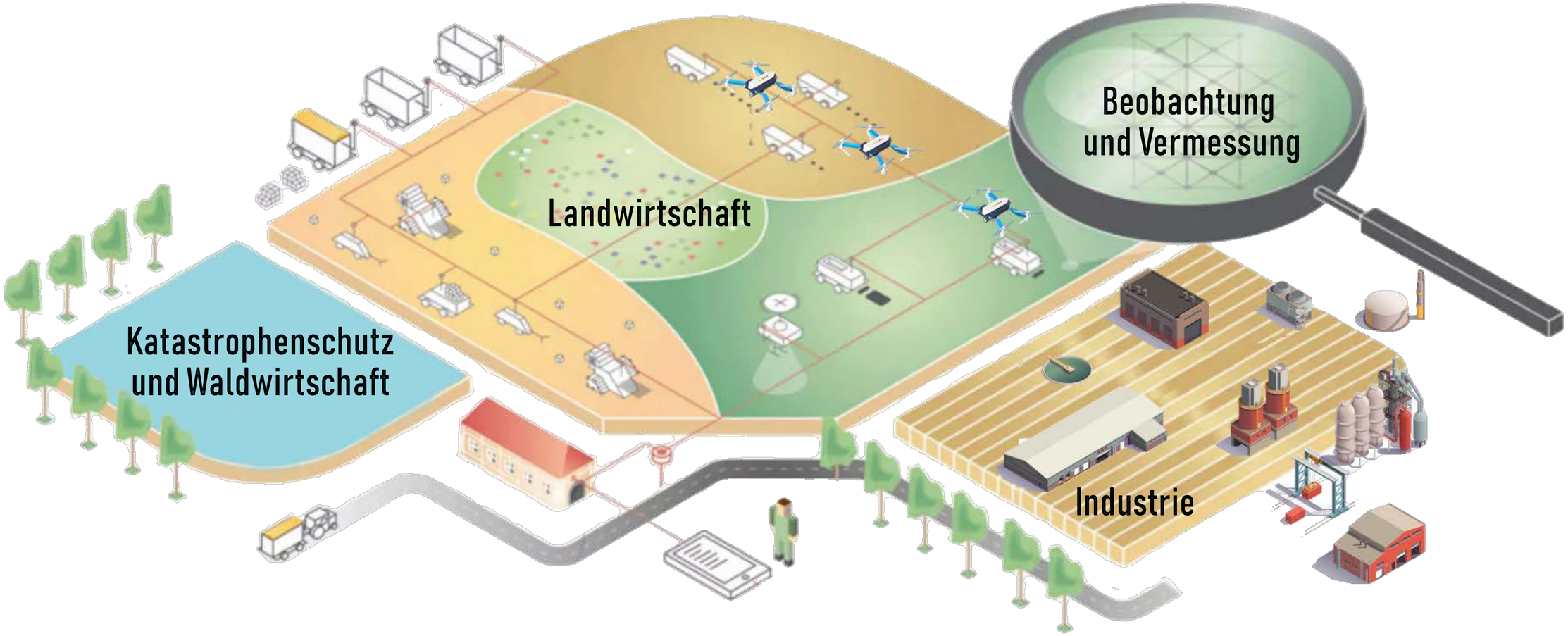


Drohnenbasierte Gelände- und Facility-Auswertung

Drohneneinsatz in Industrieumgebungen

Matthias Nattke, BTU Cottbus-Senftenberg, 21.05.2025

Anwendungsfelder von UAVs



Einführung

Steigerung Effizienz & Effektivität

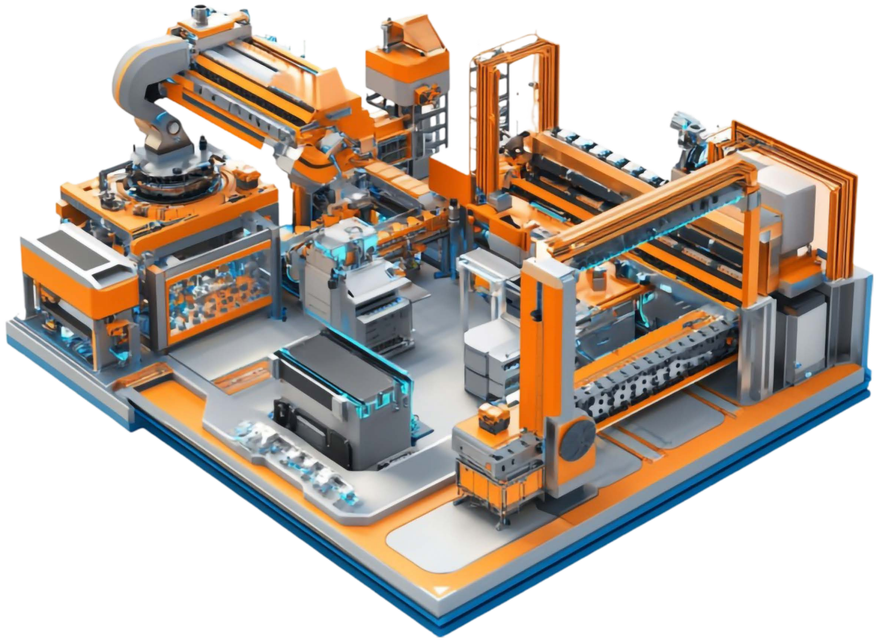
Kostenreduktion

Automatisierung

Präzise Datenerhebung

Gefahrenvermeidung

Einsatzfelder Industrieumgebungen



