

Drone4Parcel5G

# Drone4Parcel5G

## Entwicklung eines 5G-gestützten Systems zur Planung von Paketlieferungen mit Drohnen

Herr Stephan Berkowitz

Third Element Aviation GmbH

Herr Lukas Ostermann

Fachhochschule Südwestfalen

Herr Marc Ulrich

Karl Koerschulte GmbH

Fachhochschule  
Südwestfalen  
University of Applied Sciences



**NOWEDA**  
Die Apothekergenossenschaft



**KOERSCHULTE  
+ WERKVEREIN**

POST APOTHEKE  
IFIGENIA ROPKAS

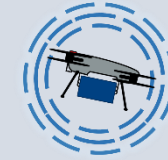


Gefördert durch:

Ministerium für Wirtschaft, Innovation,  
Digitalisierung und Energie  
des Landes Nordrhein-Westfalen



15.03.2023



## 1) Das Projekt

- Name
- Vision
- Allgemeine Projektziele
- Aktueller Stand

## 2) Die Drohne

- Technische Daten
- Wechselbehälter
- Das Nest

## 3) 5G-Technologie

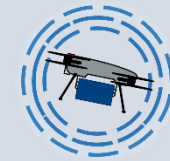
- Anwendungsszenarien
- Abdeckung
- 5G-Architektur

## 4) Tourenplanung

## 5) Öffentlichkeitsarbeit

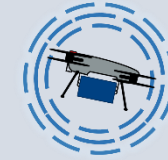
1

# Das Projekt



Drone4Parcel5G





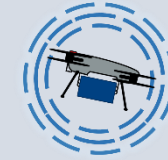
Entwicklung eines 5G-gestützten Systems zur Planung von Paketlieferungen mit Drohnen

# Drone4Parcel5G

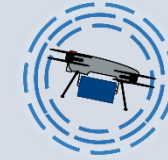
- Drohnenentwicklung
- Softwareaufbau
- Koordination von Drohnenschwärmen

- Dynamische Allokation
- Paketlieferungen im ländlichen Raum oder für eilige Güter

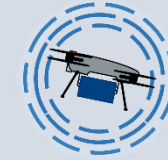
- Exakte Lokalisierung in Echtzeit
- Schnellere Datenverarbeitung
- Drohne-zu-Drohne-Kommunikation



- 5G-gestützte Adressierung des Letzte-Meile-Problems mit Hilfe von hoch automatisierten Lieferdrohnen
- 5G-Technologie soll sicheren Drohnenbetrieb und den nötigen Datenaustausch gewährleisten
- Es soll aufgezeigt werden, dass 5G-Technologie den hoch automatisierten Betrieb erlaubt
- Zusammenhang zwischen Bewegungssteuerung, 5G-Kommunikation und der Auswirkung auf die funktionale Sicherheit soll untersucht werden



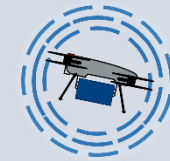
- Entwicklung eines Systems zur Planung und Bewegungssteuerung von Lieferflügen mit Paketdrohnen auf Basis von 5G
- Untersuchung der Auswirkungen auf funktionale Sicherheit
- Erforschung der Drohne-zu-Drohne Kommunikation
- Entwicklung von Verfahren für die optimale Allokation von Aufträgen auf einen Schwarm Drohnen sowie Touren- und Routenplanung
- Ausgestaltung aufeinander abgestimmter Flugkorridore



- Projektzeitraum: Januar 2022 – Dezember 2023
- Dauer: 2 Jahre
- Projektschwerpunkte: Gestaltung einer Drohne und des dazu gehörigen Lieferbehälters, Bahnplanung und Flugkorridore, Logistikkonzepte, Überprüfung der 5G-Signalqualität und der Drohnenkommunikation, Flugtests und Erprobung des Konzepts auf einem Testfeld
- Aktuell laufend: Entwicklung von Drohne und Behälter, Erarbeitung von Logistikkonzepten für Start / Landung und Routenplanung
- In nächster Zeit anstehend:
  - Abschluss des Aufbaus auf dem Testfeld (Simulation von Hindernissen und Werkshallen)
  - Messung der 5G-Signalqualität (in Hinsicht der Hindernisse)
  - Erste Testflüge

# 2

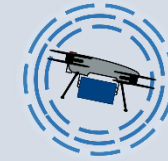
## Die Drohne



Drone4Parcel5G

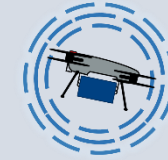






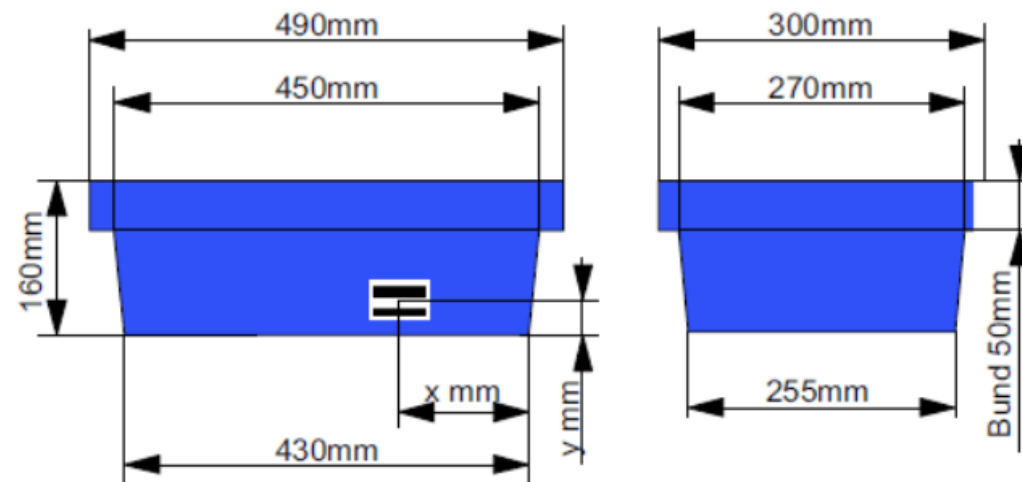
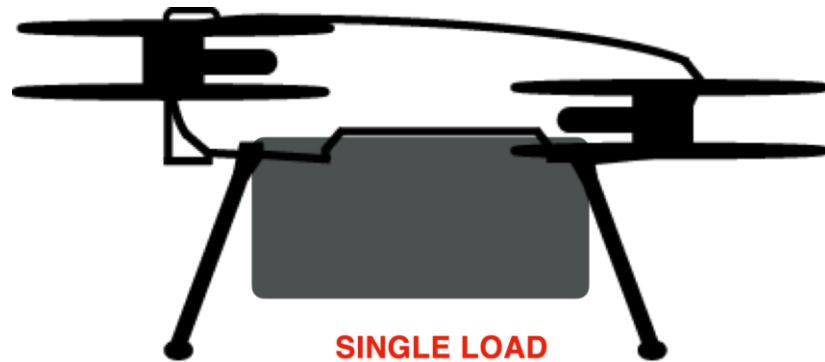
- Redundantes Octocopter-System
- Payload-Kapazität bis 10kg
- Flugzeit bis zu 60 Minuten
- Einsatzradius bis 25km
- Hochautomatisierter Betrieb durch ROS2-Robotiksystem
- Integrierte 4G/5G Kommunikation

