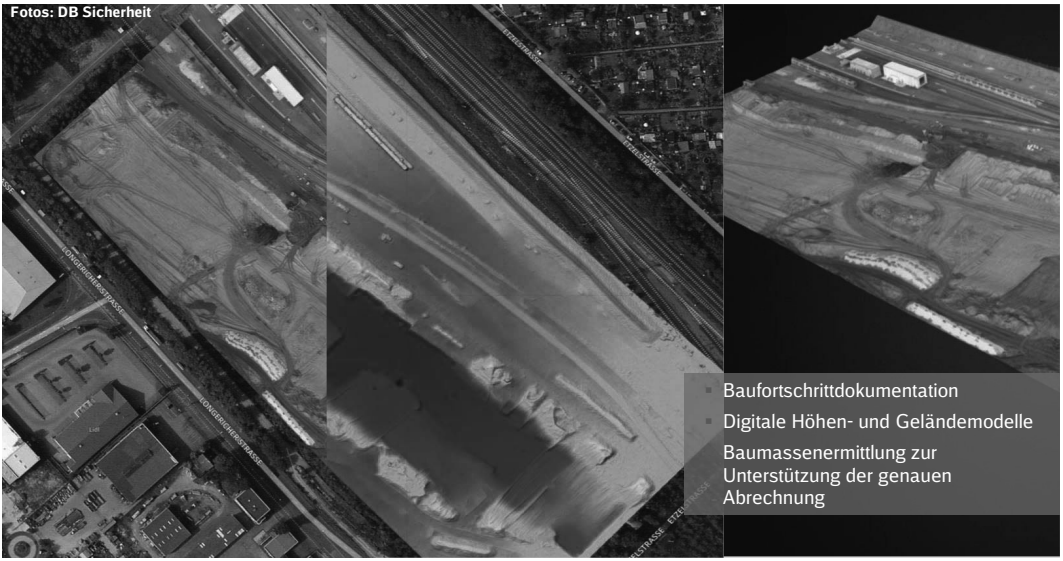
Inspektion, Bauwerkserfassung, Bauplanung

11 DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner

Bahnhofs- und Bauwerksinspektion

12 DB Sicherheit GmbH | Kompetenzcenter Multicopter

Baufortschrittsdokumentation, Baumassenermittlung



- Baufortschrittdokumentation
- Digitale Höhen- und Geländemodelle
- Baumassenermittlung zur Unterstützung der genauen Abrechnung

13 DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner

Zukünftige Projekte

- Flugsteuerung via LTE
- Automatisches Fliegen
- BLOS nach GPS / Glonass
- Predictive Rail
- Fiberoptic Sense

14 DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner

Kausalverbindung Sensorik → UAV

- Ergebnis → Kameratyp /-auflösung → Datengröße → Speichermedium → Speichergeschwindigkeit → phys. Speichergröße → Gewicht → UAV-Modell /-größe → Handling → Einsatzbereiche → Einsatztauglichkeit → Durchführbarkeit

Sensorik

Digitalkameras (Bridge, DSLR)

Vorteil

- Hohe Qualitäten (bis 100 MP)
- Hohe Verfügbarkeit
- Flexibler Kamerabetrieb
- Schneller Austausch

Nachteil

- Gewicht / Größe / Stromversorgung
- Bindung an Gimbal (Größe, Einstellungen)
- Beschränkte Konnektivität
- Beschränkte Brennweiten (kein Zoom)

Sensorik

Systemkameras

Vorteil

- gute Qualitäten
- flexibler Kamerabetrieb
- schneller Austausch (Gimbal enthalten)
- Gewicht / Größe / Stromversorgung
- Zoom (neu)

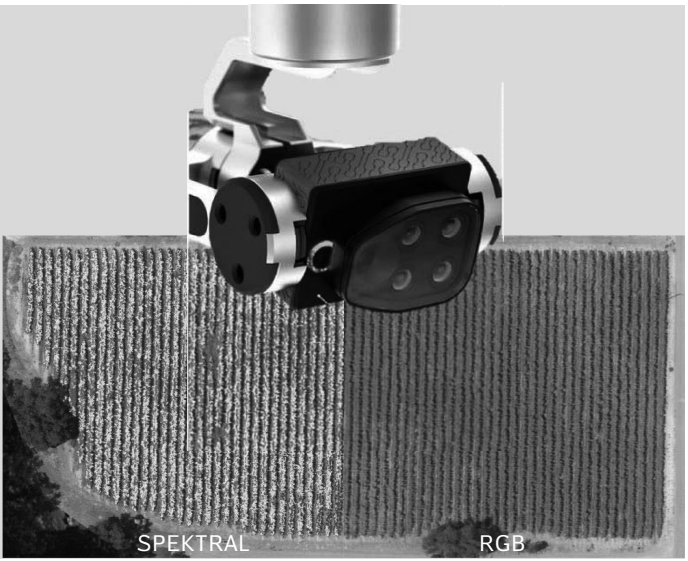
Nachteil

- beschränkte Verfügbarkeit
- Bindung an Multicoptersystem
- Beschränkte Konnektivität
- hoher Preis (an Hersteller gebunden)

Sensorik

Spezialkameras

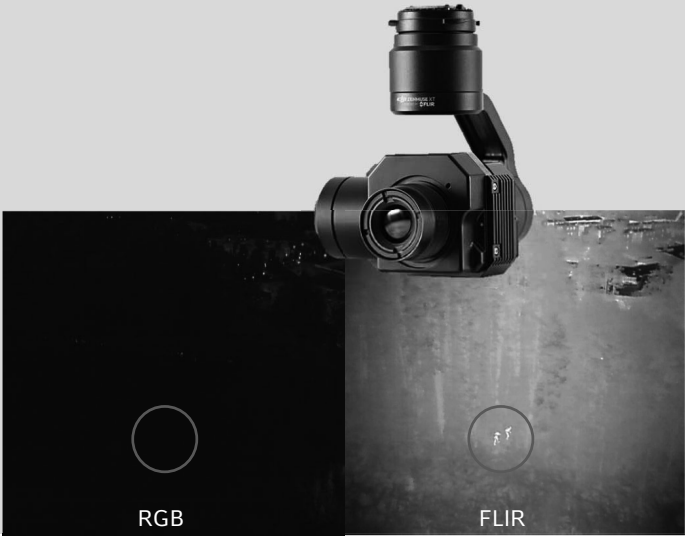
- **Spektralkameras**
- (FL)IR Kameras
- 360° Kameras
- Laserscanner



Sensorik

Spezialkameras

- Spektralkameras
- **(FL)IR Kameras**
- 360° Kameras
- Laserscanner



Sensorik

Spezialkameras

- Spektralkameras
- (FL)IR Kameras
- **360° Kameras**
- Laserscanner

Sensorik

Spezialkameras

- Spektralkameras
- (FL)IR Kameras
- 360° Kameras
- Highspeedkameras
- **Laserscanner**

Foto: DB Netz

Offene Themen

UAV

- Akkutechnologie
- Umfelderkennung
- Bild- und Daten-übertragung
- Fern- / Steuerung (automatisches Fliegen)
- Vernetzung

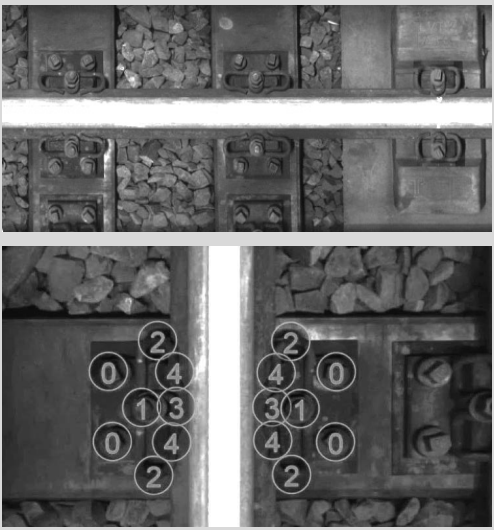
Sensorik

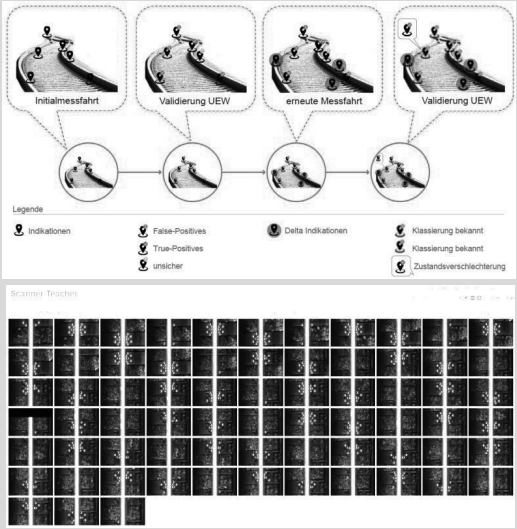
- Minimizing
- System-Flexibilität
- Multisysteme
- On-bord-DV
- Multisensorik (z.B. Ultraschall)

Prozesse

- Entscheidungsethik (autonomes Fliegen)
- Einsatzethik
- Public Relation (die Drohne in der Öffentlichkeit)
- Machine learning

Machine Learning





23 DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner

Kompetenzcenter Multicopter der DB Sicherheit

24 DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner

GPS / GNSS Performance Testing zur Verbesserung der Flugsicherheit bei UAV / UAS

Karen von Hünerbein

www.lange-electronic.de

KvH@lange-electronic.com

Tel: 0521-9675220

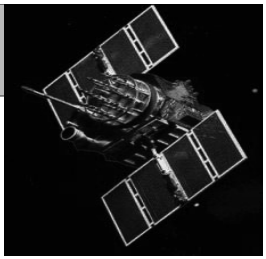
PRECISION - OUR BUSINESS.

Gliederung

- GPS *Global Navigation Satellite System*
- GPS/GNSS Einsatzmöglichkeiten bei Drohnen
- GPS vs Multi GNSS
- RTK *(Real Time Kinematic)* und PPK *(Post Processed Kinematic)*
- Schwachstellen von GPS / GNSS
- Qualitätstests mit Simulation
- Record und Replay Systeme
- Testaufbau mit Simulatoren für Drohnentests
- Beispiel Jamming

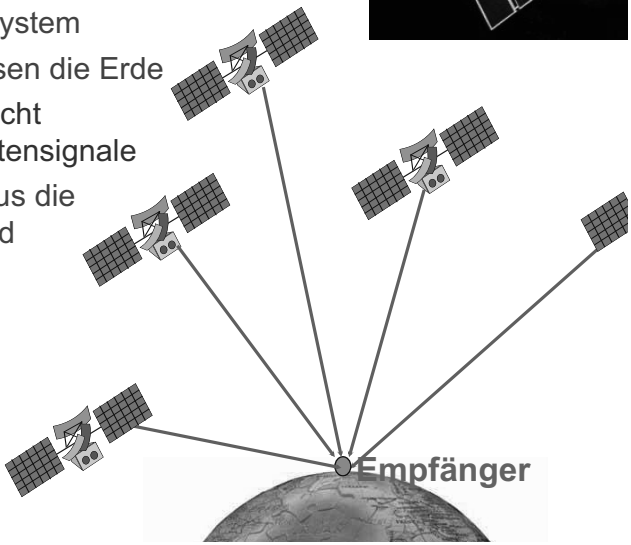
PRECISION - OUR BUSINESS.

Was ist ein GNSS? Beispiel GPS



GNSS Global Navigation Satellite System

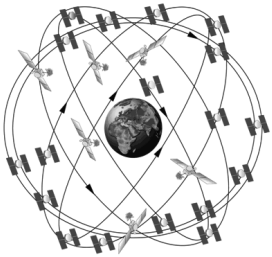
- Global Positioning System
- 31 Satelliten umkreisen die Erde
- Der Empfänger braucht mindestens 4 Satellitensignale
- Und berechnet daraus die 3 D Position, Zeit und Geschwindigkeit



Weitere GNSS:

- GLONASS
- Beidou
- Galileo

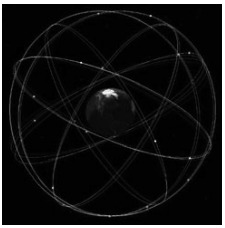
GPS



Militärisches System der USA

Volle Konstel-lation

GLONASS



Militärisches System Rußlands

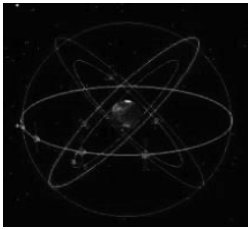
Volle Konst.
24 Satelliten seit 2012

Galileo

ziviles EU System:

Im Aufbau
Jetzt 18 Satelliten

Beidou

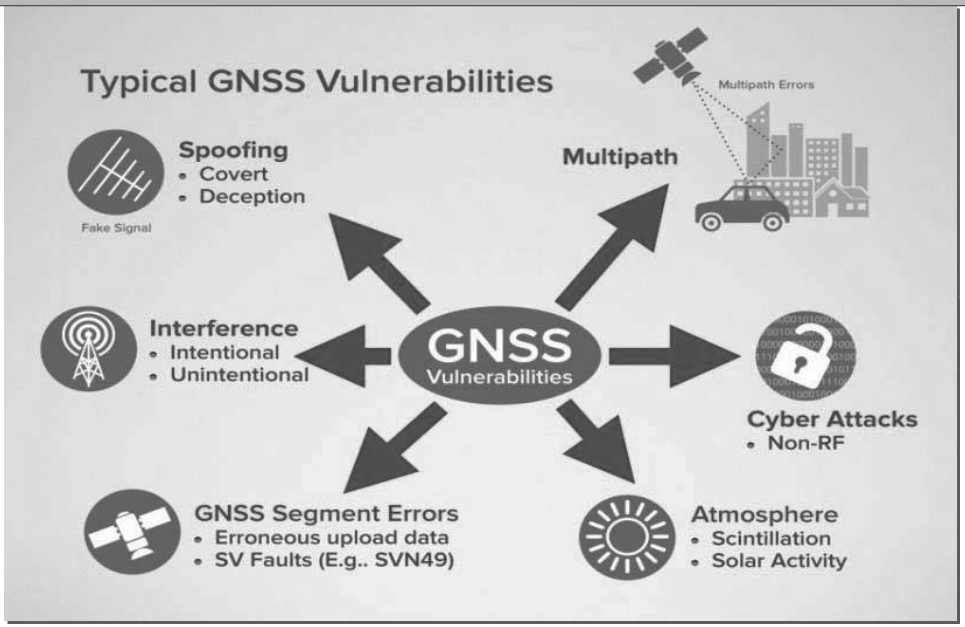


Militärisches Chinesisches System:

Im Aufbau
19 Satelliten im Orbit
Regional Vollbetrieb

Viele Einsatzmöglichkeiten von GPS/GNSS

Schwachstellen



Interferenz / Störsender

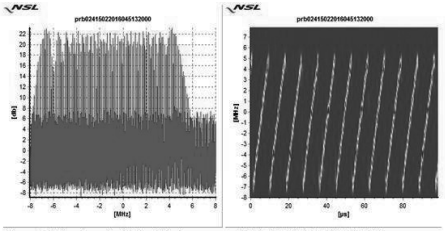


Figure 6: Chirped saw tooth (up) interference event (Feb. 15 2016, 04:51:32 UTC)

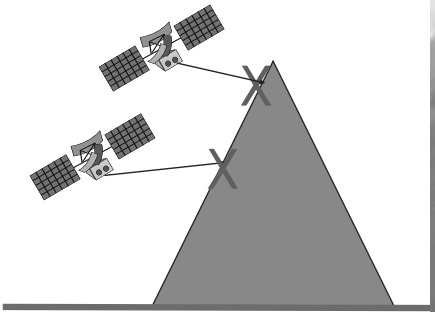
Störsender mit
großer Signalstärke

GPS hat schwache Signalstärke -130 dBm

Flugsicherheit – Problem Abschattung

GPS Signalverfügbarkeit und Integrität *insbesondere bei Landeanflügen und Tiefflug*

> guter Empfang wenn UAV hoch in der Luft
> nicht wenn Flugweg von Bergen oder steilen Wänden umgeben
> oder bei inversen oder schrägen Fluglagen



GPS vs Multi GNSS

- o 31 Satelliten (8-12 Ort)
- o Positionsgenauigkeit ca. 5-10 m (an vielen Orten) →

Standard Positioning Service

- o Inzwischen auch 2. zivile Frequenzen L2C

- o Viel mehr Satelliten am Himmel
  - o Bessere Verfügbarkeit der Signale
- o Verwenden von 2-3 Frequenzen
  - o Verringerung Ionosphärenfehler
    - • nicht so leicht störbar durch einzelnen Störsender
  - o 1-3 m Genauigkeit durch Korrekturdaten SBAS

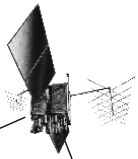
Galileo bietet Integritäts-information integriert in die Navigationsnachricht

Info über Satellitensystemfehler

DGPS -- Differenzielles GPS

Differenzielles GPS - DGPS

ein zweiter stationärer GPS Empfänger



Referenzstation
Pos bekannt

Korrektur -daten

GPS Empfänger des Nutzers

einer steht fest Referenzstation --- ein anderer bewegt sich Rover *(Wanderer)*

Referenzstation sendet Korrekturdaten

Genauigkeit liegt bei 1-3 m mit Codekorrektur
bei bis zu 1 cm mit Phasen-korrektur

RTK z.B. im Vermessungswesen / Photogrammetrie

Differentielle Methode RTK:
Real Time Kinematic

mit einem mobilen Empfänger (rover) und einer Referenzstation

- Gehören dem Anwender
- Funktionieren unabhängig vor Ort
- Referenzstation kann räumlich versetzt warden
- volle Kontrolle

- Cm Genauigkeit
- Position Fix in wenigen min
- Distanz zwischen Rover und Referenzstation bis zu 20 km

RTK *(real time kinematic)* PPK *(post processed kinematic)*

Beide Verfahren arbeiten mit Korrekturdaten können Ground Control Points ersetzen und somit den Zeitaufwand für Vermessungs-Missionen reduzieren

- Real Time d.h. in Echtzeit im Flug
- Hochgenau: 2-3 cm
- Unstetigkeiten können auftreten: z.B. durch GNSS Signalabschattungen oder Störsignale

- Post Processed Kinematik, d.h. nachbearbeitet anhand von gespeicherten Rohdaten
  z.B. bei Photogrammetrie, wenn im Flug der Kontakt zur Referenzstation verloren ging
- Hochgenau 2-3 cm
- Unstetigkeiten können herausgerechnet werden

Lange GmbH electronic

Empfänger - Prüftests

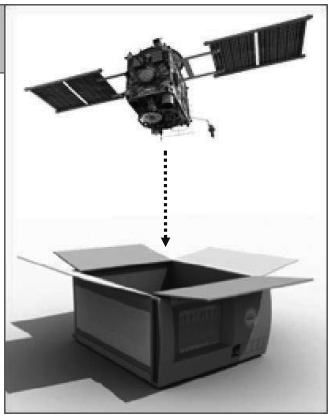
- o Indentifiziere die Probleme, bevor sie im Flug auftreten
- o Testen der Empfänger mit 2-3 GNSS und Störsignalen
- o Testen ermöglicht das
  - schnelle Verständnis der Stärken und Schwächen der Empfängerarchitektur
  - Lösen von Problemen mithilfe von kontrollierten und wiederholbaren Verfahren

Ich wünschte man hätte meinen GNSS Empfänger vorher getestet?!?

PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL

SPIRENT Federal Systems

Satelliten-Signal Simulation



Satelliten Signalsimulatoren geben echte RF Signale aus, u.a.

- o Die Originaldaten der Original Satelliten
- o Doppler Frequenzen entsprechen Satellitenbahn und - geschwindigkeit
- o Korrekturdaten von SBAS Satelliten
  Satellite Based Augmentation System
- o GPS, Galileo, GLONASS und Beidou Satelliten
- o RTK Test Option

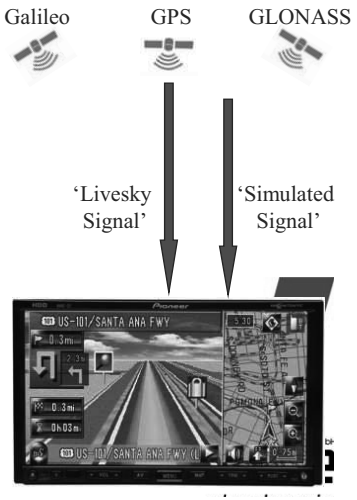
SPIRENT™ Communications

Lange GmbH electronic

Testen mit GNSS Simulator

Vorteile

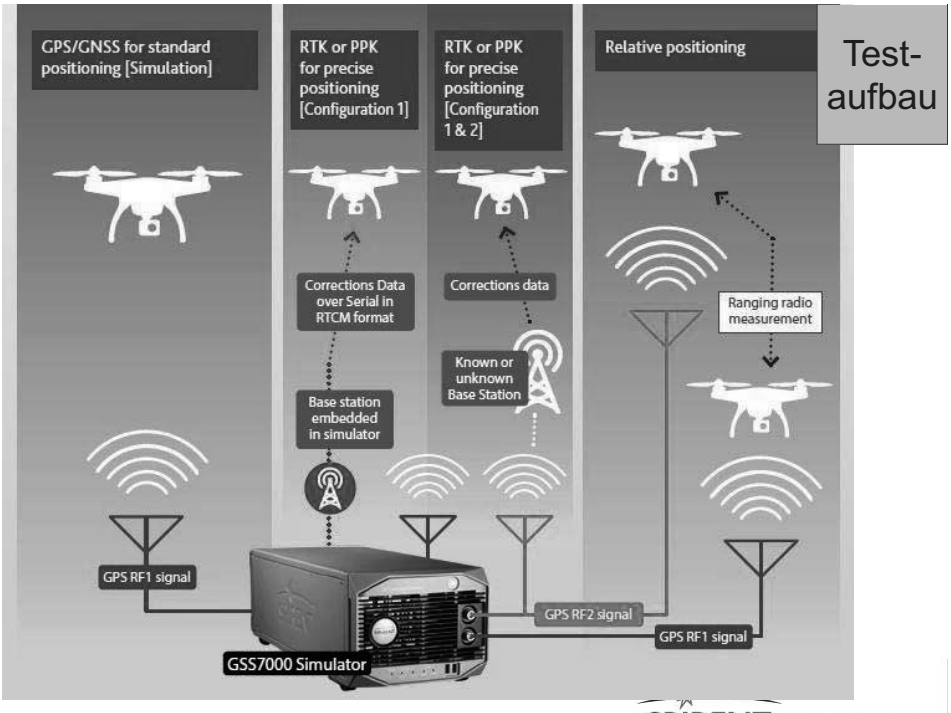
- komplette Kontrolle über das (simulierte) GPS / GNSS – System
- Freie Wahl von Ort, Datum und Uhrzeit
- Testen von Galileo Signalen, auch die, die noch nicht am Himmel sind
- Testen von Fehlern und Extremfällen
- Wiederholbarkeit und Flexibilität
- Testen bis an die Grenzen
- Insgesamt weniger Kosten



Nachteile

- Signalumgebung wird nachgebildet, und stimmt nicht immer genau überein mit Wirklichkeit

PRECISION - OUR BUSINESS.



PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL

SPIRENT Federal Systems

Record und Replay

Record und Replay Systeme zeichnen echte GNSS Signale auf, und geben sie wieder aus

- Abtasten der GNSS Signale mit z.B. 30 MHz
- Konvertieren und Abspeichern auf kleinere Zwischenfrequenz
- Beim Abspielen: Hochkonvertieren der ZF auf GNSS Frequenz (z.B. 1,575 MHz für GPS L1)
- Synchrones Aufzeichnen weiterer externer Signale
  z.B. Beschleunigungssensoren
- Sehr kleines leichtes Gerät 2,2 kg

PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL

SPIRENT Federal Systems

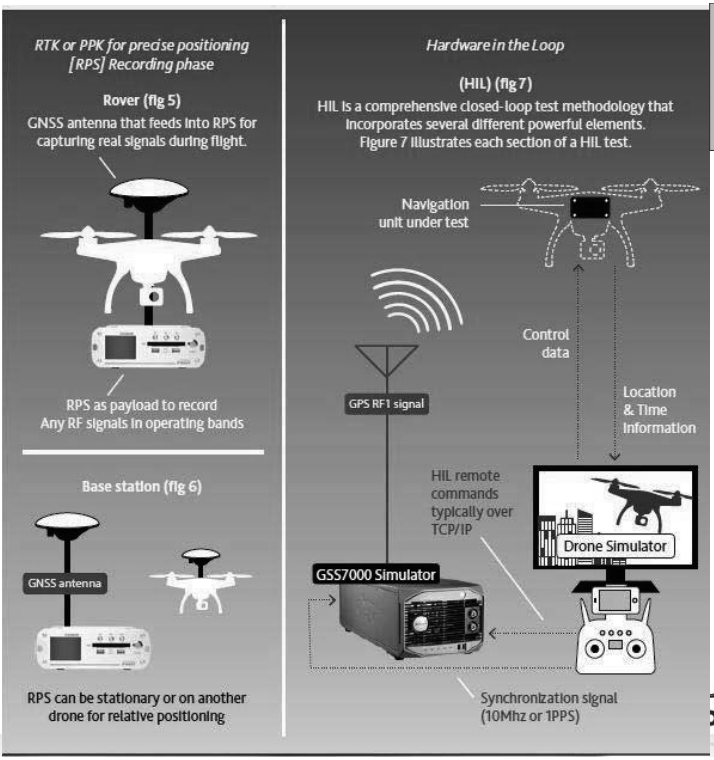
Record und Replay

- **Vorteile**
  - volle Wiederholbarkeit
  - echte Signalumgebung mit komplexen Fehlerquellen wird wiedergegeben (Stadt, Berge)

- **Nachteile**
  - unbekannt, wie sich die komplexe Signalumgebung zusammensetzt *(zB Multipath)*
  - Störquellen können nicht gezielt geändert werden
  - für jede Änderung der Testbedingung ist neue Messung erforderlich
  - Manchmal muß man Fehlerbedingungen für Satelliten einbauen → geht nicht
  - Es entstehen sehr große Datenmengen

PROPRI

Test-Aufbau



SPIRENT Federal Systems

Interferenz Detektion und Test

DETECTOR

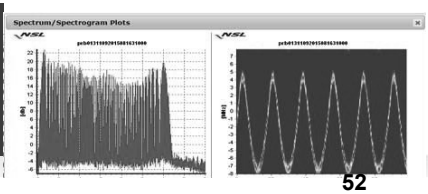
Export Daten

Testsystem GNSS mit Störsignal

DETECTOR erkennt Störereignisse
Und speichert kurze Ausschnitte
als Signalschnappschüsse

Simulator plus Interferenz-
generator, simuliert beides
gleichzeitig

SPIRENT



exportierte Daten= reale
Störsignale

SPIRENT Federal Systems

Vorteile für UAV-GNSS Empfänger

Feldtests sind teuer zeitaufwendig nicht immer möglich

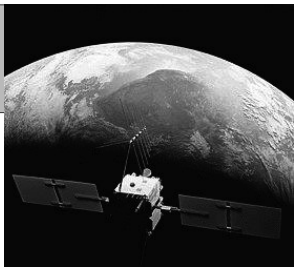
Mit Simulation (Record Replay) kann man

- o GNSS Empfänger am Boden testen
  - wiederholbare, kontrollierte Tests – Zeit sparen
- o besondere Bedingungen/Situationen testen
  Signalausfälle wegen Abschattung oder Störsignalen
  starke Ionosphärenstörungen bei Sonneneruptionen
- o So viele verschiedene Situationen und Fehlerquellen wie nötig testen
- o bis zu den Grenzen und darüber hinaus testen
  z.B. schwierige / gefährliche Manöver:
  nahe Felswänden, invertierter Flug
  spezielle Bewegungsprofile von Drohnen testen
- o Einhaltung von Flugverbotszonen:
  Flughäfen, Regierungsgebäude, Werksgelände
- o Selbständiger Flug anhand von Wegepunkten

lange GmbH electronic

PRECISION - OUR BUSINESS.

Zusammenfassung



- Bei der UAV-Navigation spielt GNSS für viele Aufgaben eine große Rolle
- Anwender brauchen oft mehr Genauigkeit und Verfügbarkeit als GPS allein bietet, u.a. bei Vermessung und in unebenem Terrain
- Der Einsatz mehrerer GNSS verbessert die Verfügbarkeit
- Der Einsatz von RTK und PPK verbessert die Genauigkeit
- GPS/ GNSS hat einige Schwachstellen. Der Empfang kann u.a. durch Interferenzen und Atmosphärenstörungen beeinträchtigt sein.
- Daher ist es nützlich Situationen und Probleme im Labortest zu erkennen, bevor sie im Flug auftreten

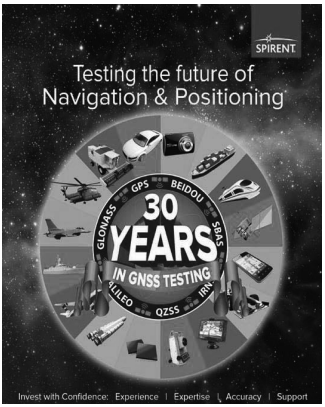
lange GmbH electronic

PRECISION - OUR BUSINESS.

Zusammenfassung 2

- Dafür gibt es GNSS Signalsimulatoren und Record und Replay Systeme
- Tests mit Record und Replay sind voll wiederholbar und sparen Flugtests ein, bieten aber wenig Kontrolle
- Mit RF Simulation sind kontrollierte, wiederholbare und standardisierte Tests möglich
- Prüftests mit einem Simulator erlauben
  - das Verhalten von Systemen vorherzusagen,
  - zu verbessern und dadurch die Flugsicherheit zu erhöhen

Danksagung & Kontakt



SPIRENT™ Communications

GPS World

IGS International GNSS Service

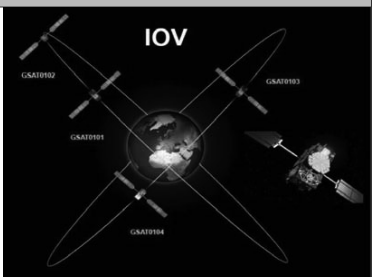
CBI Ltd

Rahul Gupta, Adam Price, Romain Zimmermann

KvH@lange-electronic.com

0521-9675220

Was bietet Multi-GNSS?

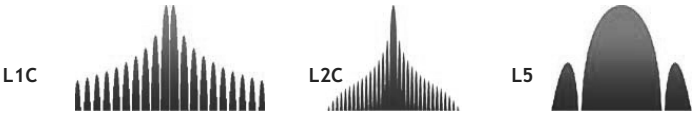


Mehr Satelliten

Moderne Signale mit mehr Frequenzen
» und mehr Bandbreite

SBAS – Satellite Based Augmentation System
- Korrekturdaten
- Integritätsmeldungen

Moderne Signale



- Mehr Bandbreite – 20-70 MHz
- Mehr zivile Frequenzen: 2-3
- Mehr Pseudo Random Noise Codes
- Zwei Hauptsignalkeulen neben CF
- Schnellere Nachrichtenbitraten
- Pilotkanal plus Nachrichtenkanal
- Flexiblere Navigationsnachrichten

Weitere Vorteile moderner Signale

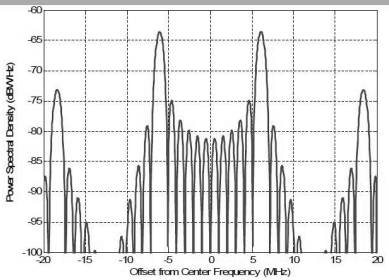
- o Signale liegen in 2 Komponenten vor, reineres Pilotsignal (75% der Signalstärke steckt im Pilotträger)

  → besseres Tracking des Signals durch Empfänger

- o Flexiblere Struktur der Navigationsnachricht, (kürzere 6 sec Nachrichten, die jede die Zeit enthalten (L1C) und längere Spreizcodes erleichtern die Korrelation)

  → schnellerer Time to First Fix

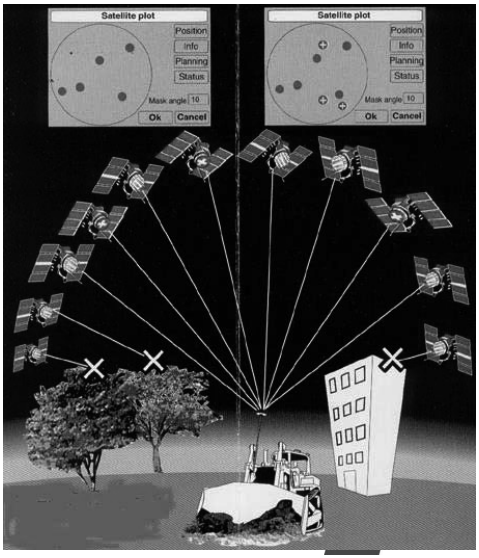
BOC(6,1)



SPIRENT Communications

Mögliche Probleme bei Multi - GNSS

- Zeitliche Überstimmung
  - verschiedene Genauigkeiten und Offsets
- Atmosphäre
  - Verschiedene Modelle/Daten
- Interoperabilität
  - dicht besetztes Frequenz-Spektrum: Noise Floor
  - Einander widersprechende Daten
  - Koordinatenreferenzsysteme - WGS84/PZ90



Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

Urban Air Mobility - Trends & Challenges

Dr. Jochen Kaiser

Head of Visionary Aircraft Concepts

The Bauhaus Luftfahrt Approach

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

>> Founded in November 2005 by

- > The Bavarian Ministry of Economic Affairs, Infrastructure, Transport and Technology
- > Airbus
- > IABG
- > Liebherr Aerospace
- > MTU Aero Engines

AIRBUS GROUP
IABG
LIEBHERR
MTU Aero Engines

>> A non-profit research institution with long-term time horizon

- > Strengthening the cooperation between industry, science and politics
- > Developing new approaches for the future of aviation with a high level of technical creativity
- > Optimizing through a holistic approach in science, economics, engineering and design

>> Going "New Ways" for the mobility of tomorrow

The „Bauhaus“ Reference

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

>> The historical „Bauhaus“ in Dessau

> **Added value due to interdisciplinary teams of architects, artists, craftsmen and designers**

Bildquelle: Detlef Mewes

>> The Bauhaus for Aviation

> **Added value due to interdisciplinary teams with background in**
> Aeronautical engineering
> Economy & ecology
> Geography
> Informatics & knowledge management
> Materials science
> Physics & chemistry
> Social sciences

Introduction

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

>> Recent activities on the field of urban air mobility (UAM) have brought up a broad range of personal air vehicle configurations.