Infrastruktur-Überwachung



Facility-Management



Geländeanalysen

Drohnentypen



Quadrokopter



Flächenflieger



Hybrid



Hexakopter

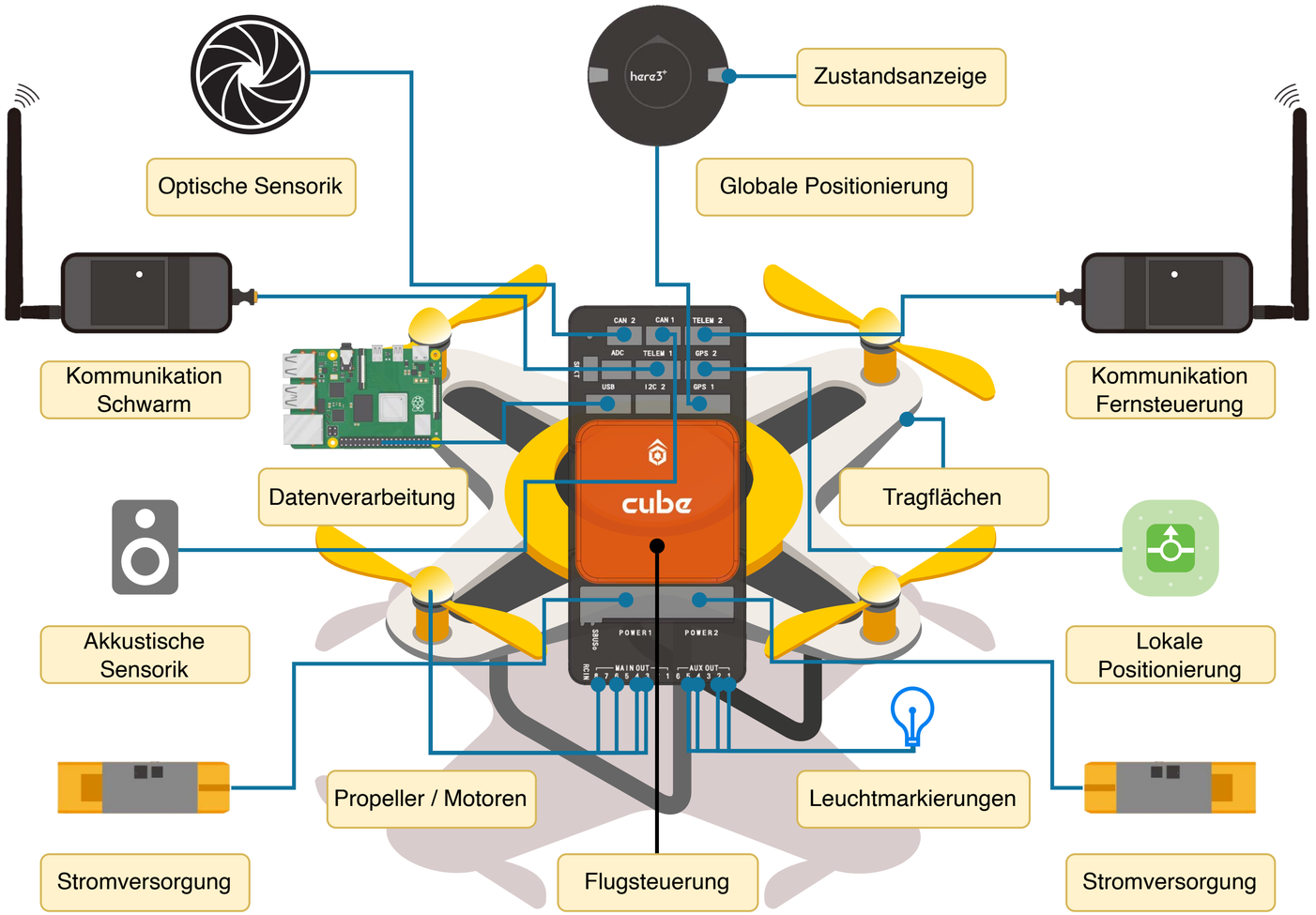


Oktokopter

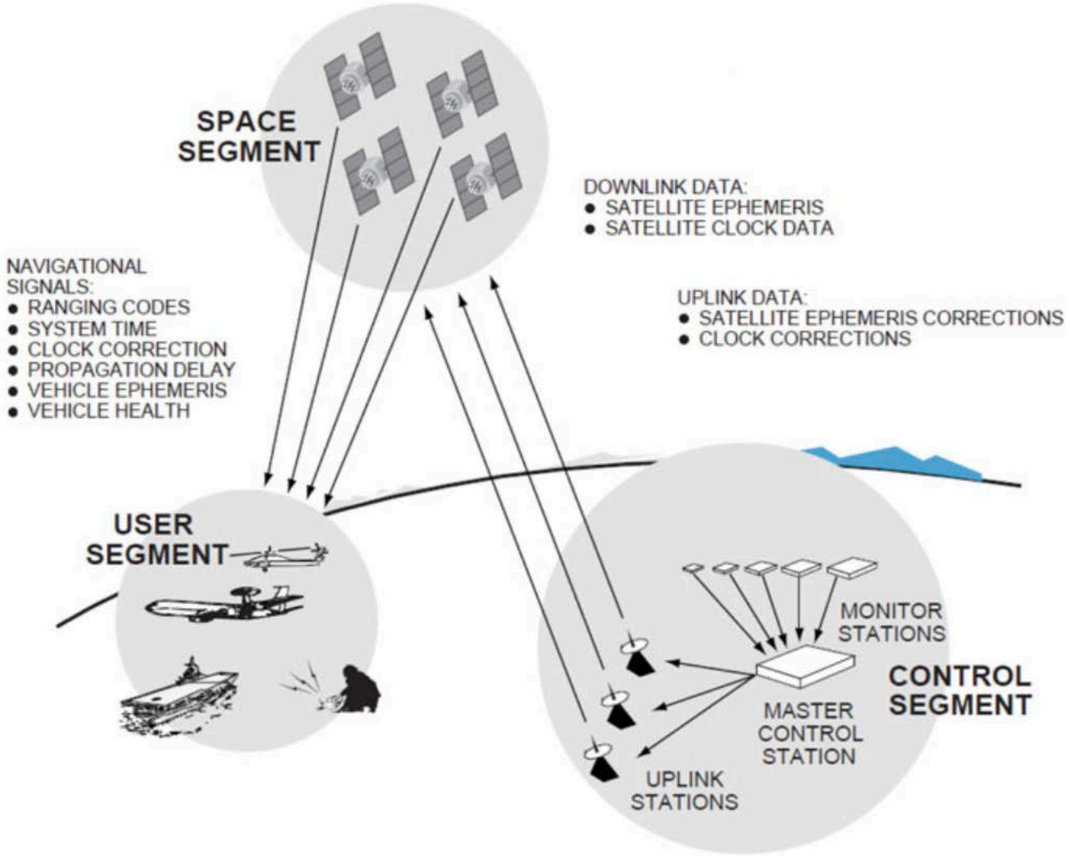


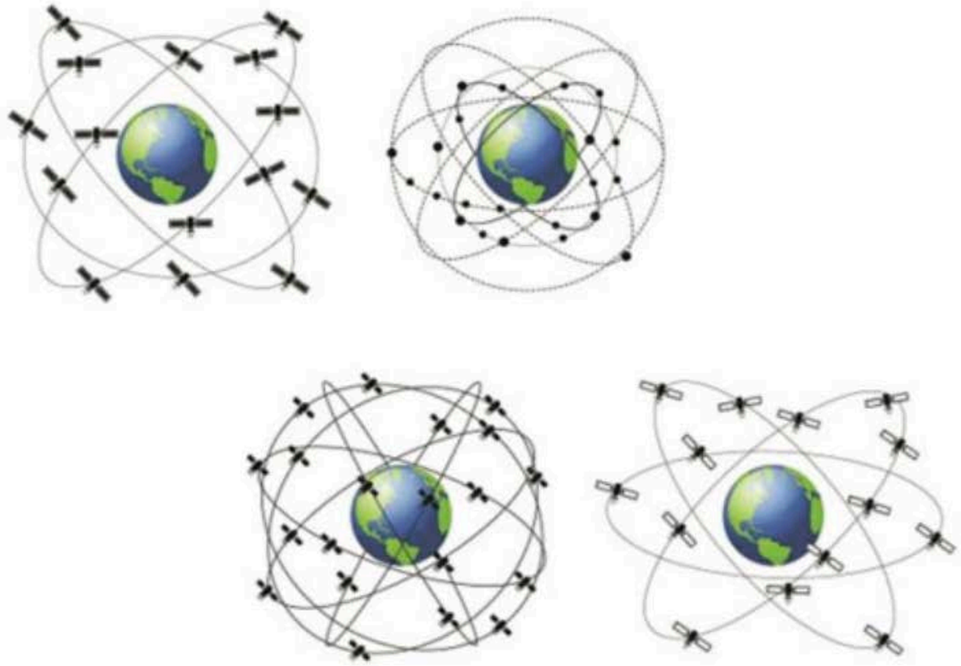
Helikopter

Aufbau eines Drohnensystems



GNSS & RTK für zentimetergenaue Positionierung

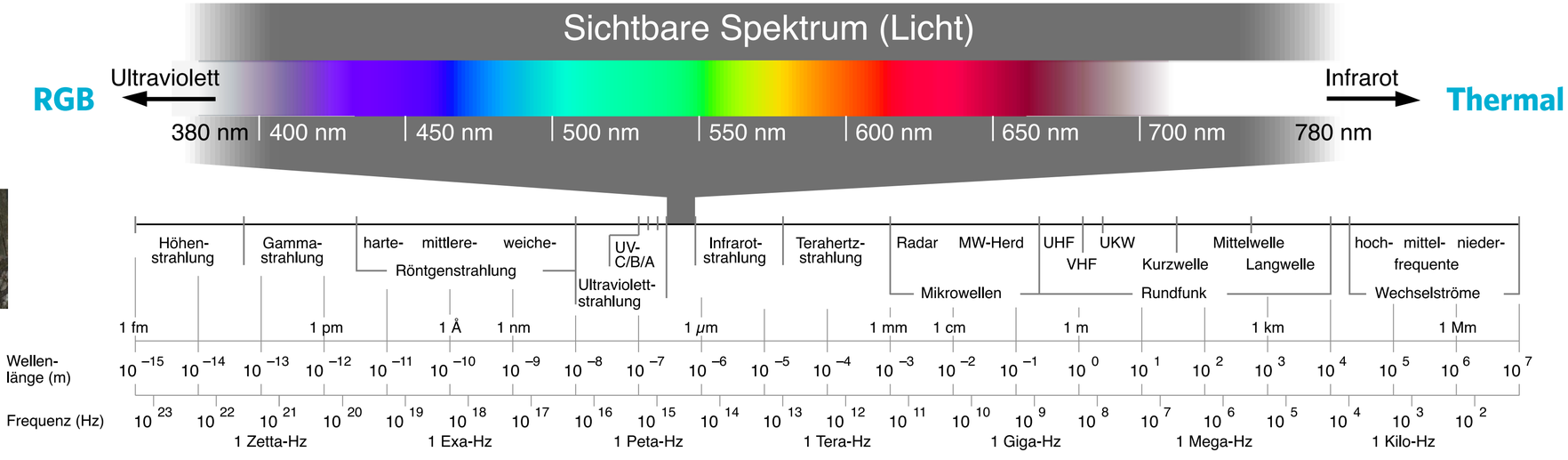


