

# Dual-Use Technologien für den U-Space

Der andere Weg: Komplementäre Drohnendetektion mit Wetterradaren und Windfernmesssystemen

Dr. Sebastian Kauczok

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes NRW, 03. Feb. 2026

Please avoid printing this colourful slide. Let's save the planet together.



# Agenda

- Einleitung
- Landesweite Wetterradarnetzwerke
- Windfernmesssysteme an Flughäfen
- Operationeller Betrieb vs. Drohnen-Modus





# Drohnendetektion

## “Konventionelle” Verfahren

### Radarbasierte Drohnendetektion

- Detektion von Objekten über elektromagnetische Reflexionen

### RF-basierte Detektion / Passivradar

- Überwachung des Funkspektrums

### Optische & Elektro-optisch / Infrarot Systeme

- Kombination Kameras mit KI-Tracking

### Akustische Detektion

- Array-Mikrofone analysieren Rotorgeräusche via Signaturdatenbanken

### Multi-Sensor-Fusion

- “Goldstandard” für CUAS Systeme

### Remote ID / Netzwerk basierte Detektion

- Detektion durch eine Art digitale Kennung





# Bewährte Verfahren + Innovation

Dual-Use Konzept Wetterradar und Windlidar





# Detektionsradar (ATC) vs. Wetterradar

## Funktion und Einsatz

- Primärradare leisten komplette Überwachung des kontrollierten Luftraums.  
**U-Space benötigt ergänzende Infrastruktur:**
  - Kein Sensor, der das alleine leisten kann
  - Integriertes System kooperativer Sensoren nötig
  - Wetterradar kann Beitrag leisten
- Wetterradare bieten **landesweite Abdeckung** und werden bereits betrieben
- I/Q-Datenverarbeitung könnte **parallel** für Detektion mitlaufen
- **Aktualisierungsrate** ist der Hauptunterschied zu reinen Detektionsradaren
  - Datenqualität setzt minimale Messdauer voraus

| Eigenschaft                        | Primärradar (PSR)                                  | Wetterradar                                        |
|------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>Sendefrequenz</b>               | L- und S-Band                                      | S-, C- und X-Band                                  |
| <b>Doppler-Verfahren</b>           | Wird in beiden Systemen verwendet                  | Wird in beiden Systemen verwendet                  |
| <b>Abtastverfahren</b>             | Azimut und/oder Elevation                          | Azimut und Elevation                               |
| <b>Signalverarbeitung</b>          | Komplex und in Echtzeit                            | Sehr komplex, aber nicht zeitkritisch              |
| <b>Polarisation</b>                | Linear und/oder zirkular                           | Dualpolarisation (vertikal und horizontal)         |
| <b>Sendeimpulsleistung</b>         | Variabel (kW – MW)                                 | Variabel (kW – MW)                                 |
| <b>Datenverarbeitung</b>           | I-Komponente (In-Phase) & Q-Komponente (Quadratur) | I-Komponente (In-Phase) & Q-Komponente (Quadratur) |
| <b>Aktualisierungsrate</b>         | 6–12 Sekunden                                      | Etwa 5 Minuten (hängt vom Scan ab)                 |
| <b>Unterdrückung von Störechos</b> | Ja (Wetter stört das Radar)                        | Ja (Flugzeuge stören die Wettermessung)            |
| <b>Antennengröße</b>               | Größer (wegen längerer Wellenlänge)                | Kleiner (wegen kürzerer Wellenlänge)               |