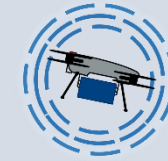




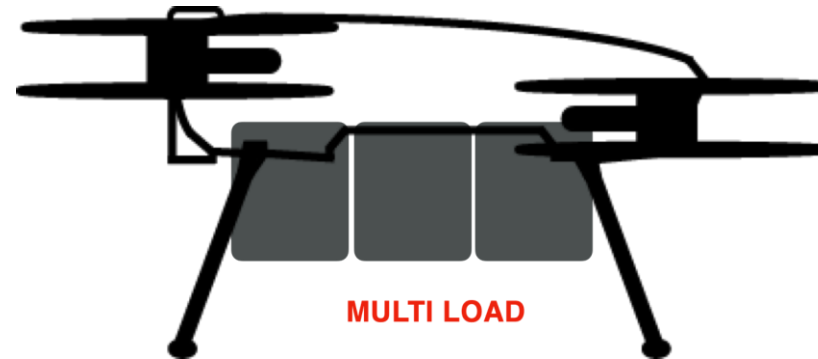
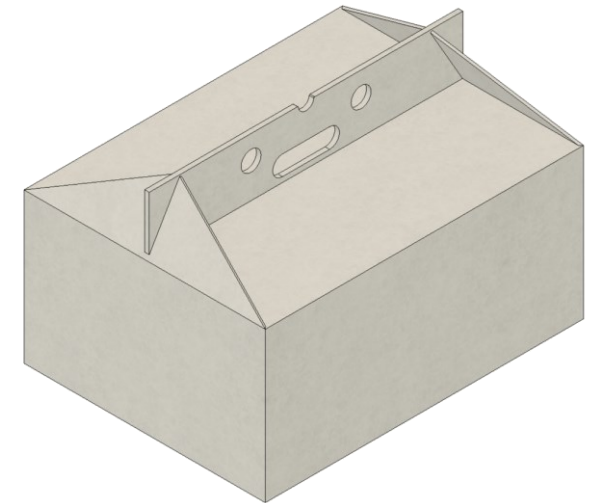
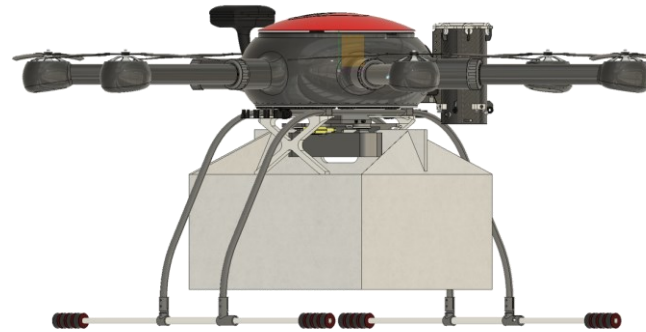
- Standardisierter Wechselbehälter des Partners NOWEDA
- Automatisierte Greifer für Wechselbehälter

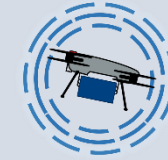
Länge (oben):	490 mm
Breite (oben):	300 mm
Behälterhöhe:	160 mm
Bundhöhe:	50 mm
Länge (unten):	430 mm
Breite (unten):	255 mm
Behälterboden:	flach
Lasche:	-
Taragewicht:	1,0 kg