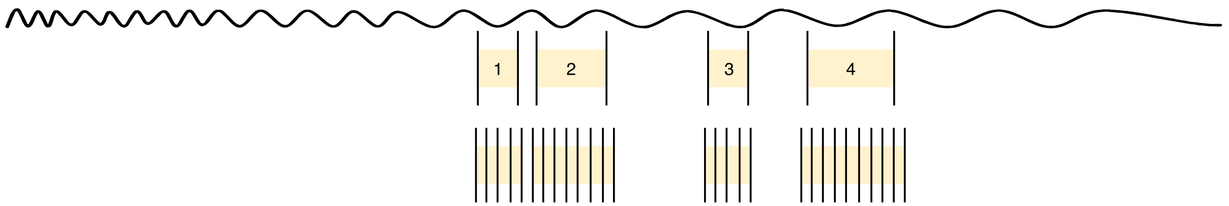


Kameras für Inspektionen



RGB

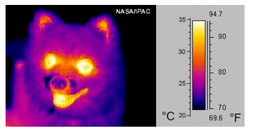




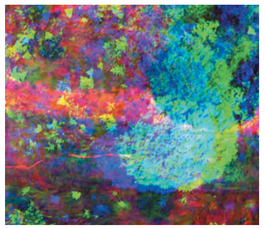
Multispektral

Hyperspektral



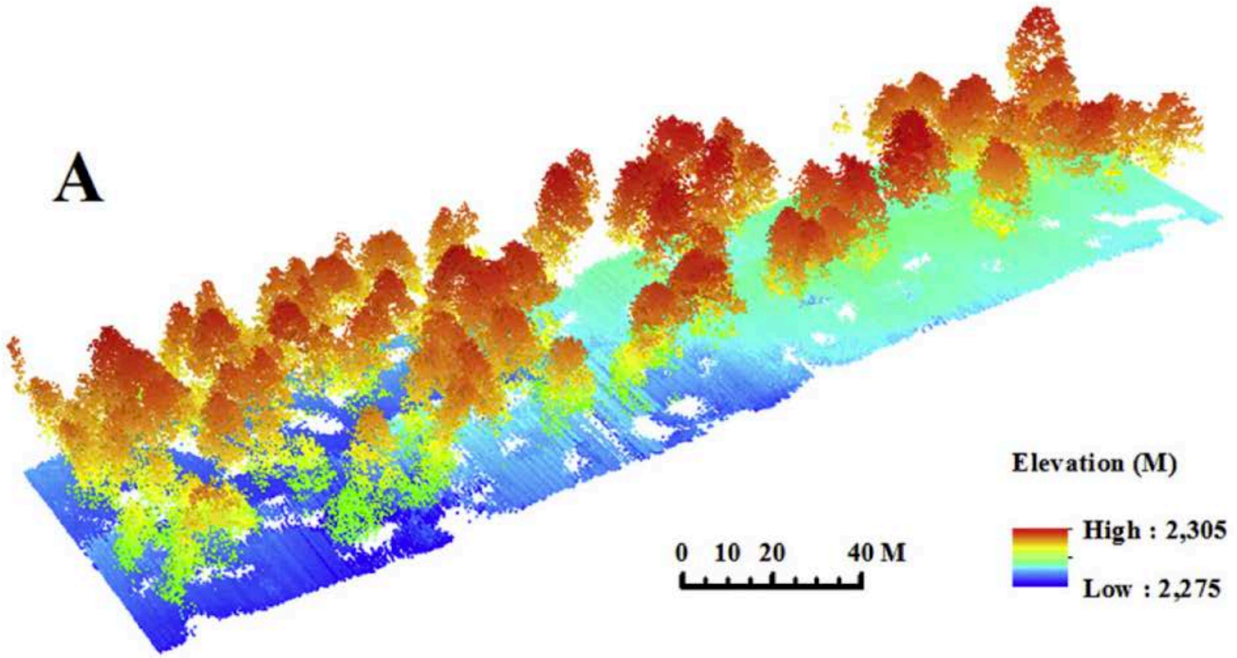




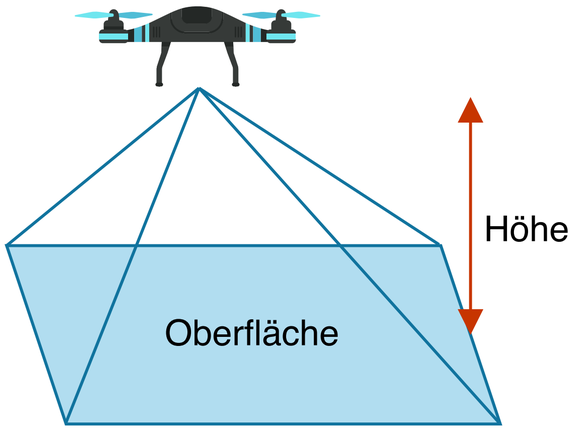


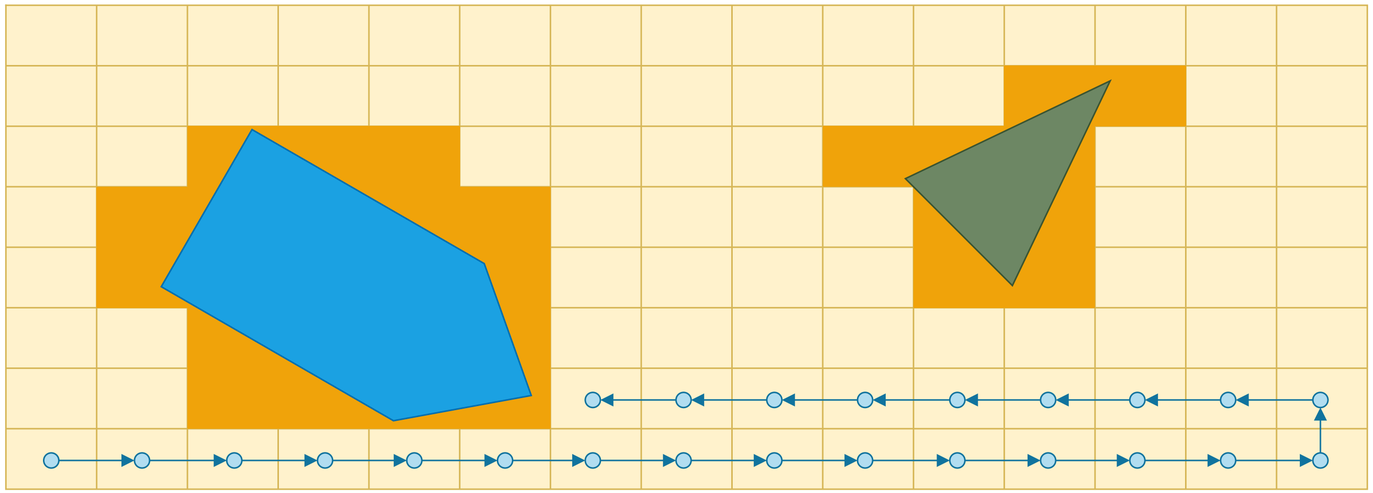
LiDAR zur präzisen 3D-Modellierung





Technologische Grundlagen (15 Minuten)