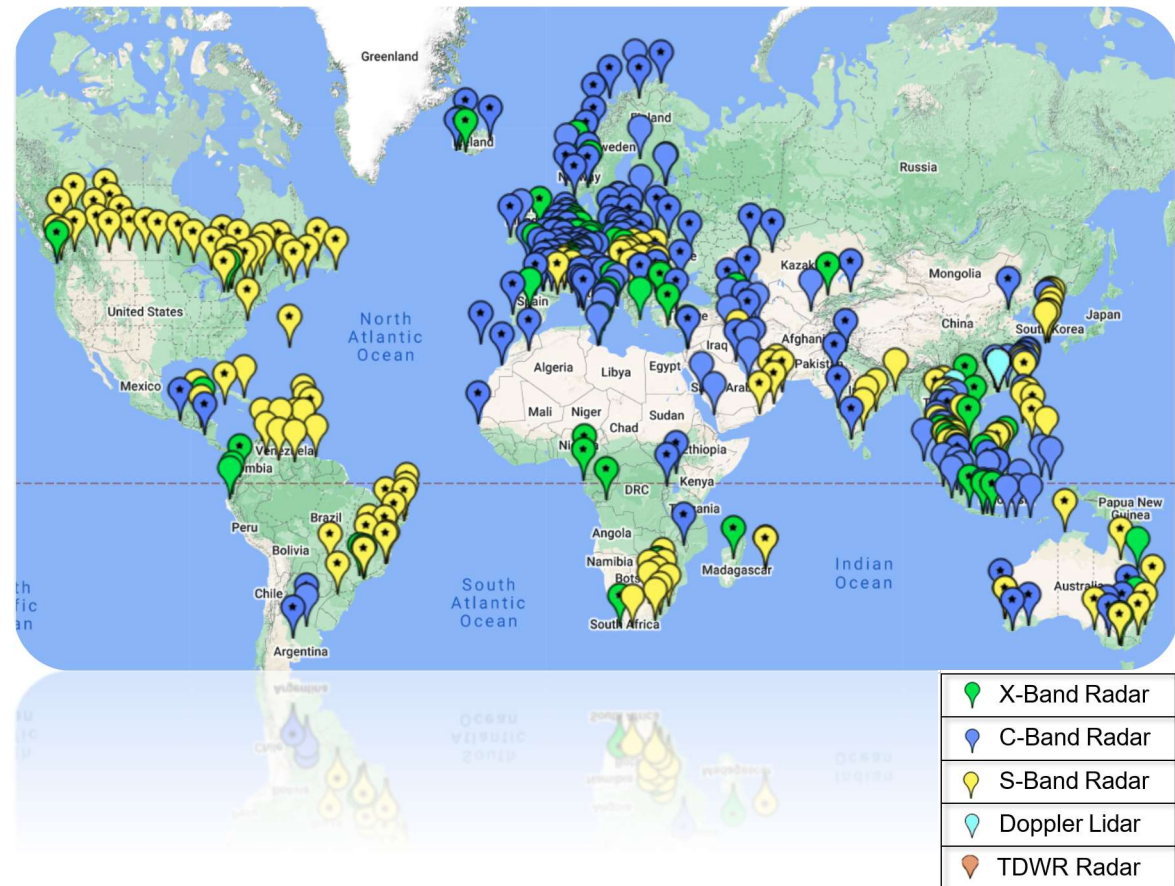
Quelle: radartutorial.eu



# Weltweiter “Fußabdruck”

Installierte Kundensysteme Leonardo

- >600 Systeme in > 120 Ländern
- Landesweite Abdeckung in Deutschland
- In Europa: Hauptsächlich C-Band
- Spezialisierte Systeme an Flughäfen (FRA, MUC)
  - X-Band Wetterradar
  - Scannendes Doppler Lidar (NIR)