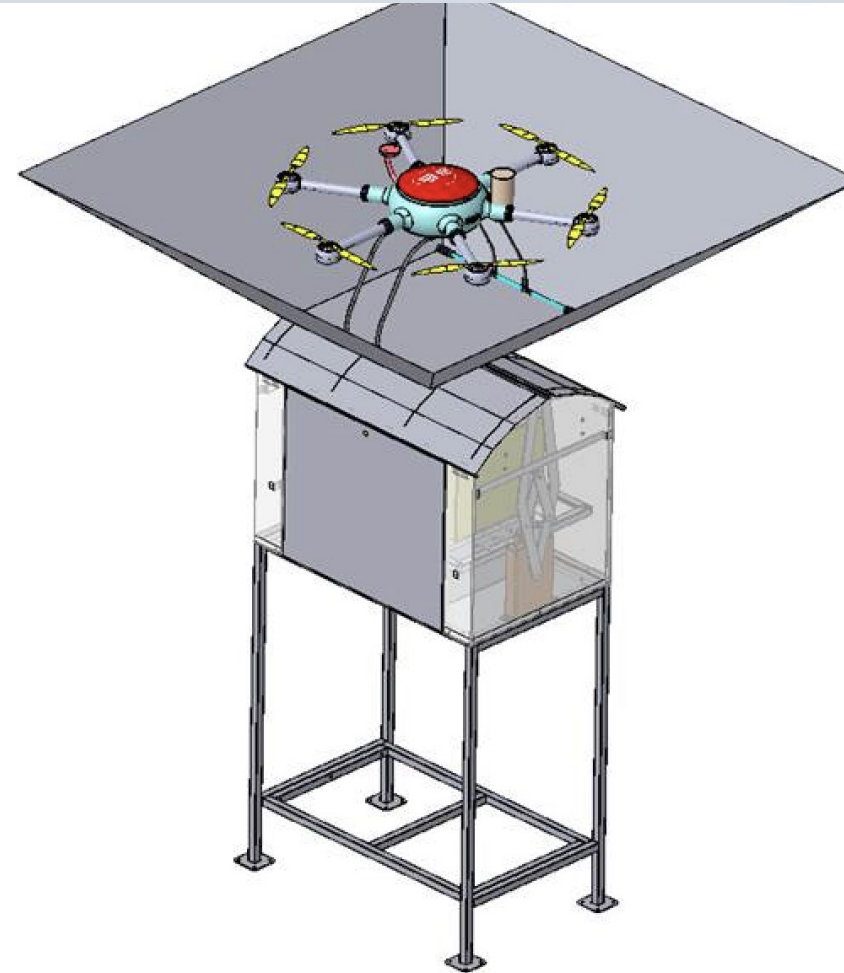


- Standardisierter Wechselbehälter des Partners Third Element Aviation
- Automatisierter Greifer für Wechselbehälter
- Speziell entwickelter Karton als leichter, universeller Transportbehälter
- 100% Kartontage, kein Klebeband nötig



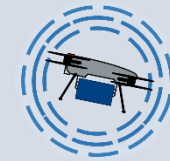


- Sichere Landelösung
- Übergabe- und Aufbewahrungslösung für Wechselbehälter
- Integrierbar in Intralogistik (z.B. über Förderbänder)



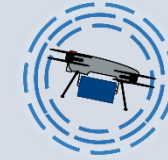
3

# 5G-Technologie



Drone4Parcel5G





### Mobile Broadband Wide Area Network

- ( GSM/EDGE (2G) )
  - ~~UMTS/HSPA (3G)~~
  - LTE/LTE-A (4G)
  - 5G
- } **Lizensierte  
Bänder**

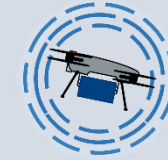
### Low Power WAN (LPWAN)

#### IoT-Anwendungen, geringe Datenmengen

- EC-GSM-IoT
  - LTE-M, LTE-NB IoT
  - 5G-mMTC, 5G-URLL
- } **Lizensierte  
Bänder**
- LoRa
  - Sigfox, ...
- } **Nicht-  
lizensierte  
Bänder**

### Wireless Local Area Networks

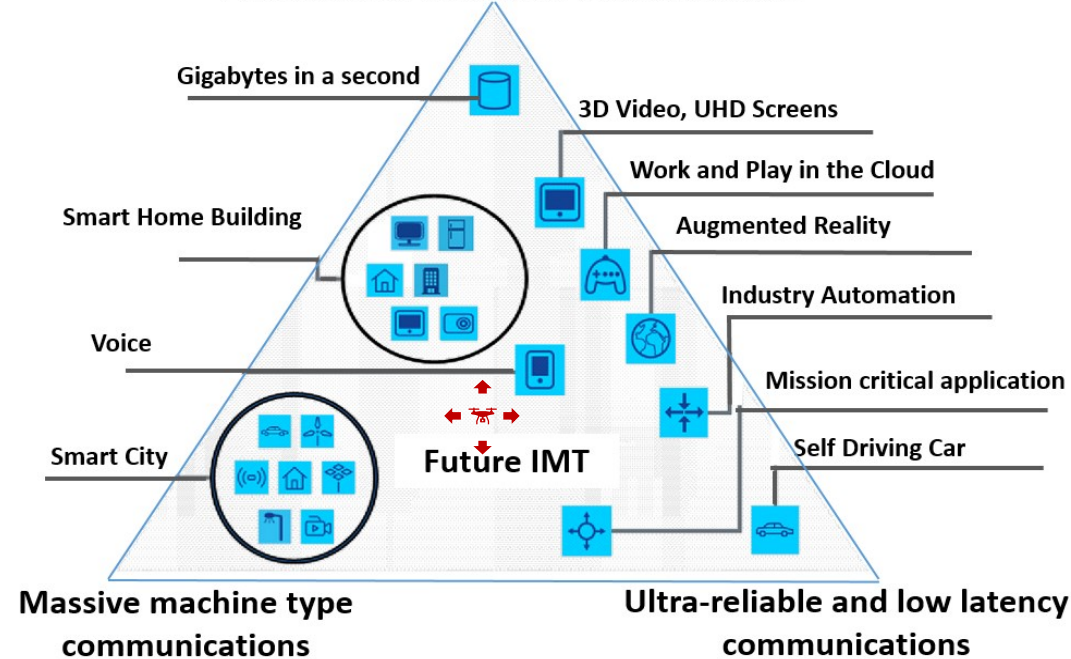
- Wireless LAN (IEEE 802.11)
  - Bluetooth (IEEE 802.15.1)
  - ZigBee (IEEE 802.15.4)
  - Z-Wave
  - EnOcean, ...
- } **nicht-lizensierte Bänder  
(nicht kontrollierbare Störungen  
geringe Sendeleistungen)**
- 5G-Campusnetze
- } **Bänder koordiniert durch BNetzA**



## eMBB

- max. Datenraten bis ca. 1 – 2 Gbit/s in derzeitigen Frequenzbändern
- max. Datenraten bis ca. 20 Gbit/s in zukünftigen Frequenzbändern