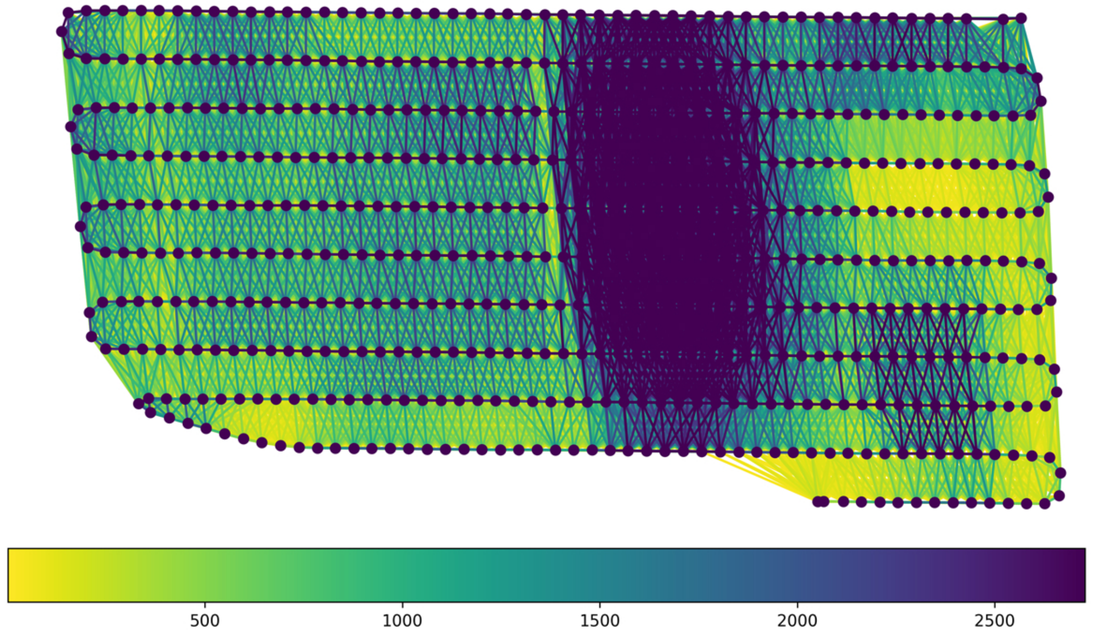


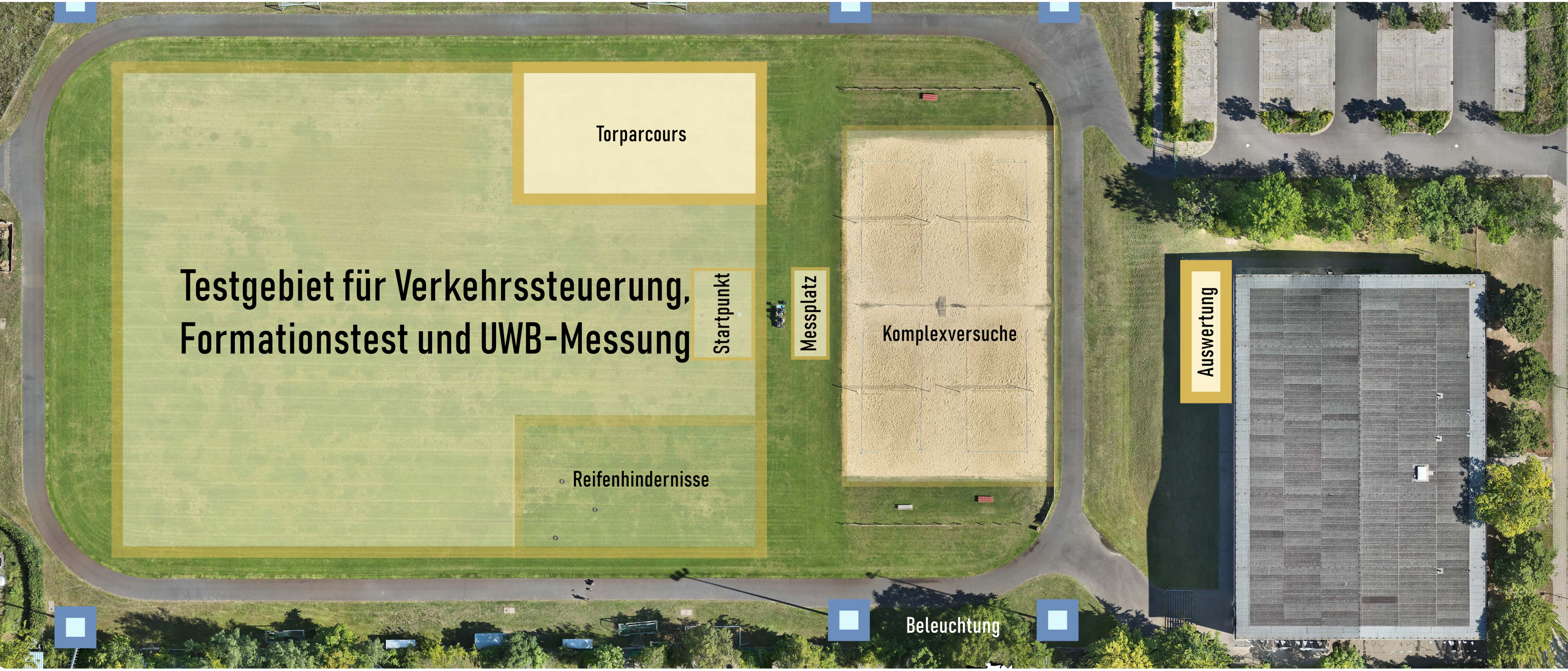


Geländeanalyse & Umweltüberwachung

- Vermessung & digitale Höhenmodelle für Baustellen
- Erkennung von Bodenerosion & Schadstoffausbreitung



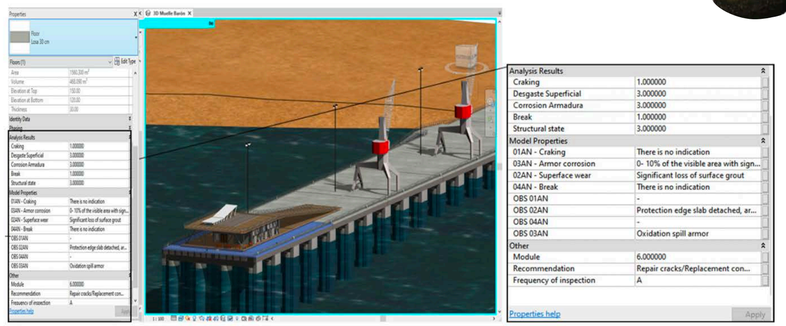



Testgebiet für Verkehrssteuerung, Formationstest und UWB-Messung
Torparcours
Startpunkt
Messplatz
Komplexversuche
Auswertung
Reifenhindernisse
Beleuchtung

Datenverarbeitung & KI-Unterstützung

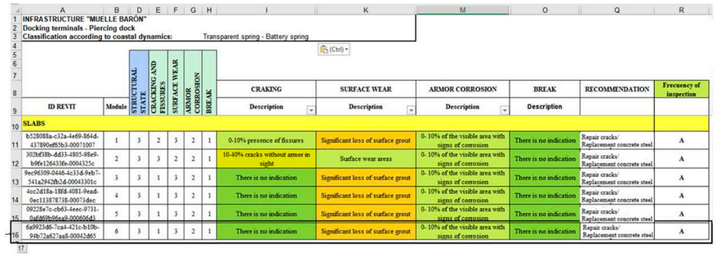
- Automatische Fehlererkennung durch maschinelles Lernen
- Echtzeit-Datenanalyse & cloudbasierte Systeme
- Integration in bestehende industrielle Infrastrukturen





Analysis Results	
Craking	1.000000