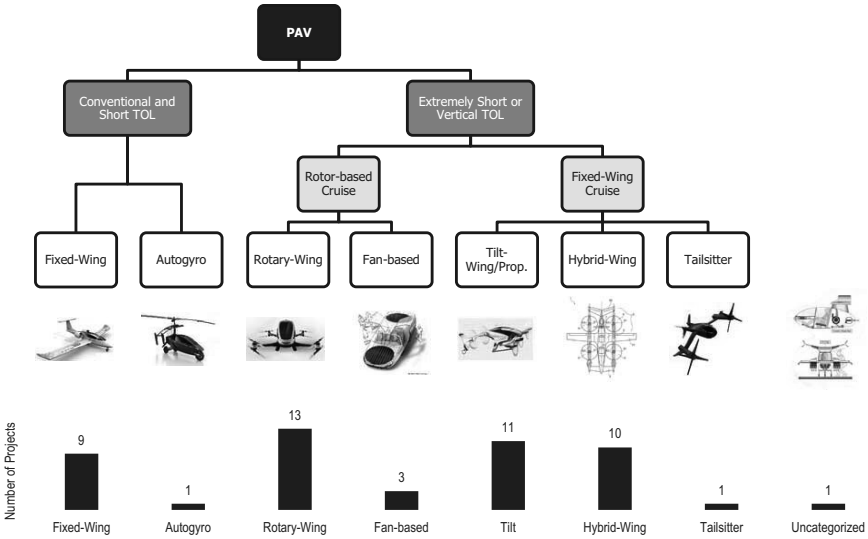
>> Personal Air Vehicle (PAV):

> **Aircraft configurations designed for a small number of passengers**
> **intended to fly inner city and/or inter-city transport missions**
> **fulfilling the accompanying, stringent design requirements**

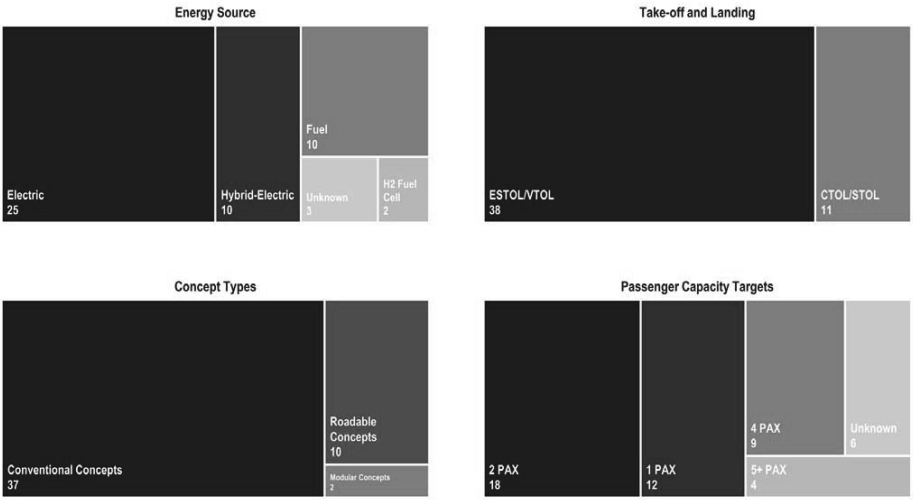
>> Several framing activities for UAM and PAVs launched with both scientific and commercial background since the 2000s

> **NASA Research Programs**
> **UBER Elevate**
> **Roads and Transport Authority of Dubai: test program for taxi services based on Autonomous Aerial Vehicles**

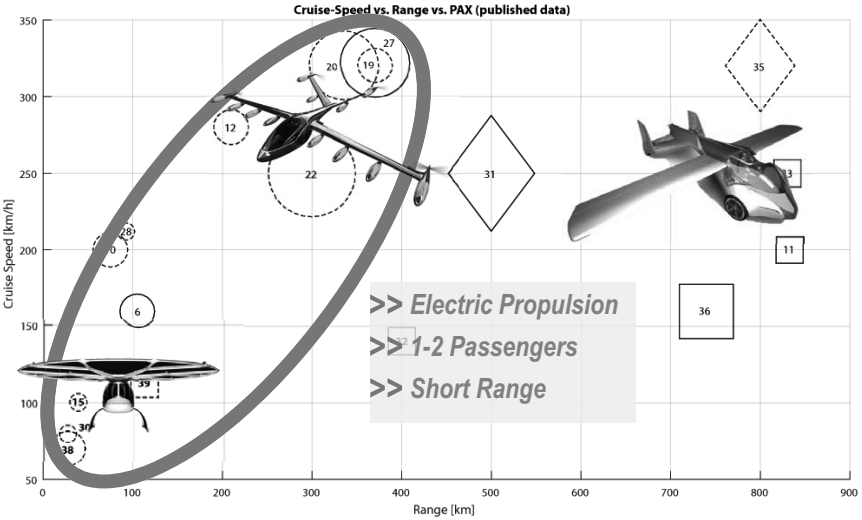
PAV - Vehicle Morphology



PAV - Development Activities



PAV – Key Focus



Vehicle System Complexity Assessment (1/3)

>> Preliminary assessment of abstract power train models

>> Uncoupled System Complexity: $\phi_{sys,uc} = \sum_{i=1}^{N} \alpha_i c_i$

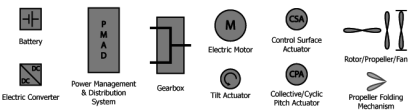
>> Coupled System Complexity: $\phi_{sys,c} = \sum_{i=1}^{N} \alpha_i \beta_i c_i$

> N... number of components

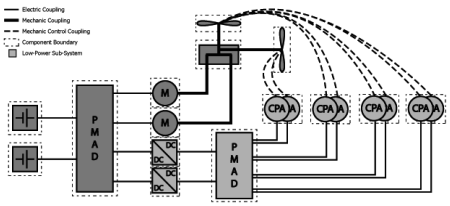
> α_i… component class complexity

> c_i... system component

> β_i… component connections

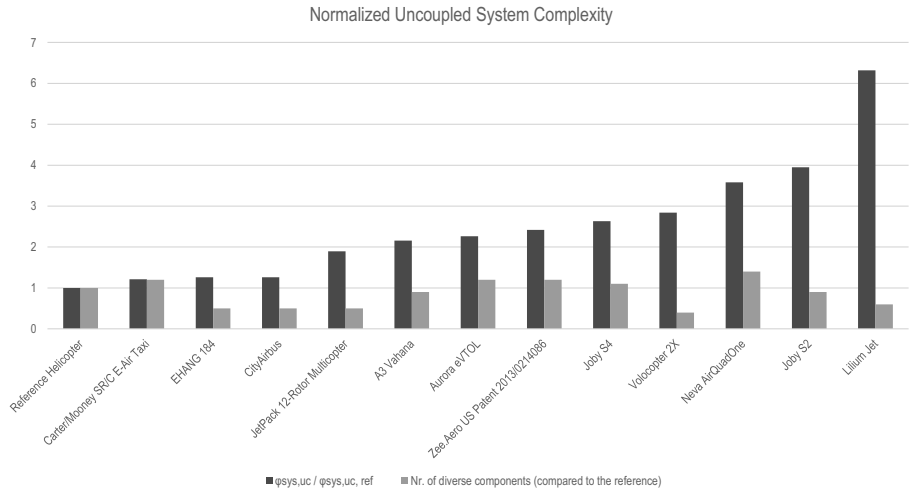


Abstract System Components

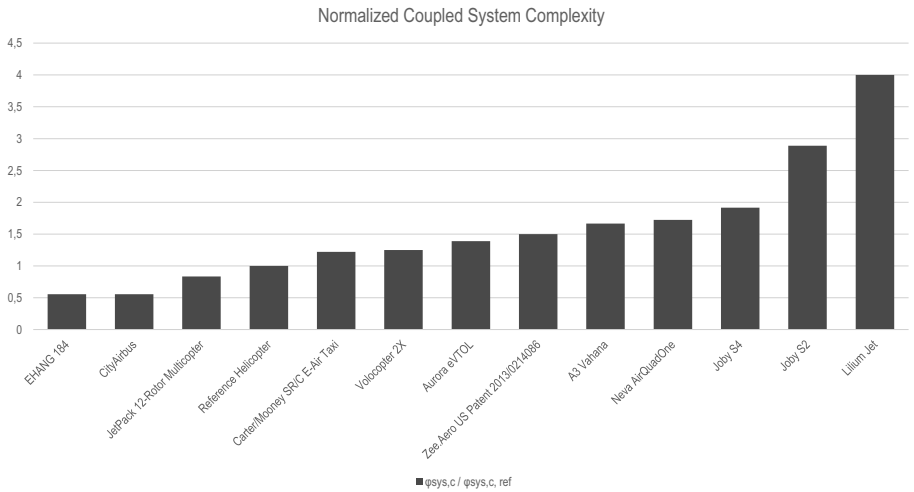


Reference Helicopter Power Train

Vehicle System Complexity Assessment (2/3)

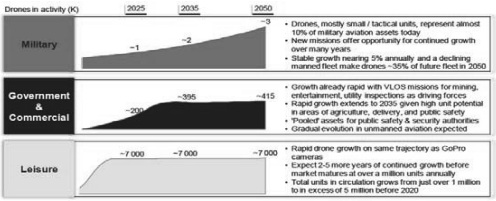


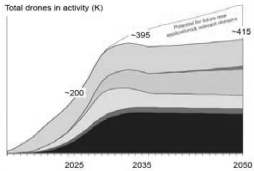
Vehicle System Complexity Assessment (3/3)



UAS Market Analysis

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

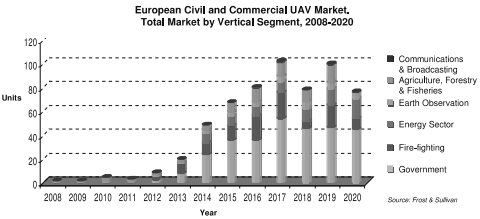


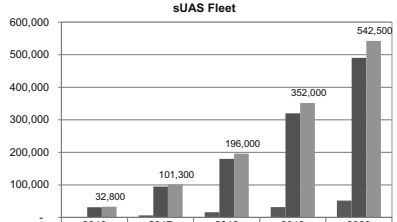


Split between 'certified' and other, primarily 'specific', drones under EASA framework

	2035 Specific	2035 Certified	2050 Specific	2050 Certified
Other[1]	~100	--	~100	--
Mobility	<1	<1	<1	~10
Delivery	~70	<1	~95	<1
P.S.S.[1]	~60	<1	~50	<1
Energy[2]	~10	~5	~15	~5
Agriculture	~150	--	~145	--
Total	**~390**	**~5**	**~400**	**~15**
excl. tethered	*~390*	*~1*	*~400*	*~10*

1 Includes mining & construction, film & media, insurance, telecommunications, universities & research and real estate; 2 P.S.S. is public safety & security; first response visual line of sight drones carried in vehicle and beyond visual line of sight operated from central stations categorised as "Specific" with long endurance used by government authorities for missions such as border security surveillance; "Certified" drones include all drones with a certificate (~450m) included as "Certified" drones while all short and long range inspection included as "Specific" Note: figures are rounded to the nearest 5K units, differences in totals due to rounding
Source: Press search, expert interviews with technology providers, operators, future users in each sector and policy makers, Eurostat, BCG analysis

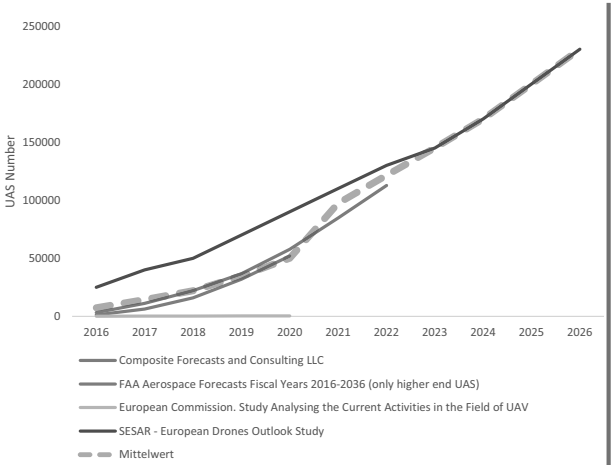




	2016	2017	2018	2019	2020
Higher end UAS	1,300	6,300	16,000	32,000	52,000
Lower end UAS	31,500	95,000	180,000	320,000	490,500
Total Fleet	32,800	101,300	196,000	352,000	542,500

UAS Market Analysis

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.



Prediction 2035

Airbus :

>> 2015: 18020 PAX, 1560 freight

>> 2035: 37710 PAX, 2110 freight

Boeing:

>> 2015: 22510

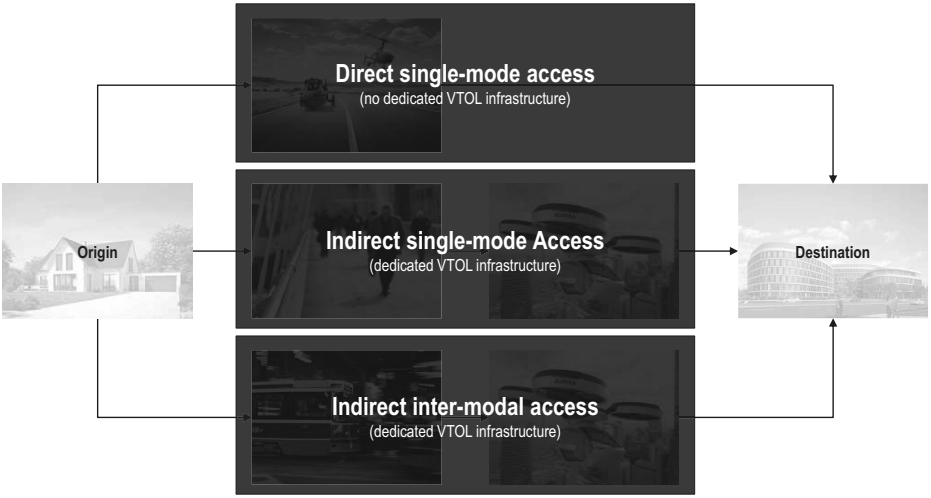
>> 2035: 45240

UAS:

>> 395000 UAS in „Specific“ and „Certified“

Multiple Travel Chain Options

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

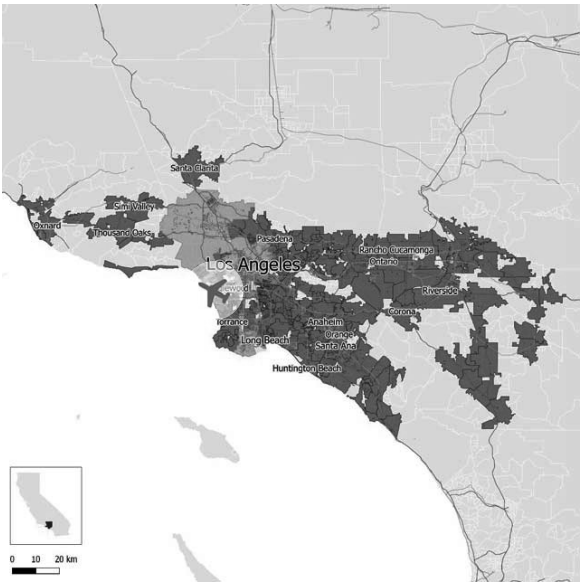


What are the implications on cities?

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

>> *Example: Los Angeles*

- **Population**
  - City: approx. 4 Million
  - Metropolitan Area: approx. 13 M
- **LA International Airport**
  - Aircraft Operations per day: around 2000 A/C

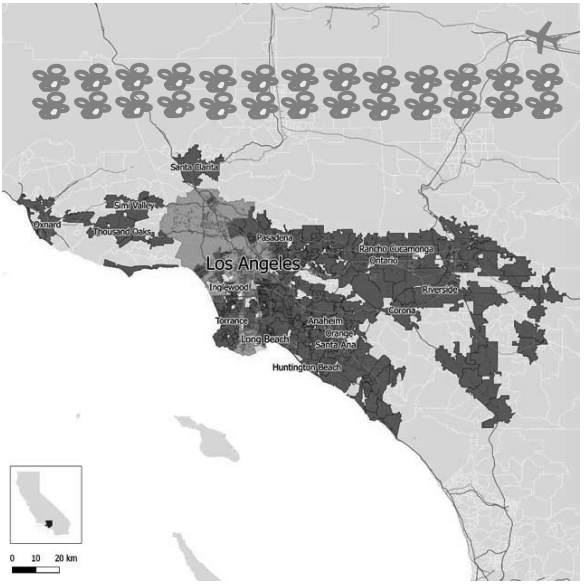


What are the implications on cities?

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

>> Assumption:

- **PAV share on transport capacity similar to taxi:**
  - 1% of passenger traffic
- **Avarage number of rides per day**
  - 3 by every resident
- **PAV flights / hour**
  - **5.000** in LA city
  - **16.000** in LA metropolitan area



What else to consider?

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

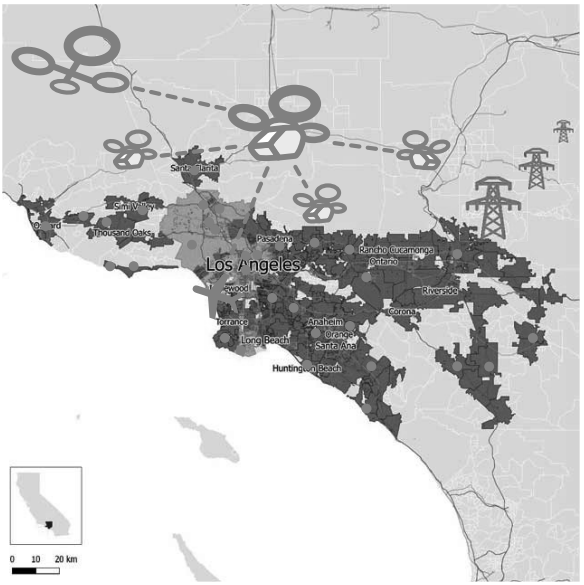
Automation / Autonomy
- Pilotless Operation
- Air Traffic Management
- Databases

Infrastructure
- PAV-Ports
- Power Supply
- Communication

Reliability of Service
- Capacity
- Time for Waiting & Travel
- Interoperability with other Modes of Transportation

Safety & Regulations

Acceptance



Contact

>> *Dr. Jochen Kaiser*
Head of Visionary Aircraft Concepts

>> ***Bauhaus Luftfahrt e.V.***
Willy-Messerschmitt-Straße 1
82024 Taufkirchen

>> ***Tel.: +49 (0) 89 3 07 48 49 - 47***
jochen.kaiser@bauhaus-luftfahrt.net

>> ***http://www.bauhaus-luftfahrt.net***

Alle Rechte bei / All rights with Bauhaus Luftfahrt

IBS Workshop Drohnentechnologie –
Konzepte und Anwendungen

Laubusch, November 2017

1

Inhalt

- Vorstellung des Verbandes der Unbemannten Luftfahrt UAV D A CH e.V.
- Ergebnisse des BMVI-Workshops vom 9. August 2017

2

Der Verband

- UAV D A CH e.V. steht für Akzeptanz, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Qualität und Förderung der unbemannten Luftfahrt
- Größter deutschsprachiger UAS-Verband - 160 Mitglieder aus 4 Ländern (Forschung, Hersteller, Anwender, Versicherungen und Trainingseinrichtungen)
- Sitz in Braunschweig, Geschäftsstelle in Salem und politische Vertretung in Berlin

3

Der Verband

- 17 Jahre Erfahrung und Netzwerk, Mitglied bei UVS International
- 10 ständige Arbeits- und Fachgruppen
- UAV D A CH e.V. vernetzt und bündelt Expertise und Kompetenzen, ist Austauschplattform und vertritt die Interessen seiner Mitglieder und verschafft ihnen Gehör

4

Ziele

UAV D A CH e.V. setzt sich ein für:

- die sichere Integration von UAS in den Luftraum (Betriebsverfahren, Lufttüchtigkeit, Versicherungen, Ausbildung und Lizenzierung)
- fortschrittliche, effektive und umweltfreundliche UAS-Technologien und innovative Verfahren
- die Entwicklung einheitlicher Sicherheitsstandards und Normen
- die internationale Abstimmung zwischen Ministerien, Behörden, Organisationen, Verbänden und der Wirtschaft

5

Ziele

UAV D A CH e.V. setzt sich ein für:

- die Förderung von UAS-Dienstleistungen und deren Nutzung
- eine intensive Nutzung in der Wirtschaft und angemessene Verbreitung im Sport- und Freizeitbereich
- eine profunde Ausbildung, Prüfung und Lizenzierung von RPAS-Personal
- klare und unkomplizierte Prozesse ohne administrative Überfrachtung

6

UAV D A CH - Sicherheitskonzept für UAS Betrieb

UAS:
1. Registrierung
2. Kennzeichnung
3. Technische Prüfung
4. Zulassung zum Luftverkehr

Personal (Operator & Piloten):
1. Ausbildung
2. Lizenzierung
3. Training

Flugbetrieb:
1. Verkehrsregeln
2. Air Traffic Management
3. Detect & Avoid

Überwachung & Strafverfolgung:
1. Luftfahrtbehörden
2. Polizei
3. Justiz

7

Aktivitäten UAV D A CH

- Information für Käufer von Drohnen „Beipackzettel“
- Wissensdatenbank UAS und Informationen über No-Fly-Zones (App)
- UAS-Zündschlüssel (SIM Karte für die Drohne)
- Gremienarbeit (EASA, JARUS, EUROCAE, DIN, BDLI)
- Zusammenarbeit mit DAeC, DMFV, BDLI, BDL und IGG (Interessen Gemeinschaft Geodäsie)
- Verbändebeteiligung Änderung LuftVG/LuftVO

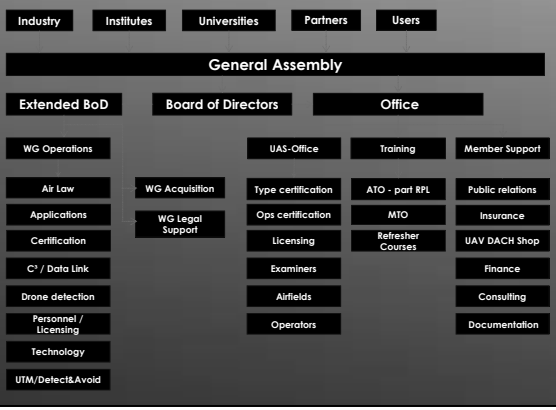
8

Aktivitäten UAV D A CH

- Stellungnahme zu EASA Prototype Rules, EASA NPAs und Teilnahme Expert Group RMT.0230 und SESAR-WG U-Space
- Prüfungen und Ausstellung des Kenntnisnachweises für Steuerer von unbemannten Fluggeräten gem. § 21d LuftVO als anerkannte Stelle des LBA (DE.AST.001)
-
- Gütesiegel UAV DACH für UAS, Piloten und Ausbildung im Vorgriff auf QE-Funktion
- Jährliche Fachtagung

9

Struktur UAV D A CH



10

Benefit für Mitglieder

- Starke Gemeinschaft
- Teilhabe an Netzwerken und Technologieclustern
- Expertise aller Mitglieder
- Zugang zu potentiellen Kunden
- Informationen über (öffentliche) Vergaben und RFI

11

Benefit für Mitglieder

- Unterstützung bei Ministerien, Behörden und internationalen Organisationen
- Zugang zu Forschung & Entwicklung einschließlich Förderprogramme
- Nutzung des anerkannten Qualitätsstandards des UAV D A CH

12

Der Nationale Drohnenbeirat

- BMVI Workshop am 9. August 2017 in Berlin:
  - Drohnen als Treiber digitaler Innovationen
  - Potenziale und Perspektiven ziviler und kommerzieller Anwendungen
- Wesentliches Ergebnis auf Betreiben von UAV D A CH:
  - Gründung des „Beirates unbemannte Luftfahrt“ analog zu den Civil Drone Councils in Frankreich, Niederlande, Spanien und GB

13

Der Nationale Drohnenbeirat

- Einladung durch das BMVI zur Mitarbeit im Beirat unbemannte Luftfahrt und Bildung von vier Arbeitsgruppen am 29.09.2017
  - 1. AG Luftverkehrssicherheit und Luftraum:
    - Definitionen
    - Flugüberwachung, Luftraumstruktur, Unmanned Air Traffic Management System (UTM)
    - Schutz der des Luftverkehrs und Schutz vor Abstürzen
    - Technische Anforderungen
    - Internationaler Einsatz von unbemannten Fluggerät

14

Der Nationale Drohnenbeirat

- **Einladung durch das BMVI zur Mitarbeit im Beirat unbemannte Luftfahrt und Bildung von Arbeitsgruppen**
  - **2. AG Standards und Recht:**
    - Harmonisierung der Rechtsanwendung (u.a. Zusammenstellung von Musterfällen)
    - Qualifikation und Ausbildung der Steuerer
    - Rechtsetzung auf europäischer und internationaler Ebene
    - Anforderungen an die gewerbliche Nutzung
    - Nutzung zu Sport und Freizeitzwecken/Flugmodellsport
    - Einsatz zur Fluggastbeförderung

15

Der Nationale Drohnenbeirat

- **Einladung durch das BMVI zur Mitarbeit im Beirat unbemannte Luftfahrt und Bildung von 4 Arbeitsgruppen**
  - **3. AG Digitalisierung und Entwicklungsperspektiven:**
    - Anwendungsbereiche und Marktpotenziale
    - Einsatz im Rahmen hoheitlicher Aufgaben • innovative Einsatzbereiche der Zukunft
    - Abwehr von unbemanntem Fluggerät

16

Der Nationale Drohnenbeirat

- **Einladung durch das BMVI zur Mitarbeit im Beirat unbemannte Luftfahrt und Bildung von 4 Arbeitsgruppen**
  - **4. AG Technologie und Infrastruktur:**
    - Testgelände
    - Antriebstechnologien
    - Digitale Infrastruktur / Frequenzen
    - Cyber-Sicherheit

► **Forschung / Akzeptanz als Querschnittsthema**
Identifizierung von Forschungsbedarf und Koordinierung der Forschungsarbeit sowie und möglicher Maßnahmen zur Steigerung der Akzeptanz von Drohnen als Querschnittsfrage für alle AGs / Gesamtschau und Priorisierung durch Beirat

17

Kontaktmöglichkeiten

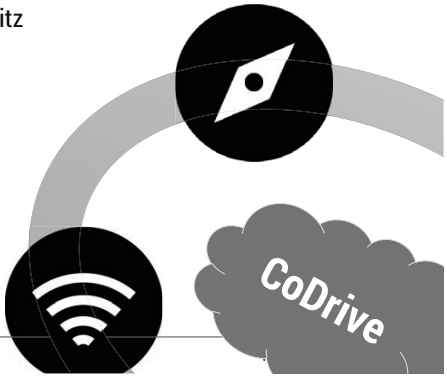
- www.uavdach.org
- norbert.lohl@uavdach.org

18

CoDrive – Cloud-Plattform für kooperatives Fahren

Daniel Markert, Fakultät für Informatik

11. November 2017, TU Chemnitz



Motivation für kooperatives Fahren

Präventiver Informationsaustausch
- Zwischen Fahrzeugen/Fahrern
- Mit Straßenrandinfrastruktur
- Mit Sensordrohnen
- Mit anderen Verkehrsteilnehmern

IuK-Plattform → CoDrive
- Globale Probleme proaktiv erkennen/prognostizieren
- Prävention durch individuelle Lösungen
- Fusion heterogener, verteilter Datenquellen
- Zukunftsreiseplanung

Nutzen für
- Individuum
- Infrastruktur
- Ressourcen und Umwelt

Fallbeispiel Stau

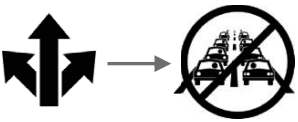
http://www.auto-service.de/

Bisher: Reaktiv

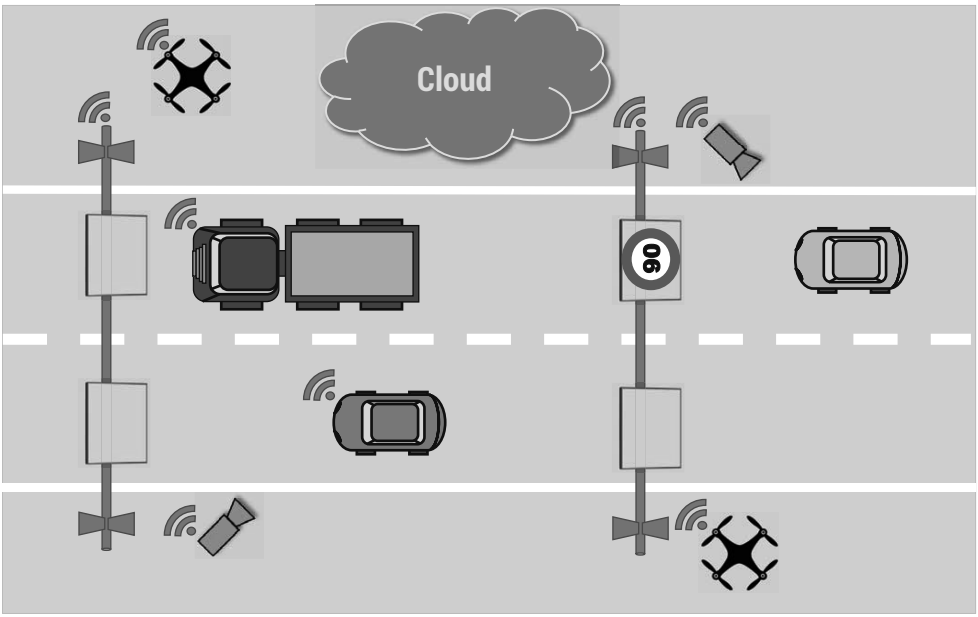
- Google Maps, TMC, Radio
- Warnung nach Stauentstehung
- Nur statistische Daten

Neu: Proaktiv

- Staurisiko erkennen/prognostizieren
- Prävention durch individuelle Anpassungen der Fahrrouten
- Fusion der Routendaten, GPS-Daten Wetterdaten, Infrastrukturdaten etc.
- Statistische und deterministische Daten

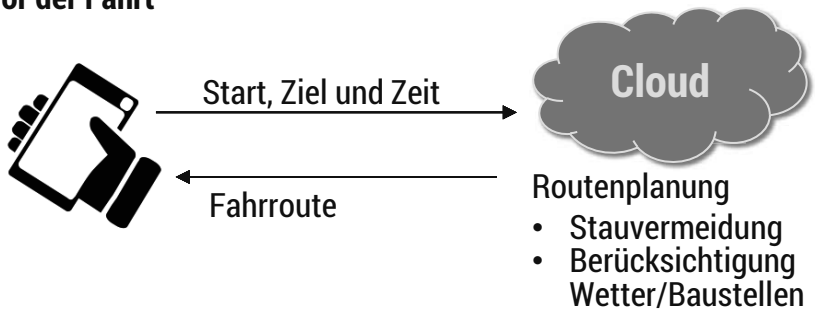


CoDrive – Kommunikationsstruktur



Datenfusion – Zukunftsdaten

Vor der Fahrt

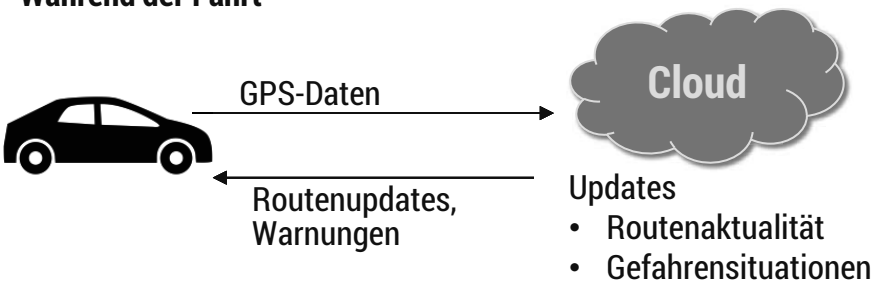


Zukunftsdaten

- Routenplanung
- Kalender
- Auftragsdaten

Datenfusion – Mobile Echtzeitdaten

Während der Fahrt



Mobile Echtzeitdaten

- GPS Positionsdaten
- Verkehrsdichte

Datenfusion – Lokale Echtzeitdaten

Während der Fahrt

Teilnehmerdetektion →

Cloud

← Informations-visualisierung

Handhabung nichtsystemischer Teilnehmer

- Reaktion auf Detektion
- Visualisierung von Meldungen
- Drohnenunterstützung für Knoten-/Gefahrenpunkte

Lokale Echtzeitdaten

- Erfassung nichtsystemischer Teilnehmer
- Information nichtsystemischer Teilnehmer
- Lokale Umweltbedingungen

CoDrive – Herausforderungen

Zukunftsdaten: globale Routenplanung
- Heterogene Datenquellen und -typen
- Optimierungskriterien: Sicherheit, Fahrzeit, Energie

Mobile Echtzeitdaten: Car-to-Cloud-Kommunikation
- Zuverlässige Protokolle unter Echtzeitbedingungen
- Bestehende Technologien

Lokale Echtzeitdaten: Straßenrandinfrastruktur
- Nichtsystemische Teilnehmer, Kommunikationsausfall
- Detektion und Informationsvisualisierung

Schwerpunktunterstützung Drohne
- Ermöglicht Erfassung detaillierter Daten an bekannten Problemknotenpunkten
- Unterstützt Detailkommunikation, z.B. Bildung Rettungsgasse

CoDrive - Vorteile

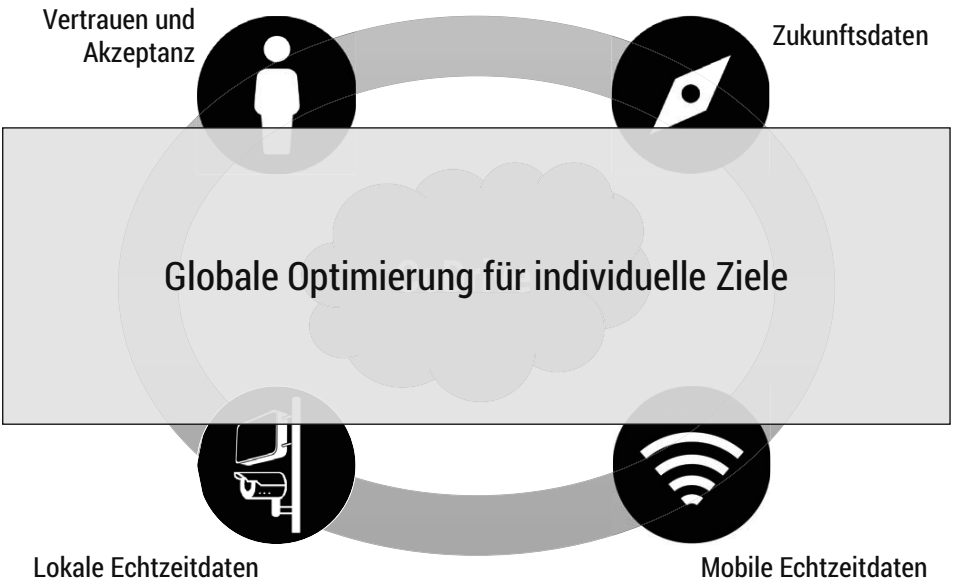
Gesellschaftspolitische Auswirkung
- Frühwarnfähigkeit bei Gefahrensituationen
- Planbarkeit des Verkehrs

Umwelt- und Ressourcenschutz
- Kürzere Fahrzeiten
- Erhöhte Energieeffizienz

Beschäftigungspolitische Auswirkung
- Modellregion für kooperatives Fahren
- Arbeitsplätze/Geschäftsideen

Vertrauen und Akzeptanz
- Ermöglicht risikofreie Annäherung zu Fahrassistenzsystem
- Vertrauensbildung durch Mensch-Technik-Interaktion

CoDrive : Cloud-Plattform für kooperatives Fahren

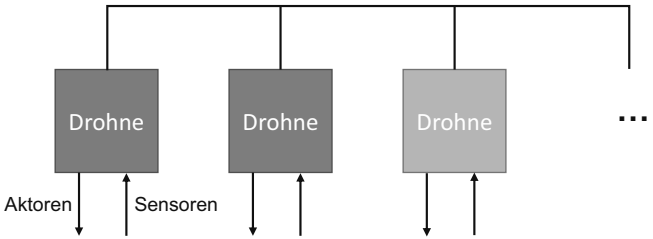


Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

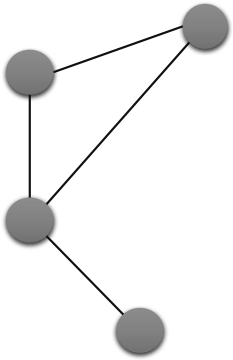
Distributed Active Objects (DiAO) – Ein Programmierparadigma für mobile verteilte Systeme

Problem

- Echtzeit, Zuverlässigkeit und Diversität
- Explizite Kommunikation fehleranfällig und kompliziert
- Verteilte aktive Objekte als Lösung

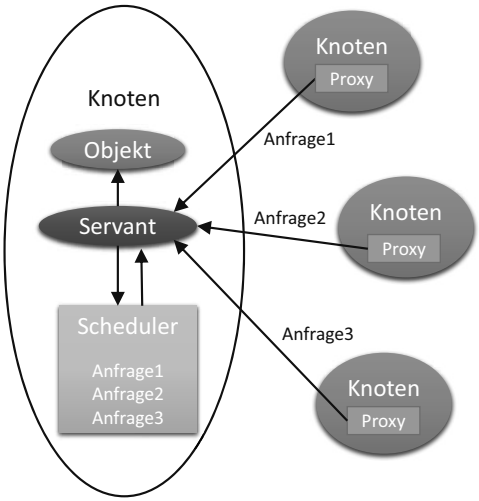


Verteilte Systeme



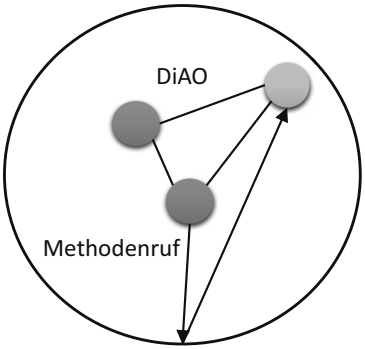
- Mehrere miteinander verbundene Knoten
- Transparenz, Effizienz, Skalierbarkeit, Verfügbarkeit
- Abstraktion durch Middleware
- Automatisierte Versprechen von Eigenschaften

Aktive Objekte



- Mehrere Knoten mit entfernten Objekten
- Trennung von Methodenruf und -ausführung
- Abstraktion von komplizierter Kommunikation
- Nebenläufigkeit und zeitlich abgestimmter Zugriff

Verteilte Aktive Objekte – Grundgedanke



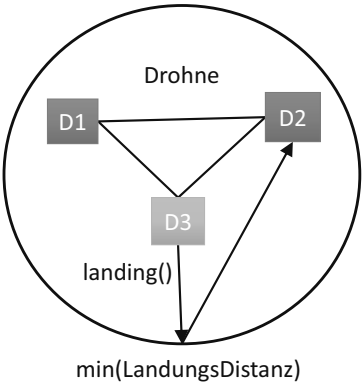
- Verteiltes System als ein Objekt
- Gleichberechtigte Knoten
- Wahl optimaler Knoten durch Constraints auf Basis des globalen Zustandes
- Verteilter Kontrollfluss

Verteilte Aktive Objekte – Ziel

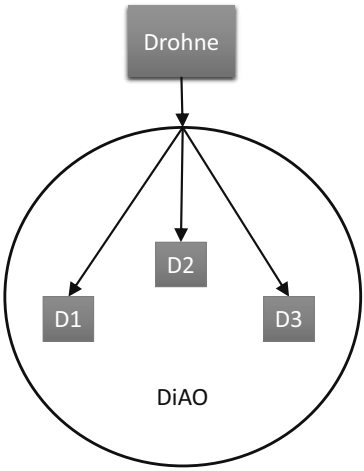
```
class Drohne {
      float LandungsDistanz;
      (int, int) LandePosition;

      @Require(min(LandungsDistanz))
      landing() { // lande }

      eventLoop() {
            // …
            this.landing();
      }
}
```

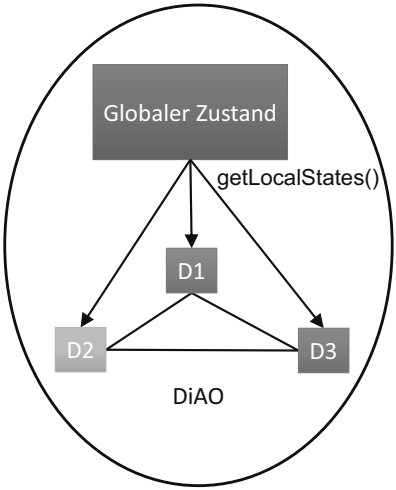


Prototypische Umsetzung - Initialisierung



- Verteilung Klassendefinition
- Erreichbarkeit der Knoten untereinander durch RPC-Middleware
- Gegenseitige Zustandsänderungen durch Methodenrufe
- Änderung von Eigenschaften zur Laufzeit

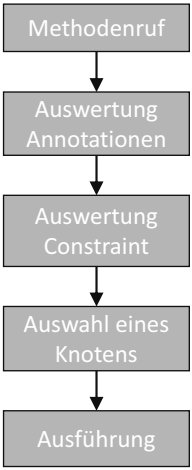
Prototypische Umsetzung - Globaler Zustand



- Objekt, das periodisch lokale Zustände ausliest
- Speicherung Knoteninformationen in invertierter Liste

Attributname	Werte	Proxies
LandungsDistanz	13.4 2.1 15.6	Proxy2 Proxy1 Proxy3
LandePosition	(13, 14) (1, 5)	Proxy1, Proxy2 Proxy3

Prototypische Umsetzung – Constraints



- Bindung an Methoden durch Annotationen
- Auswahl von Knoten nach seinen Eigenschaften
- Durch entfernte Methodenrufe verteilter Kontrollfluss

Prototypische Umsetzung – Constraints

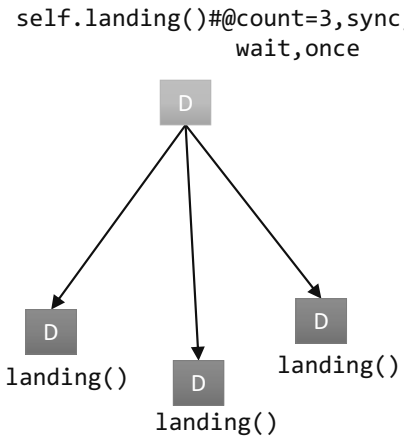
Attributname	Werte	Proxies
LandungsDistanz	13.4 2.1 15.6	Proxy2 Proxy1 Proxy3

[13.4, 2.1, 15.6]

```
def minDist(self, ld : “LandungsDistanz“):
        return {“ld“ : [min(ld)]}

@Require(minDist)
def landing(self):
        # Landung durchführen
```

Prototypische Umsetzung – Aktivierung



- Trennung von Ruf und Ausführung
- Einführung Zwischeninstanz
- Aktivierung durch Bindung von Parametern an Methodenruf
- Synchronität, Vielfachheit, Forcierung, Anzahl

Prototypische Umsetzung – Aktivierung

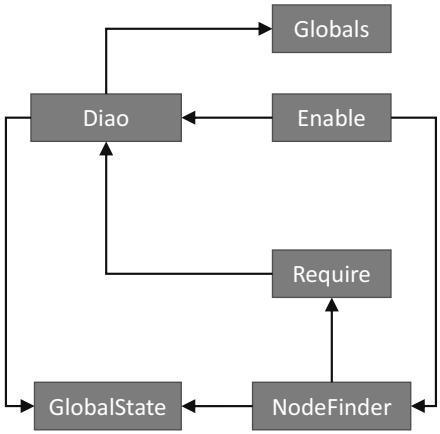
```
def minDist(self, ld : “LandungsDistanz“):
      return {“ld“ : [min(ld)]}

@Enable()
def eventLoop(self):
      self.landing()#@sync@LandungsDistanz=ld
```

[2.1]

Attributname	Werte	Proxies
LandungsDistanz	13.4 2.1 15.6	Proxy2 Proxy1 Proxy3

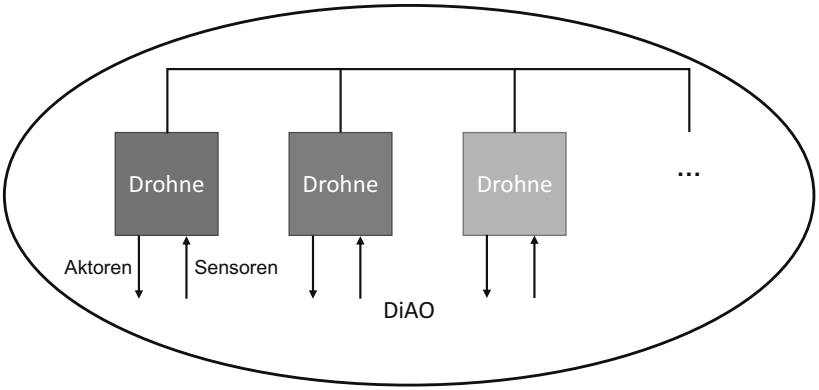
Überblick



- Python
- Python Remote Objects (PyRO)
- Dekoratoren
- Parameter-Annotationen

Zusammenfassung

- Verringerung Kompliziertheit der Knotenkoordination
- Abstraktion von Verteiltheit

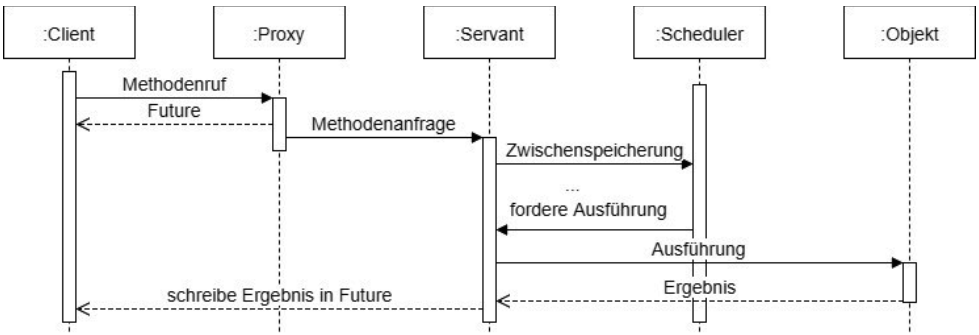


Quellen

- Matthias Werner and Peter Tröger. Verteilte Betriebssysteme. Kapitel 2. Charakterisierung verteilter Systeme. http://osg.informatik.tu-chemnitz.de/lehre/dos/dos-02-Charakterisation-handout_de.pdf. Last Accessed: 29.10.2017.
- Matthias Werner and Peter Tröger. Verteilte Betriebssysteme. Kapitel 3. Architekturen. http://osg.informatik.tu-chemnitz.de/lehre/dos/ dos-03-Architekturen-handout_de.pdf. Last Accessed: 29.10.2017.
- Daniel Graff, Jan Richling, Tammo M. Stupp, and Matthias Werner. 8th ieee international conference and workshops on engineering of autonomic and autonomous systems. In Distributed Active ObjectsA Systemic Approach to Distributed Mobile Applications, 2011.
- Greg R. Lavender and Douglas C. Schmidt. Active object - an object behavorial pattern for concurrent programming. 1996.