## Enhanced Mobile Broadband



<https://www.techtarget.com/iotagenda/blog/5G-Agenda>

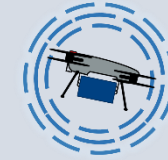
(mMTC) – IoT-  
Anwendungen

- effiziente Organisation sehr vieler Stationen/Sensoren pro Fläche mit geringem Datenvolumen

Ultra Reliable Low  
Latency  
Communications (URLLC)

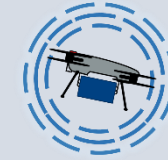
- geringe Latenzen (1 ... 4 ms), hohe Übertragungszuverlässigkeit

**Nicht alle der 3 Leistungsmerkmale in maximaler Ausprägung gleichzeitig möglich!**

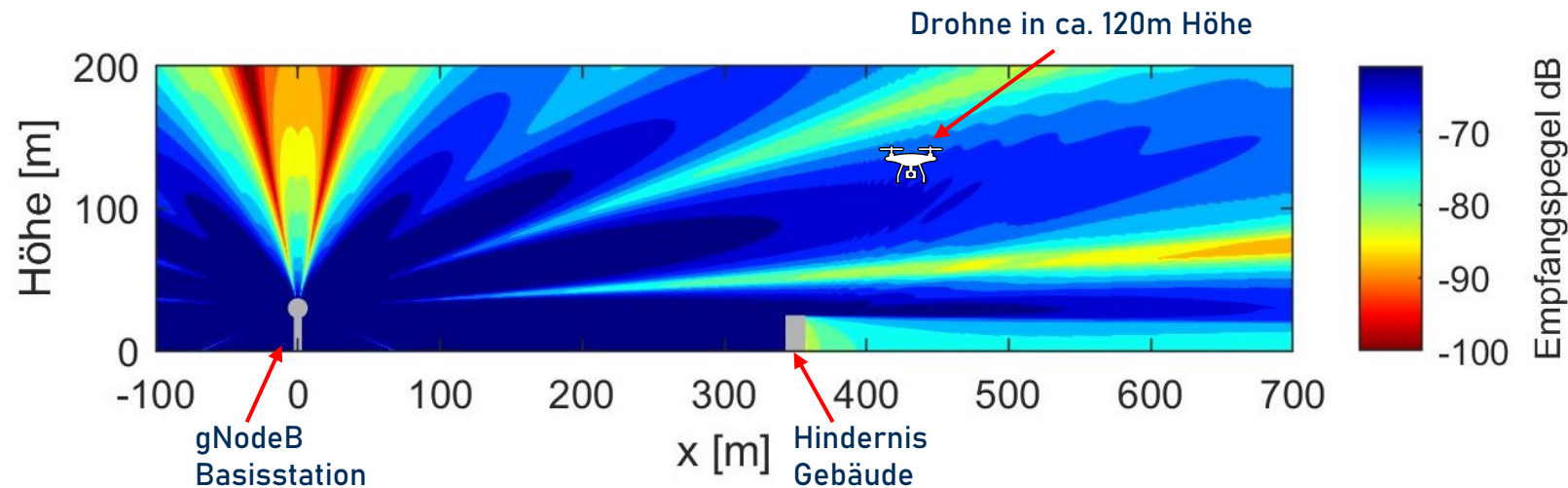


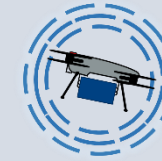
- **Device-2-Device Communication (D2D, wie schon bei 4G/LTE)**
  - direkte Kommunikation zwischen Endgeräten
  - ohne Infrastruktur oder durch Infrastruktur unterstützt
- präzise Lokalisierung von Objekten durch 5G – auch Indoor
- **Unmanned Aerial Systems over 5G → Drohnenkommunikation**
  - Vorkehrungen/Anpassungen im 5G-Standard explizit vorgesehen
- **Network Slicing**
  - getrennte logische Netze auf der gleichen physikalischen Infrastruktur
  - zugeschnitten auf eine spezielle Anwendung (vertikale Industrie)
  - Garantie von Qualitätsanforderungen
- **5G Campusnetze – private lokale Funknetze mit 5G-Technologie**
  - realisiert über (lokal begrenzte) Network Slice im öffentlichen 5G-Netz
  - durch eigenes lokales 5G mit eigenen Frequenzen (BNetzA-Antrag)





- Problem: Funkversorgung in Höhen, die bisher nicht Bestandteil der Planung waren
- stärkerer Empfang auch von weit entfernten gNodeBs → Zellzuordnung?
- mehr/stärkere Störungen für die Verbindung zur Drohne
- Drohne in großer Höhe kann Uplink anderer Verbindungen stark stören
- Zellwechselmechanismen wirken am Boden u. in 100 m Höhe verschieden
- Device-to-Device Communications (D2D) in 4G/5G zwischen den Drohnen