Desgaste Superficial	3.000000
Corrosion Armadura	3.000000
Break	1.000000
Structural state	3.000000
Model Properties	
01AN - Craking	There is no indication
03AN - Armor corrosion	0- 10% of the visible area with sign...
02AN - Superface wear	Significant loss of surface grout
04AN - Break	There is no indication
OBS 01AN	-
OBS 02AN	Protection edge slab detached, ar...
OBS 04AN	-
OBS 03AN	Oxidation spill armor
Other	
Module	6.000000
Recommendation	Repair cracks/Replacement con...
Frequency of inspection	A

Properties help Apply

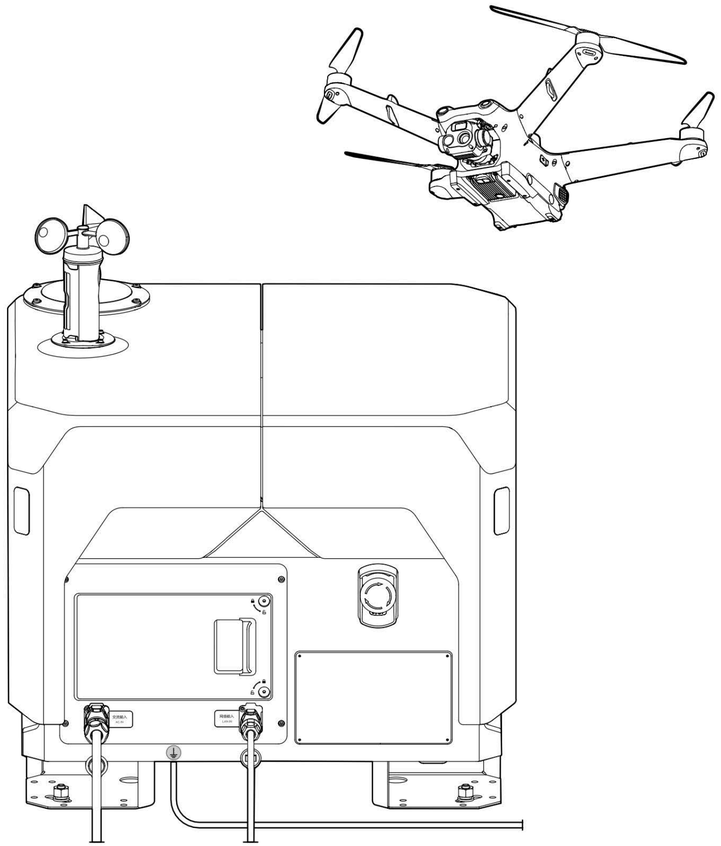


INFRASTRUCTURE "MUELLE BARÓN"
Docking terminals - Piercing dock
Classification according to coastal dynamics: Transparent spring - Battery spring