Aktive Objekte

- Asynchrone Methodenrufe
- Trennung von Ruf und Ausführung einer Methode



HEXAPILOTS®
UNMANNED AERIAL SERVICES

IBS Workshop Drohnentechnologie - Konzepte und Anwendungen
Laubusch, 08-10.11.2017

Dr. Axel Weckschmied

VORSTELLUNG

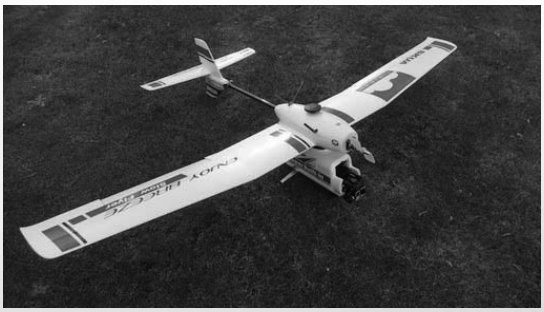
Vorstellung HEXAPILOTS

- als **Geschäftsbereich** des *Ingenieurbüro Dr.-Ing. Axel Weckschmied* im November 2011 gegründet
- Haupt-Geschäftsinhalte
  - **Photogrammetrie / Vermessung**
  - **Land-/Forstwirtschaft**
  - **Hochspannungs-Leitungsbau**
  - **UAS-Bau / Spezialbau**
  - **SW/HW-Entwicklung/Anpassung**

Koptertechnik

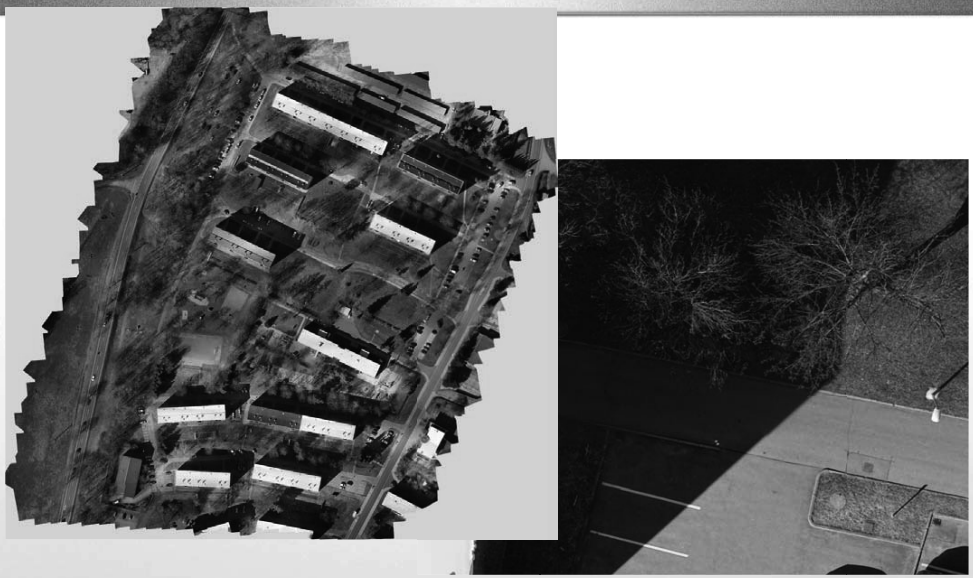
WOMIT arbeiten wir

- **Kopter** - Quadro- und Hexakopter
- **Flächenflieger** (Motorsegler)



Photogrammetrie / Vermessung

Das Projekt - Flächenvermessung

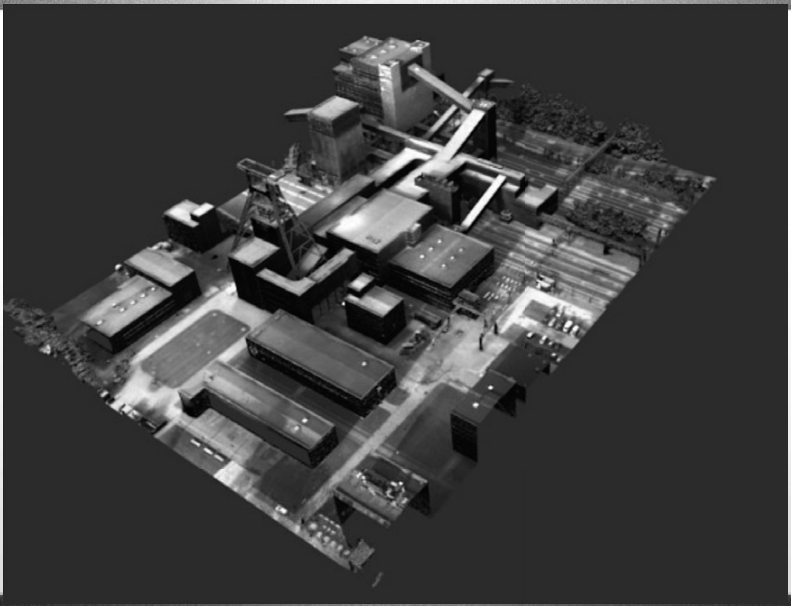


Georeferenziertes Orthomosaik (GOF)

Daten-Auswertung

Das Projekt - 3D-Modellierung/Vermessung

Densed Point Cloud



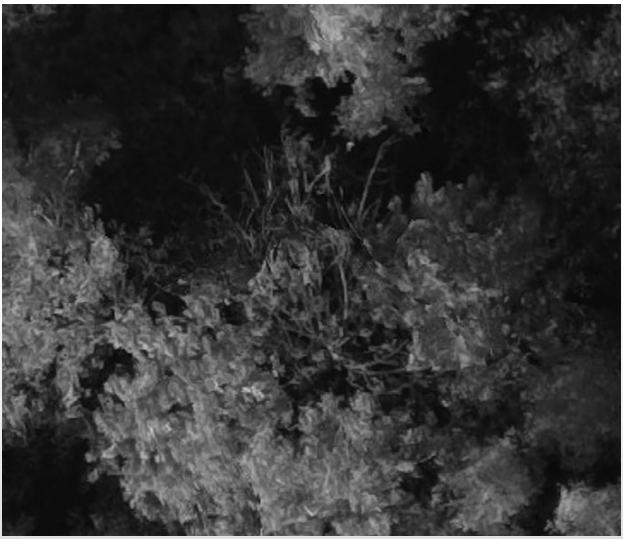
3D - Oberflächenmodell

Land- / Forstwirtschaft

Bestimmung Forstschäden

Georeferenziertes Orthomosaik (GOM)

Land- / Forstwirtschaft



Detektion der Schadstellen (Geo-Koordinaten)

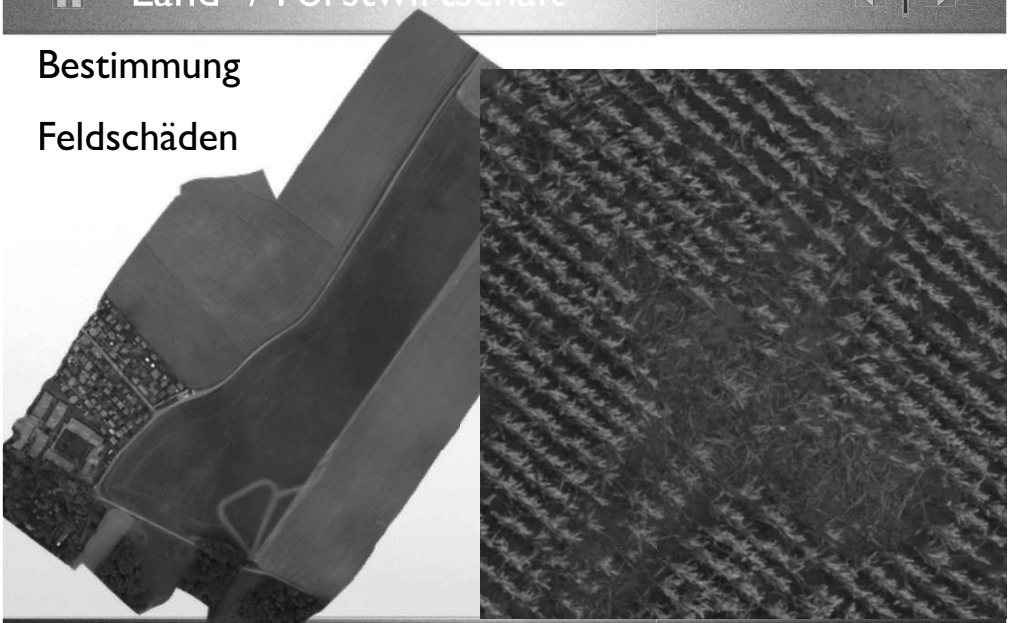
Land- / Forstwirtschaft

optional: Vegetationsindex (GOM)

Land- / Forstwirtschaft

Bestimmung

Feldschäden



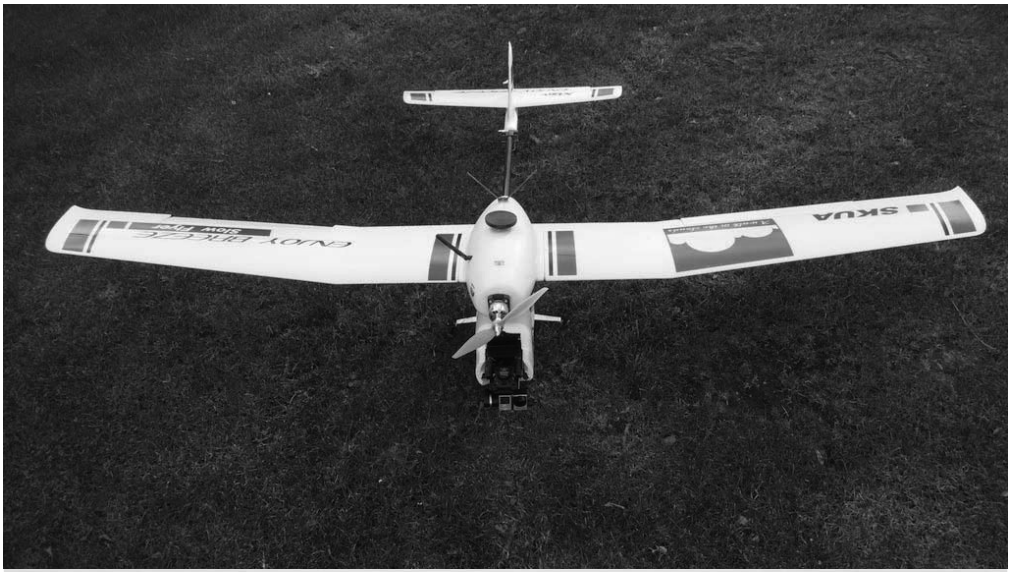
Georeferenziertes Orthomosaik (GOM)

Land- / Forstwirtschaft

Quantifizierung und Klassifizierung der Schadstellen

Land- / Forstwirtschaft

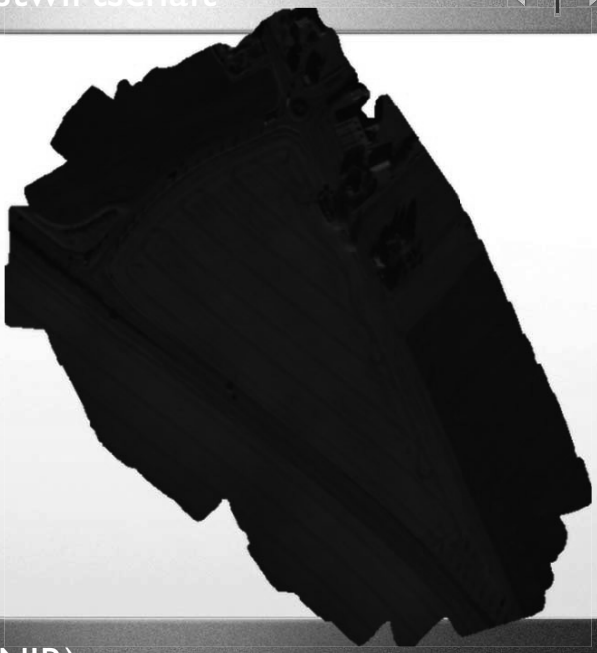
Yuneec Typhoon H520



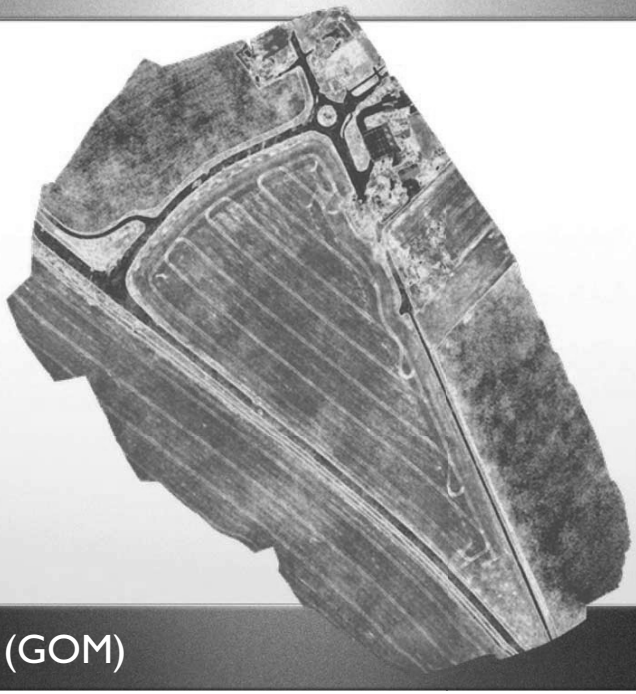
HP-SKUA Endurance

Land- / Forstwirtschaft

Vegetationsindex

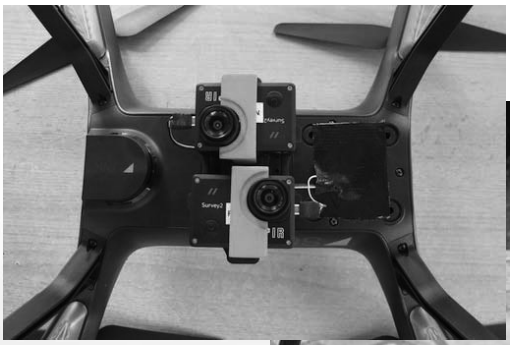


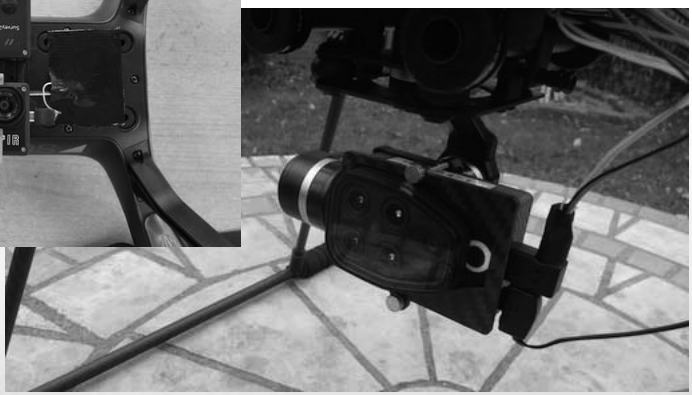
GOM (ROT + NIR)



NDVI (GOM)

Land- / Forstwirtschaft





MAPIR Survey2 Cam

Parrot Sequoia

Land- / Forstwirtschaft

Biologischer Pflanzenschutz - Maiszünslerbekämpfung

Land- / Forstwirtschaft

Die Herausforderung - jeder Schlag ist anders!

Die Technik

Land- / Forstwirtschaft

Die Technik

Land- / Forstwirtschaft

Geschafft :-)

Land- / Forstwirtschaft

Die Belohnung ;-)

Hochspannungs-Leitungsbau

Hochspannungs-Leitungsbau

Vorleinen-Flug

WO machen wir das?

Hindernisse Ortschaften

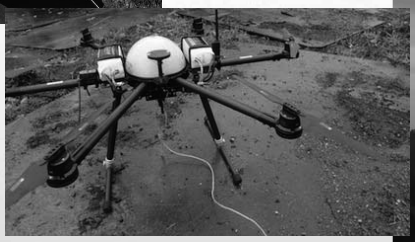
Hochspannungs-Leitungsbau

Arbeiten unter Spannung

Verkehrswege

Hochspannungs-Leitungsbau

WIE machen wir das?



WANN machen wir das?

Bei (fast) jedem Wetter!

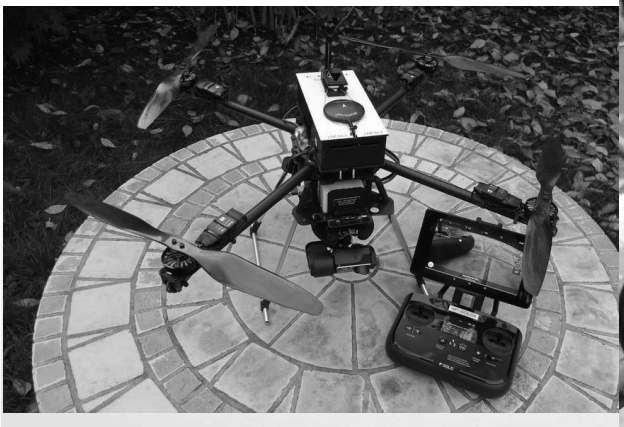
UAS-Bau / Spezialbau

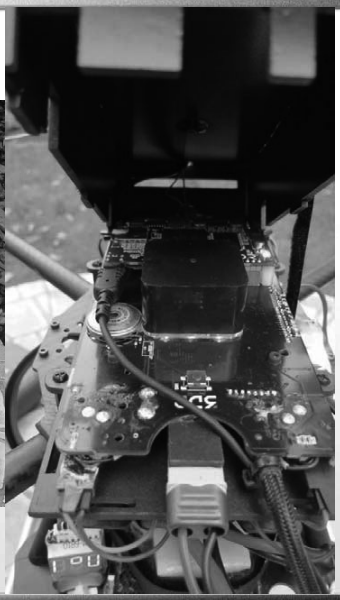
UAS - Bau Produktlinien

SKUA Endurance
X6-E800

X4-E1200
X6-E1200

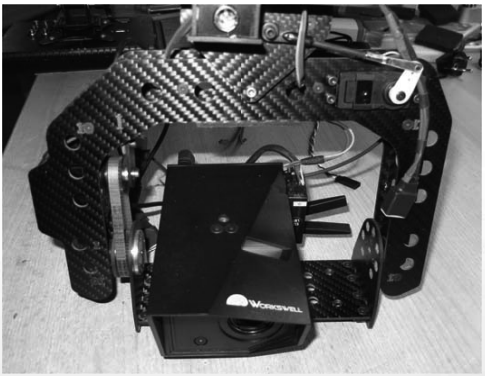
UAS - Bau Testplattformen





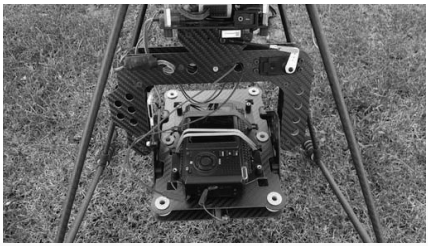
Testplattform auf Basis 3DR-Solo

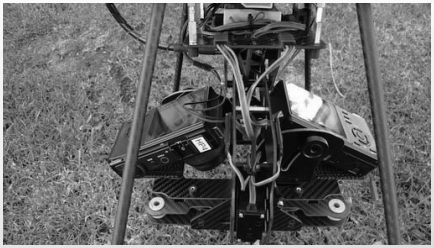
brushless (Sequoia)



Servo 90° (WIRIS)

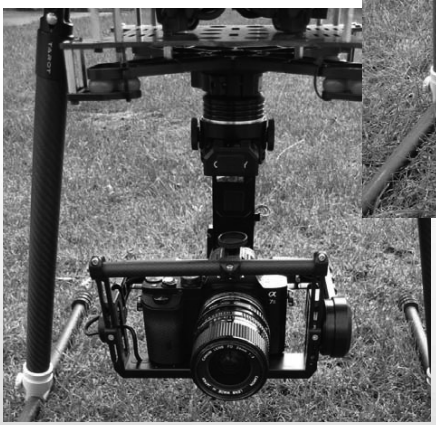
NADIR - „Wackelplatte“ (Sigma Quattro SD)





NADIR - Single-/Doppelgimbal

UAS - Bau Gimbal



Gremsy H3 brushless (Sony Alpha7)

Tricho-Dropper® Seilhaken

Software / Hardware - Entwicklung / Anpassung

SW/HW - Entwicklung / Anpassung

- **Software**, z.B.
  - Flugsteuerung
  - Telemetrie
  - LUA-Skripte
  - Applikationen
- **Hardware**, z.B.
  - Aktuatoren
  - Sensoren
  - Kameraumbau (Auslöser / NIR)

Setzen Sie auf unsere **Erfahrung**, unser **Können** und unsere **Kompetenz**.

HEXAPILOTS®
UNMANNED AERIAL SERVICES

www.hexapilots.de

IBS Scientific Workshop Proceedings

Die Stiftung Internationales Informatik- und Begegnungszentrum Sachsen (IBS) fördert die interdisziplinäre Vernetzung von Informatik-Expertisen auf nationaler und internationaler Ebene. Für wissenschaftliche Begegnungen und fachlichen Austausch bietet die Stiftung IBS ein ideales Umfeld. Die Stiftung IBS koordiniert und organisiert Konferenzen, Workshops und Seminare zur Förderung des wissenschaftlichen Dialogs.

Die wissenschaftliche Schriftenreihe *IBS Scientific Workshop Proceedings* veröffentlicht begutachtete Beiträge der IBS-Veranstaltungen. Die einzelnen Bände der wissenschaftlichen Schriftenreihe sind auch online auf der Webseite der Stiftung IBS kostenfrei als open access Publikation erhältlich.

Die *IBS Scientific Workshop Proceedings* stellen dauerhaft die präsentierten Ergebnisse der IBS- Veranstaltungen bereit.

Vorwort

Der vorliegende Band der *IBS Scientific Workshop Proceedings* veröffentlicht die Beiträge zum IBS Workshop Drohnen-Technologie – Konzepte und Anwendungen vom November 2017. Der Workshop führte Experten aus Industrie und Forschung zusammen und ermöglichte so den informellen Austausch. Mit Fachvorträgen und Demonstrationen wurden wegweisende Impulse für den Megatrend der Drohnen-technologie vermittelt. Verschiedenste Anwendungsfelder der Drohnentechnologie wie zum Beispiel in der Gebäude- und Gleisüberwachung, der Landwirtschaft oder auch der Emissionsüberwachung wurden betrachtet. Mit dem Workshop werden Netzwerke zwischen den verschiedenen Akteuren gefördert, wobei die anregenden Gespräche und fachlichen Diskussionen zu neuen Lösungsansätzen und Kooperationen führen.

Editorial Board

- Dr. Ariane Heller
  Technische Universität Chemnitz
- Dr. André Meisel
  Technische Universität Chemnitz
- Prof. Dr. Wolfram Hardt, Editor-in-Chief
  Technische Universität Chemnitz, Stiftung IBS

www.ibs-laubusch.de

IBS Scientific Workshop Proceedings

IBS Workshop Drohnen-Technologie – Konzepte und Anwendungen 2017

Inhalt

Adaptive Research Platform for Multicopter Missions…….....3
Blokzyl S., TU Chemnitz

Multibildbasierte Objektinspektion……15
Blokzyl, S., TU Chemnitz

UAV-Einsatz bei der DB AG……..... 31
Finkbeiner M., Deutsche Bahn AG

GPS / GNSS Performance Testing zur Verbesserung der Flugsicherheit bei UAV / UAS……...…….43
v. Hünerbein K., Lange-Electronic GmbH

Urban Air Mobility – Trends & Challenges…… …….....57
Kaiser J., Bauhaus Luftfahrt

UAV DACH der deutschsprachige Verband der unbemannten Luftfahrt……...66
Lohl N., UAV DACH

CoDrive – Cloud-Plattform für kooperatives Fahren……75
Markert D., TU Chemnitz

DiAO – Ein Prograsmmierparadigma für mobile verteilte Systeme……88
Richter M., TU Chemnitz

Technische Anwendungen von Multikoptern……..……96
Weckschmied A., Hexapilots

Adaptive Research Platform for Multicopter Missions

Prof. Dr. W. Hardt | Dr.-Ing. A. Heller | Dipl.-Inf. M. Lippmann | M.Sc. B. Battseren | Dipl.-Ing. S. Blokzyl | B.Sc. S. Ahmed

AREIOM Demonstrator

IBS Workshop Drohnentechnologie – Stiftung Internationales Informatik- und Begegnungszentrum Sachsen, Lauta/Laubusch

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ
Department of Computer Science
Chair of Computer Engineering
Informatik

Agenda

1. The Adaptive Research Multicopter Platform AREIOM
2. Mission Adaptability using Expert Systems
3. Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard
4. Application Examples

The Adaptive Research Multicopter Platform AREIOM

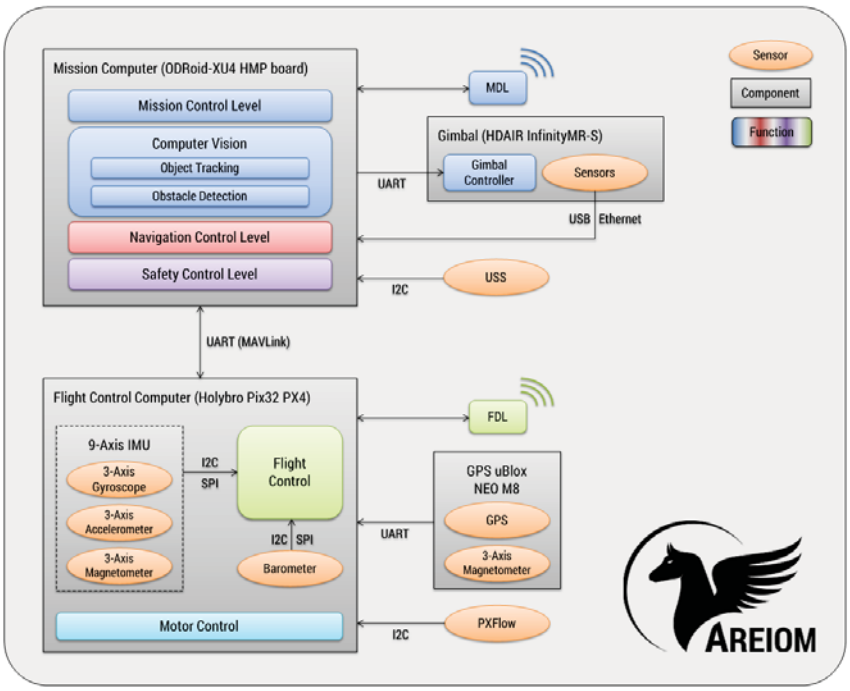
The Adaptive Research Multicopter Platform AREIOM

- Specification
  - Holybro Pix32 PX4 2.4.6 flight control w/ GPS NEO M8
  - ArduCopter flight control firmware v3.4.6
  - Mission Planner-based ground control station
  - H/W/D 54cm x 106cm x 98cm
  - 4.2kg take-off weight w/o mission sensors/computer
- Research activities
  - On-board real-time data exploitation
  - Decision making and active perception
  - Hardware-software-co-design
  - Mission safety supervision

The Adaptive Research Multicopter Platform AREIOM

- Mission Sensor Components
  - PX4Flow sensor
  - MaxSonar ultrasonic sensors
  - Microsoft HD-3000 multi-purpose camera
  - Basler ACE 1300-30gc colour camera for inspection imaging
- Mission Computing Architectures
  - Various ARM single board computers
  - Digilent Zybo Zynq-7000 ARM/FPGA SoC
  - Intel NUC 6i5SYK Intel i5 low-energy computer
  - X ILINX FPGAs/SoCs (Zynq-, Kintex-, Virtex-families)

The Adaptive Research Multicopter Platform AREIOM

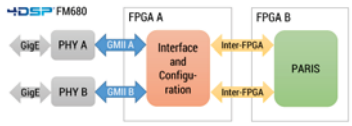


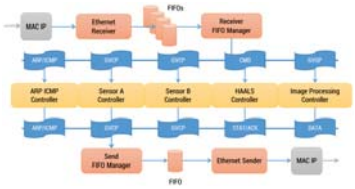
Multi-level architecture w/

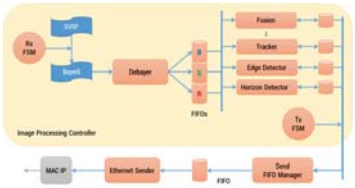
- Mission Control
- Navigation Control
- Safety Supervisor
- Flight Control

AREIOM Research Objectives

- On-board real-time data exploitation of high-resolution mission sensor systems
- Decision making and active perception for navigation and automated mission execution
- Hardware-software-co-design for reliable flight control and multi-sensor signal processing
- Mission safety supervision to guarantee anytime safe autonomous mission execution
- FPGA-based hardware-acceleration for energy-efficient, high-performance on-board computing







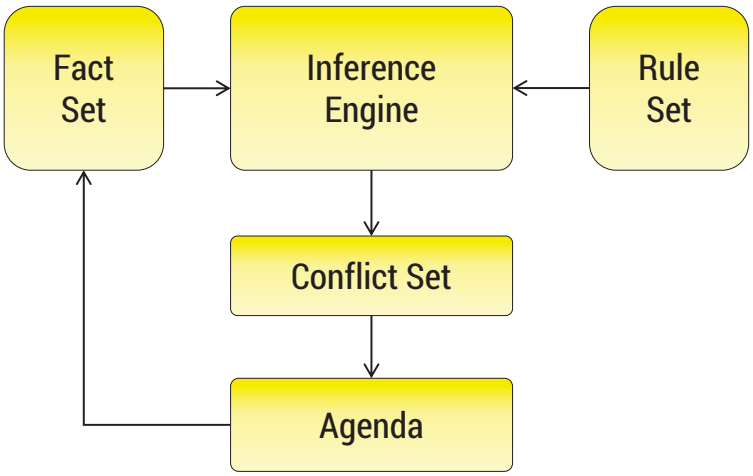
Mission Adaptability using Expert Systems

Alternatives for Mission Adaptability

- **Machine Learning (ML)**
  - Machines learn from examples
  - ML applied if
    - Solution description difficult
    - Variety coverage difficult

- **Expert System (ES)**
  - Machine emulates the *decision making* capability
  - ES applied if
    - Describable solution
    - Variety coverage possible

Mission Adaptability using Expert Systems - Concept



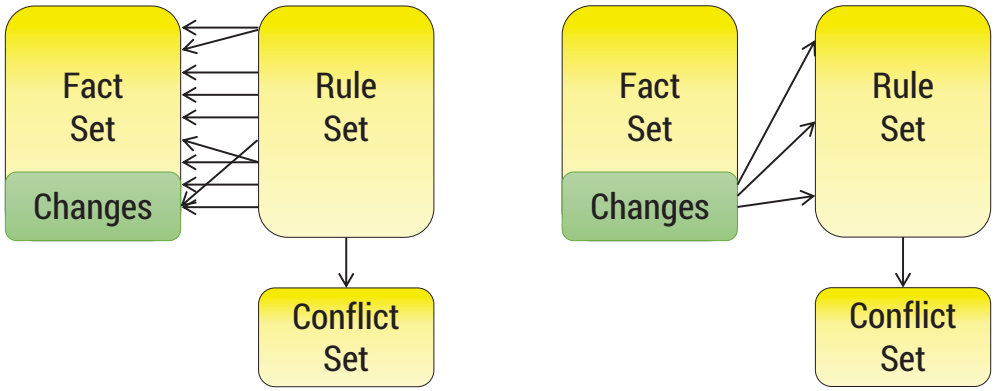

```
R0:
IF
CE1 CE2  CE3
THEN
Actions

R1:
...
```

Mission Adaptability using Expert Systems - Inference Engine

Inference Engine Optimisation w/ RETE

- Temporal Redundancy



Mission Adaptability using Expert Systems - Inference Engine

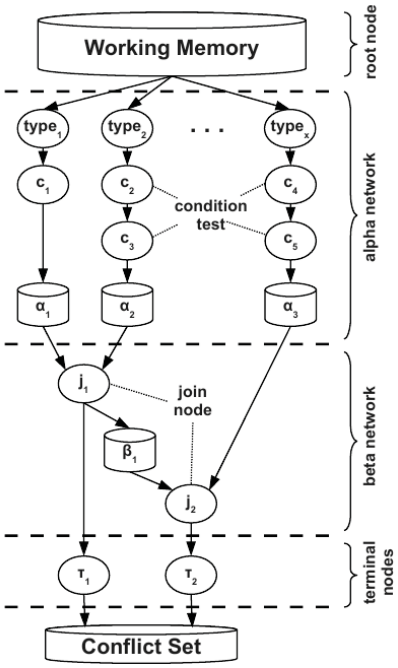
Inference Engine Optimisation w/ RETE

- Temporal Redundancy

  → Incremental matching of rules and facts focusing fact *changes* only

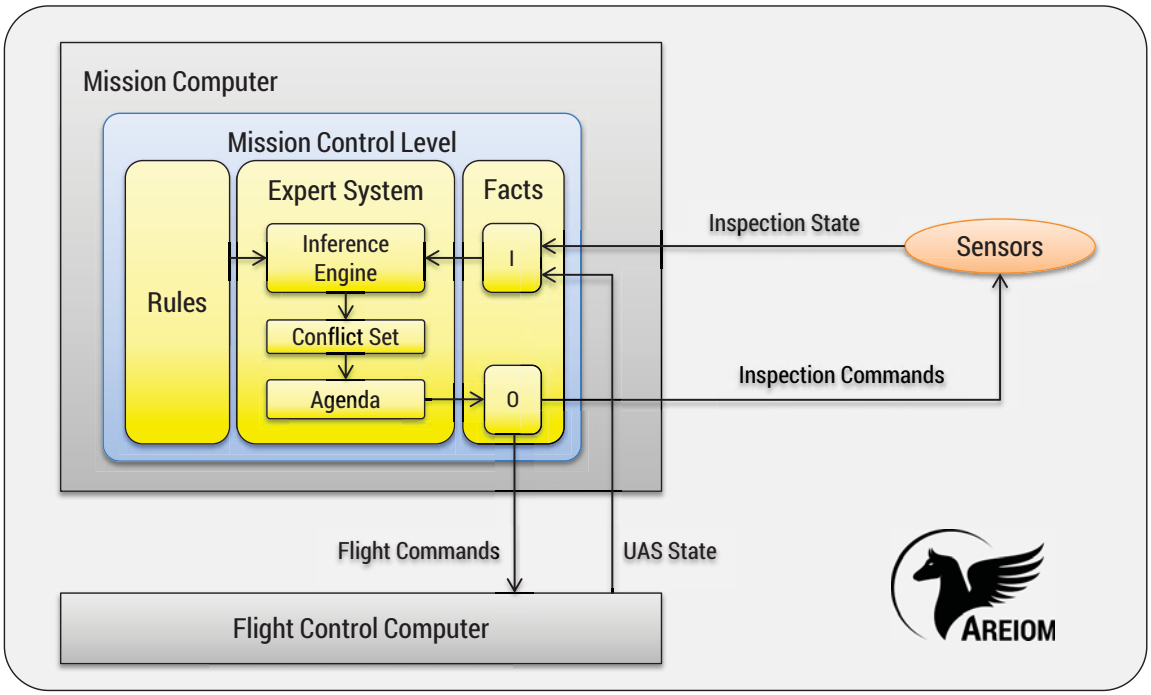
- Structural Similarity

  → Avoiding double-checking of common conditions accelerates decision making



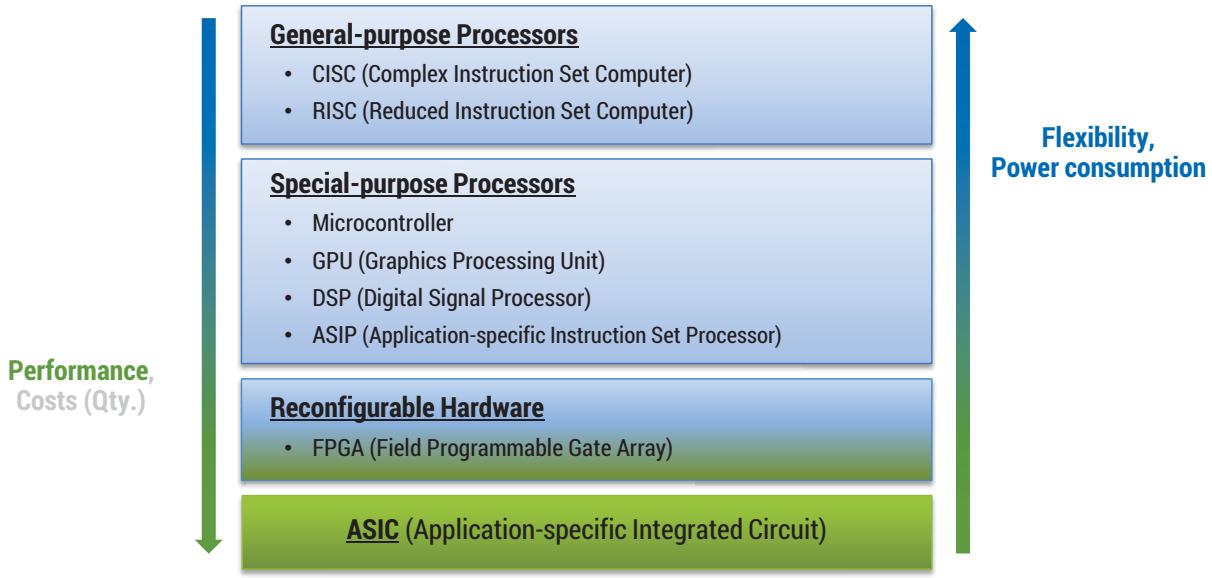
Cp. Halbig *et al.* "A New Real-time Decision-Making Approach for Certifiable Unmanned Systems", 2011