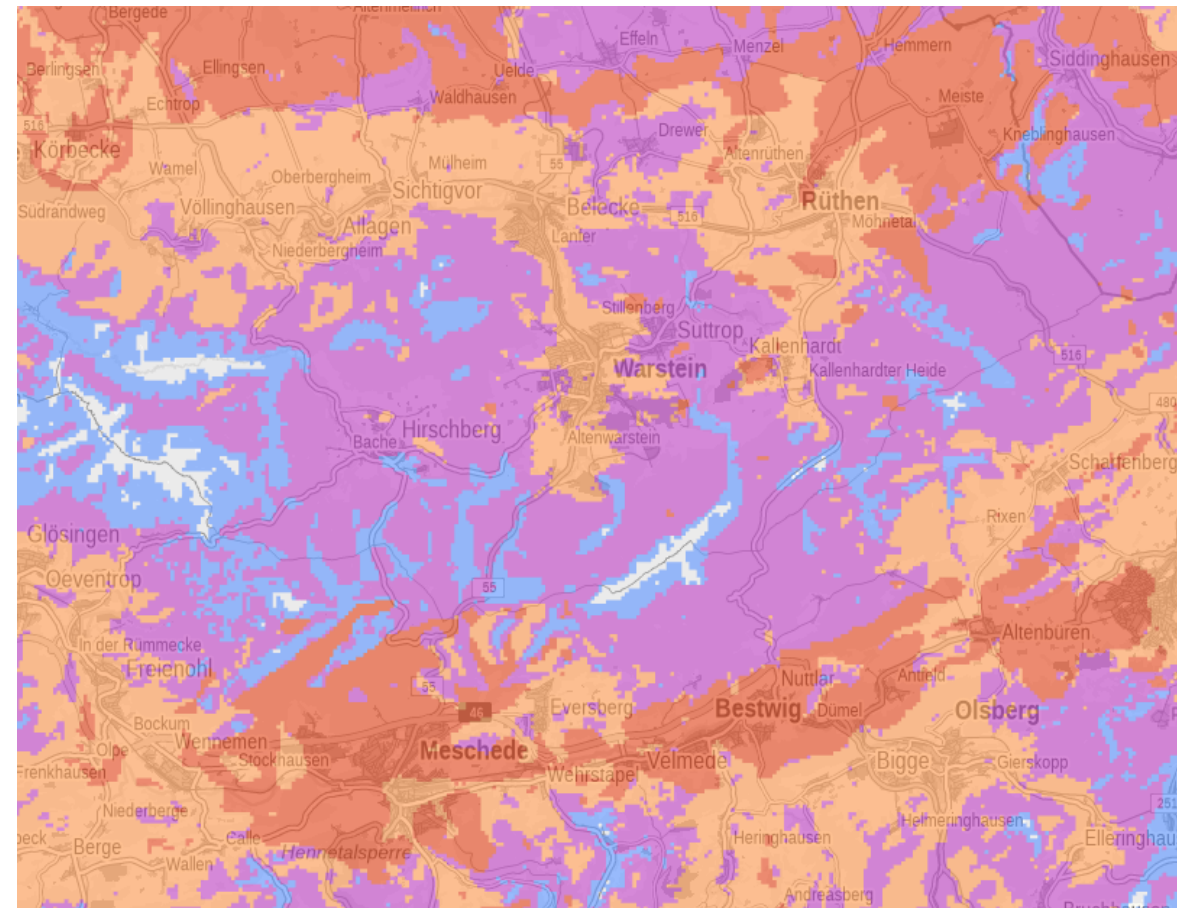




	DE (ges.)	HSK
2G	99,64%	99,86%
4G	96,23%	98,68%
5G DSS	62,34%	45,23%
5G	29,98%	16,30%
Graue Flecken	20,44%	28,32%
We�e Flecken	3,73%	1,32%
Funkloch	0,36%	0,14%

## Erläuterungen

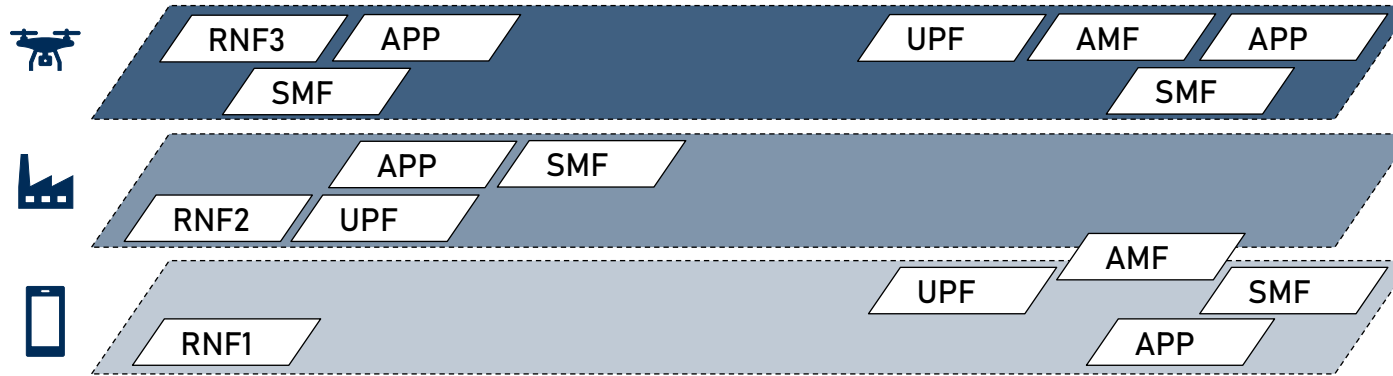
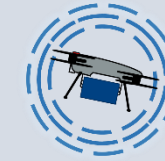
2G.....5G	von irgendeinem Betreiber mit der Technologie versorgt
Funkloch	von keinem Betreiber mit keiner Technologie versorgt
We�e Flecken	nicht mit 4G oder 5G oder 5G-DSS versorgt
Graue Flecken	nur von 1 Betreiber mit 4G oder 5G oder 5G-DSS versorgt