ID REVIT	Module	STRUCTURAL STATE	CRACKING AND FISSURES	SURFACE WEAR	ARMOR CORROSION	BREAK	CRAKING Description	SURFACE WEAR Description	ARMOR CORROSION Description	BREAK Description	RECOMMENDATION	Frecuency of inspection
SLABS												
b528088a-c32a-4e69-864d-437890e893b3-00071007	1	3	2	3	2	1	0-10% presence of fissures	Significant loss of surface grout	0- 10% of the visible area with signs of corrosion	There is no indication	Repair cracks/ Replacement concrete steel	A
302bf59b-4d33-4805-88e9-b96e1264336e-0004325c	2	3	3	2	2	1	10-40% cracks without armor in sight	Surface wear areas	0- 10% of the visible area with signs of corrosion	There is no indication	Repair cracks/ Replacement concrete steel	A
9ec96309-0446-4c33-b9eb7-541a2942fb2d-00043101c	3	3	1	3	2	1	There is no indication	Significant loss of surface grout	0- 10% of the visible area with signs of corrosion	There is no indication	Repair cracks/ Replacement concrete steel	A
4cc2d18a-1f6f-4081-9ead-0ec113f787f8-00073dec	4	3	1	3	2	1	There is no indication	Significant loss of surface grout	0- 10% of the visible area with signs of corrosion	There is no indication	Repair cracks/ Replacement concrete steel	A
09228a7c-cb63-4eec-8731-0a6469b06ea9-000606d3	5	3	1	3	2	1	There is no indication	Significant loss of surface grout	0- 10% of the visible area with signs of corrosion	There is no indication	Repair cracks/ Replacement concrete steel	A
6a09216b-7ca4-421c-b70b-94b72a627aa8-00042d65	6	3	1	3	2	1	There is no indication	Significant loss of surface grout	0- 10% of the visible area with signs of corrosion	There is no indication	Repair cracks/ Replacement concrete steel	A

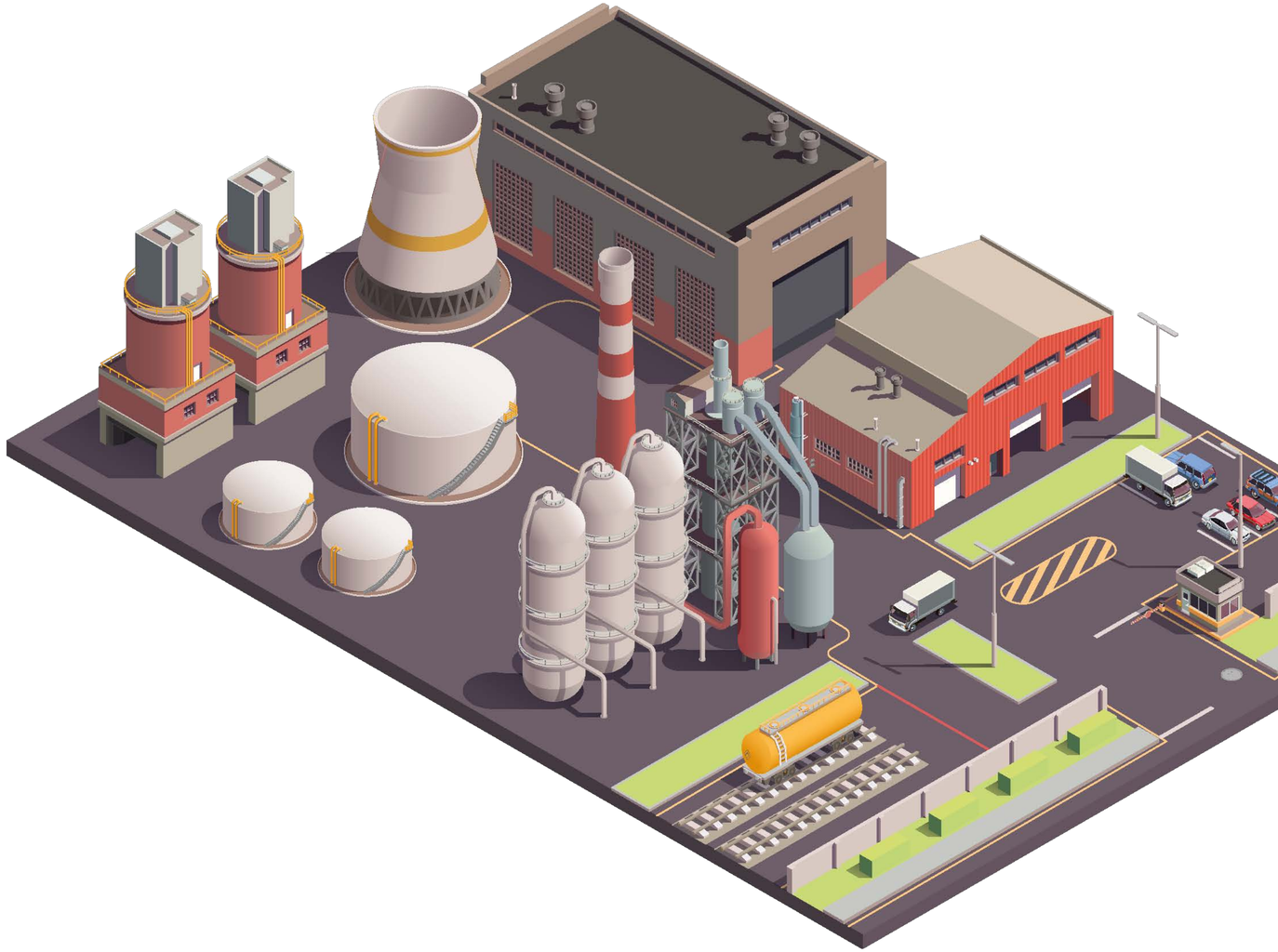
Autonome Drohnensysteme & Edge Computing

- Einsatz autonomer Flugrouten für regelmäßige Inspektionen
- Edge-Processing für schnelle Vor-Ort-Auswertungen