Mission Adaptability using Expert Systems - Realisation

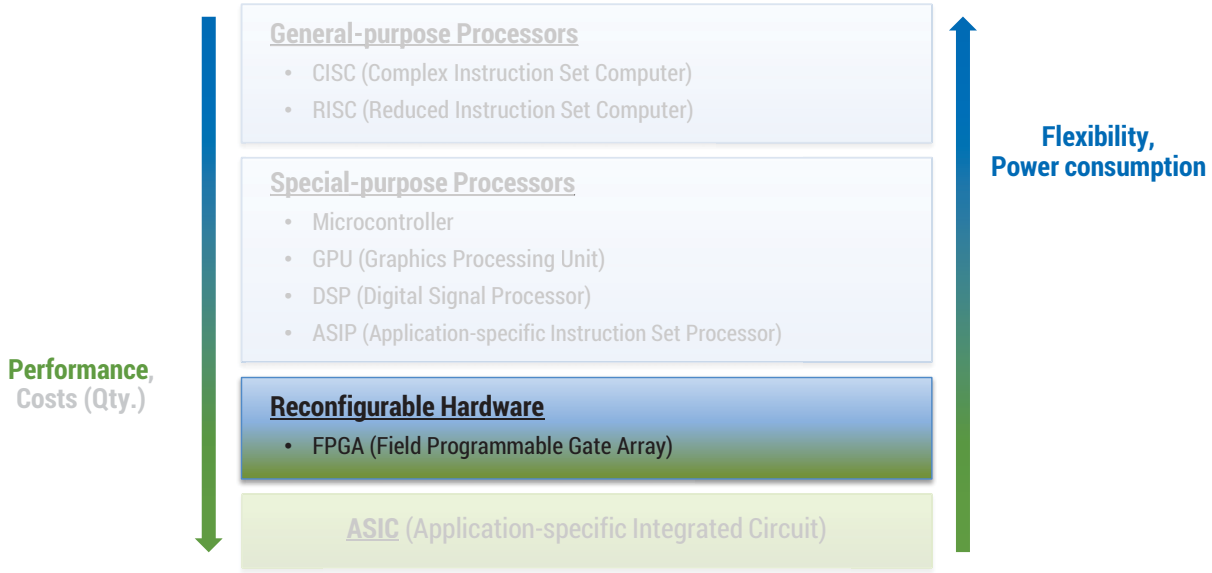


Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard

Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard

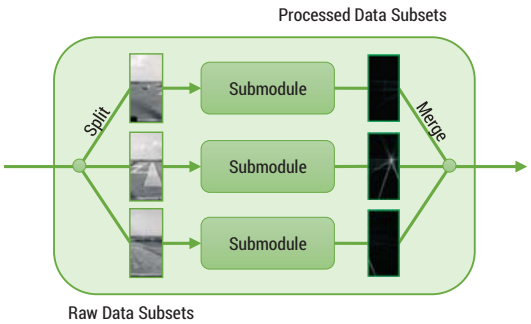


Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard



Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard

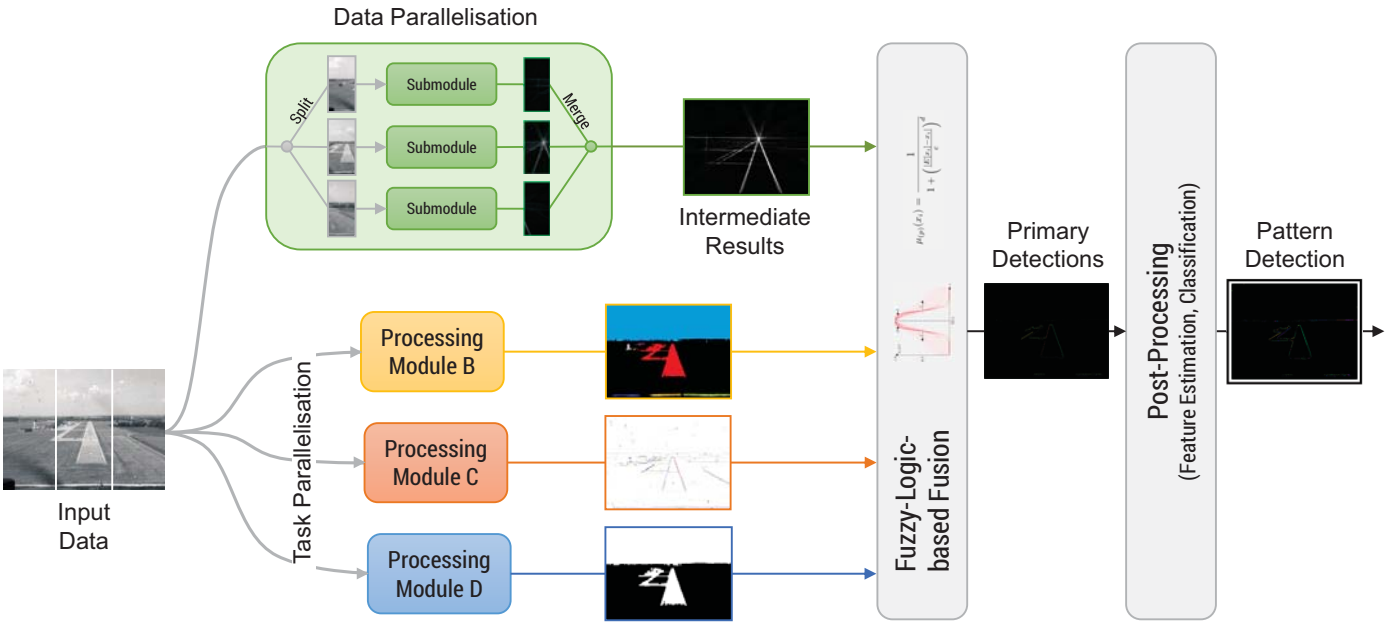
- Data Parallelisation
  - Splitting large-scale sensor data
  - Homogeneous processing modules
  - Speedup due to workload distribution



- Task Parallelisation
  - Heterogeneous processing modules
  - Low-level processing methods (weak detectors)
  - Fusion/aggregation of intermediate results/detections

→ Raise of robustness of weak detections using information fusion

Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard



Hardware-accelerated High-performance Processing Aboard

Parallelisation Architecture for Real-time Image Processing and Sensor Data Fusion

+ System **flexibility** through modularisation and static/dynamic in-system re-configurability
+ Result **quality enhancement** and significant process **acceleration** by multivariate, simultaneous exploitation
+ **Real-time** image data exploitation through determinability of worst-case execution time
+ Result **predictability** by use of deterministic algorithms including safety and confidence qualification
+ **Certifiability** for safety-critical applications

Application Examples

Computer Vision-based UAS Autoland Sensor

- Application of stereo image sensor and FPGA technology
- Image exploitation for high-accurate localisation of an unmanned aerial vehicle during final approach phase
- Cooperation with AIRBUS and renowned research partners

Multicopter-based Automated Power Line Inspection (APOLI)

- Inspection Tasks
  - Transmission line damage assessment (red)
  - Detection of electrical short damages (green)
  - Crack and glass breakage detection (orange)
- Challenges
  - High-accuracy inspection using ultra-high-resolution camera sensors
  - Strong influence on conventional navigation sensors (GPS, compass) due to strong electromagnetic fields near transmission line
  - On-board high-resolution image data exploitation for
    - → Copter navigation and flight and gimbal control
    - → Real-time damage assessment

Multicopter-based Automated Power Line Inspection (APOLI)

- Inspection Tasks
  - Transmission line damage assessment (red)
  - Detection of electrical short damages (green)

- Strong influence on conventional navigation sensors (GPS, compass) due to strong electromagnetic fields near transmission line
  - On-board high-resolution image data exploitation for
    - → Copter navigation and flight and gimbal control
    - → Real-time damage assessment

Multibildbasierte Objektinspektion

Prof. Dr. W. Hardt | Dr.-Ing. A. Heller | Dipl.-Inf. M. Lippmann | M.Sc. B. Battseren | Dipl.-Ing. S. Blokzyl

Ein Anwendungsbericht

IBS Workshop Drohnentechnologie – Stiftung Internationales Informatik- und Begegnungszentrum Sachsen, Lauta/Laubusch

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ
Fakultät für Informatik
Professur für Technische Informatik
Informatik

Agenda

1. **Automatisierte Hochspannungsleitungsinspektion APOLI**
   Ausgangslage und Herausforderungen
   Zielstellungen
2. **Koptersetup**
3. **Inspektionsmission**
4. **Datenbasis**
5. **Next Steps**

Ausgangslage

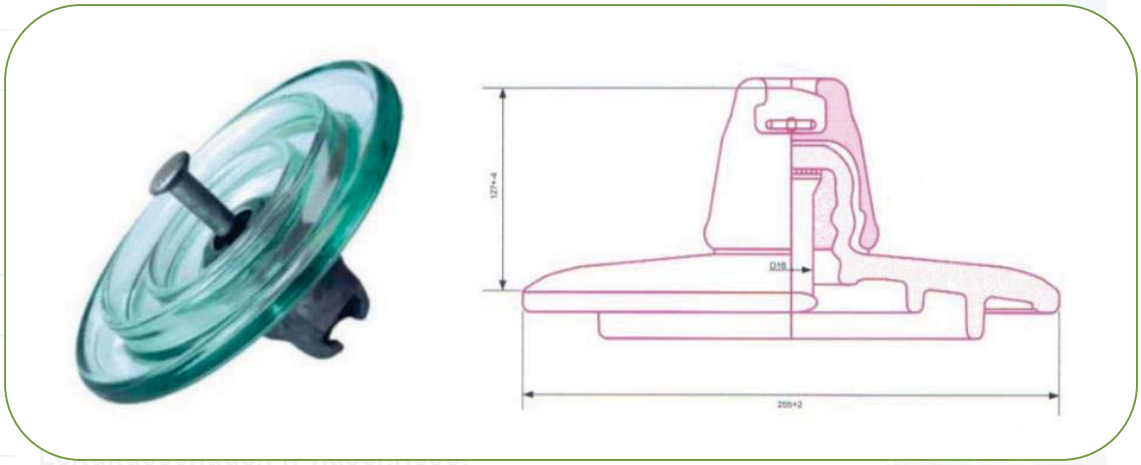
- Kontinentale Klimabedingungen in Mongolei
- Schnelle Obsoleszenz elektrischer Verteilungsnetze
- Expertenbasierte, manuelle Inspektion schwierig, fehleranfällig und langwierig (Erreichbarkeit, Inspektionsgenauigkeit)

Ausgangslage

- Idee der multikopterbasierten Inspektion von
  - Masten und Isolatoren
  - Leitungen sowie Verbindungen
- Computer Vision-basierte Erkennung unterschiedlicher Schäden
  - Materialschwäche (Verfärbung)
  - Kurzschlussspuren
  - Bruch- und Rissschäden
  - Leitungsschäden (Phasenrisse)

Ausgangslage

- Idee der multikopterbasierten Inspektion von



Ausgangslage

- Idee der multikopterbasierten Inspektion von
  - Masten und Isolatoren

  - Leitungsschäden (Phasenrisse)

Herausforderungen

- Inspektion im laufenden Betrieb zur Vermeidung kostenintensiver Wartungszeit, hoher Ausschalt-/Anlaufkosten, sowie elektrischer Verluste

  → Starke elektromagnetische Felder

  → Beeinflussung konventioneller Navigationssensorik (Kompass, GPS, Beschleunigungs- und Lagesensorik)

  → Bildbasierte Koptersteuerung, Navigation und Gimbalregelung nötig

- Kontaktlose, kamerabasierte Inspektion, Schadenbegutachtung sowie geeignete Dokumentation

  → Echtzeitfähige Verarbeitung hochauflösender Inspektionssensoren

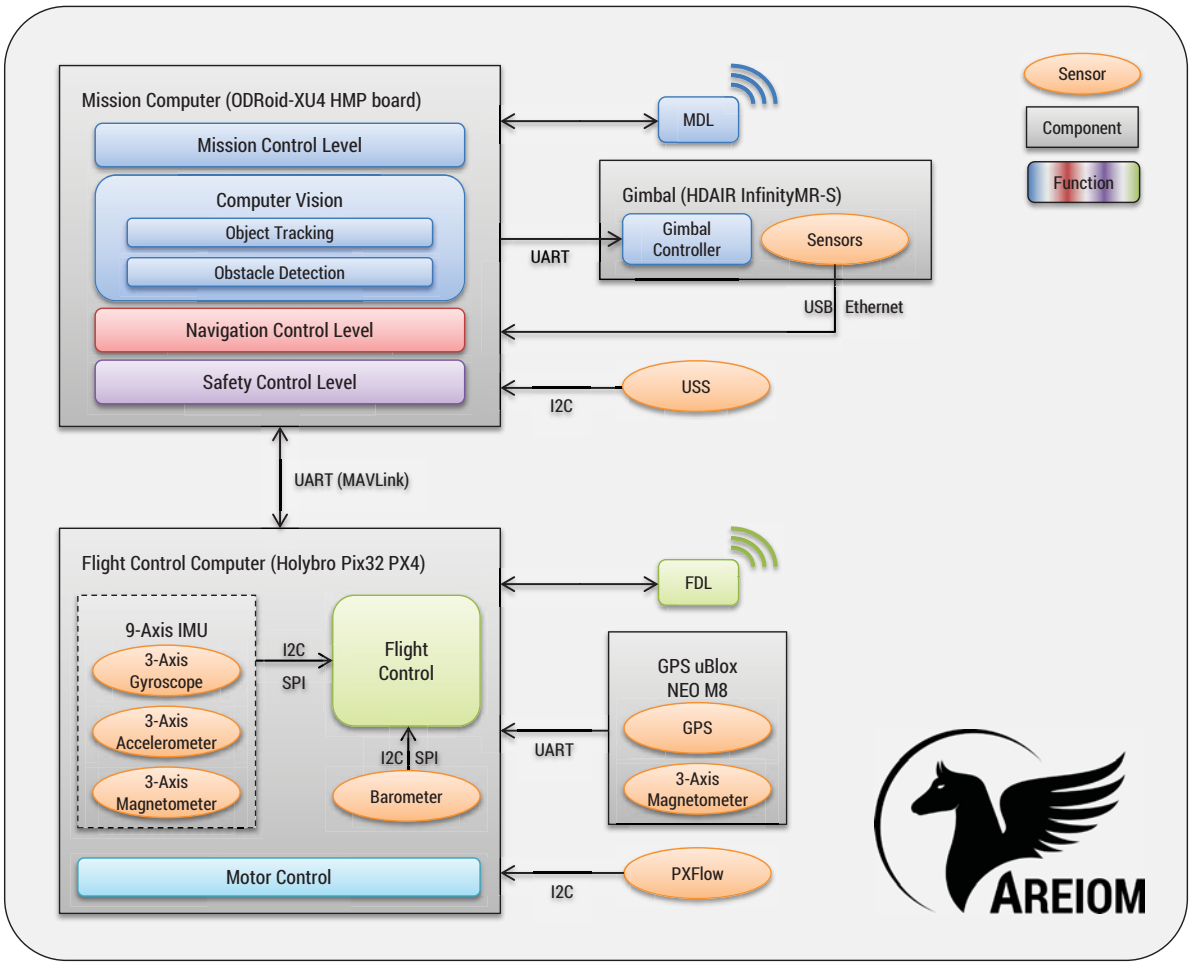
Zielstellungen

- Lösungsentwicklung für
  - Echtzeitfähige, kamerabasierte Navigation mithilfe niedrig auflösender Sensorik
  - Zuverlässige On-Bordverarbeitung hochauflösender Inspektionssensordaten
  - Missionssteuerung und -automatisierung unter sicherheitskritischen Einsatzbedingungen (UAV und inspizierte Infrastruktur)

- Vollautomatisierte, multikopterbasierte Inspektionslösung (NHTSA Level 4)
  - Übernahme aller Aufgaben durch System (UAV)
  - Keine Überwachung durch Operateur nötig
  - Eingreifen des Operateurs zur keiner Zeit notwendig

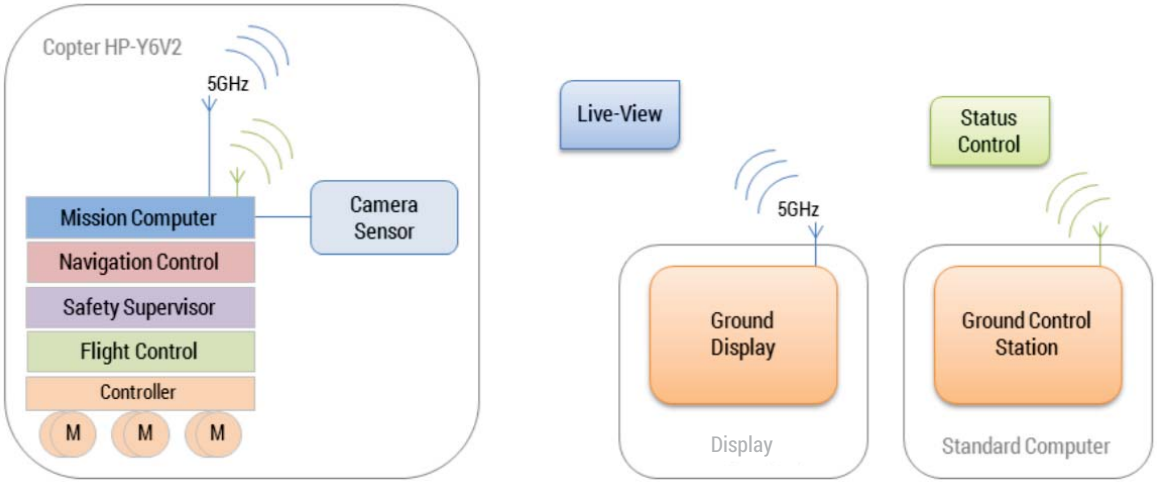
Zielstellungen

- On-bord-Echtzeitverarbeitung hochauflösender Bilddaten
- Entscheidungssystem und aktive Perzeption zur Navigation und vollautomatisierten Missionsausführung
- Einsatz hybrider Verarbeitungsarchitekturen (SoCs) sowie Hardware-Software-Co-design-Strategien zur sicheren Flugführung und Missionssensordatenverarbeitung
- Einsatz von rekonfigurierbarer, integrierter Schaltungstechnologien zur energieeffizienten Beschleunigung von On-Board-Datenverarbeitung
- Schicht zur Überwachung und Absicherung der Missionsausführung zur Erhaltung von Integrität und Safetykonformität



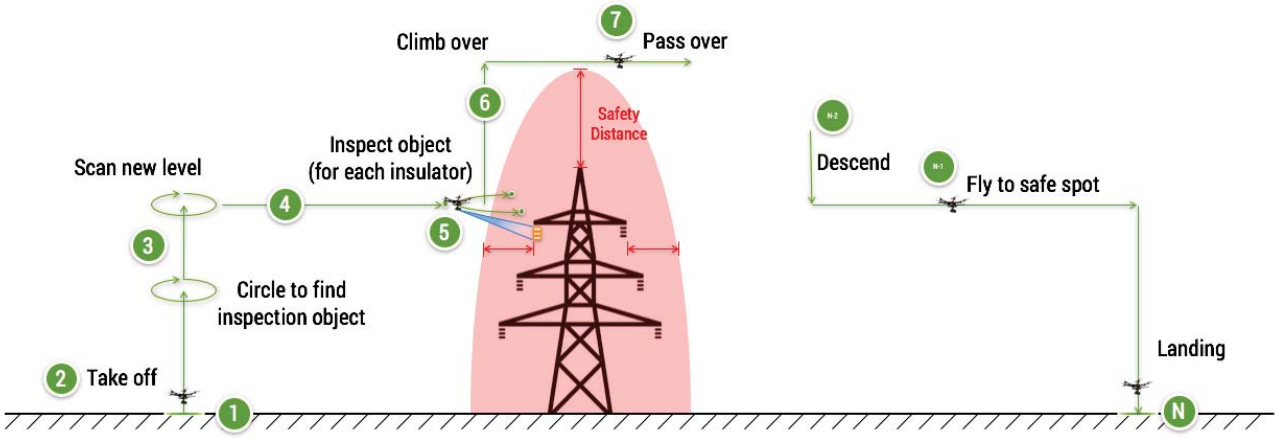
Setup der APOLI Feldstudie

- Hauptkomponenten des Hardwaresetups
  - Kopter inkl. Navigations- und Inspektionskamera
  - Bodenstation mit Backupsteuerung und Inspektionsdisplay



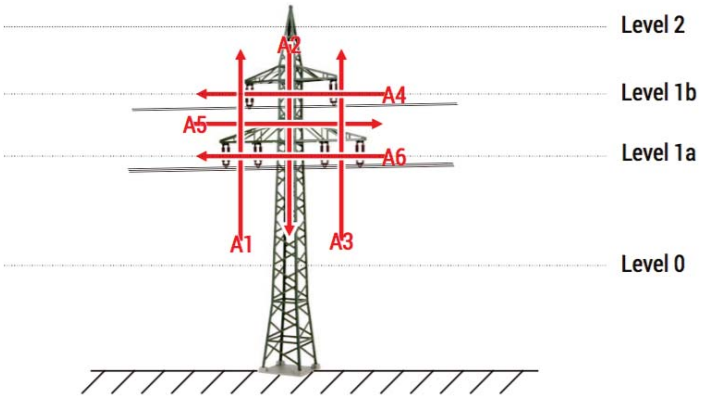
Inspektionsmission

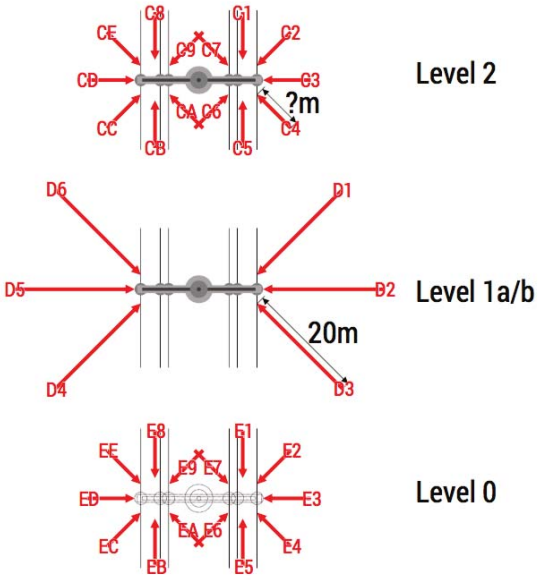
- Expertensystembasierte, adaptive Missionssteuerung
- Regelbasierte Ausführung der Inspektionsaufgabe [vgl. Ahmed2017]



Inspektionsmission im Detail

- Blickwinkelvariierender Anflug des Inspektionsobjekts in verschiedenen Flughöhen





Koptersetup AREIOM

AREIOM mit Sony HDR - CX410VE

AREIOM mit Basler ace acA1300 - 30gc

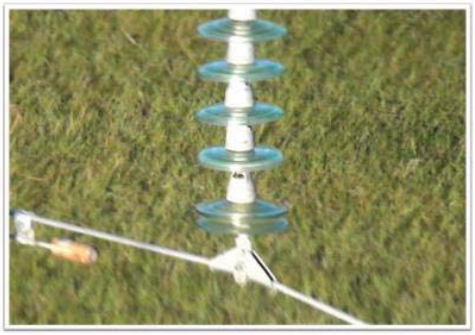
Datenbeispiele AREIOM

Sony HDR - CX410VE

Basler ace acA1300 - 30gc

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ
Fakultät für Informatik
Professur für Technische Informatik

Datenbeispiele AREIOM



Sony HDR - CX410VE

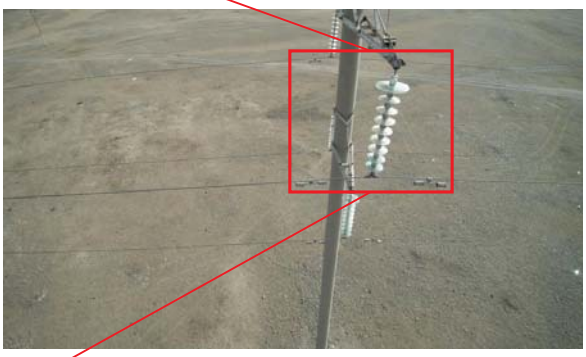
Koptersetup COTS UAS

Yuneec H480 (Typhoon H)

Yuneec CGO3+

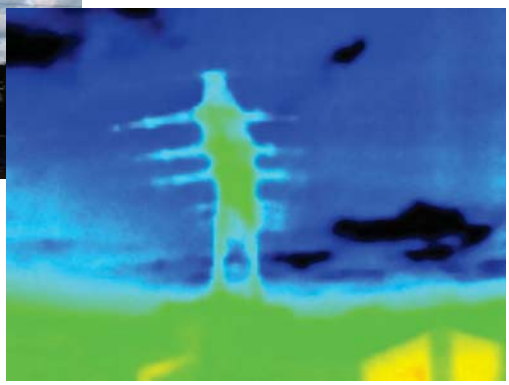
Yuneec CGOET

Datenbeispiele Yuneec H480



Yuneec CGO3+

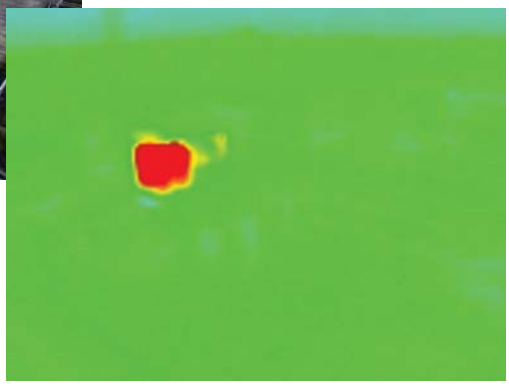
Datenbeispiele Yuneec H480



Yuneec CGOET

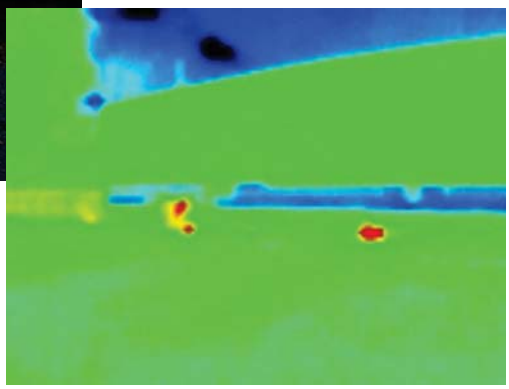
Fakultät für Informatik
Professur für Technische Informatik

Datenbeispiele Yuneec H480



Yuneec CGOET

Datenbeispiele Yuneec H480



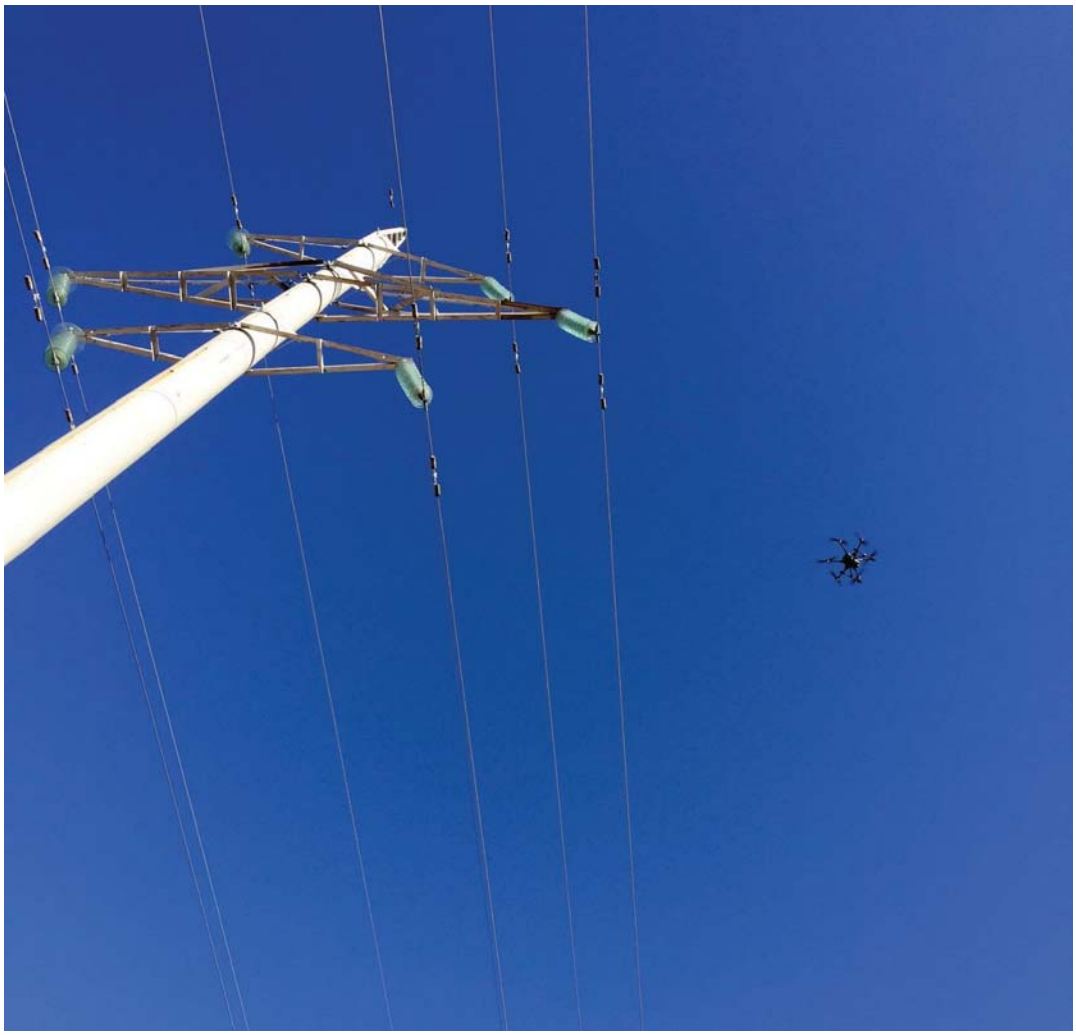
Yuneec CGOET

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ
Fakultät für Informatik
Professur für Technische Informatik

Datenbeispiele Yuneec H480

Yuneec CGOET

TOYOTA
65 67
УНА
31 25
УБН



Datenbeispiele Yuneec H480

Next Steps

- Integration von Objekttracking und Gimbalsteuerung
- Realtest der Expertensystem-basierten Missionssteuerung
- Entwicklung kamerabasierter Lokalisierung inkl. Mastklassifizierung
- Entwicklung der Inspektionsalgorithmen (struktur- und modellbasiert, Einsatz künstlicher Intelligenz)

Foto: Mario Finkbeiner

DB Sicherheit GmbH | Kompetenzcenter Multicopter | Frankfurt

UAV-Einsatz bei der DB AG

Aktuelle Anwendungen, künftige Projekte und offene Themen

DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner | I.O | 2017
mario.finkbeiner@deutschebahn.com
069 265 29174

Unfall- und Gefährdungsanalysen, Ursachenermittlung

Foto: DB Sicherheit

- Identifikation von Unglücksursachen
- Bewertung von Schadensausmaßen
- Unterstützung der Ermittlungsbehörden
- Unterstützung der Schadensbeseitigung

Foto: DB Sicherheit

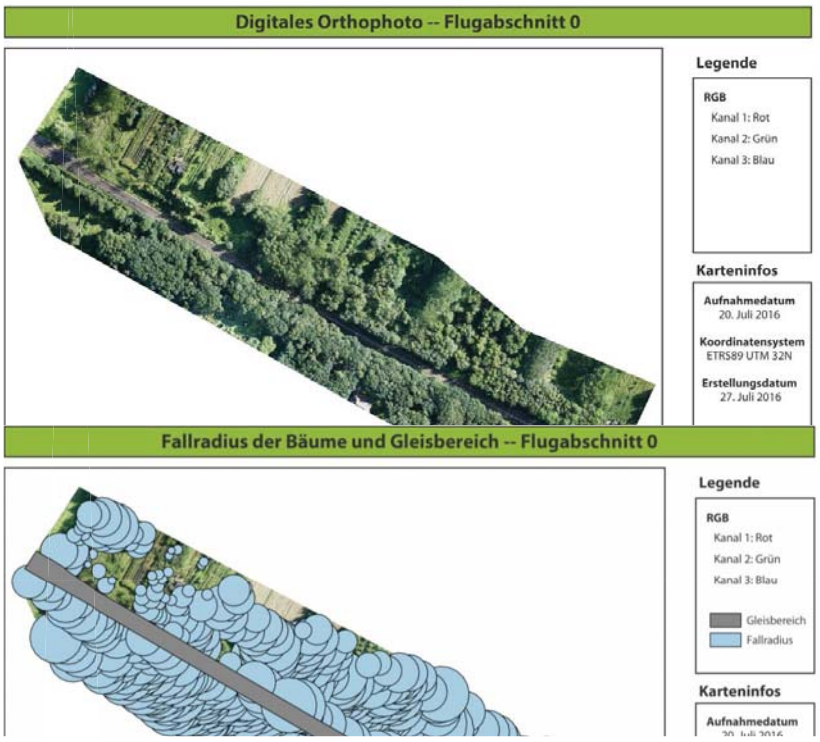
- Unterstützung der Lagebewertung und Steuerung der örtlichen Einsatzkräfte z.B. per Livestream
- Dokumentation zur Unglücksanalyse

Anschlagsprävention, Sicherheit im Gleisbereich

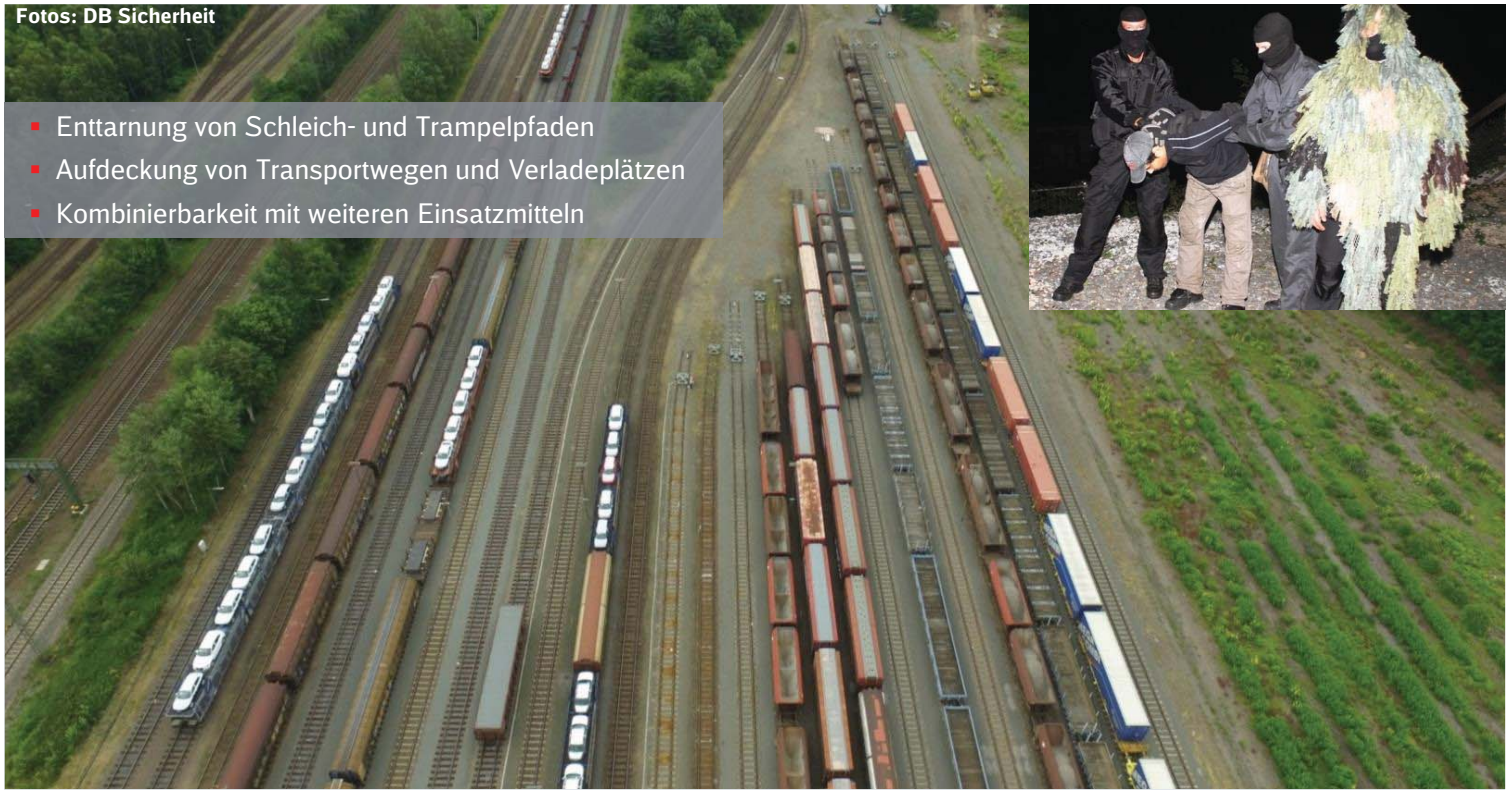
- Erfassung offener Kabelkanäle
- Aufdeckung von möglichen Angriffspunkten
- manuelle Bildauswertung

Vegetationserfassung, Verkehrssicherheit

- Erfassung von Waldflächen
- Katastrierung und Höhenvermessung des Baumbestandes
- Identifikation von Gefahrenpotentialen