Legende Netztechnologie 2G 4G 5G DSS 5G

<https://www.breitband-monitor.de/mobilfunkmonitoring/karte>  
Stand: April 2022

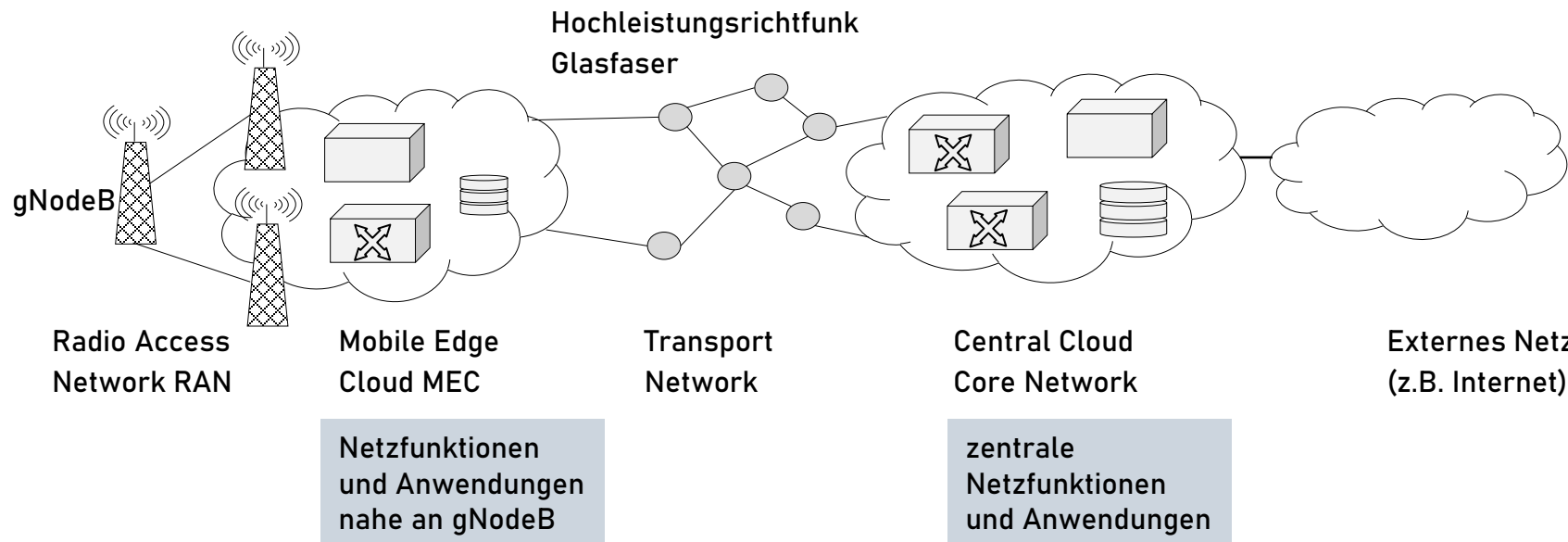
<https://www.breitband-monitor.de/mobilfunkmonitoring/download>  
Abgerufen: 02.08.2022

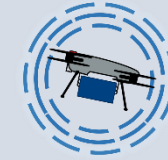


Slice für Drohnen-Logistik

URLLC-Slice für Industrieautomat

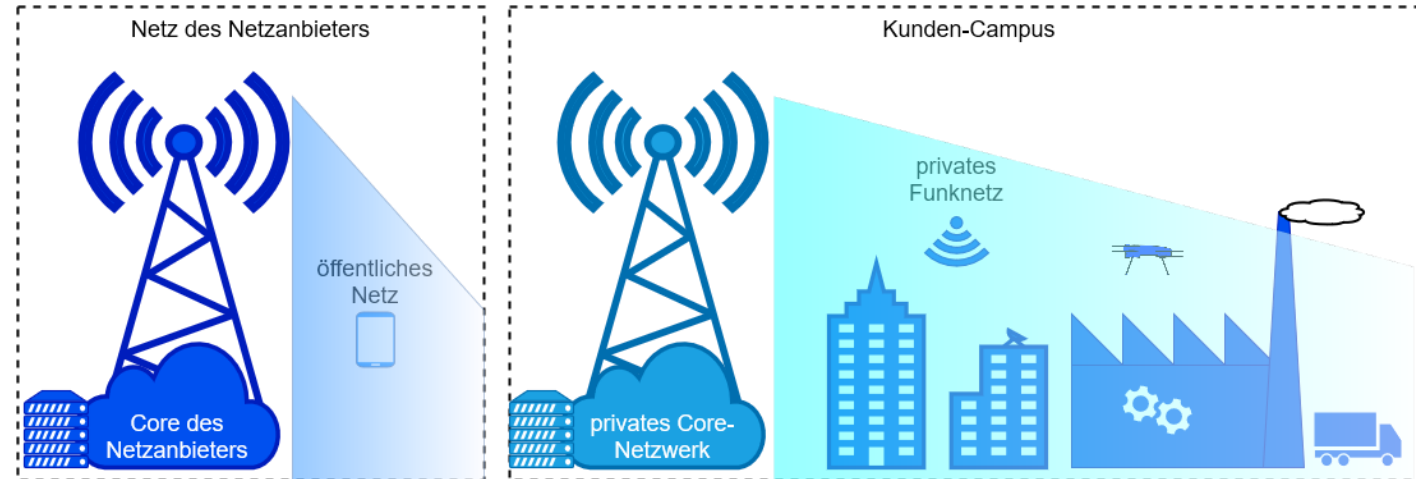
eMBB-Slice für Privatkunden





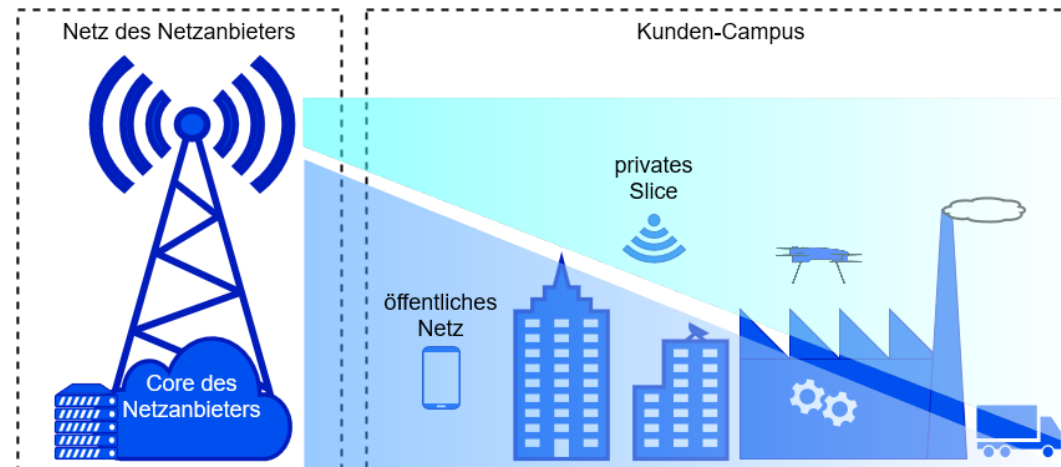
## Campusnetz mit eigener Infrastruktur

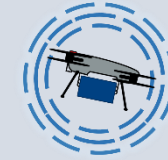
- Funk- und Kernnetz arbeitet mit eigenen Frequenzen