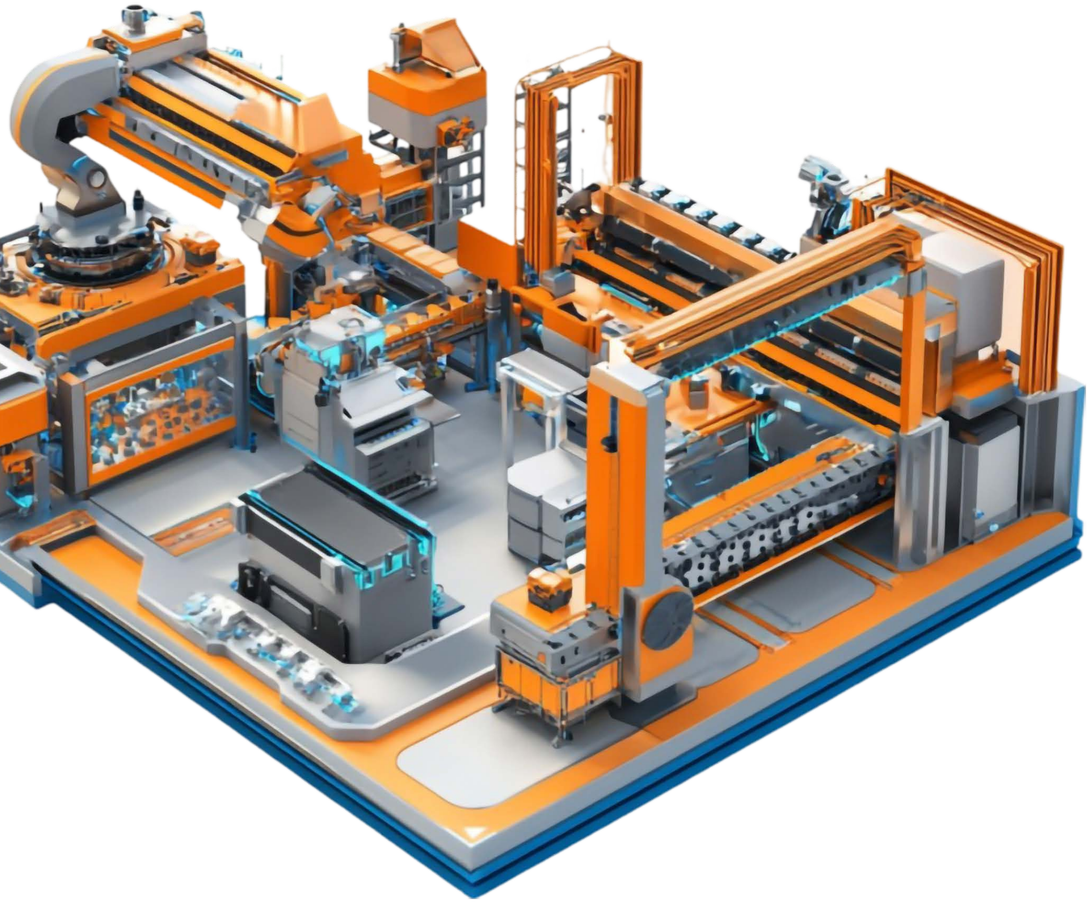


Facility-Management & Wartung

- Inspektion von Hochspannungsleitungen & Industrieanlagen
- Drohnenbasierte Leckage- und Wärmeanalyse an Gebäuden



Industrielle Sicherheitsüberwachung



- Erkennung von Gefahrenbereichen in Produktionshallen
- Optimierung von Logistikprozessen in Smart Factories

Regeln für den Drohnenflug

UAS fallen nicht unter die EASA UAS-Regeln

Innenräume



Militär, Polizei, Feuerwehr, Grenzschutz, Zoll, Küstenwache, ...



UAS fallen unter die EASA UAS-Regeln

OFFEN



Alle Kriterien erfüllt

- < 25 kg
- Nicht über Menschen-ansammlungen
- < 120 m AGL
- VLOS
- Kein Gefahrgut

SPEZIELL



Mindestens ein Kriterium erfüllt:

- > 25 kg
- > 120 m AGL oder in speziellen Lufträumen
- BVLOS

ZULASSUNGS-PFLICHTIG



Mindestens ein Kriterium erfüllt:

- Über Menschen-ansammlungen
- Transport von Gefahrgut
- Transport von Menschen

Regeln für den Drohnenflug

Flug darf durchgeführt werden, wenn...

...das UAS den technischen Anforderungen entspricht.

...der Fernpilot / die Fernpilotin die Betriebsregeln erfüllt.

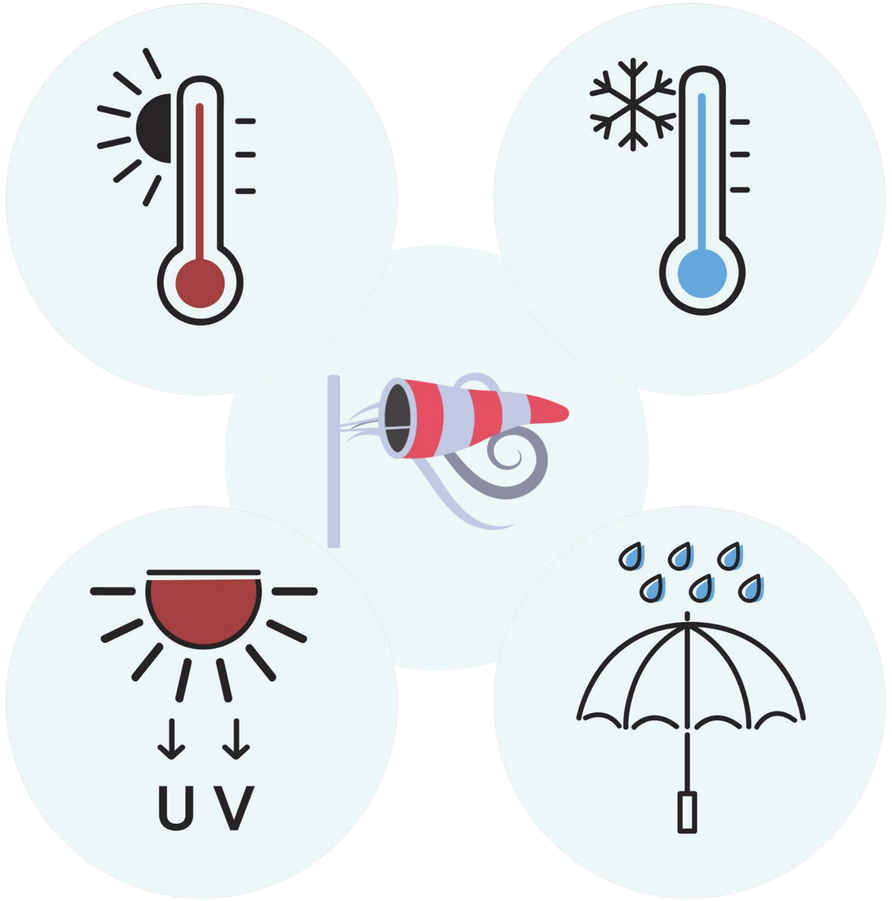
...der Fernpilot / die Fernpilotin adäquat qualifiziert ist.

...der Betreiber / die Betreiberin registriert ist (wenn notwendig).