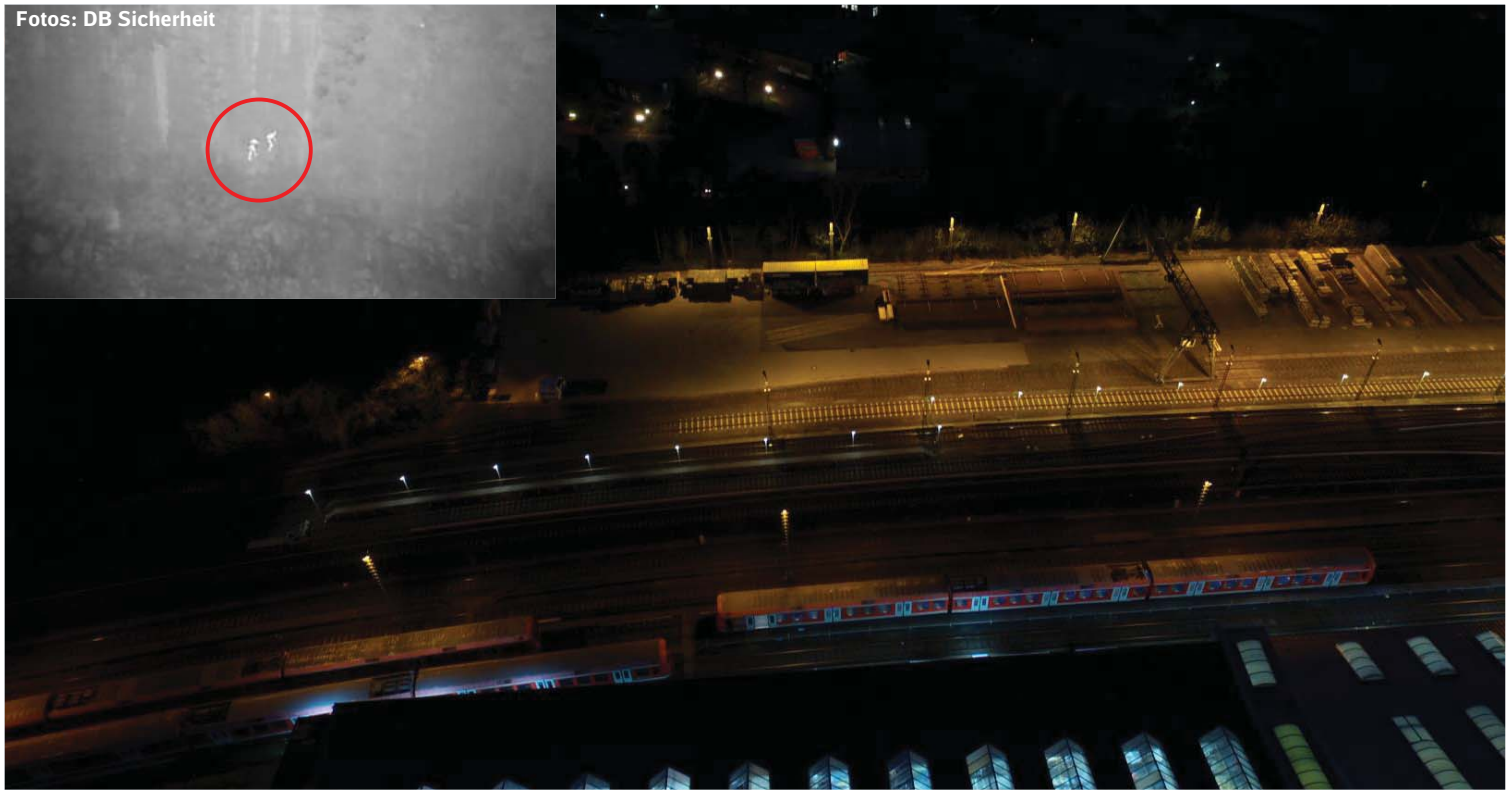


Sicherheitskonzepte, Einsatzplanung, Diebstahlprävention



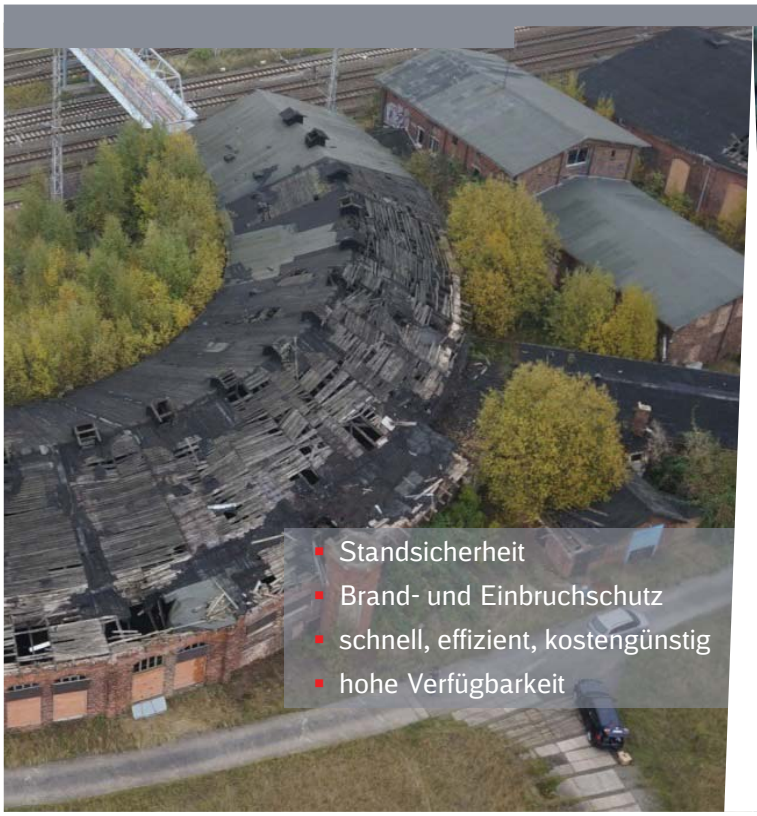
5 DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner

Graffiti- und Diebstahlabwehr

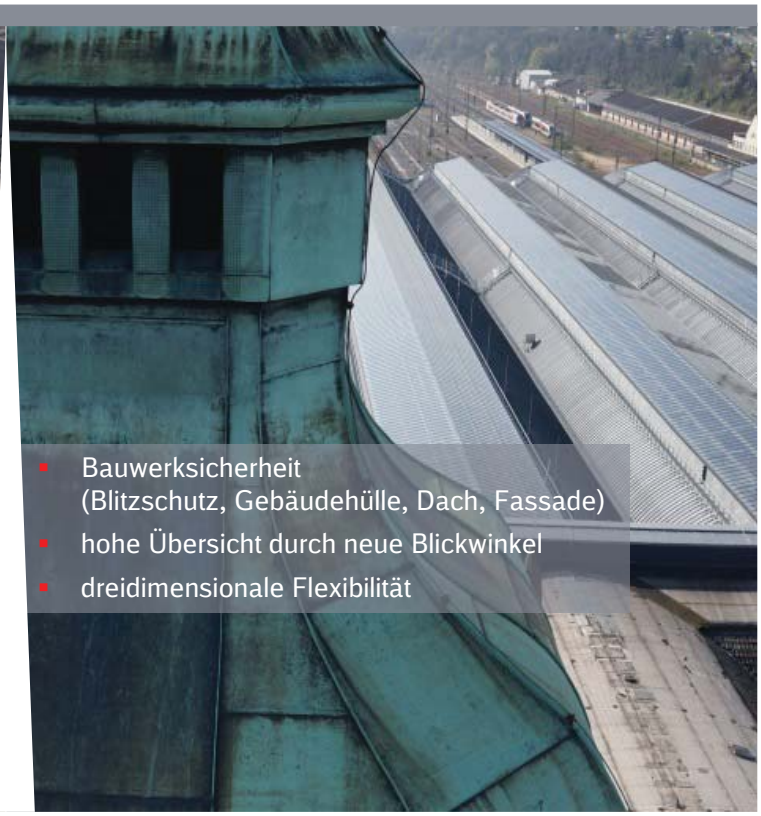


6 DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner

Stand-, Brand-, Verkehrssicherheit



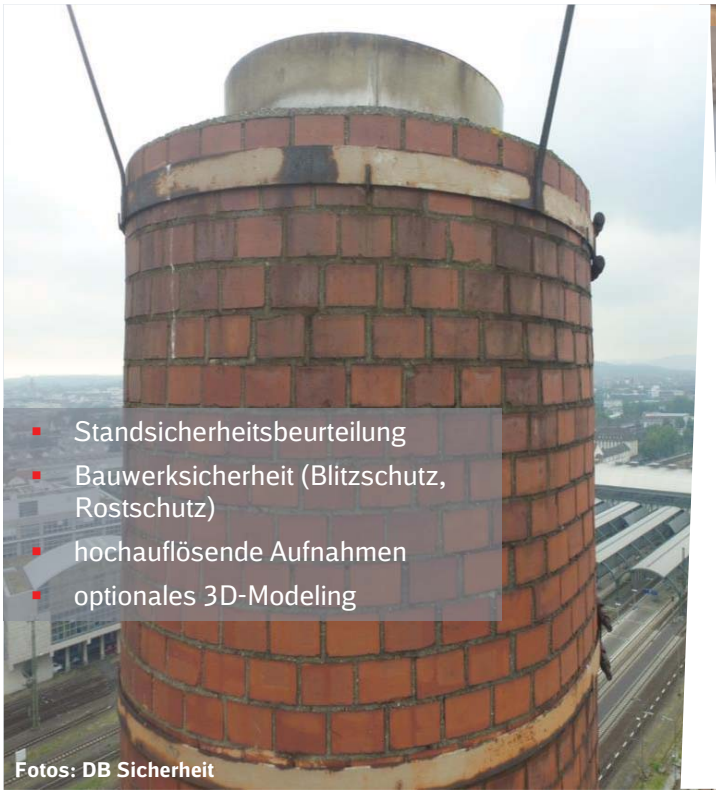
- Standsicherheit
- Brand- und Einbruchschutz
- schnell, effizient, kostengünstig
- hohe Verfügbarkeit



- Bauwerksicherheit
  (Blitzschutz, Gebäudehülle, Dach, Fassade)
- hohe Übersicht durch neue Blickwinkel
- dreidimensionale Flexibilität

Inspektion, Instandhaltung, Inventur

Stand-, Bauwerks-, Verkehrssicherheit



Strecken- und Brückeninspektion

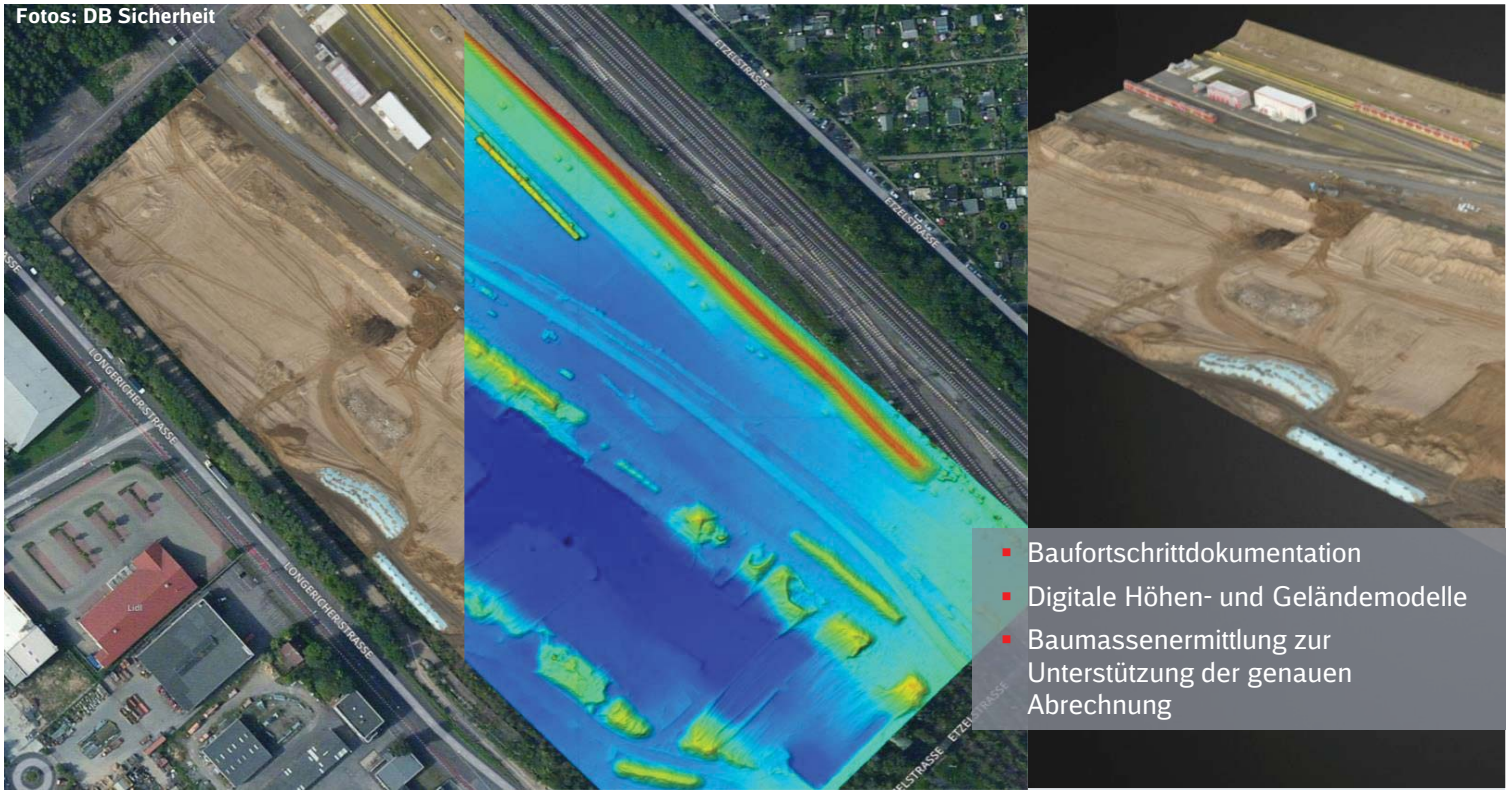
Inspektion, Bauwerkserfassung, Bauplanung

11 DB Sicherheit GmbH | Mario Finkbeiner

Bahnhofs- und Bauwerksinspektion

12 DB Sicherheit GmbH | Kompetenzcenter Multicopter

Baufortschrittsdokumentation, Baumassenermittlung



- Baufortschrittdokumentation
- Digitale Höhen- und Geländemodelle
- Baumassenermittlung zur Unterstützung der genauen Abrechnung

Zukünftige Projekte

- Flugsteuerung via LTE
- Automatisches Fliegen
- BLOS nach GPS / Glonass
- Predictive Rail
- Fiberoptic Sense

Kausalverbindung Sensorik → UAV

- Ergebnis → Kameratyp /-auflösung → Datengröße → Speichermedium → Speichergeschwindigkeit → phys. Speichergröße → Gewicht → UAV-Modell /-größe → Handling → Einsatzbereiche → Einsatztauglichkeit → Durchführbarkeit

Sensorik

Digitalkameras (Bridge, DSLR)

Vorteil

- Hohe Qualitäten (bis 100 MP)
- Hohe Verfügbarkeit
- Flexibler Kamerabetrieb
- Schneller Austausch

Nachteil

- Gewicht / Größe / Stromversorgung
- Bindung an Gimbal (Größe, Einstellungen)
- Beschränkte Konnektivität
- Beschränkte Brennweiten (kein Zoom)

Sensorik

Systemkameras

Vorteil

- gute Qualitäten
- flexibler Kamerabetrieb
- schneller Austausch (Gimbal enthalten)
- Gewicht / Größe / Stromversorgung
- Zoom (neu)

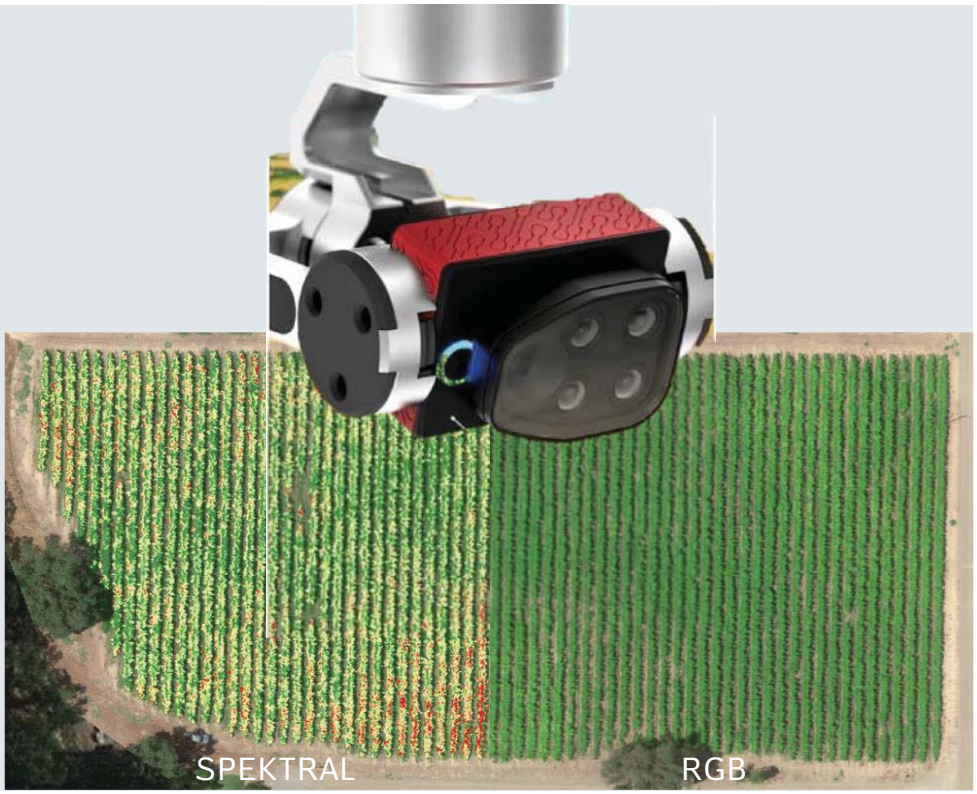
Nachteil

- beschränkte Verfügbarkeit
- Bindung an Multicoptersystem
- Beschränkte Konnektivität
- hoher Preis (an Hersteller gebunden)

Sensorik

Spezialkameras

- **Spektralkameras**
- (FL)IR Kameras
- 360° Kameras
- Laserscanner



Sensorik

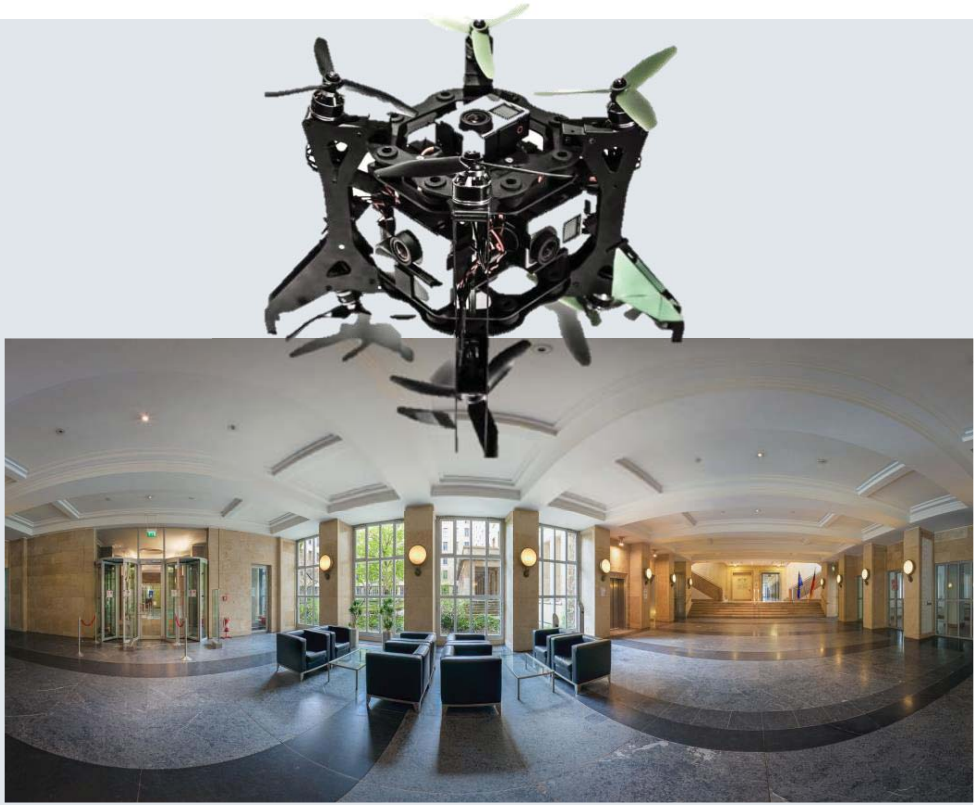
Spezialkameras

- Spektralkameras
- **(FL)IR Kameras**
- 360° Kameras
- Laserscanner

Sensorik

Spezialkameras

- Spektralkameras
- (FL)IR Kameras
- **360° Kameras**
- Laserscanner



Sensorik

Spezialkameras

- Spektralkameras
- (FL)IR Kameras
- 360° Kameras
- Highspeedkameras
- **Laserscanner**

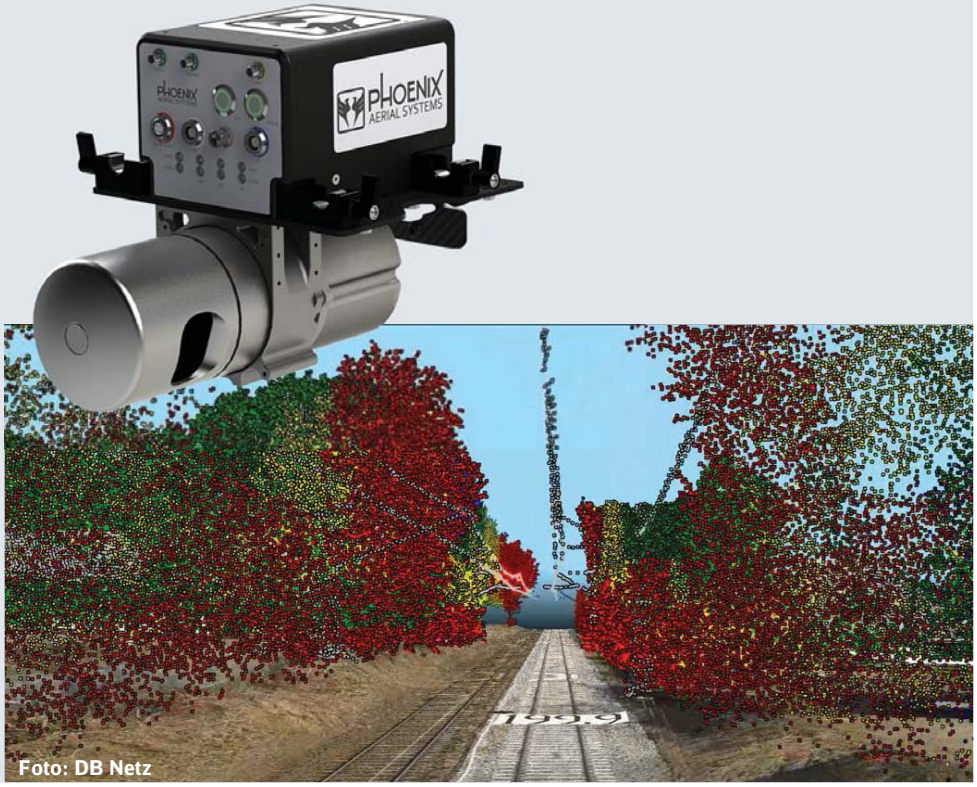


Foto: DB Netz

Offene Themen

UAV

- Akkutechnologie
- Umfelderkennung
- Bild- und Daten-übertragung
- Fern- / Steuerung (automatisches Fliegen)
- Vernetzung

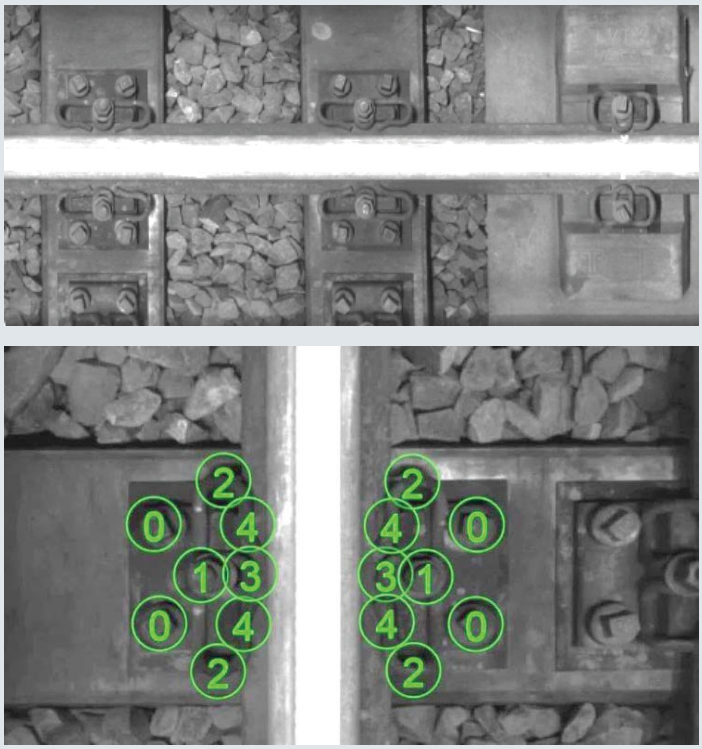
Sensorik

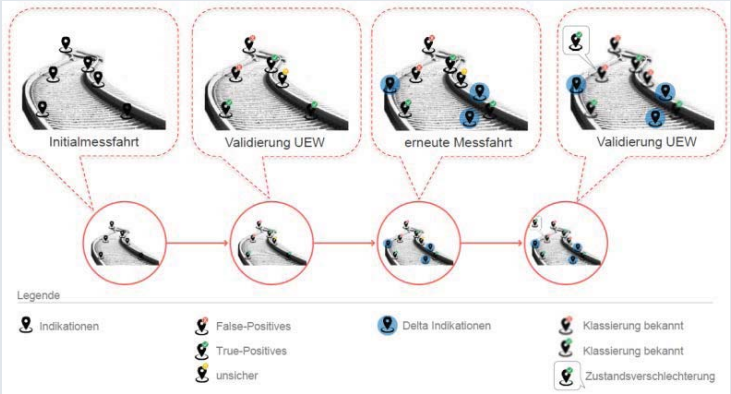
- Minimizing
- System-Flexibilität
- Multisysteme
- On-bord-DV
- Multisensorik (z.B. Ultraschall)

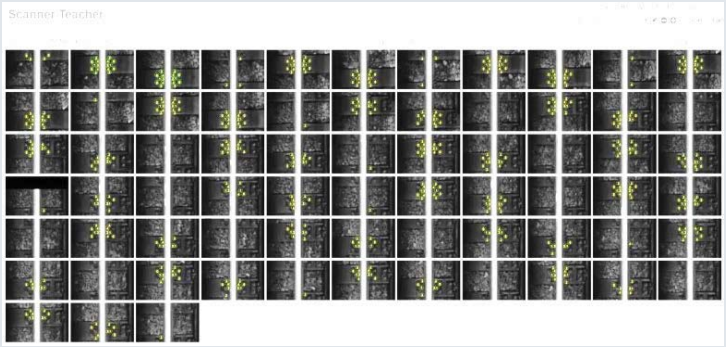
Prozesse

- Entscheidungsethik (autonomes Fliegen)
- Einsatzethik
- Public Relation (die Drohne in der Öffentlichkeit)
- Machine learning

Machine Learning







Kompetenzcenter Multicopter der DB Sicherheit

Fragen und Kontakt:

multicopter@deutschebahn.com

GPS / GNSS Performance Testing zur Verbesserung der Flugsicherheit bei UAV / UAS

Karen von Hünerbein

www.lange-electronic.de

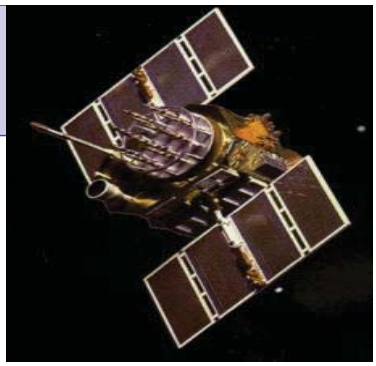
KvH@lange-electronic.com

Tel: 0521-9675220

Gliederung

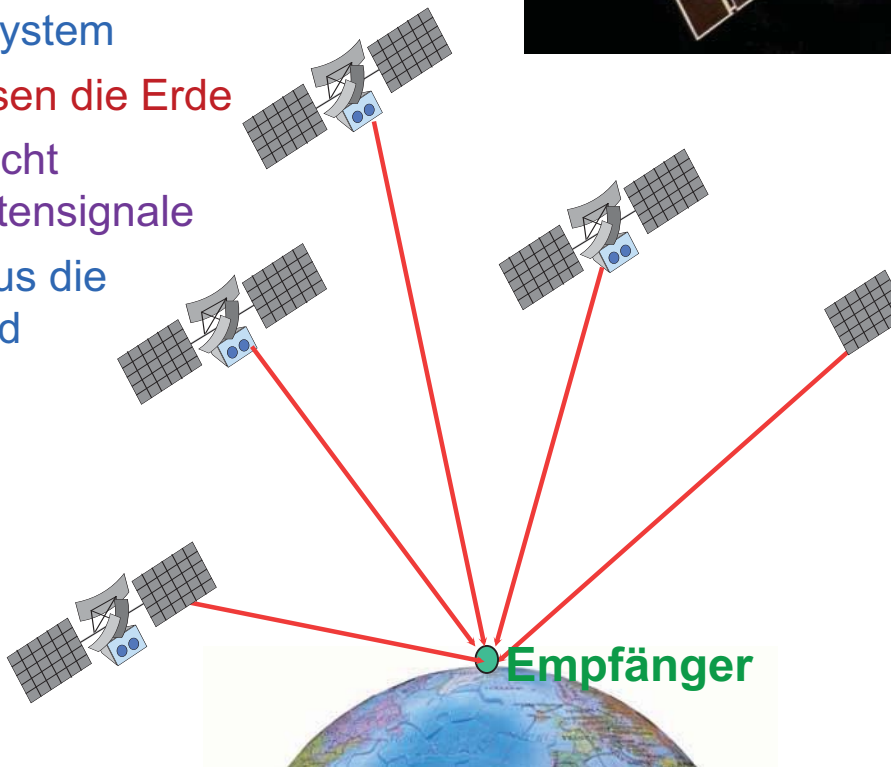
- GPS *Global Navigation Satellite System*
- GPS/GNSS Einsatzmöglichkeiten bei Drohnen
- GPS vs Multi GNSS
- RTK *(Real Time Kinematic)* und PPK *(Post Processed Kinematic)*
- Schwachstellen von GPS / GNSS
- Qualitätstests mit Simulation
- Record und Replay Systeme
- Testaufbau mit Simulatoren für Drohnentests
- Beispiel Jamming

Was ist ein GNSS? Beispiel GPS



GNSS Global Navigation Satellite System

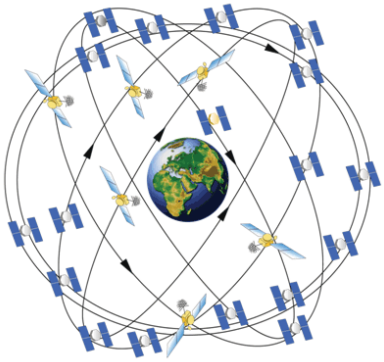
- Global Positioning System
- 31 Satelliten umkreisen die Erde
- Der Empfänger braucht mindestens 4 Satellitensignale
- Und berechnet daraus die 3 D Position, Zeit und Geschwindigkeit



Weitere GNSS:

- GLONASS
- Beidou
- Galileo

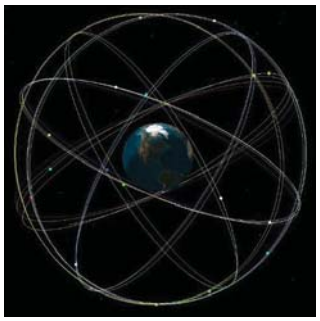
GPS



Militärisches System der USA

Volle Konstel-lation

GLONASS



Militärisches System Rußlands

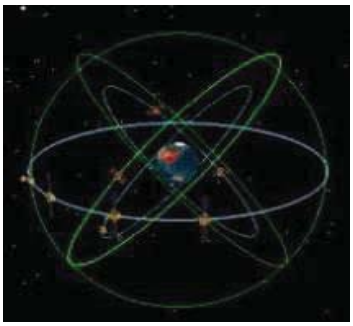
Volle Konst.
24 Satelliten seit 2012

Galileo

ziviles EU System:

Im Aufbau
Jetzt 18 Satelliten

Beidou

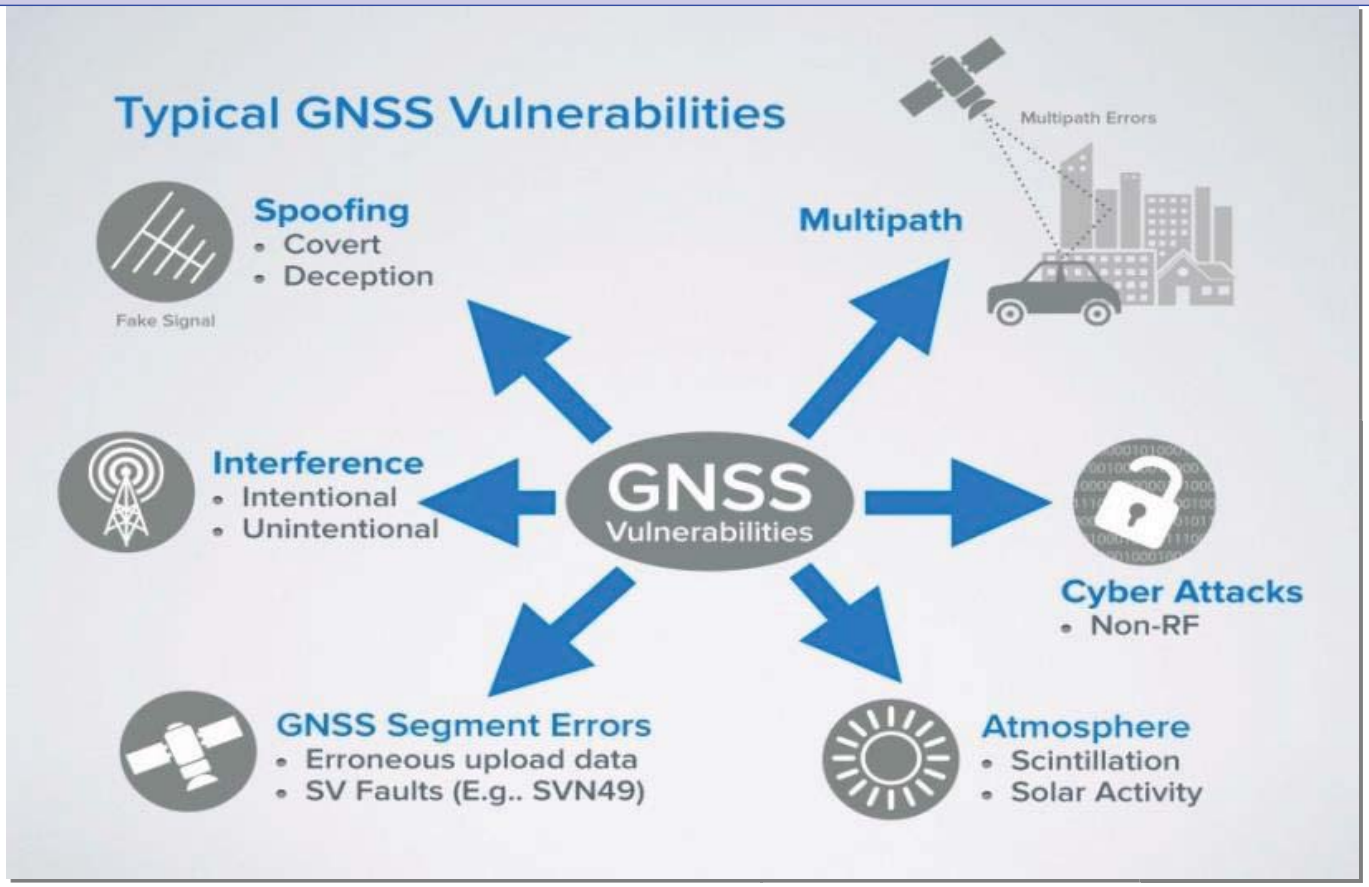


Militärisches Chinesisches System:

Im Aufbau
19 Satelliten im Orbit
Regional Vollbetrieb

Viele Einsatzmöglichkeiten von GPS/GNSS

Schwachstellen



Interferenz / Störsender

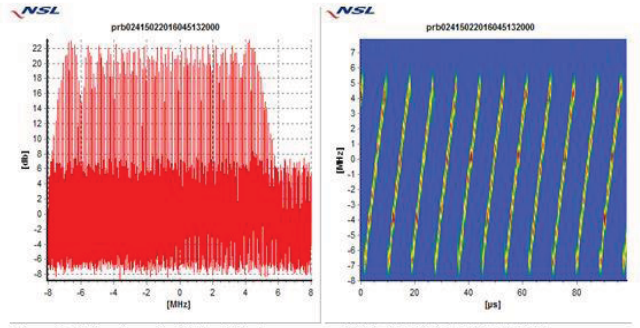
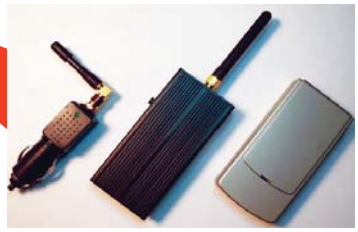


Figure 6: Chirped saw tooth (up) interference event (Feb. 15 2016, 04:51:32 UTC)

Störsender mit
großer Signalstärke



GPS hat schwache Signalstärke -130 dBm

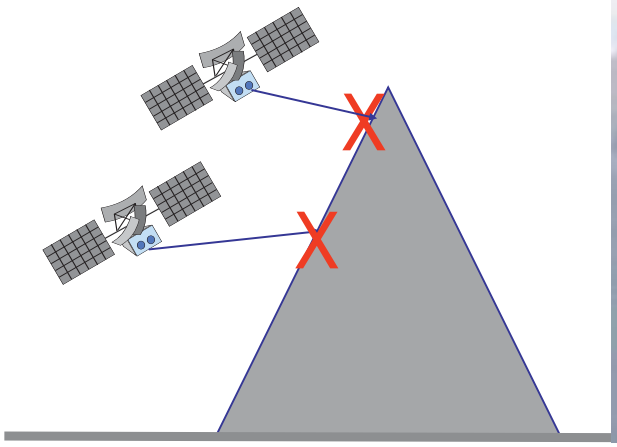
Flugsicherheit – Problem Abschattung

GPS Signalverfügbarkeit und Integrität *insbesondere bei Landeanflügen und Tiefflug*

> guter Empfang wenn UAV hoch in der Luft

> nicht wenn Flugweg von Bergen oder steilen Wänden umgeben

> oder bei inversen oder schrägen Fluglagen



GPS vs Multi GNSS

- 31 Satelliten (8-12 Ort)
- Positionsgenauigkeit ca. 5-10 m (an vielen Orten) →

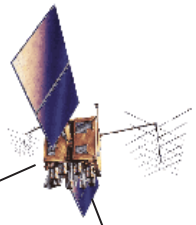
Standard Positioning Service

- Inzwischen auch 2. zivile Frequenzen L2C

- Viel mehr Satelliten am Himmel
  - Bessere Verfügbarkeit der Signale
- Verwenden von 2-3 Frequenzen
  - Verringerung Ionosphärenfehler
    - nicht so leicht störbar durch einzelnen Störsender
  - 1-3 m Genauigkeit durch Korrekturdaten SBAS

Galileo bietet Integritäts-information integriert in die Navigationsnachricht
Info über Satellitensystemfehler

DGPS -- Differenzielles GPS



- Differenzielles GPS - DGPS

  ein zweiter stationärer GPS Empfänger

einer steht fest --- ein anderer bewegt sich
Referenzstation Rover *(Wanderer)*

- Referenzstation sendet Korrekturdaten

  Genauigkeit liegt bei 1-3 m mit Codekorrektur
  bei bis zu 1 cm mit Phasen-korrektur

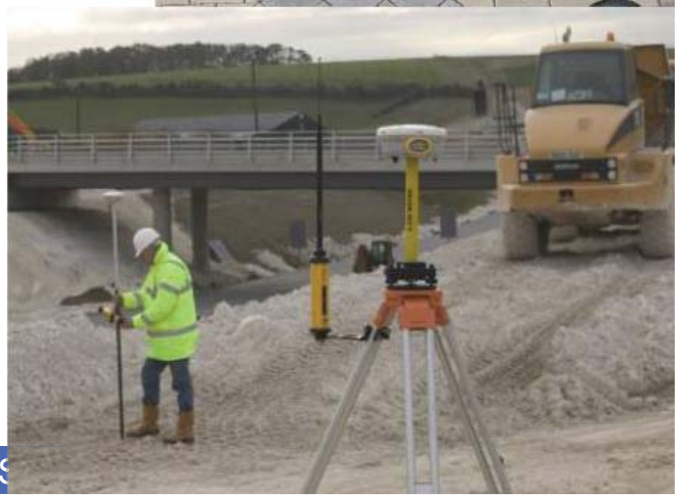
RTK z.B. im Vermessungswesen / Photogrammetrie

Differentielle Methode RTK:
Real Time Kinematic

mit einem mobilen Empfänger (rover) und einer Referenzstation

- Gehören dem Anwender
- Funktionieren unabhängig vor Ort
- Referenzstation kann räumlich versetzt warden
- volle Kontrolle

- Cm Genauigkeit
- Position Fix in wenigen min
- Distanz zwischen Rover und Referenzstation bis zu 20 km



RTK *(real time kinematic)* PPK *(post processed kinematic)*

Beide Verfahren arbeiten mit Korrekturdaten können Ground Control Points ersetzen und somit den Zeitaufwand für Vermessungs-Missionen reduzieren

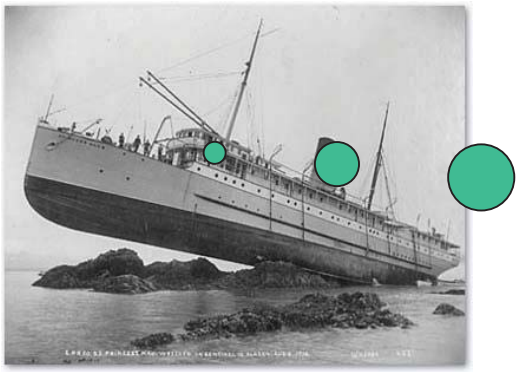
- Real Time d.h. in Echtzeit im Flug
- Hochgenau: 2-3 cm
- Unstetigkeiten können auftreten: z.B. durch GNSS Signalabschattungen oder Störsignale

- Post Processed Kinematik, d.h. nachbearbeitet anhand von gespeicherten Rohdaten
  z.B. bei Photogrammetrie, wenn im Flug der Kontakt zur Referenzstation verloren ging
- Hochgenau 2-3 cm
- Unstetigkeiten können herausgerechnet werden

Lange GmbH electronic

Empfänger - Prüftests

- Indentifiziere die Probleme, bevor sie im Flug auftreten
- Testen der Empfänger mit 2-3 GNSS und Störsignalen
- Testen ermöglicht das
  - schnelle Verständnis der Stärken und Schwächen der Empfängerarchitektur
  - Lösen von Problemen mithilfe von kontrollierten und wiederholbaren Verfahren



Ich wünschte man hätte meinen GNSS Empfänger vorher getestet?!?

PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL

SPIRENT Federal Systems

Satelliten-Signal Simulation

Satelliten Signalsimulatoren geben echte RF Signale aus, u.a.

- Die Originaldaten der Original Satelliten
- Doppler Frequenzen entsprechen Satellitenbahn und - geschwindigkeit
- Korrekturdaten von SBAS Satelliten
  Satellite Based Augmentation System
- GPS, Galileo, GLONASS und Beidou Satelliten
- RTK Test Option

SPIRENT™ Communications

Lange GmbH electronic

Testen mit GNSS Simulator

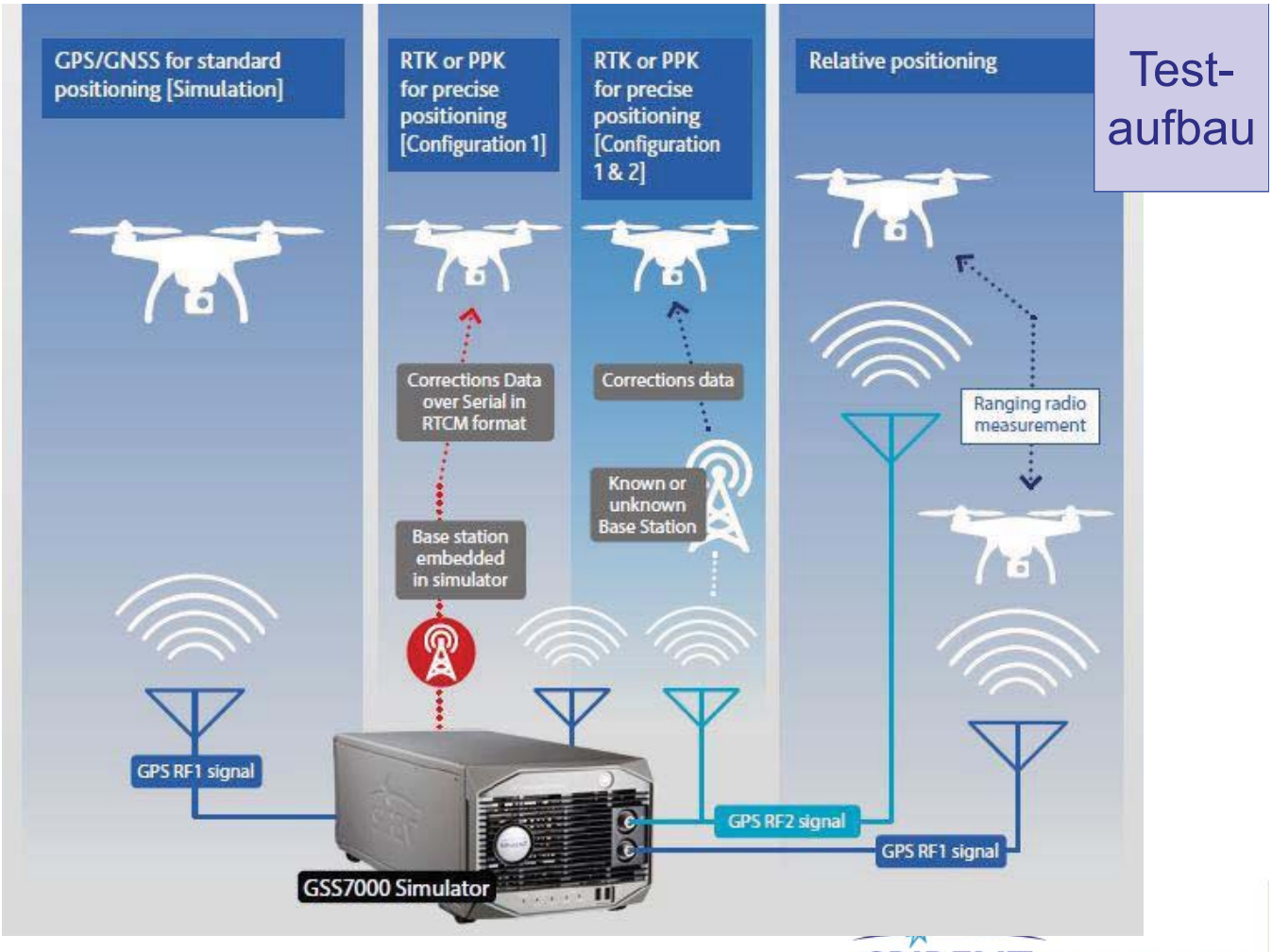
Vorteile

- komplette Kontrolle über das (simulierte) GPS / GNSS – System
- Freie Wahl von Ort, Datum und Uhrzeit
- Testen von Galileo Signalen, auch die, die noch nicht am Himmel sind
- Testen von Fehlern und Extremfällen
- Wiederholbarkeit und Flexibilität
- Testen bis an die Grenzen
- Insgesamt weniger Kosten

Nachteile

- Signalumgebung wird nachgebildet, und stimmt nicht immer genau überein mit Wirklichkeit

PRECISION - OUR BUSINESS.



PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL

SPIRENT Federal Systems

Record und Replay

Record und Replay Systeme zeichnen echte GNSS Signale auf, und geben sie wieder aus

- Abtasten der GNSS Signale mit z.B. 30 MHz
- Konvertieren und Abspeichern auf kleinere Zwischenfrequenz
- Beim Abspielen: Hochkonvertieren der ZF auf GNSS Frequenz (z.B. 1,575 MHz für GPS L1)
- Synchrones Aufzeichnen weiterer externer Signale
  z.B. Beschleunigungssensoren
- Sehr kleines leichtes Gerät 2,2 kg

PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL

SPIRENT Federal Systems

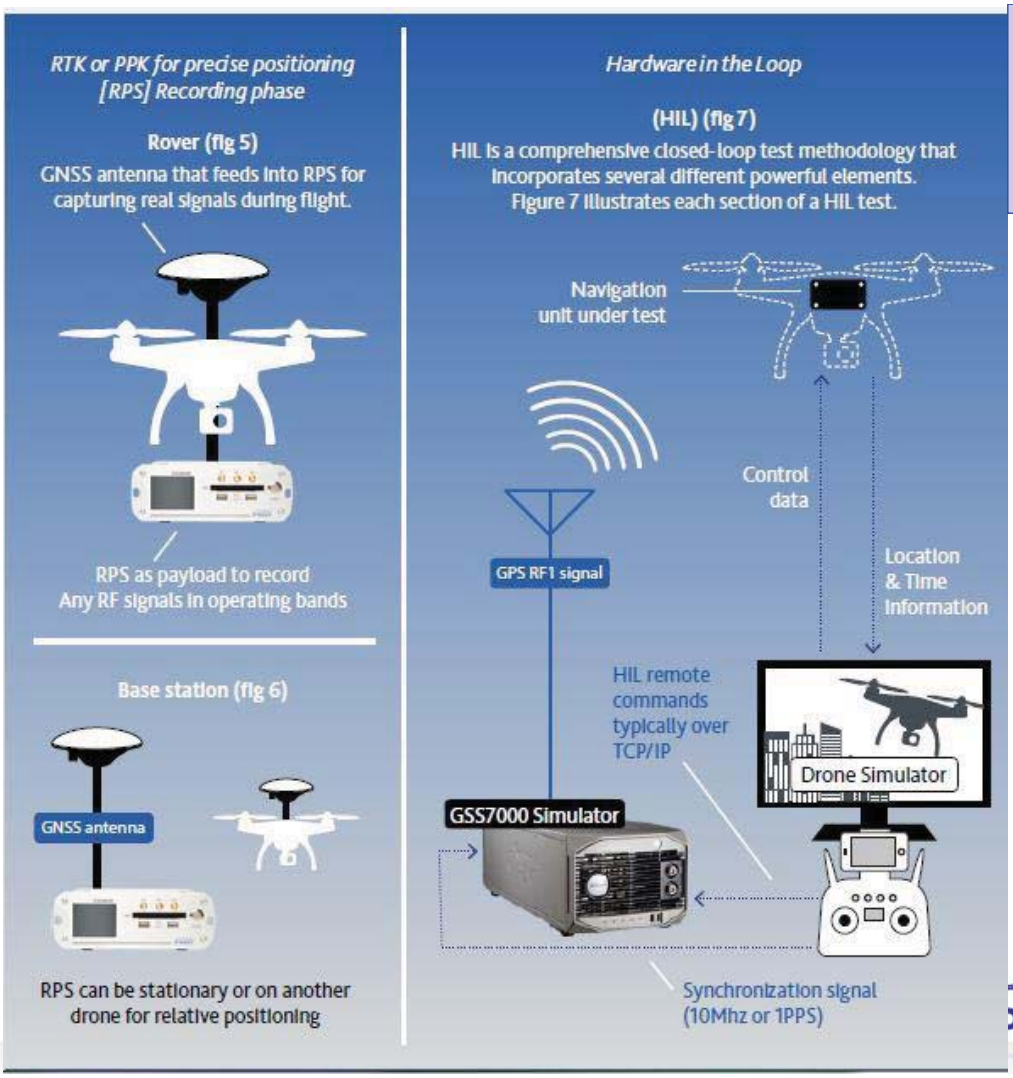
Record und Replay

- **Vorteile**
  - volle Wiederholbarkeit
  - echte Signalumgebung mit komplexen Fehlerquellen wird wiedergegeben (Stadt, Berge)

- **Nachteile**
  - unbekannt, wie sich die komplexe Signalumgebung zusammensetzt *(zB Multipath)*
  - Störquellen können nicht gezielt geändert werden
  - für jede Änderung der Testbedingung ist neue Messung erforderlich
  - Manchmal muß man Fehlerbedingungen für Satelliten einbauen → geht nicht
  - Es entstehen sehr große Datenmengen

PROPRI

Test-Aufbau



SPIRENT Federal Systems

Interferenz Detektion und Test

DETECTOR

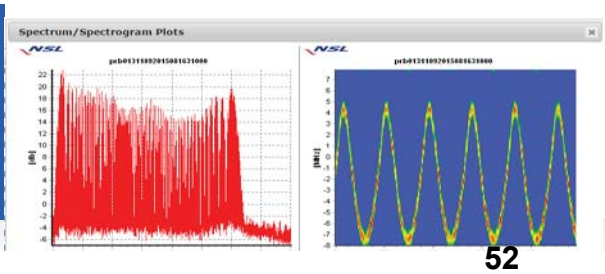
Testsystem GNSS mit Störsignal

Export Daten

DETECTOR erkennt Störereignisse
Und speichert kurze Ausschnitte
als Signalschnappschüsse

Simulator plus Interferenz-generator, simuliert beides gleichzeitig

SPIRENT



exportierte Daten= reale Störsignale

SPIRENT Federal Systems

Vorteile für UAV-GNSS Empfänger

Feldtests sind teuer zeitaufwendig nicht immer möglich

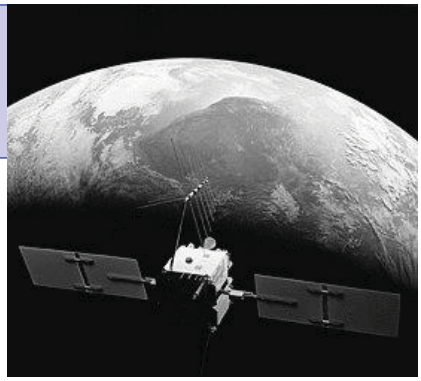
Mit Simulation (Record Replay) kann man

- o GNSS Empfänger am Boden testen
  - wiederholbare, kontrollierte Tests – Zeit sparen
- o besondere Bedingungen/Situationen testen
  Signalausfälle wegen Abschattung oder Störsignalen
  starke Ionosphärenstörungen bei Sonneneruptionen
- o So viele verschiedene Situationen und Fehlerquellen wie nötig testen
- o bis zu den Grenzen und darüber hinaus testen
  z.B. schwierige / gefährliche Manöver:
  nahe Felswänden, invertierter Flug
  spezielle Bewegungsprofile von Drohnen testen
- o Einhaltung von Flugverbotszonen:
  Flughäfen, Regierungsgebäude, Werksgelände
- o Selbständiger Flug anhand von Wegepunkten

Lange GmbH electronic

PRECISION - OUR BUSINESS.

Zusammenfassung



- Bei der UAV-Navigation spielt GNSS für viele Aufgaben eine große Rolle
- Anwender brauchen oft mehr Genauigkeit und Verfügbarkeit als GPS allein bietet, u.a. bei Vermessung und in unebenem Terrain
- Der Einsatz mehrerer GNSS verbessert die Verfügbarkeit
- Der Einsatz von RTK und PPK verbessert die Genauigkeit
- GPS/ GNSS hat einige Schwachstellen. Der Empfang kann u.a. durch Interferenzen und Atmosphärenstörungen beeinträchtigt sein.
- Daher ist es nützlich Situationen und Probleme im Labortest zu erkennen, bevor sie im Flug auftreten

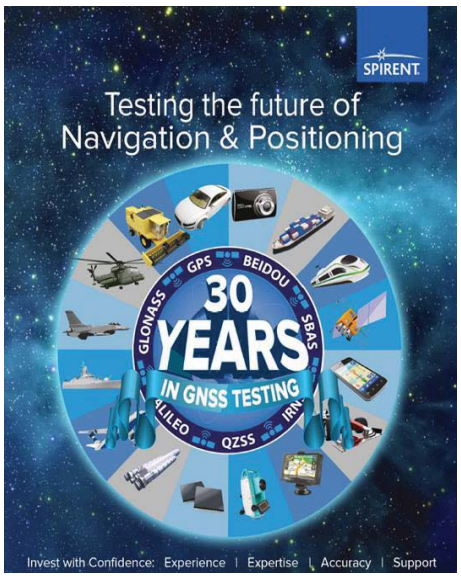
Lange GmbH electronic

PRECISION - OUR BUSINESS.

Zusammenfassung 2

- Dafür gibt es GNSS Signalsimulatoren und Record und Replay Systeme
- Tests mit Record und Replay sind voll wiederholbar und sparen Flugtests ein, bieten aber wenig Kontrolle
- Mit RF Simulation sind kontrollierte, wiederholbare und standardisierte Tests möglich
- Prüftests mit einem Simulator erlauben
  - das Verhalten von Systemen vorherzusagen, zu verbessern und dadurch die Flugsicherheit zu erhöhen

Danksagung & Kontakt



SPIRENT™ Communications

GPS World

IGS International GNSS Service

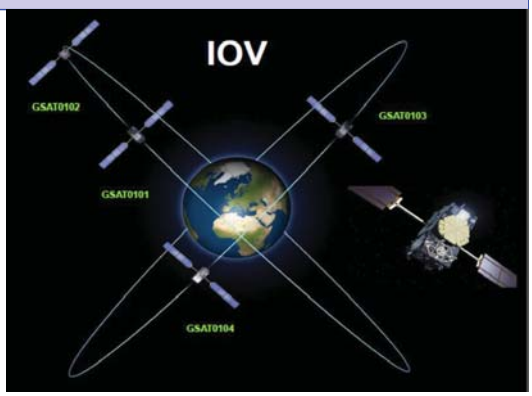
CBI Ltd

Rahul Gupta, Adam Price, Romain Zimmermann

KvH@lange-electronic.com

0521-9675220

Was bietet Multi-GNSS?



- Mehr Satelliten
- Moderne Signale mit mehr Frequenzen
  » und mehr Bandbreite
- SBAS – Satellite Based Augmentation System
  - Korrekturdaten
  - Integritätsmeldungen

Moderne Signale

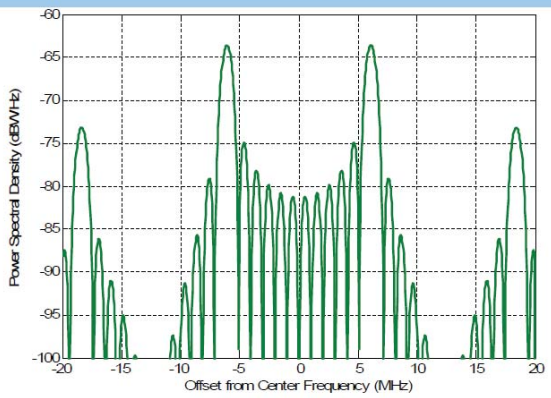
- Mehr Bandbreite – 20-70 MHz
- Mehr zivile Frequenzen: 2-3
- Mehr Pseudo Random Noise Codes
- Zwei Hauptsignalkeulen neben CF
- Schnellere Nachrichtenbitraten
- Pilotkanal plus Nachrichtenkanal
- Flexiblere Navigationsnachrichten

Weitere Vorteile moderner Signale

- o Signale liegen in 2 Komponenten vor, reineres Pilotsignal
  (75% der Signalstärke steckt im Pilotträger)
  → besseres Tracking des Signals durch Empfänger

- o Flexiblere Struktur der Navigationsnachricht,
  (kürzere 6 sec Nachrichten, die jede die Zeit enthalten (L1C)
  und längere Spreizcodes erleichtern
  die Korrelation)
  → schnellerer Time to First Fix

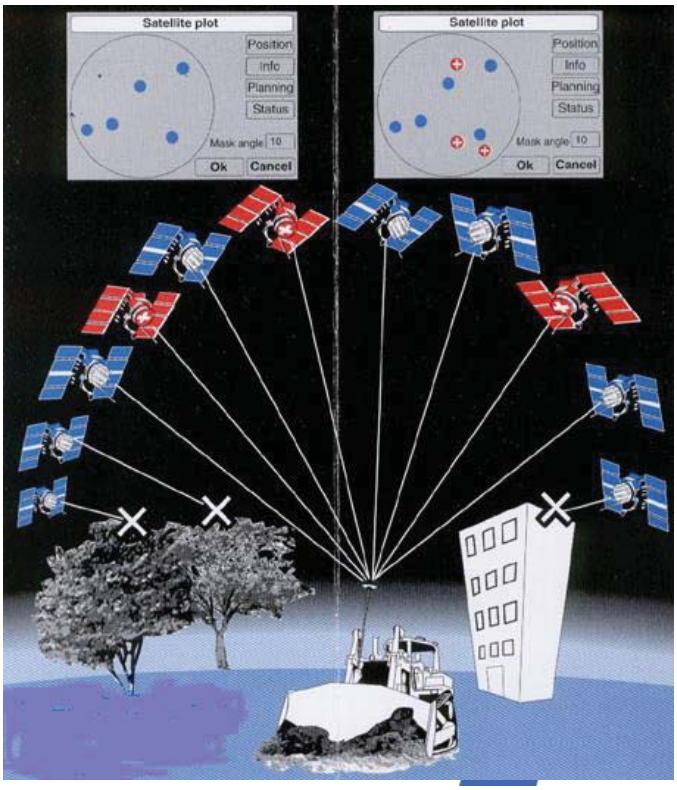
BOC(6,1)



SPIRENT Communications

Mögliche Probleme bei Multi - GNSS

- Zeitliche Überstimmung
  - verschiedene Genauigkeiten und Offsets
- Atmosphäre
  - Verschiedene Modelle/Daten
- Interoperabilität
  - dicht besetztes Frequenz-Spektrum: Noise Floor
  - Einander widersprechende Daten
  - Koordinatenreferenzsysteme - WGS84/PZ90



Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

Urban Air Mobility - Trends & Challenges

Dr. Jochen Kaiser

Head of Visionary Aircraft Concepts

The Bauhaus Luftfahrt Approach

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

>> Founded in November 2005 by

- > The Bavarian Ministry of Economic Affairs, Infrastructure, Transport and Technology
- > Airbus
- > IABG
- > Liebherr Aerospace
- > MTU Aero Engines

AIRBUS GROUP
IABG
LIEBHERR
MTU Aero Engines

>> A non-profit research institution with long-term time horizon

- > Strengthening the cooperation between industry, science and politics
- > Developing new approaches for the future of aviation with a high level of technical creativity
- > Optimizing through a holistic approach in science, economics, engineering and design

>> Going "New Ways" for the mobility of tomorrow

The „Bauhaus“ Reference

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

>> The historical „Bauhaus“ in Dessau

> Added value due to interdisciplinary teams of architects, artists, craftsmen and designers

Bildquelle: Detlef Mewes

>> The Bauhaus for Aviation

> Added value due to interdisciplinary teams with background in
- > Aeronautical engineering
- > Economy & ecology
- > Geography
- > Informatics & knowledge management
- > Materials science
- > Physics & chemistry
- > Social sciences

Introduction

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

>> Recent activities on the field of urban air mobility (UAM) have brought up a broad range of personal air vehicle configurations.

>> Personal Air Vehicle (PAV):

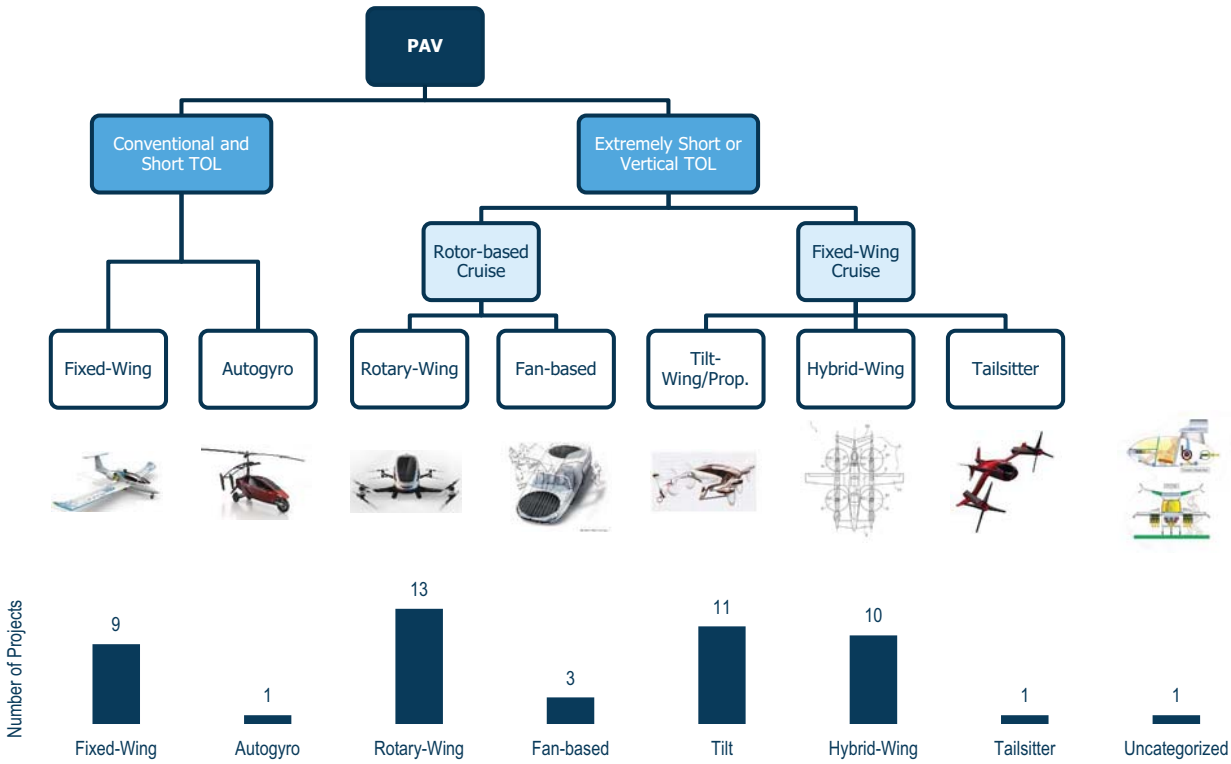
> Aircraft configurations designed for a small number of passengers
> intended to fly inner city and/or inter-city transport missions
> fulfilling the accompanying, stringent design requirements

>> Several framing activities for UAM and PAVs launched with both scientific and commercial background since the 2000s

> NASA Research Programs
> UBER Elevate
> Roads and Transport Authority of Dubai: test program for taxi services based on Autonomous Aerial Vehicles

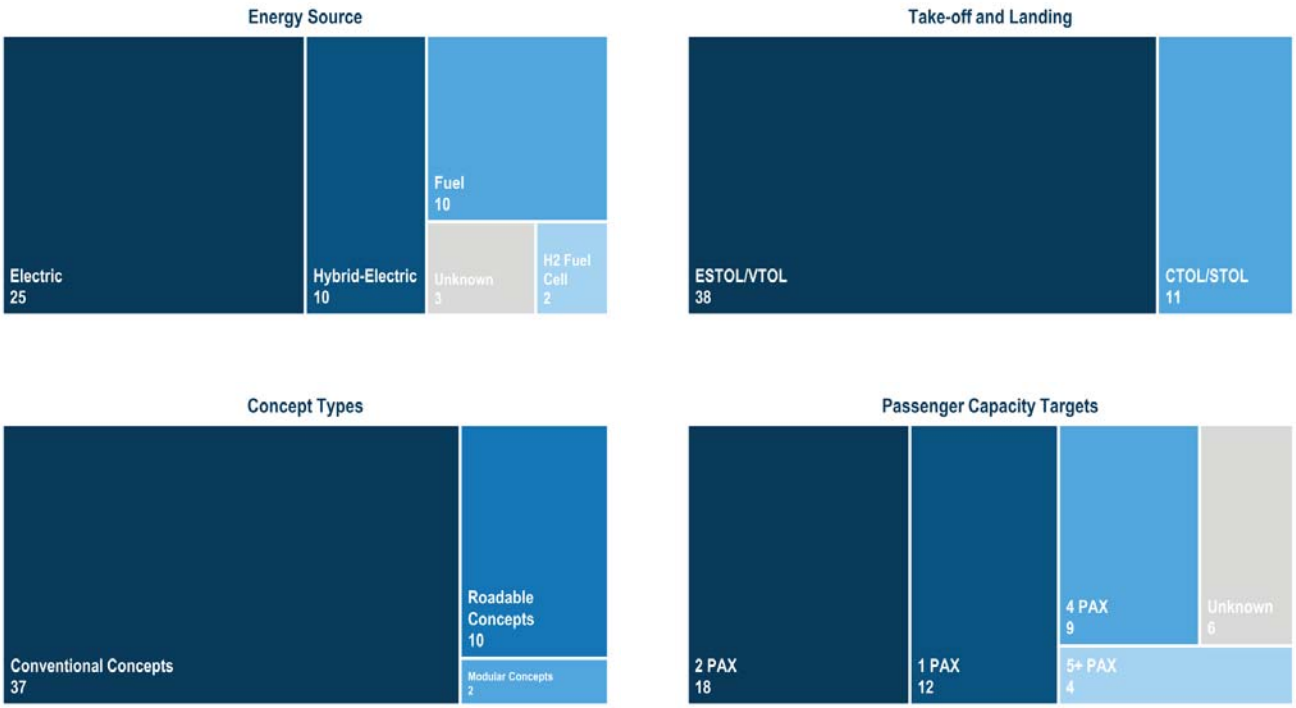
PAV - Vehicle Morphology

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

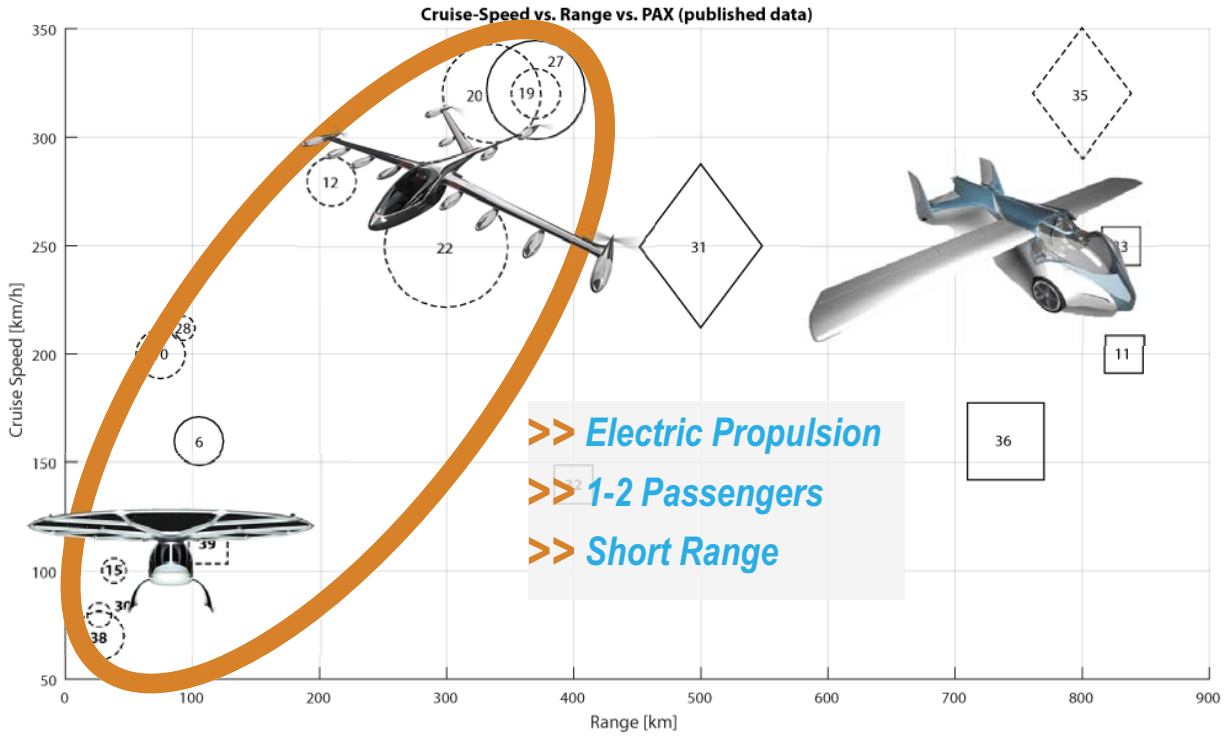


PAV - Development Activities

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.



PAV – Key Focus



Vehicle System Complexity Assessment (1/3)

>> Preliminary assessment of abstract power train models

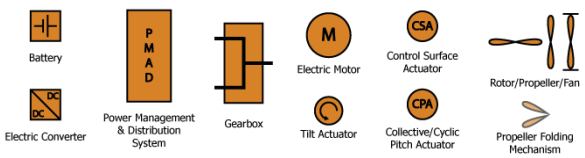
>> Uncoupled System Complexity:

$$\phi_{sys,uc} = \sum_{i=1}^{N} \alpha_i c_i$$

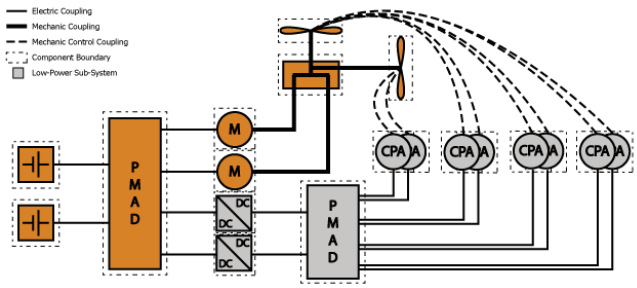
>> Coupled System Complexity:

$$\phi_{sys,c} = \sum_{i=1}^{N} \alpha_i \beta_i c_i$$

> N... number of components
> α_i... component class complexity
> c_i... system component
> β_i... component connections



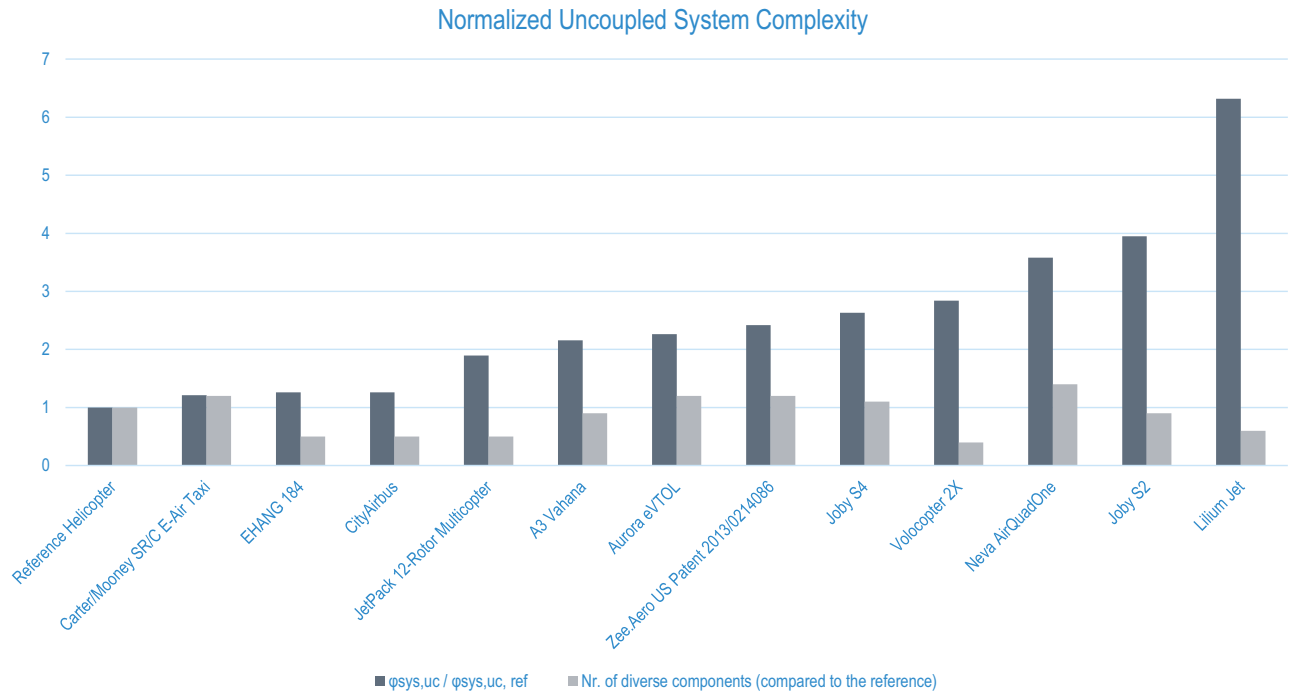
Abstract System Components



Reference Helicopter Power Train

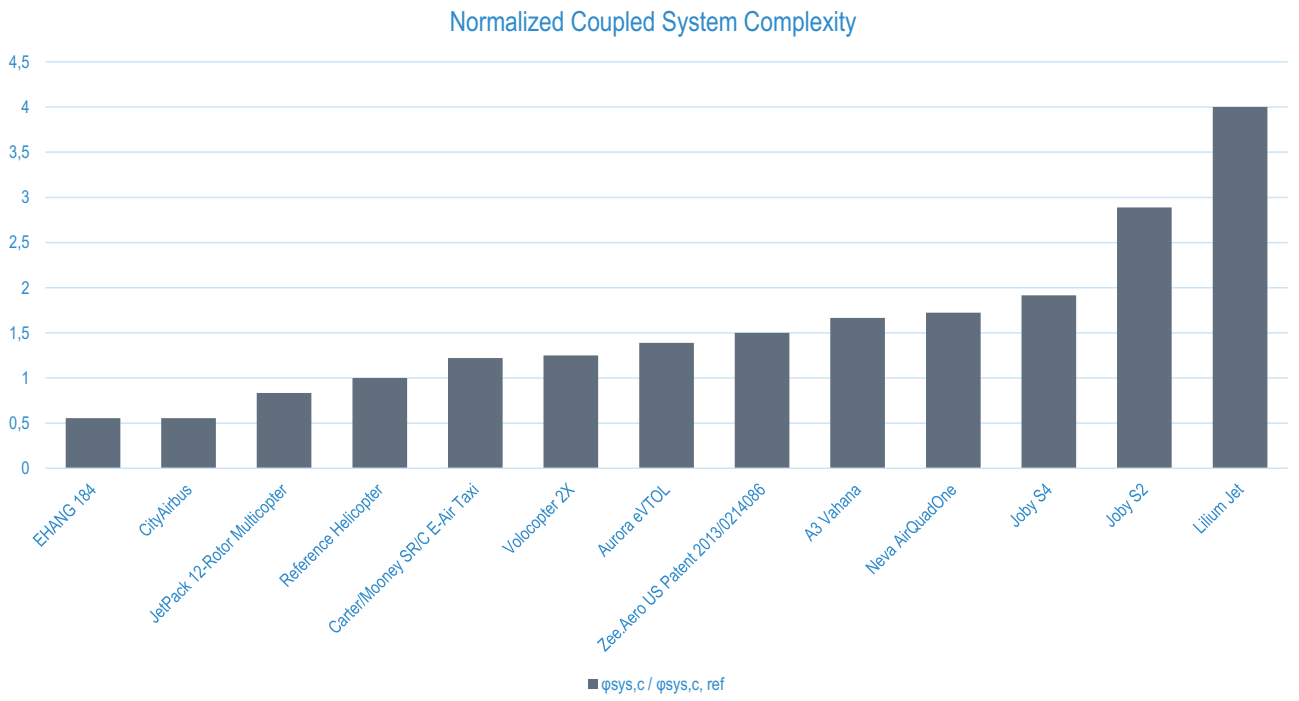
Vehicle System Complexity Assessment (2/3)

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.