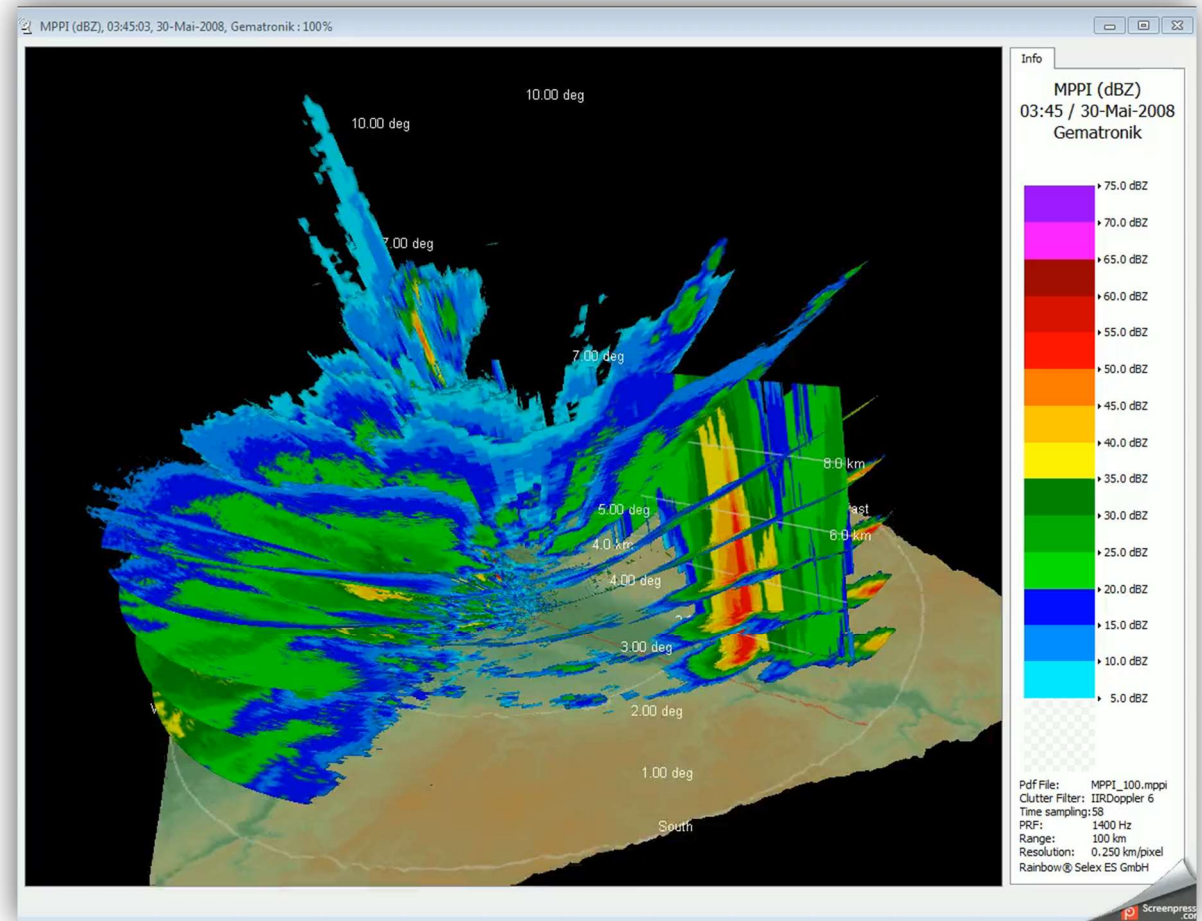




# Detektion Normalbetrieb Wetterradar

## Volumenscan

- Wetterradare tasten Volumen auf Kegelflächen ab
  - Strahlbreite 1°
  - Keine lückenlose Überwachung möglich, aber komplementär zu einem integrierten System
  - Benefit: Erhöhung der Detektionswahrscheinlichkeit
- Signalverarbeitung zur Objekt-Klassifizierung läuft parallel
- Automatische Meldung erkannter Drohnen an Überwachungssystem
- Ereignisbasierte Änderung des Scan-Modus möglich