## Campusnetz als lokale Network Slice

- Nutzung der Infrastruktur und der Frequenzen des Netzbetreibers

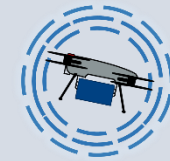




- neue Mobilfunkgenerationen mit neuen Leistungsmerkmalen  
ca. alle 10 Jahre (1990: 2G/GSM – 2000: 3G/UMTS – 2010: 4G/LTE)
- Start 5G-Netzausbau: 2020 → Zukunftssicherheit bei der Nutzung
- 5G-Standardisierung vereinfacht die Drohnenkommunikation, durch mehr Daten die verarbeitet werden können

# 4

## Tourenplanung

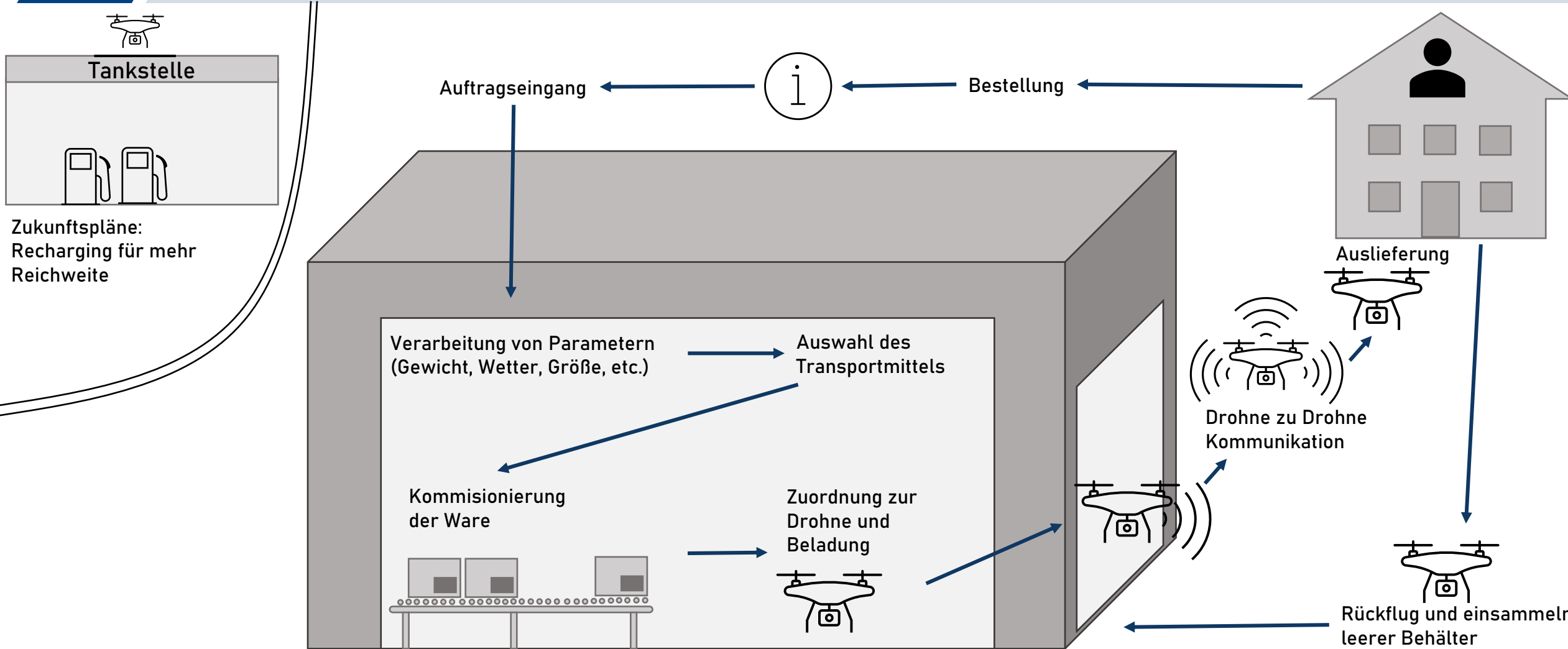
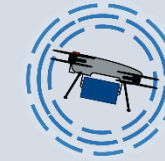