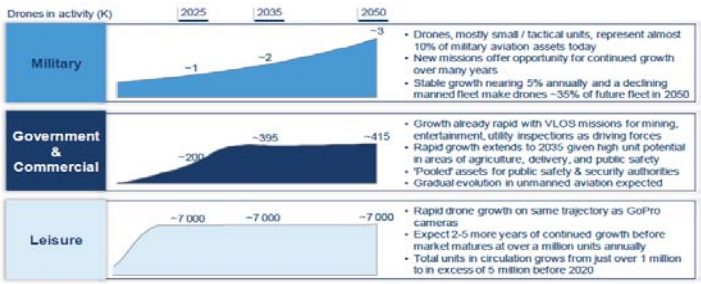
Vehicle System Complexity Assessment (3/3)

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

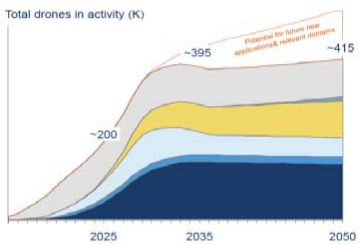


UAS Market Analysis

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.



Evolution of drone demand – view through 2050

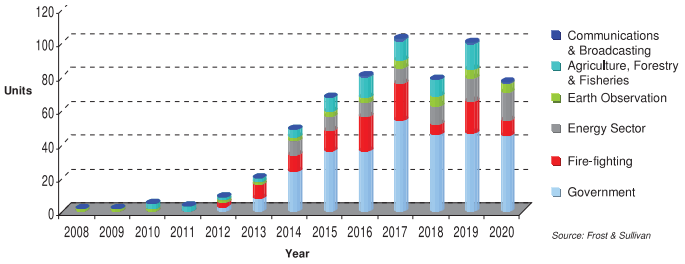


Split between 'certified' and other, primarily 'specific', drones under EASA framework

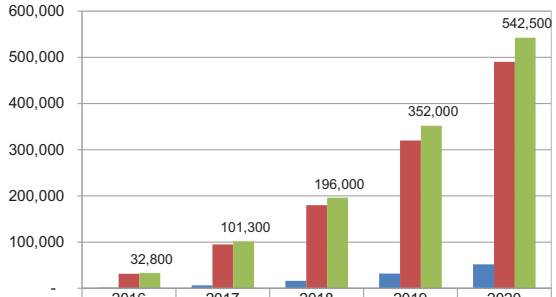
	2035 Specific	2035 Certified	2050 Specific	2050 Certified
Other[1]	~100	--	~100	--
Mobility	<1	<1	<1	~10
Delivery	~70	<1	~95	<1
P.S.S.[1]	~60	<1	~50	<1
Energy[2]	~10	~5	~15	~5
Agriculture	~150	--	~145	--
Total	~390	~5	~400	~15
excl. tethered	~390	~1	~400	~10

1 Includes mining & construction, film & media, insurance, telecommunications, universities & research and real estate; 2. P.S.S. is public safety & security; first response visual line of sight drones carried in vehicle and beyond visual line of sight operated from central stations categorised as 'Specific' with long endurance used by government authorities for missions such as border security categorised as 'Certified'; 3. Tethered drones used for wind production at high altitudes (~450m) included as 'Certified' drones while all short and long range inspection included as 'Specific'
Note: figures are rounded to the nearest 5K units, differences in totals due to rounding
Source: Press search, expert interviews with technology providers, operators, future users in each sector and policy makers, Eurostat, BCG analysis

European Civil and Commercial UAV Market. Total Market by Vertical Segment, 2008-2020



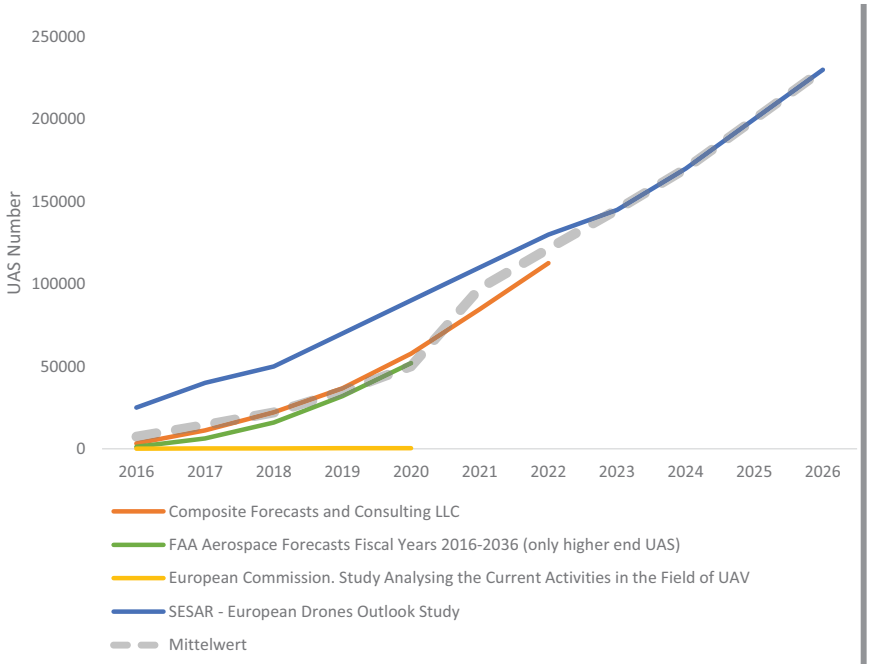
sUAS Fleet



	2016	2017	2018	2019	2020
Higher end UAS	1,300	6,300	16,000	32,000	52,000
Lower end UAS	31,500	95,000	180,000	320,000	490,500
Total Fleet	32,800	101,300	196,000	352,000	542,500

UAS Market Analysis

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.



Prediction 2035

Airbus :

- >> 2015: 18020 PAX, 1560 freight
- >> 2035: 37710 PAX, 2110 freight

Boeing:

- >> 2015: 22510
- >> 2035: 45240

UAS:

- >> 395000 UAS in „Specific“ and „Certified“

Multiple Travel Chain Options

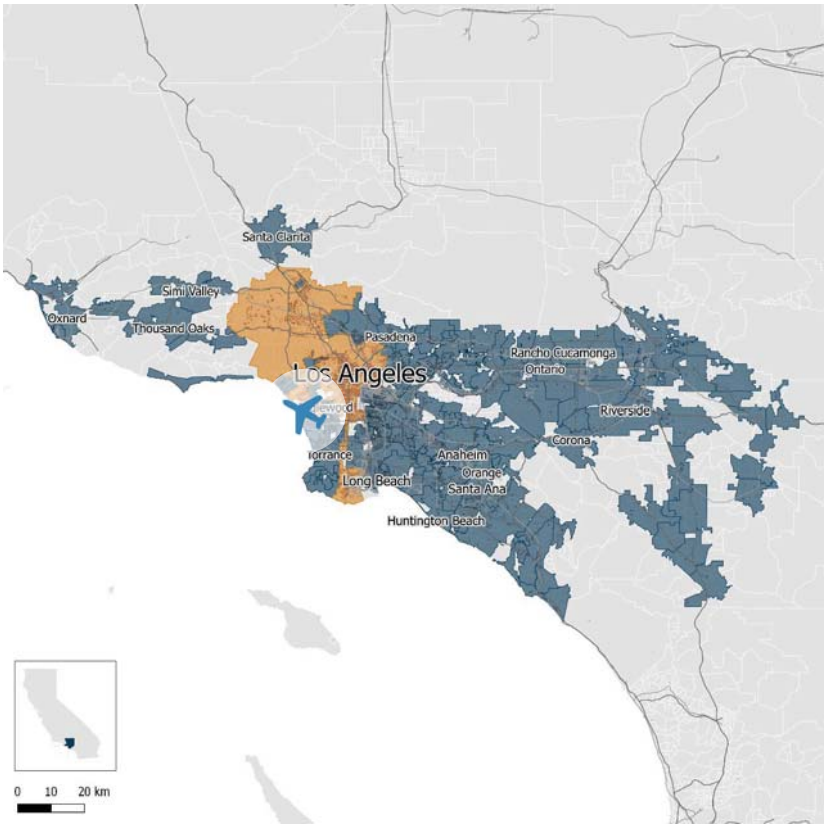
Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

What are the implications on cities?

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

>> Example: Los Angeles

- **Population**
  - City: approx. 4 Million
  - Metropolitan Area: approx. 13 M
- **LA International Airport**
  - Aircraft Operations per day: around 2000 A/C

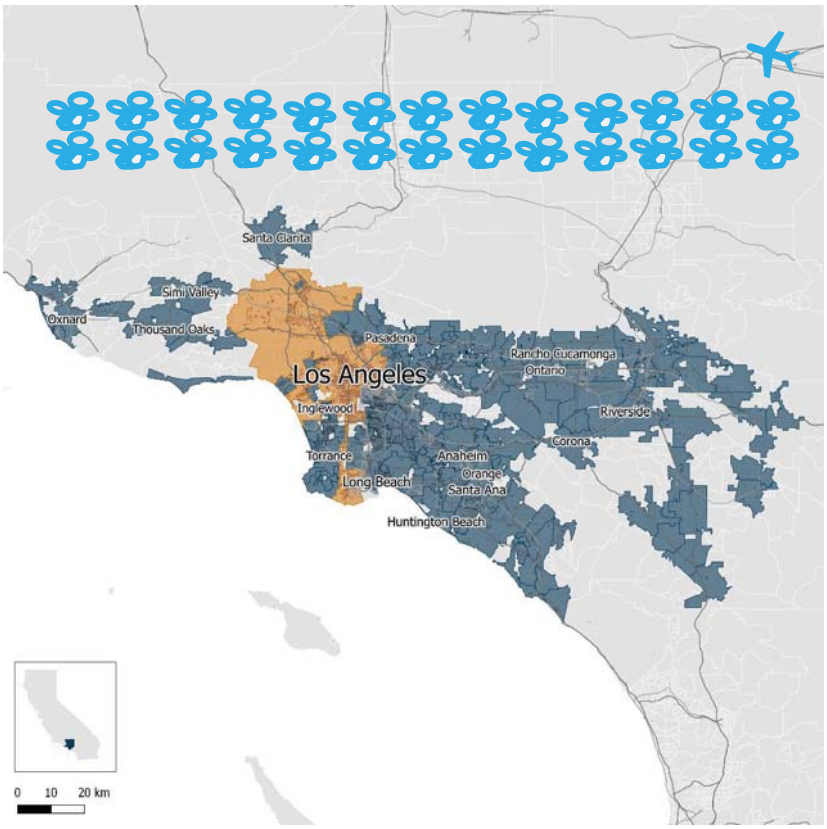


What are the implications on cities?

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

>> Assumption:

- **PAV share on transport capacity similar to taxi:**
  - 1% of passenger traffic
- **Avarage number of rides per day**
  - 3 by every resident
- **PAV flights / hour**
  - **5.000** in LA city
  - **16.000** in LA metropolitan area



What else to consider?

Bauhaus Luftfahrt
Neue Wege.

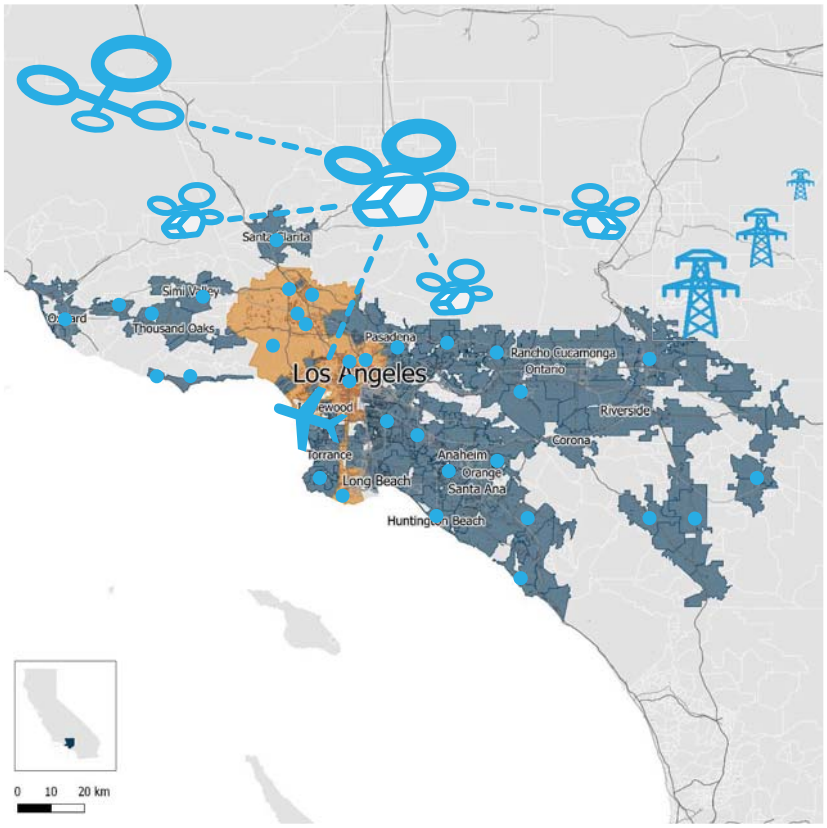
Automation / Autonomy
- Pilotless Operation
- Air Traffic Management
- Databases

Infrastructure
- PAV-Ports
- Power Supply
- Communication

Reliability of Service
- Capacity
- Time for Waiting & Travel
- Interoperability with other Modes of Transportation

Safety & Regulations

Acceptance



Contact

>> **Dr. Jochen Kaiser**
Head of Visionary Aircraft Concepts

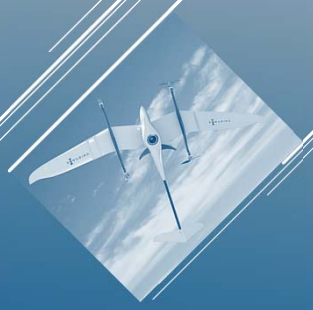
>> **Bauhaus Luftfahrt e.V.**
Willy-Messerschmitt-Straße 1
82024 Taufkirchen

>> **Tel.: +49 (0) 89 3 07 48 49 - 47**
jochen.kaiser@bauhaus-luftfahrt.net

>> **http://www.bauhaus-luftfahrt.net**

IBS Workshop Drohnentechnologie –
Konzepte und Anwendungen

Laubusch, November 2017



1

Inhalt

- Vorstellung des Verbandes der Unbemannten Luftfahrt UAV D A CH e.V.
- Ergebnisse des BMVI-Workshops vom 9. August 2017

2

Der Verband

- UAV D A CH e.V. steht für Akzeptanz, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Qualität und Förderung der unbemannten Luftfahrt
- Größter deutschsprachiger UAS-Verband - 160 Mitglieder aus 4 Ländern (Forschung, Hersteller, Anwender, Versicherungen und Trainingseinrichtungen)
- Sitz in Braunschweig, Geschäftsstelle in Salem und politische Vertretung in Berlin

3

Der Verband

- 17 Jahre Erfahrung und Netzwerk, Mitglied bei UVS International
- 10 ständige Arbeits- und Fachgruppen
- UAV D A CH e.V. vernetzt und bündelt Expertise und Kompetenzen, ist Austauschplattform und vertritt die Interessen seiner Mitglieder und verschafft ihnen Gehör

4

Ziele

UAV D A CH e.V. setzt sich ein für:

- die sichere Integration von UAS in den Luftraum (Betriebsverfahren, Lufttüchtigkeit, Versicherungen, Ausbildung und Lizenzierung)
- fortschrittliche, effektive und umweltfreundliche UAS-Technologien und innovative Verfahren
- die Entwicklung einheitlicher Sicherheitsstandards und Normen
- die internationale Abstimmung zwischen Ministerien, Behörden, Organisationen, Verbänden und der Wirtschaft

5

Ziele

UAV D A CH e.V. setzt sich ein für:

- die Förderung von UAS-Dienstleistungen und deren Nutzung
- eine intensive Nutzung in der Wirtschaft und angemessene Verbreitung im Sport- und Freizeitbereich
- eine profunde Ausbildung, Prüfung und Lizenzierung von RPAS-Personal
- klare und unkomplizierte Prozesse ohne administrative Überfrachtung

6

UAV D A CH - Sicherheitskonzept für UAS Betrieb

UAS:
1. Registrierung
2. Kennzeichnung
3. Technische Prüfung
4. Zulassung zum Luftverkehr

Personal (Operator & Piloten):
1. Ausbildung
2. Lizenzierung
3. Training

Flugbetrieb:
1. Verkehrsregeln
2. Air Traffic Management
3. Detect & Avoid

Überwachung & Strafverfolgung:
1. Luftfahrtbehörden
2. Polizei
3. Justiz

7

Aktivitäten UAV D A CH

- Information für Käufer von Drohnen „Beipackzettel“
- Wissensdatenbank UAS und Informationen über No-Fly-Zones (App)
- UAS-Zündschlüssel (SIM Karte für die Drohne)
- Gremienarbeit (EASA, JARUS, EUROCAE, DIN, BDLI)
- Zusammenarbeit mit DAeC, DMFV, BDLI, BDL und IGG (Interessen Gemeinschaft Geodäsie)
- Verbändebeteiligung Änderung LuftVG/LuftVO

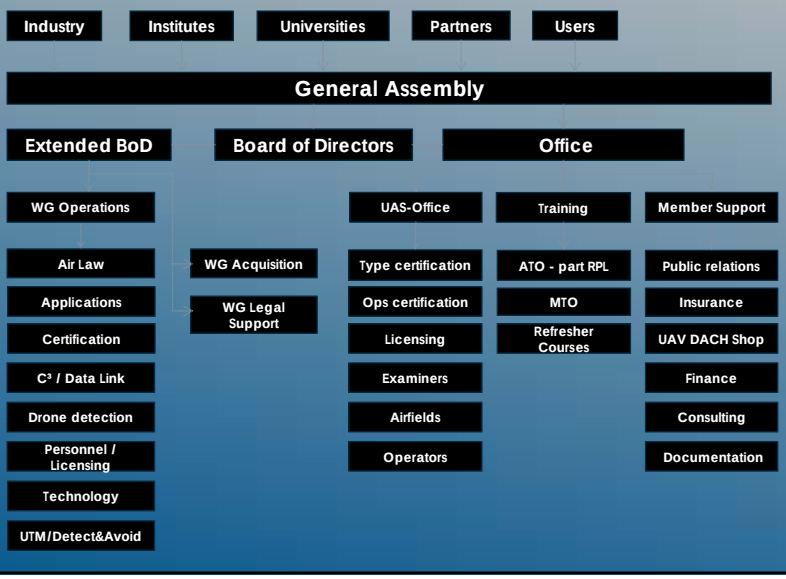
8

Aktivitäten UAV D A CH

- Stellungnahme zu EASA Prototype Rules, EASA NPAs und Teilnahme Expert Group RMT.0230 und SESAR-WG U-Space
- Prüfungen und Ausstellung des Kenntnisnachweises für Steuerer von unbemannten Fluggeräten gem. § 21d LuftVO als anerkannte Stelle des LBA (DE.AST.001)
-
- Gütesiegel UAV DACH für UAS, Piloten und Ausbildung im Vorgriff auf QE-Funktion
- Jährliche Fachtagung

9

Struktur UAV D A CH



10

Benefit für Mitglieder

- Starke Gemeinschaft
- Teilhabe an Netzwerken und Technologieclustern
- Expertise aller Mitglieder
- Zugang zu potentiellen Kunden
- Informationen über (öffentliche) Vergaben und RFI

11

Benefit für Mitglieder

- Unterstützung bei Ministerien, Behörden und internationalen Organisationen
- Zugang zu Forschung & Entwicklung einschließlich Förderprogramme
- Nutzung des anerkannten Qualitätsstandards des UAV D A CH

12

Der Nationale Drohnenbeirat

- BMVI Workshop am 9. August 2017 in Berlin:
  - Drohnen als Treiber digitaler Innovationen
  - Potenziale und Perspektiven ziviler und kommerzieller Anwendungen
- Wesentliches Ergebnis auf Betreiben von UAV D A CH:
  - Gründung des „Beirates unbemannte Luftfahrt“ analog zu den Civil Drone Councils in Frankreich, Niederlande, Spanien und GB

13

Der Nationale Drohnenbeirat

- Einladung durch das BMVI zur Mitarbeit im Beirat unbemannte Luftfahrt und Bildung von vier Arbeitsgruppen am 29.09.2017
  - 1. AG Luftverkehrssicherheit und Luftraum:
    - Definitionen
    - Flugüberwachung, Luftraumstruktur, Unmanned Air Traffic Management System (UTM)
    - Schutz der des Luftverkehrs und Schutz vor Abstürzen
    - Technische Anforderungen
    - Internationaler Einsatz von unbemannten Fluggerät

14

Der Nationale Drohnenbeirat

- **Einladung durch das BMVI zur Mitarbeit im Beirat unbemannte Luftfahrt und Bildung von Arbeitsgruppen**
  - **2. AG Standards und Recht:**
    - Harmonisierung der Rechtsanwendung (u.a. Zusammenstellung von Musterfällen)
    - Qualifikation und Ausbildung der Steuerer
    - Rechtsetzung auf europäischer und internationaler Ebene
    - Anforderungen an die gewerbliche Nutzung
    - Nutzung zu Sport und Freizeitzwecken/Flugmodellsport
    - Einsatz zur Fluggastbeförderung

15

Der Nationale Drohnenbeirat

- **Einladung durch das BMVI zur Mitarbeit im Beirat unbemannte Luftfahrt und Bildung von 4 Arbeitsgruppen**
  - **3. AG Digitalisierung und Entwicklungsperspektiven:**
    - Anwendungsbereiche und Marktpotenziale
    - Einsatz im Rahmen hoheitlicher Aufgaben • innovative Einsatzbereiche der Zukunft
    - Abwehr von unbemanntem Fluggerät

16

Der Nationale Drohnenbeirat

- **Einladung durch das BMVI zur Mitarbeit im Beirat unbemannte Luftfahrt und Bildung von 4 Arbeitsgruppen**
  - **4. AG Technologie und Infrastruktur:**
    - Testgelände
    - Antriebstechnologien
    - Digitale Infrastruktur / Frequenzen
    - Cyber-Sicherheit

► **Forschung / Akzeptanz als Querschnittsthema**
Identifizierung von Forschungsbedarf und Koordinierung der Forschungsarbeit sowie und möglicher Maßnahmen zur Steigerung der Akzeptanz von Drohnen als Querschnittsfrage für alle AGs / Gesamtschau und Priorisierung durch Beirat

17

Kontaktmöglichkeiten

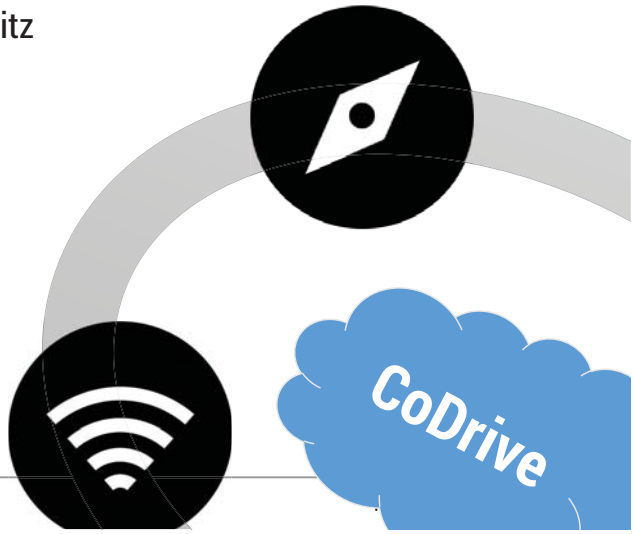
- www.uavdach.org
- norbert.lohl@uavdach.org

18

CoDrive – Cloud-Plattform für kooperatives Fahren

Daniel Markert, Fakultät für Informatik

11. November 2017, TU Chemnitz

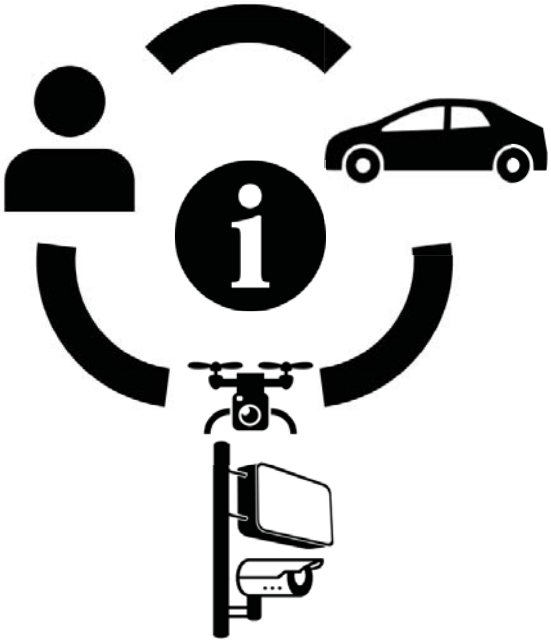


Motivation für kooperatives Fahren

Präventiver Informationsaustausch
- Zwischen Fahrzeugen/Fahrern
- Mit Straßenrandinfrastruktur
- Mit Sensordrohnen
- Mit anderen Verkehrsteilnehmern

IuK-Plattform → CoDrive
- Globale Probleme proaktiv erkennen/prognostizieren
- Prävention durch individuelle Lösungen
- Fusion heterogener, verteilter Datenquellen
- Zukunftsreiseplanung

Nutzen für
- Individuum
- Infrastruktur
- Ressourcen und Umwelt

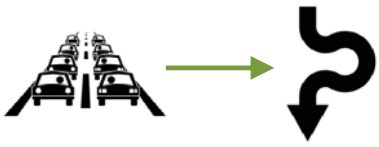


Fallbeispiel Stau

http://www.auto-service.de/

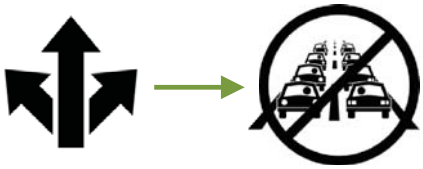
Bisher: Reaktiv

- Google Maps, TMC, Radio
- Warnung nach Stauentstehung
- Nur statistische Daten

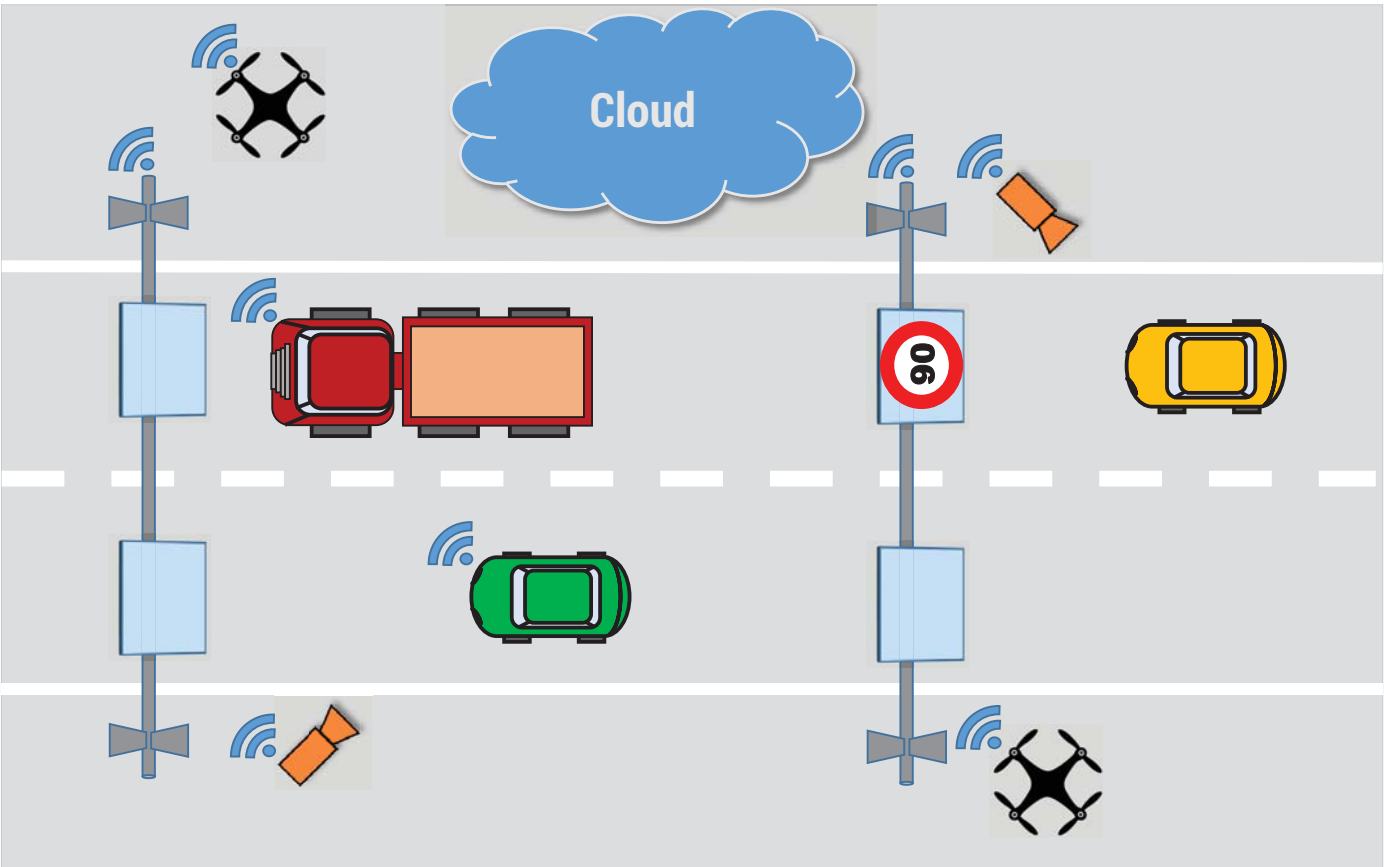


Neu: Proaktiv

- Staurisiko erkennen/prognostizieren
- Prävention durch individuelle Anpassungen der Fahrrouten
- Fusion der Routendaten, GPS-Daten Wetterdaten, Infrastrukturdaten etc.
- Statistische und deterministische Daten

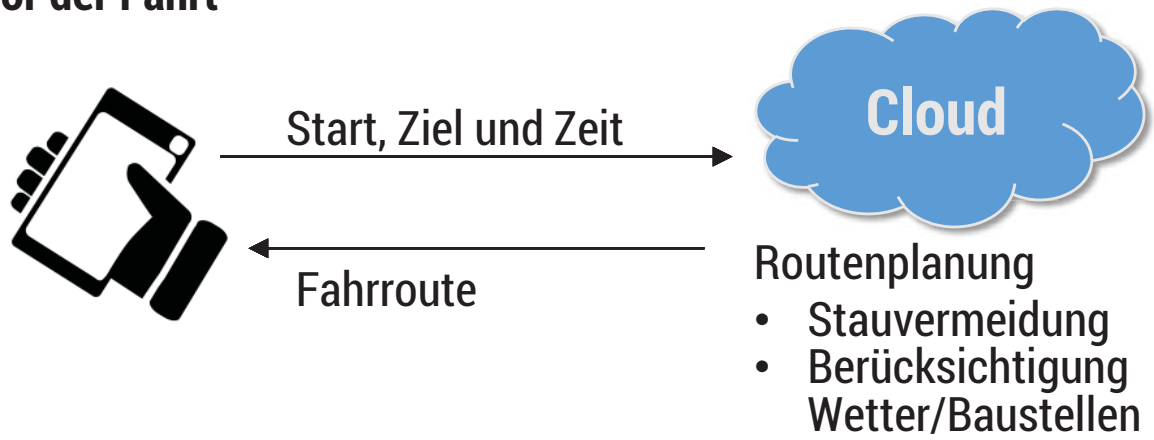


CoDrive – Kommunikationsstruktur



Datenfusion – Zukunftsdaten

Vor der Fahrt

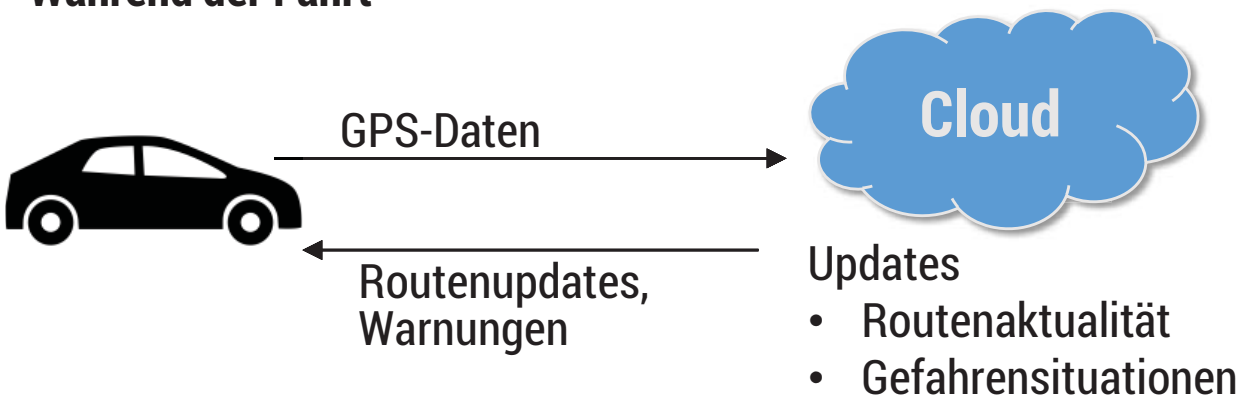


Zukunftsdaten

- Routenplanung
- Kalender
- Auftragsdaten

Datenfusion – Mobile Echtzeitdaten

Während der Fahrt



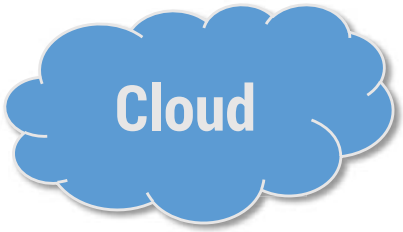
Mobile Echtzeitdaten

- GPS Positionsdaten
- Verkehrsdichte

Datenfusion – Lokale Echtzeitdaten

Während der Fahrt

Teilnehmerdetektion →



← Informations-visualisierung

Handhabung nichtsystemischer Teilnehmer

- Reaktion auf Detektion
- Visualisierung von Meldungen
- Drohnenunterstützung für Knoten-/Gefahrenpunkte

Lokale Echtzeitdaten

- Erfassung nichtsystemischer Teilnehmer
- Information nichtsystemischer Teilnehmer
- Lokale Umweltbedingungen

CoDrive – Herausforderungen

Zukunftsdaten: globale Routenplanung

- Heterogene Datenquellen und -typen
- Optimierungskriterien: Sicherheit, Fahrzeit, Energie

Mobile Echtzeitdaten: Car-to-Cloud-Kommunikation

- Zuverlässige Protokolle unter Echtzeitbedingungen
- Bestehende Technologien

Lokale Echtzeitdaten: Straßenrandinfrastruktur

- Nichtsystemische Teilnehmer, Kommunikationsausfall
- Detektion und Informationsvisualisierung

Schwerpunktunterstützung Drohne

- Ermöglicht Erfassung detaillierter Daten an bekannten Problemknotenpunkten
- Unterstützt Detailkommunikation, z.B. Bildung Rettungsgasse

CoDrive - Vorteile

Gesellschaftspolitische Auswirkung
- Frühwarnfähigkeit bei Gefahrensituationen
- Planbarkeit des Verkehrs

Umwelt- und Ressourcenschutz
- Kürzere Fahrzeiten
- Erhöhte Energieeffizienz

Beschäftigungspolitische Auswirkung
- Modellregion für kooperatives Fahren
- Arbeitsplätze/Geschäftsideen

Vertrauen und Akzeptanz
- Ermöglicht risikofreie Annäherung zu Fahrassistenzsystem
- Vertrauensbildung durch Mensch-Technik-Interaktion

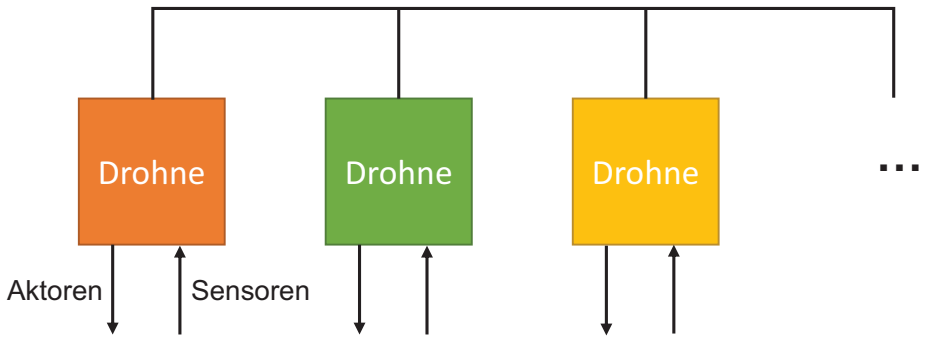
CoDrive : Cloud-Plattform für kooperatives Fahren

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

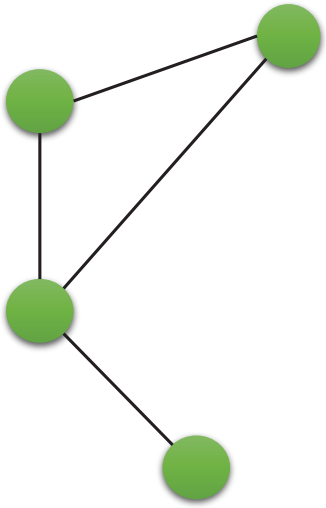
Distributed Active Objects (DiAO) – Ein Programmierparadigma für mobile verteilte Systeme

Problem

- Echtzeit, Zuverlässigkeit und Diversität
- Explizite Kommunikation fehleranfällig und kompliziert
- Verteilte aktive Objekte als Lösung