Unterkategorie	UAS-Klasse	Erlaubter Betriebsbereich	Qualifikation
A1 Nahe Menschen	C0 < 250 g	Überflug unbeteiligter Personen	keine
	C1 < 900 g	Kein Überflug unbeteiligter Personen	Online-Training & Online-Prüfung
A2 Sichere Distanz zu Menschen	C2 < 4 kg	30 m / 5 m Sicherheitsabstand zu unbeteiligten Personen	Online-Training & Online-Prüfung Praktische Selbstschulung Theorieprüfung vor Ort
A3 Weit von Menschen entfernt	C3 < 25 kg	Keine unbeteiligten Personen gefährden – 150 m Sicherheitsabstand	Online-Training & Online-Prüfung
	C4 < 25 kg		

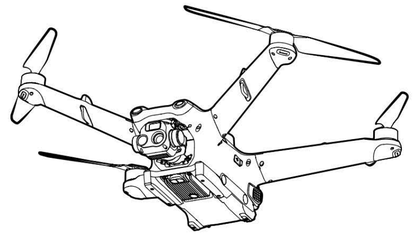
Herausforderungen und Lösungen

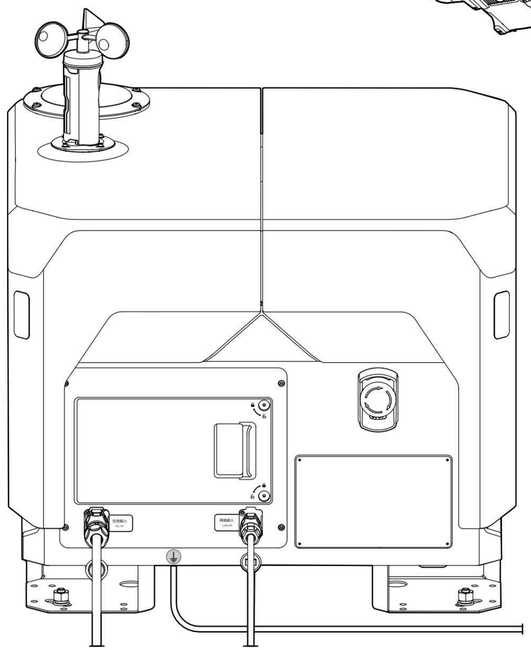
- Technische Herausforderungen
- Wetterabhängigkeit und Flugrestriktionen
- Datenmenge und Speicheranforderungen
- Präzisionsprobleme und Kalibrierung
- Regulatorische und ethische Aspekte
- Datenschutz (DSGVO)
- Flugverbotszonen und Genehmigungen
- Nachhaltigkeit und Umweltaspekte



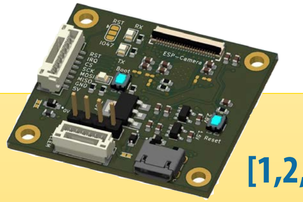
Herausforderungen

- Regulatorische Rahmenbedingungen & Sicherheitsaspekte
- Integration in bestehende Prozesse





Zukunftsperspektive Drohnenschwarmflug



[1,2,3]

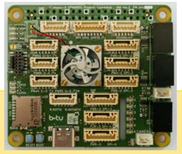
WiFi-Trägerboard



Sub-GHz Communication Module

LiDAR





[7]

Communication Hub und Begleitcomputer



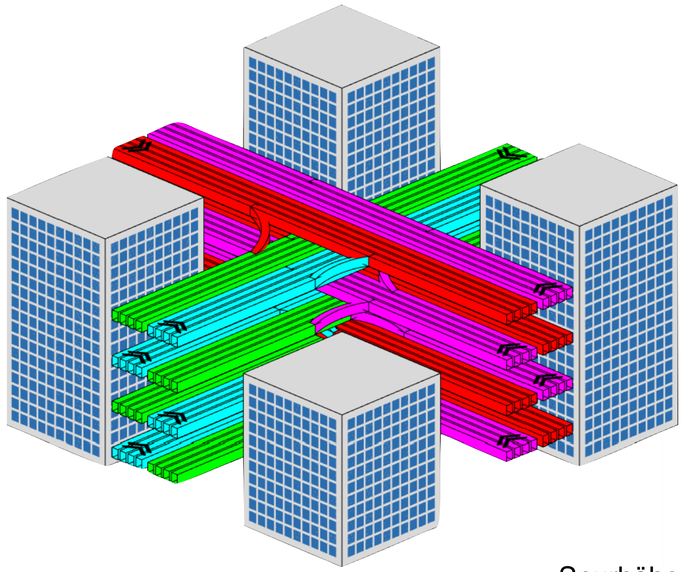
[1,5,7]

UWB-Trägerplatine

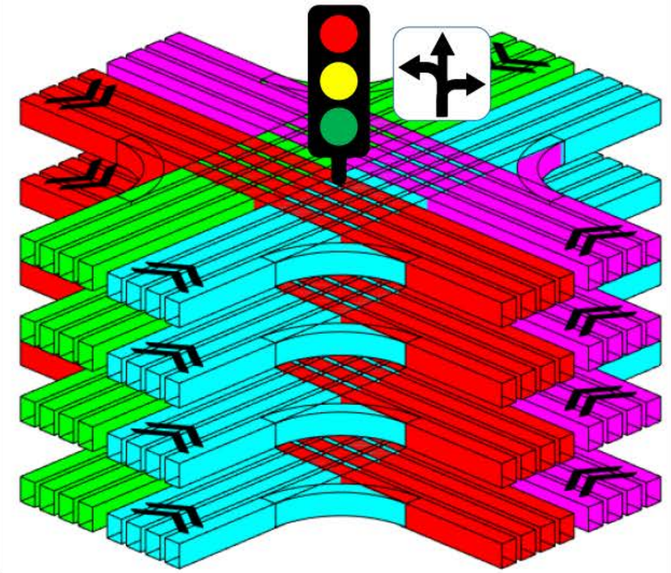
Tiefenkamera

Fotos: Roman Natarov, Stefan Weidling und Randolf Rotta

Zukunftsperspektiven Luftverkehr







Weiterführende Literatur

- Handbuch der Luftfahrt, *Heinrich Mensen, 2013*
- Lexikon der Luftfahrt, Klussmann et al., 2017
- Spot farming – in der zukünftigen Pflanzenproduktion, *Wegener et al., 2019*
- Unbemannte Luftfahrtsysteme Zivile Drohnen im Spannungsfeld von Wirtschaft, Recht, Sicherheit und gesellschaftlicher Akzeptanz, *Del Re et al., 2024*
- Die Technik der Starrflügler-Drohnen, Weber, 2021
- Die Industriedrohne – der fliegende Roboter Professionelle Drohnen und ihre Anwendung in der Industrie 4.0, Landrock et al., 2018
- Planung und Durchführung von Missionen autonomer Drohnen im Schwarm, Matthias Nattke, 2025
  Ab Juli unter https://link.springer.com/book/9783658477240
- Aviation History and Unmanned Flight, *Konstantinos Dalamagkidis, 2024*
- Drones for supply chain management and logistics: a review and research agenda, *Rejeb et al., 2023*
- What is A Robot Swarm: A Definition for Swarming Robotics, *Arnold et al., 2020*
- Urban Air Mobility: A State of Art Analysis, *Gillis et al., 2021*
- Survey on Collaborative Smart Drones and Internet of Things for Improving Smartness of Smart Cities, *Alsamhi et al, 2019*
- Urban Air Mobility: Systematic Review of Scientific Publications and Regulations for Vertiport Design and Operations, *Schweiger et al., 2022*



EINLESEN

Gibt es Fragen?

Matthias Nattke
FG Fabrikplanung und Fabrikbetrieb
matthias.nattke@b-tu.de
0355 69 4498