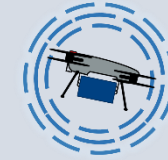
Drone4Parcel5G



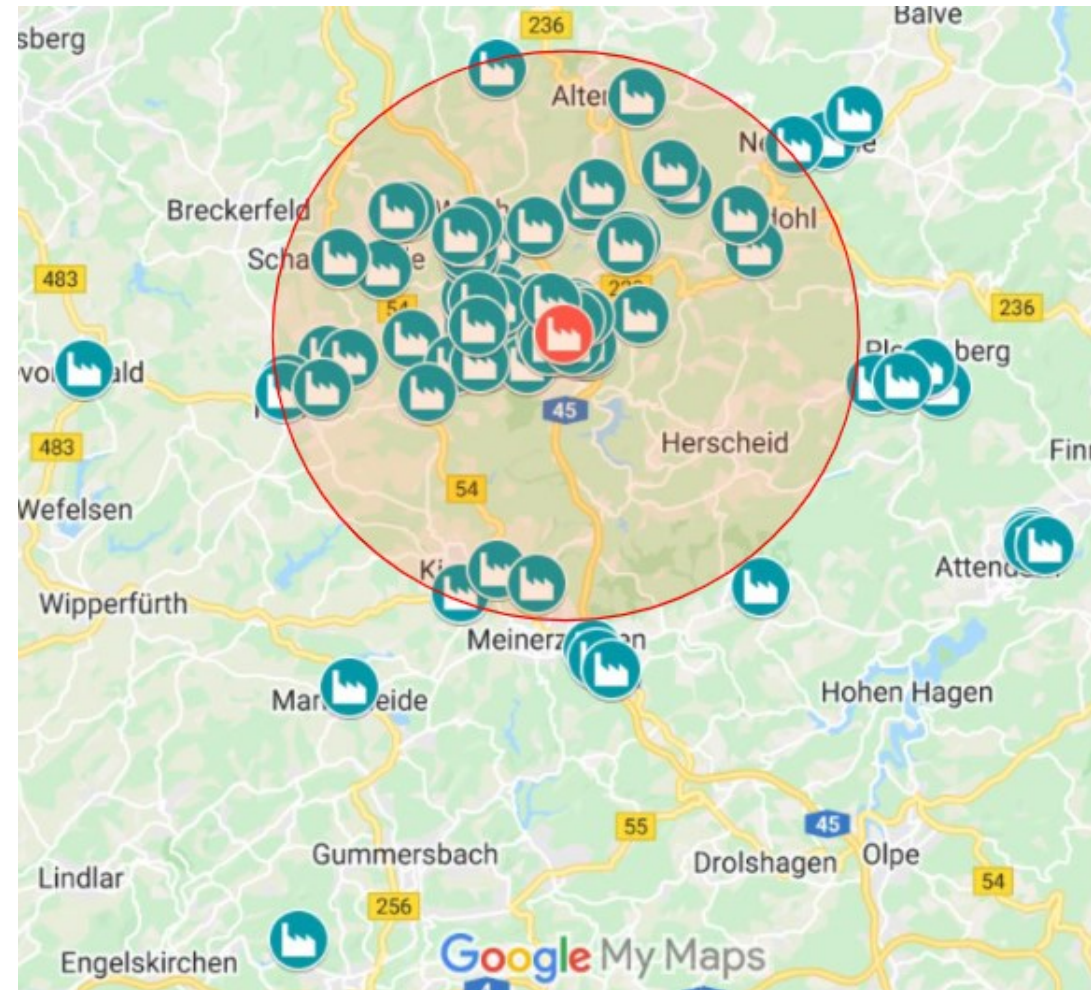
# Tourenplanung

## Geplanter Ablauf

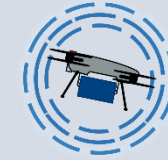




- Kundenstandorte am Beispiel des Partners Koerschulte an einem Tag
- Eingezeichnet 12km Radius (Drohnenreichweite 25km)
- Insgesamt:  
89 Kundenstandorte, davon  
69 im eingzeichneten Radius







### Andere Transportmittel

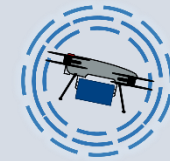
- Milchmann-Prinzip
- Vorteile:
  - große und schwere Pakete
  - eine Tour
  - Gefahrguttransport möglich

### Drohne

- Stern-Prinzip, Milchmann-Prinzip nur sehr eingeschränkt anwendbar
- Vorteile:
  - schnelle Lieferung zeitkritischer Waren
  - kurzfristige Planung möglich
  - kurze Wege, da fast direkter Weg geflogen werden kann

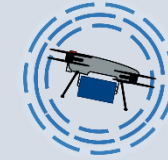
5

# Öffentlichkeitsarbeit



Drone4Parcel5G





← ↻ <https://www.wfg-kreis-soest.de/drone4parcel5g/?cookie-state-change=1660477143853>



## Das Projekt Drone4Parcel5G

### Drohnen ermöglichen flexible Start- und Landeplätze

Im Unterschied zu etablierten Verfahren aus der Verkehrsflurfahrt sollen Drohnen ohne festgelegte Start- und Landeplätze, die feste Flugkorridore ermöglichen, operieren. Stattdessen kann potentiell jeder Ort potentieller Start- und Landeplatz sein.

### 5G ermöglicht hohen Datenaustausch

Bei dem Projekt wird ein System zur Planung und Bewegungssteuerung von Logistikdrohnen entwickelt. Dabei wird sowohl die Kommunikation zwischen Drohne und Basisstation als auch von Drohne zu Drohne analysiert. Solche Konzepte benötigen einen hohen und kontinuierlichen Datenaustausch mit dezentralen Teilnehmern, der durch 5G abgedeckt werden kann.

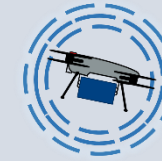
### Minimierung der Fuhrparkkosten bei Einhaltung eines vorgegebenen Leistungsniveaus

Um bei einem Einsatz von Drohnen den „Fuhrpark“ bestmöglich steuern zu können, ist eine systematische Allokations-, beziehungsweise Tourenplanung notwendig. Das Ziel einer solchen Planung ist die Minimierung der Fuhrparkkosten bei Einhaltung eines vorgegebenen Leistungsniveaus und gegebenem Budget. Derzeit ist kein System zur Planung und Bewegungssteuerung von Lieferflügen mittels Logistikdrohne auf Basis der 5G-Funktechnologie verfügbar.

## Innovation für den Wirtschaftsstandort NRW

Durch die einzigartige Kombination der Kompetenzen in der Drohnenherstellung, der zugehörigen Softwareentwicklung bezüglich Steuerung und Bahnplanung sowie der Logistik und zugehörigen Software zur Allokationsplanung und -optimierung wird für vielversprechende Anwendungen aus dem pharmazeutischen und industriellen Sektor gezeigt, wie die Zustellung durch Drohnen mithilfe von 5G im Betrieb von Drohnenschwärmen geplant und sicher durchgeführt werden kann. Dies stärkt in der gesamten Wertschöpfungskette und dem Lebenszyklus der Drohnen (-herstellung) und Software (-entwicklung) sowie in zeitkritischen und bisher nicht ausreichend effizienten Supply Chains den Innovations- und Wirtschaftsstandort NRW nachhaltig.





Lukas Ostermann

Fachhochschule Südwestfalen  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
[ostermann.lukas@fh-swf.de](mailto:ostermann.lukas@fh-swf.de)

Postanschrift: Lindenstraße 53  
59872 Meschede

Hausanschrift: Sophienweg 3  
59872 Meschede, Raum: 1.5