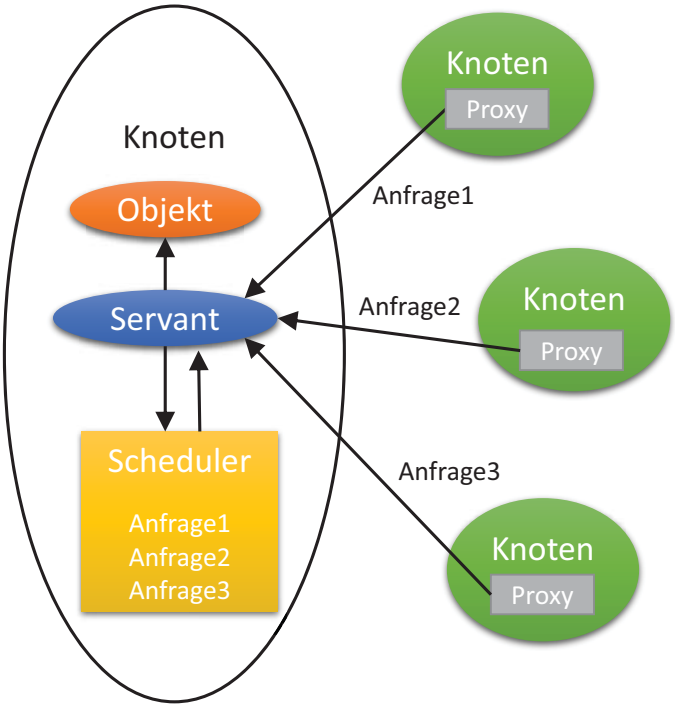


Verteilte Systeme



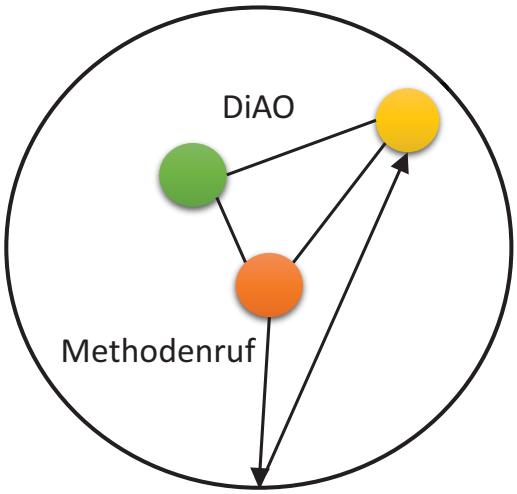
- Mehrere miteinander verbundene Knoten
- Transparenz, Effizienz, Skalierbarkeit, Verfügbarkeit
- Abstraktion durch Middleware
- Automatisierte Versprechen von Eigenschaften

Aktive Objekte



- Mehrere Knoten mit entfernten Objekten
- Trennung von Methodenruf und -ausführung
- Abstraktion von komplizierter Kommunikation
- Nebenläufigkeit und zeitlich abgestimmter Zugriff

Verteilte Aktive Objekte – Grundgedanke



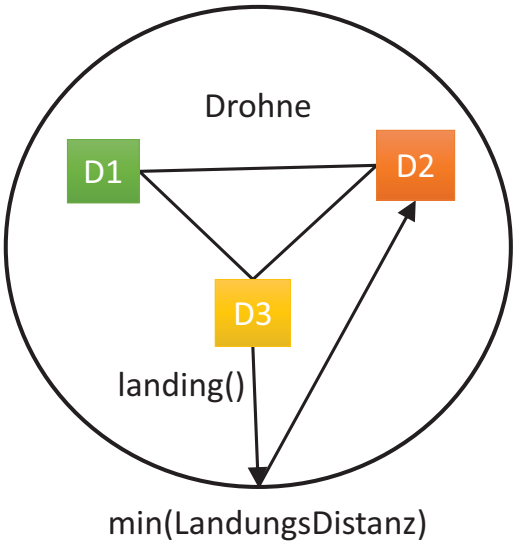
- Verteiltes System als ein Objekt
- Gleichberechtigte Knoten
- Wahl optimaler Knoten durch Constraints auf Basis des globalen Zustandes
- Verteilter Kontrollfluss

Verteilte Aktive Objekte – Ziel

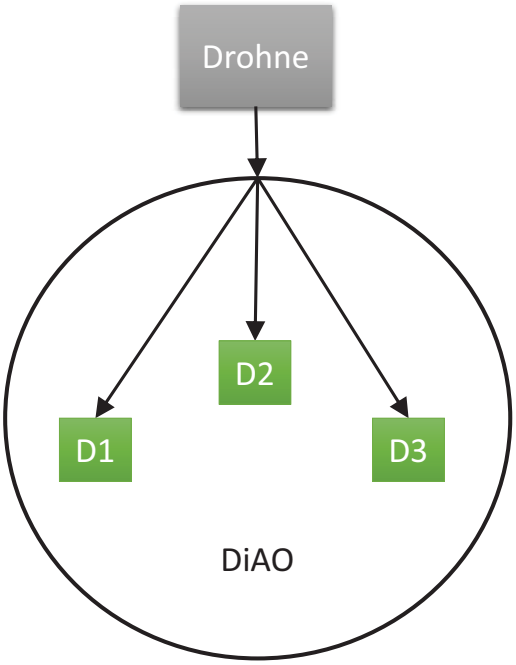
```
class Drohne {
        float LandungsDistanz;
        (int, int) LandePosition;

        @Require(min(LandungsDistanz))
        landing() { // lande }

        eventLoop() {
                // …
                this.landing();
        }
}
```

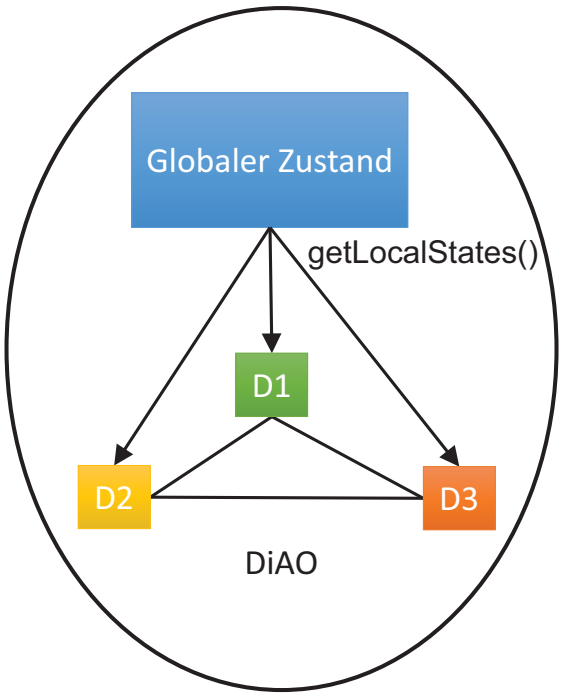


Prototypische Umsetzung - Initialisierung



- Verteilung Klassendefinition
- Erreichbarkeit der Knoten untereinander durch RPC-Middleware
- Gegenseitige Zustandsänderungen durch Methodenrufe
- Änderung von Eigenschaften zur Laufzeit

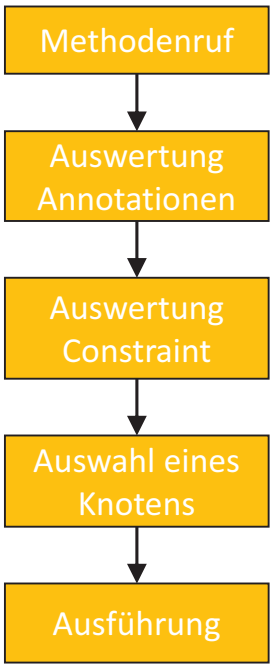
Prototypische Umsetzung - Globaler Zustand



- Objekt, das periodisch lokale Zustände ausliest
- Speicherung Knoteninformationen in invertierter Liste

Attributname	Werte	Proxies
LandungsDistanz	13.4 2.1 15.6	Proxy2 Proxy1 Proxy3
LandePosition	(13, 14) (1, 5)	Proxy1, Proxy2 Proxy3

Prototypische Umsetzung – Constraints



- Bindung an Methoden durch Annotationen
- Auswahl von Knoten nach seinen Eigenschaften
- Durch entfernte Methodenrufe verteilter Kontrollfluss

Prototypische Umsetzung – Constraints

Attributname	Werte	Proxies
LandungsDistanz	13.4 2.1 15.6	Proxy2 Proxy1 Proxy3

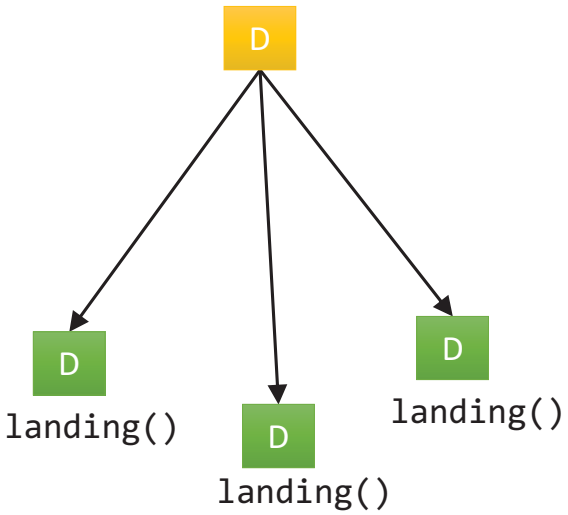
```
[13.4, 2.1, 15.6]
```

```
def minDist(self, ld : “LandungsDistanz“):
        return {“ld“ : [min(ld)]}

@Require(minDist)
def landing(self):
        # Landung durchführen
```

Prototypische Umsetzung – Aktivierung

```
self.landing()#@count=3,sync,
                wait,once
```



- Trennung von Ruf und Ausführung
- Einführung Zwischeninstanz
- Aktivierung durch Bindung von Parametern an Methodenruf
- Synchronität, Vielfachheit, Forcierung, Anzahl

Prototypische Umsetzung – Aktivierung

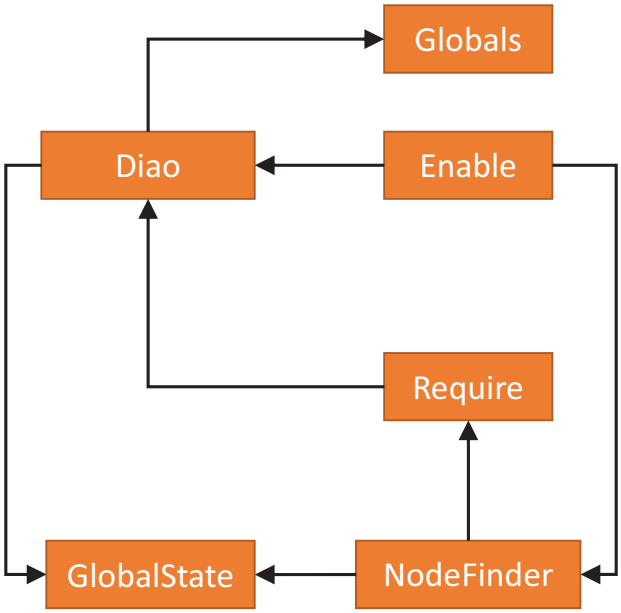
```
def minDist(self, ld : “LandungsDistanz“):
        return {“ld“ : [min(ld)]}

@Enable()
def eventLoop(self):
        self.landing()#@sync@LandungsDistanz=ld
```

[2.1]

Attributname	Werte	Proxies
LandungsDistanz	13.4 2.1 15.6	Proxy2 Proxy1 Proxy3

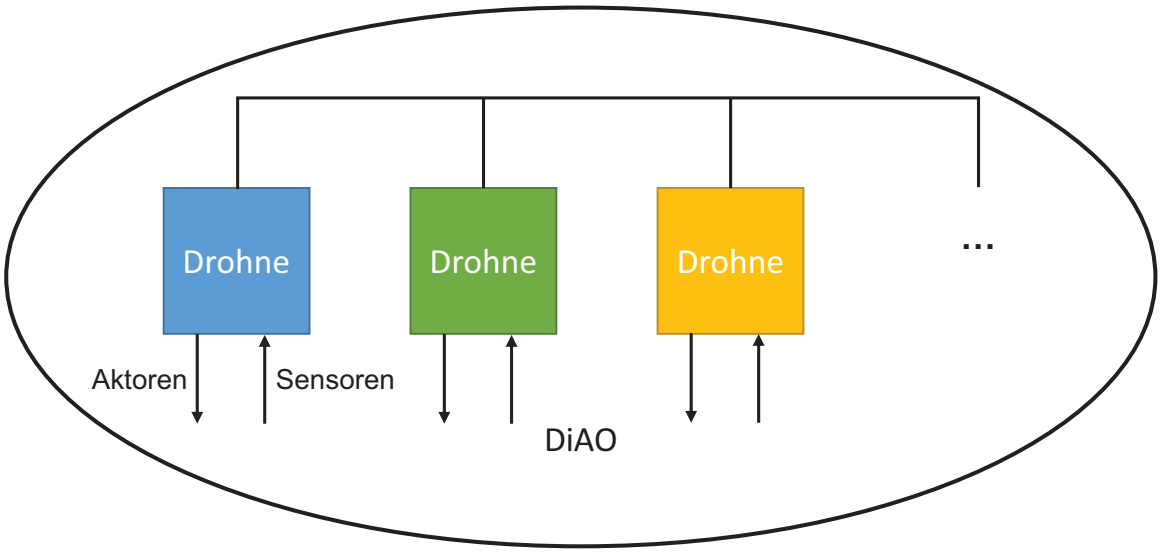
Überblick



- Python
- Python Remote Objects (PyRO)
- Dekoratoren
- Parameter-Annotationen

Zusammenfassung

- Verringerung Kompliziertheit der Knotenkoordination
- Abstraktion von Verteiltheit



Quellen

- Matthias Werner and Peter Tröger. Verteilte Betriebssysteme. Kapitel 2. Charakterisierung verteilter Systeme. http://osg.informatik.tu-chemnitz.de/lehre/dos/dos-02-Charakterisation-handout_de.pdf. Last Accessed: 29.10.2017.

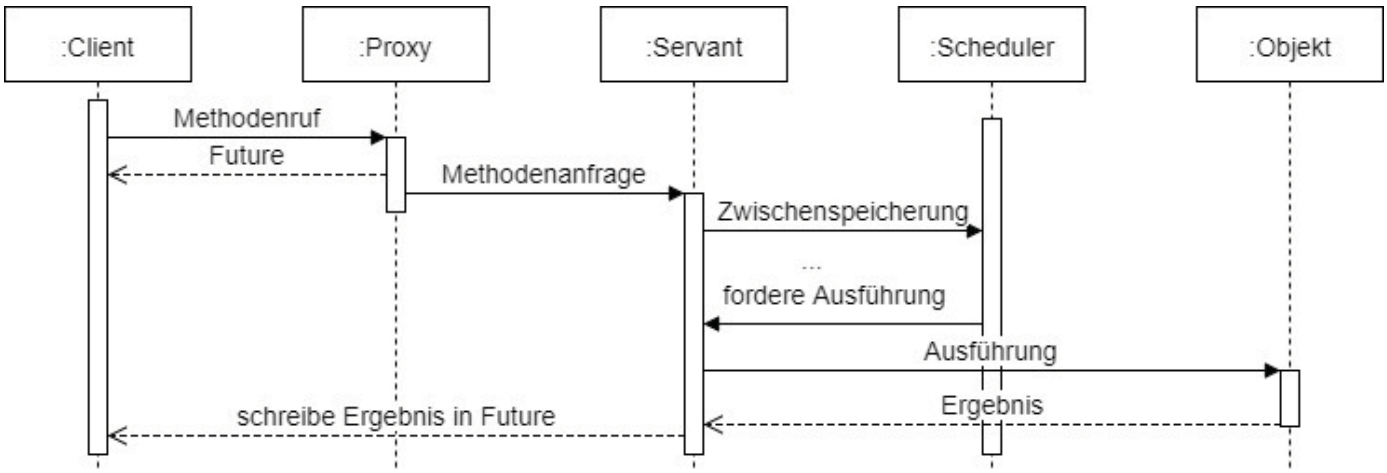
- Matthias Werner and Peter Tröger. Verteilte Betriebssysteme. Kapitel 3. Architekturen. http://osg.informatik.tu-chemnitz.de/lehre/dos/ dos-03-Architekturen-handout_de.pdf. Last Accessed: 29.10.2017.

- Daniel Graff, Jan Richling, Tammo M. Stupp, and Matthias Werner. 8th ieee international conference and workshops on engineering of autonomic and autonomous systems. In Distributed Active ObjectsA Systemic Approach to Distributed Mobile Applications, 2011.

- Greg R. Lavender and Douglas C. Schmidt. Active object - an object behavorial pattern for concurrent programming. 1996.

Aktive Objekte

- Asynchrone Methodenrufe
- Trennung von Ruf und Ausführung einer Methode



IBS Workshop Drohnentechnologie - Konzepte und Anwendungen
Laubusch, 08-10.11.2017

Dr. Axel Weckschmied

VORSTELLUNG

Vorstellung HEXAPILOTS

- als **Geschäftsbereich** des *Ingenieurbüro Dr.-Ing. Axel Weckschmied* im November 2011 gegründet
- Haupt-Geschäftsinhalte
  - **Photogrammetrie / Vermessung**
  - **Land-/Forstwirtschaft**
  - **Hochspannungs-Leitungsbau**
  - **UAS-Bau / Spezialbau**
  - **SW/HW-Entwicklung/Anpassung**

Koptertechnik

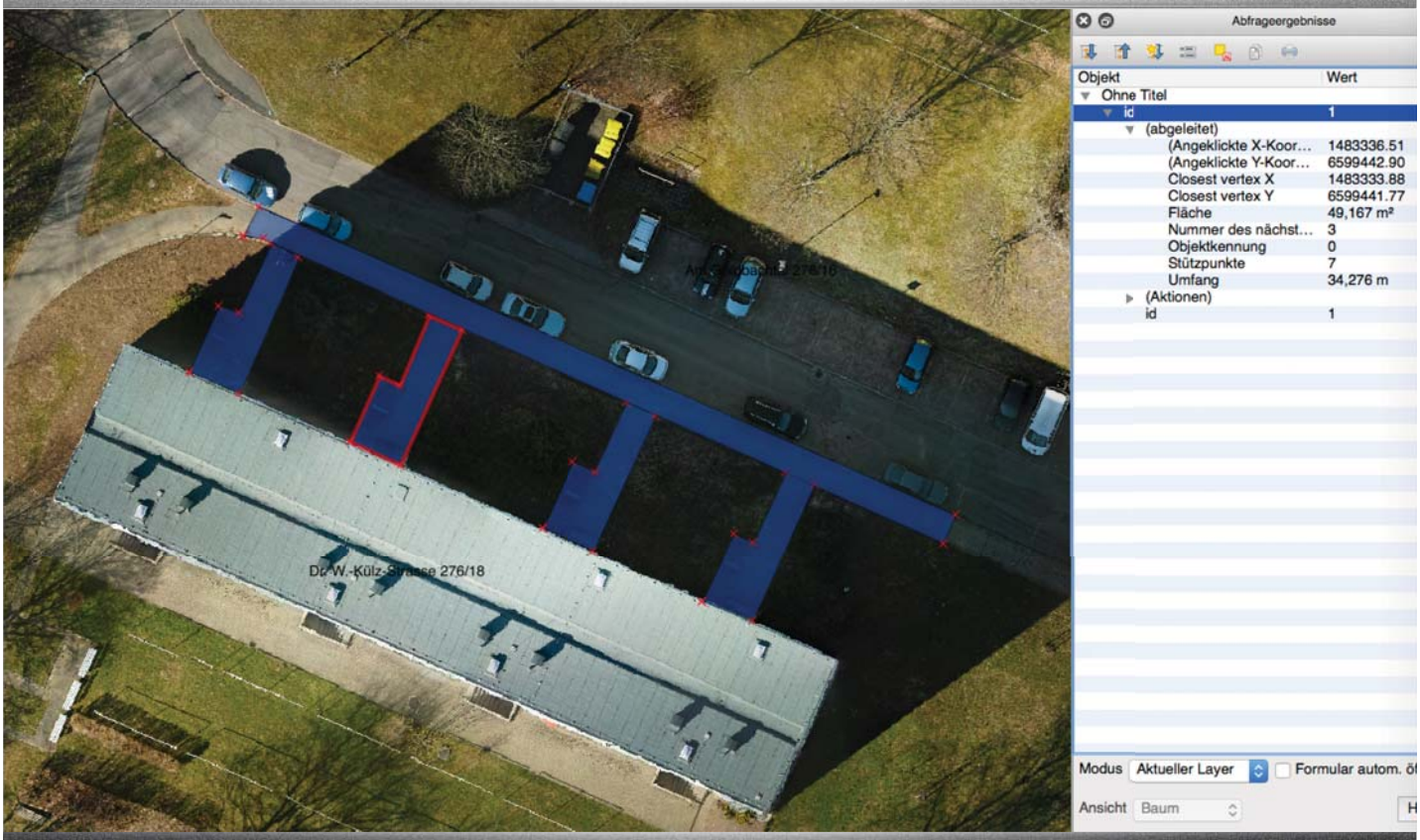
WOMIT arbeiten wir

- **Kopter** - Quadro- und Hexakopter
- **Flächenflieger** (Motorsegler)

Photogrammetrie / Vermessung

Das Projekt - Flächenvermessung

Georeferenziertes Orthomosaik (GOF)



Daten-Auswertung

Das Projekt - 3D-Modellierung/Vermessung

Densed Point Cloud

3D - Oberflächenmodell

Land- / Forstwirtschaft

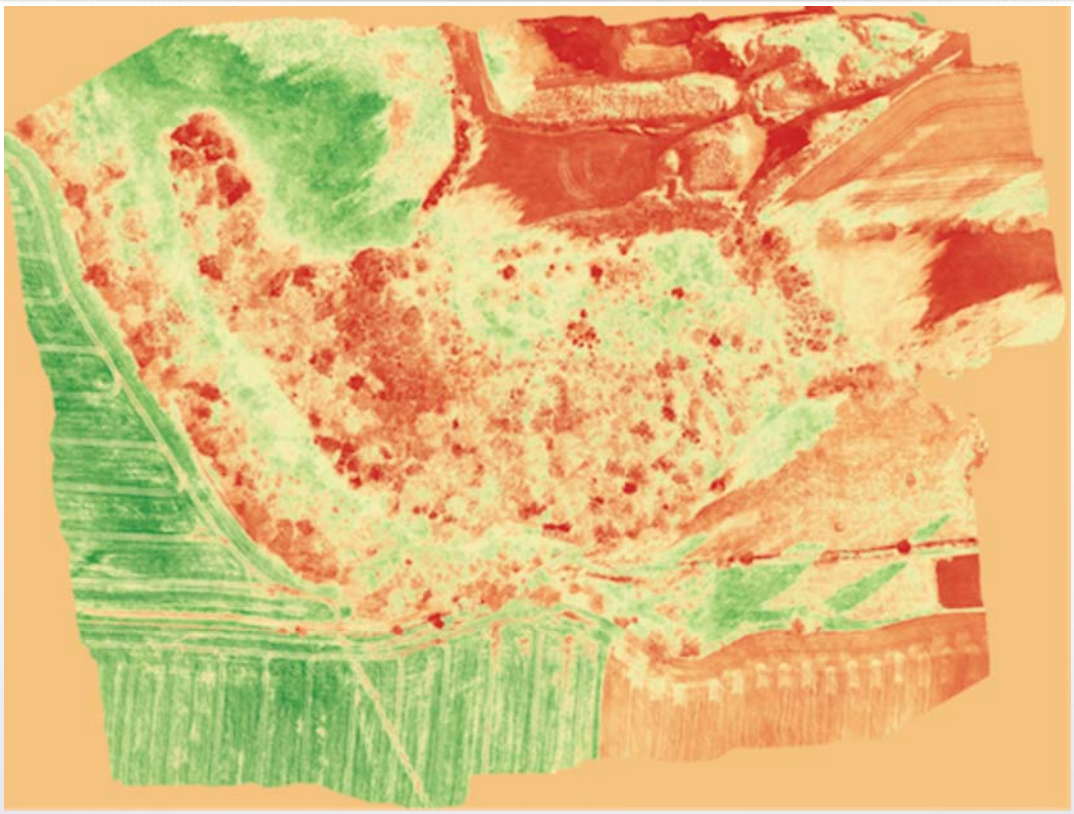
Bestimmung Forstschäden

Georeferenziertes Orthomosaik (GOM)

Land- / Forstwirtschaft

Detektion der Schadstellen (Geo-Koordinaten)

Land- / Forstwirtschaft



optional: Vegetationsindex (GOM)

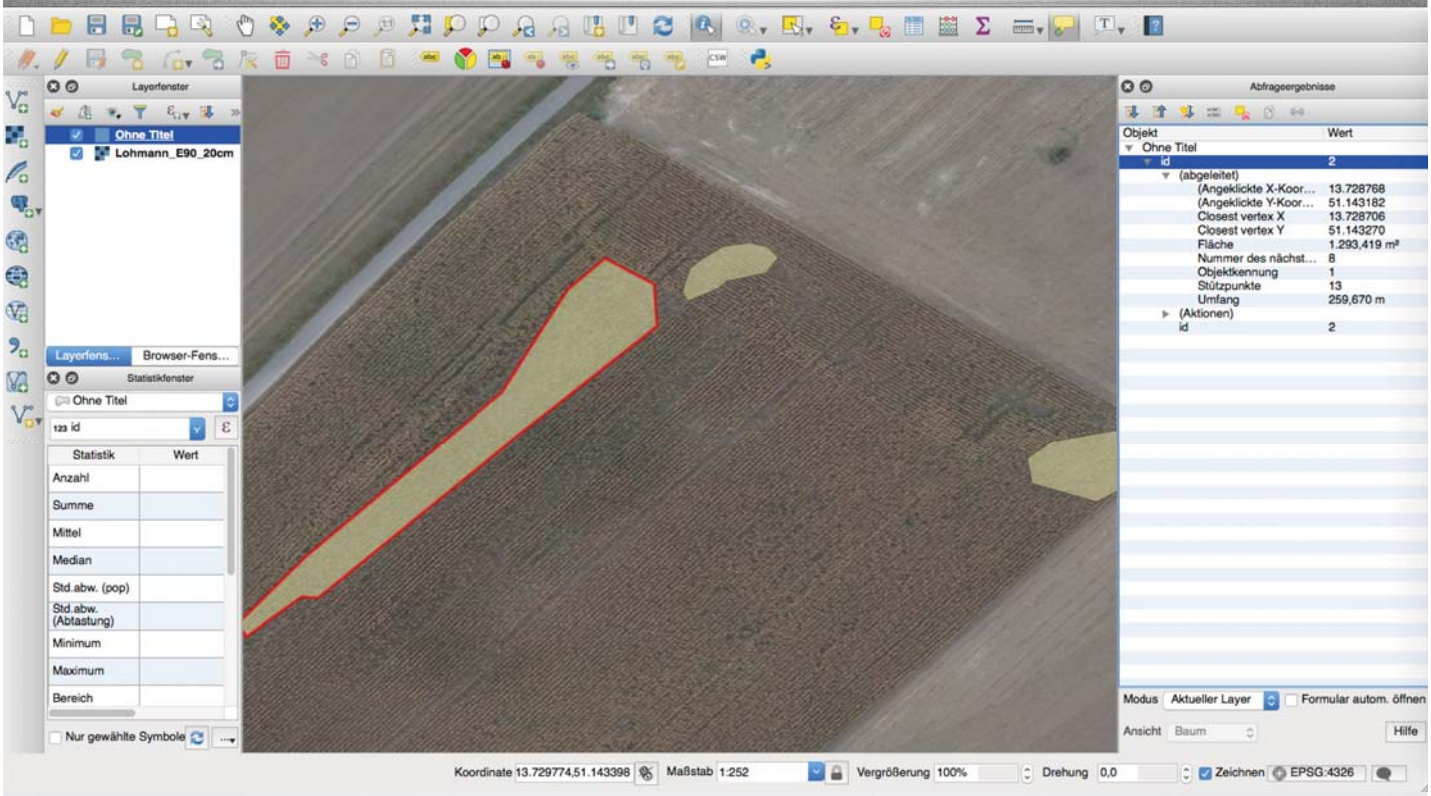
Land- / Forstwirtschaft

Bestimmung

Feldschäden

Georeferenziertes Orthomosaik (GOM)

Land- / Forstwirtschaft



Quantifizierung und Klassifizierung der Schadstellen

Land- / Forstwirtschaft

Yuneec Typhoon H520

Land- / Forstwirtschaft

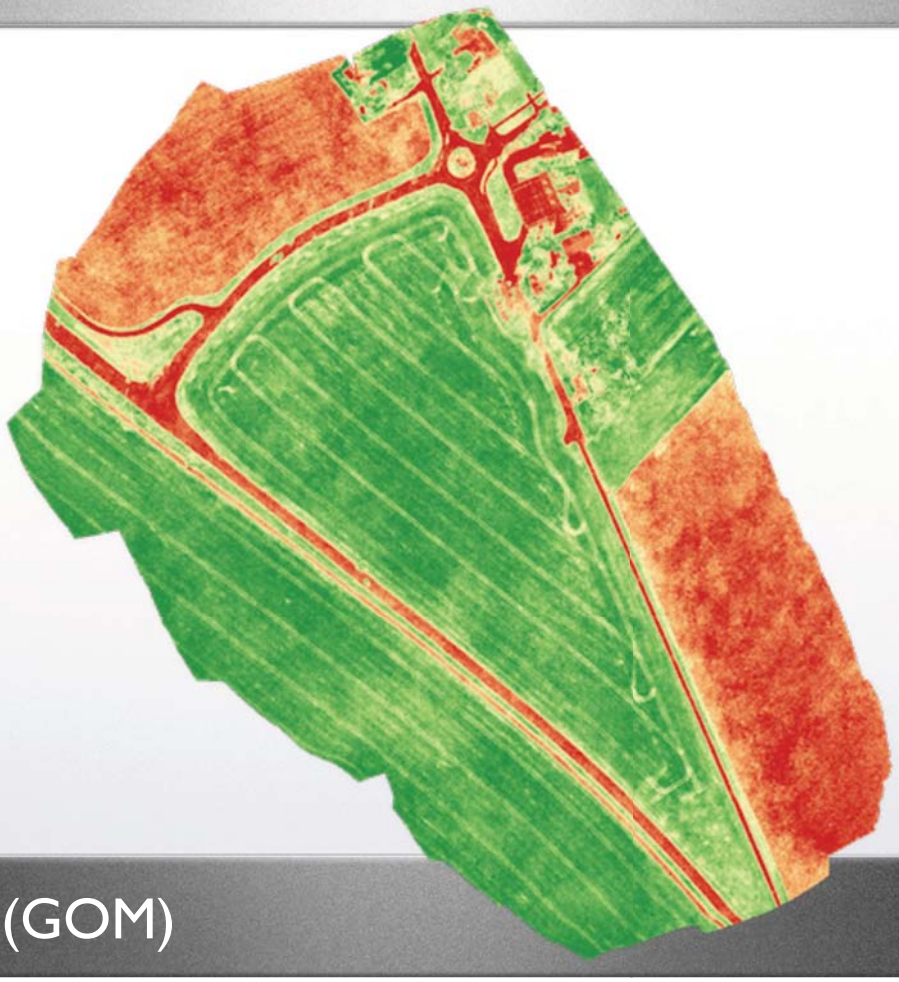
HP-SKUA Endurance

Land- / Forstwirtschaft

Vegetationsindex

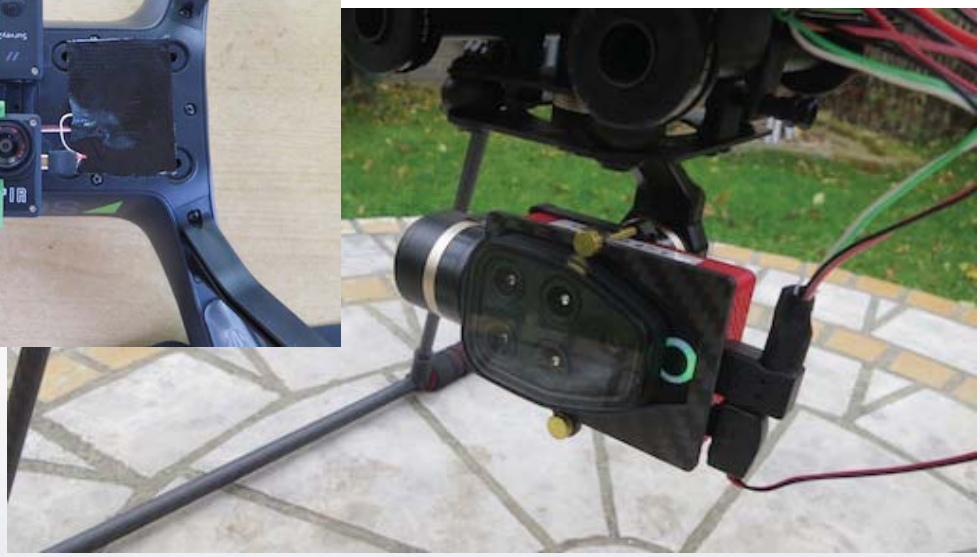
GOM (ROT + NIR)

Land- / Forstwirtschaft



NDVI (GOM)

Land- / Forstwirtschaft



MAPIR Survey2 Cam

Parrot Sequoia

Land- / Forstwirtschaft

Biologischer Pflanzenschutz - Maiszünslerbekämpfung

Land- / Forstwirtschaft

Die Herausforderung - jeder Schlag ist anders!

Die Technik

Land- / Forstwirtschaft

Die Technik

Land- / Forstwirtschaft

Geschafft :-)

Land- / Forstwirtschaft

Die Belohnung ;-)

Hochspannungs-Leitungsbau

Hochspannungs-Leitungsbau

Vorleinen-Flug

WO machen wir das?

Hindernisse Ortschaften

Hochspannungs-Leitungsbau

Arbeiten unter Spannung

Verkehrswege

Hochspannungs-Leitungsbau

WIE machen wir das?

WANN machen wir das?

Bei (fast) jedem Wetter!

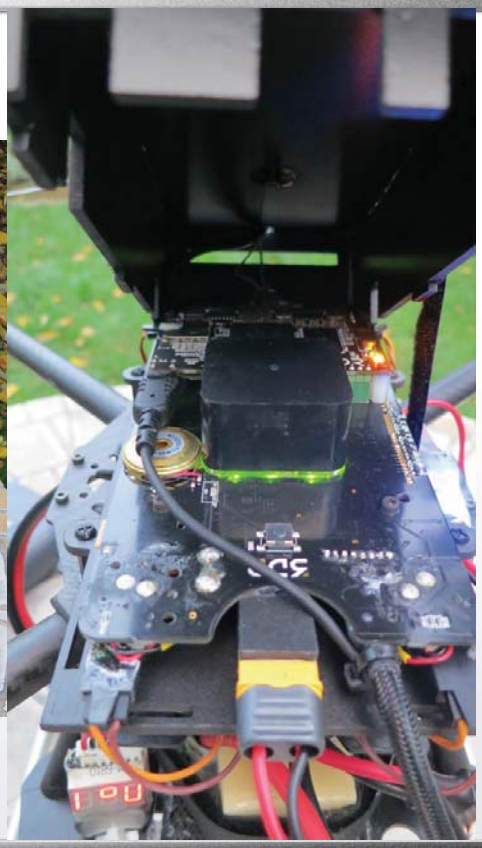
UAS-Bau / Spezialbau

UAS - Bau Produktlinien

SKUA Endurance
X6-E800

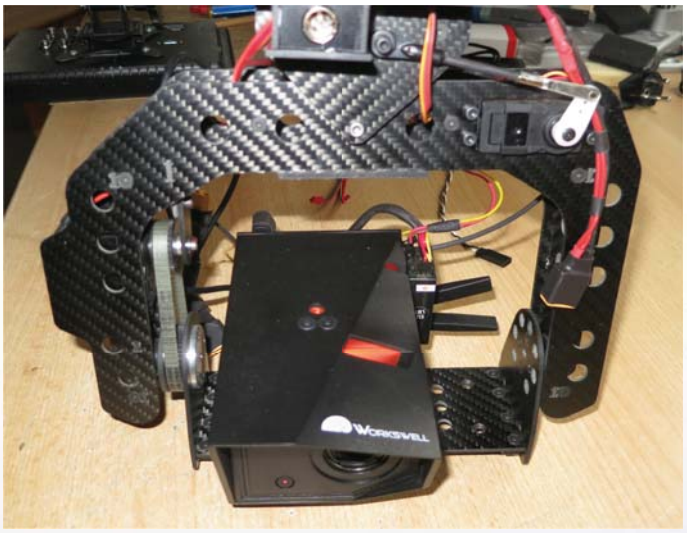
X4-E1200
X6-E1200

UAS - Bau Testplattformen



Testplattform auf Basis 3DR-Solo

UAS - Bau Gimbal

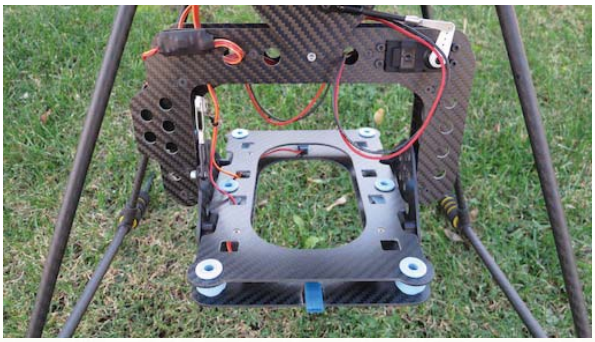


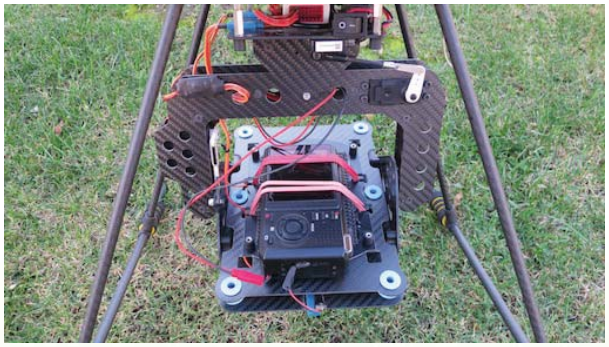
brushless (Sequoia)

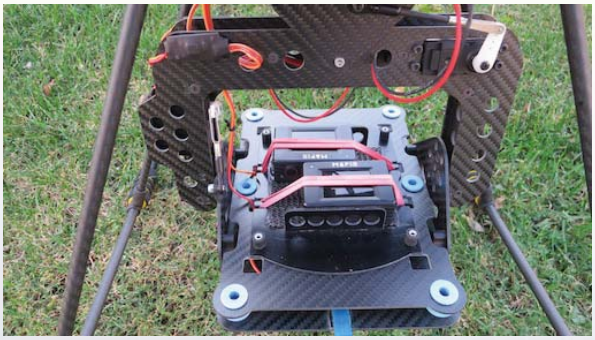
Servo 90° (WIRIS)

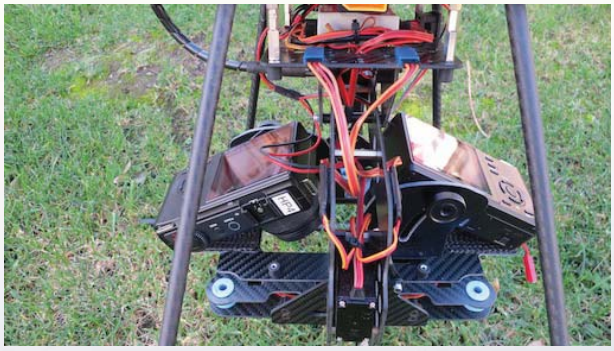
UAS - Bau Gimbal

NADIR - „Wackelplatte“ (Sigma Quattro SD)









NADIR - Single-/Doppelgimbal

UAS - Bau Gimbal

Gremsy H3 brushless (Sony Alpha7)

Tricho-Dropper® Seilhaken

Software / Hardware - Entwicklung / Anpassung

SW/HW - Entwicklung / Anpassung

- **Software**, z.B.
  - Flugsteuerung
  - Telemetrie
  - LUA-Skripte
  - Applikationen
- **Hardware**, z.B.
  - Aktuatoren
  - Sensoren
  - Kameraumbau (Auslöser / NIR)

Setzen Sie auf unsere **Erfahrung**, unser **Können** und unsere **Kompetenz**.

HEXAPILOTS®
UNMANNED AERIAL SERVICES

www.hexapilots.de