# Flughafenumgebung

## 24/7 Dual-Use Windfernmesssysteme

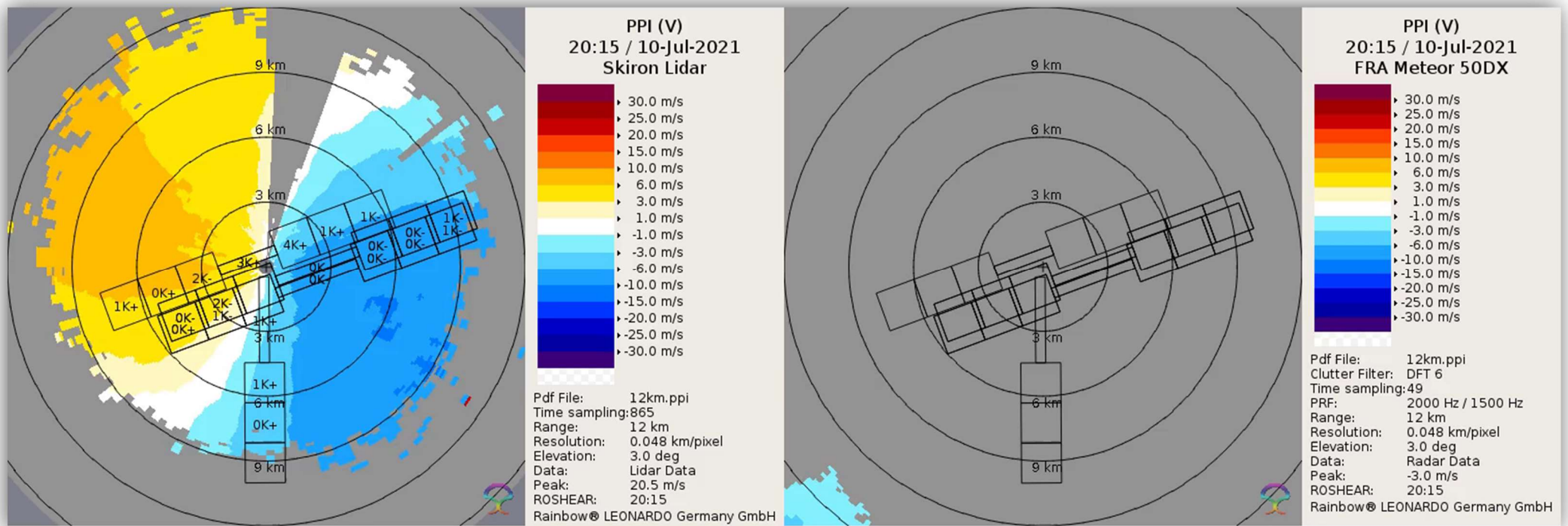
- Detektion von Windscherung bei jedem Wetter
  - X-Band Doppler Radar (Regen)
  - Doppler Lidar (trocken)
- Beide Geräte scannen Volumen synchron
- Radar hat die höhere Detektionswahrscheinlichkeit für Drohnen durch breiteren Strahl (ca.  $1^\circ$ )
- Nach Detektion durch Radar, Lidar kann das Ziel:
  - Genau Anpeilen
  - Klassifizieren (spektrale Signatur, Kamerabild)
  - Tracken





# Integriertes Windfernmesssystem

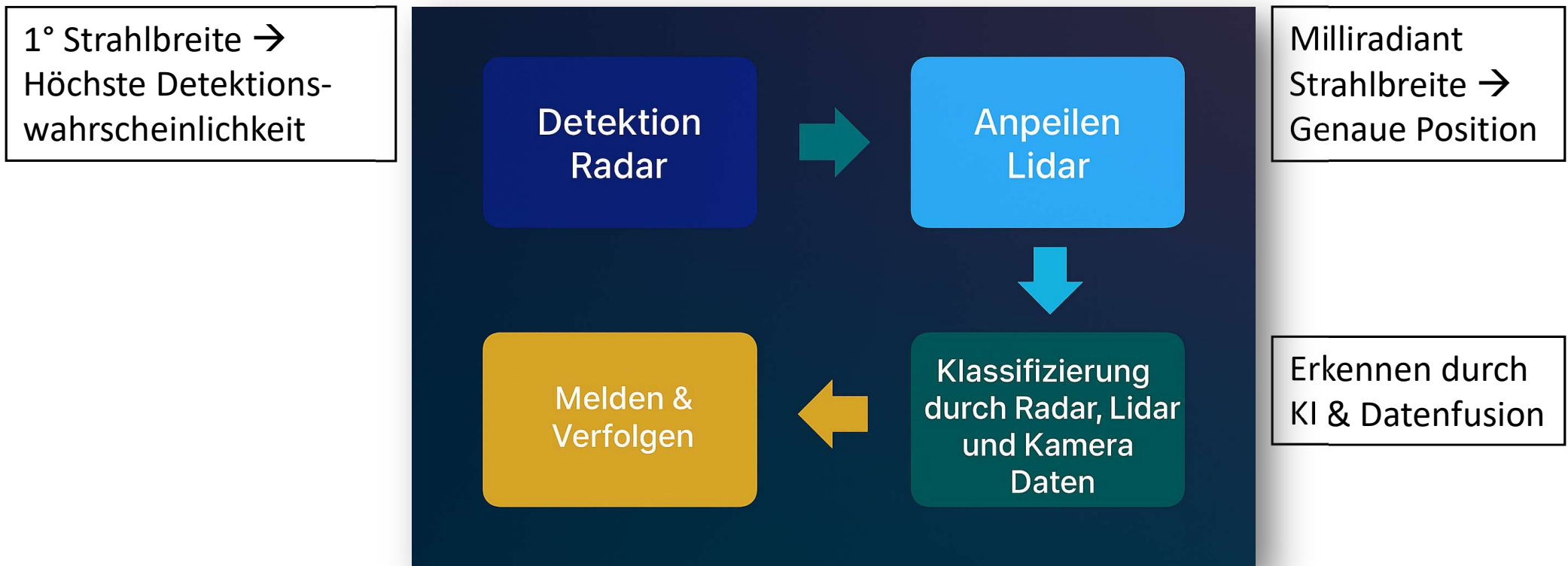
Daten bei jedem Wetter mit Radar + Lidar





# Typischer Workflow Flughafen

Detektieren – Einordnen - Melden - Verfolgen





# Beispiel Frankfurt

Parkhaus nahe Terminal und Vorfeld





# Zusammenfassung und Ausblick

- Dual-Use Drohrendetektion mit Wetterradares & Windfernmesssystemen erhöht potentiell die Detektionswahrscheinlichkeit und leistet einen **komplementären Beitrag zur U-Space-Überwachung**, besonders für nicht-kooperative Drohnen
- 24/7 Multi-Sensor-Lösungen aus Wetterradares, Lidar und KI bieten zuverlässige, skalierbare und in Teilen landesweit verfügbare Technologien. Sie nutzen **bestehende Infrastruktur** und sind **ideal für komplexe Areale** wie Städte, Flughäfen oder kritische Infrastruktur
- Diese Systeme können in einen **integrierten Workflow** implementiert werden (Detektion, Anpeilen & Feinklassifizierung, Melden & Verfolgen, Eliminieren)
- **NRW als Katalysator:**
  - Aufbau einer Landesplattform „**NRW-U-Space-Backbone**“ und könnte so erste Bundesland mit einem **einheitlichen Luftlagebild für niedrige Höhen** werden (Teil eines zukünftigen Drone Incident Response Frameworks?)
  - Gezielte Förderung von **Dual-Use Technologien und Pilotinstallationen** (Flughafen Düsseldorf ?)
  - Konzentration auf etablierte Technologien, um **möglichst schnell** eine Infrastruktur aufzubauen



## LEONARDO Germany GmbH

Dr. Sebastian Kauczok  
Manager Research and Innovation  
M +49 2137 782-286  
[s.kauczok@leonardogermany.com](mailto:s.kauczok@leonardogermany.com)

[leonardogermany.com](https://leonardogermany.com)

Please avoid printing this colourful slide. Let's save the planet together.

[leonardogermany.com](http://leonardogermany.com)