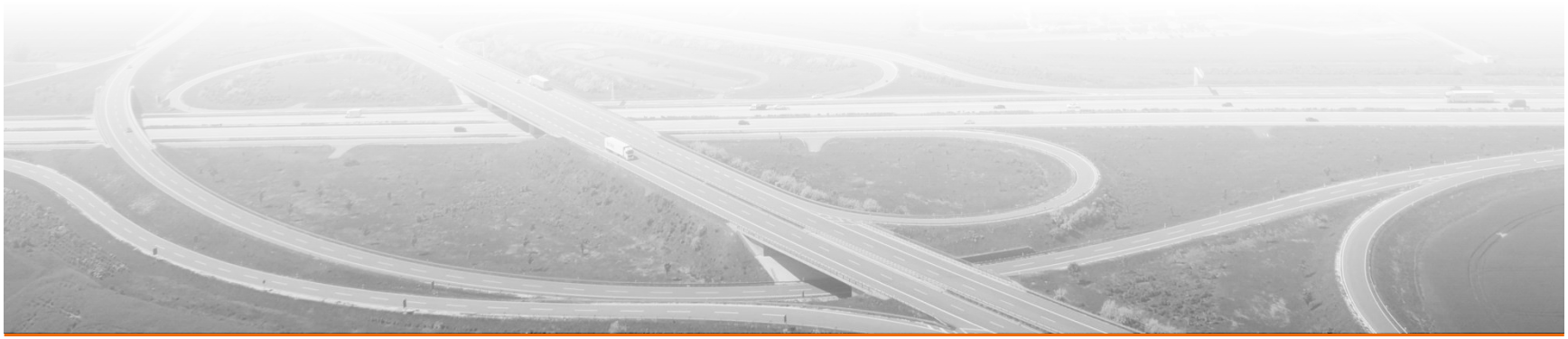
Feinstaubmessung mit der Sensorplattform HORUS

Vortragender: Dr.-Ing. Frank Steinert



Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS®

Inhalt

- Was sind UAS?
- UAS HORUS
- Einsatz von HORUS zur Erhebung von Straßendaten
- Messung von Feinstaub in drei Dimensionen
- Warum in drei Dimensionen messen?
- Fidas® Fly
  - Konzept
  - Modul
  - im HORUS
  - Systemaufbau
  - Ablauf der Messung
- Zusammenfassung

UAS HORUS

Was sind UAS?

UAS – **U**nmanned **A**erial **S**ystem

- Zunächst eigenstabile Konzepte -> Flächenflugzeuge
- Einsatz zunächst im militärischen Bereich vor allem als große Flächenflugzeuge später im Forschungs- und Dienstleistungssektor

US-Militär UAS

Zivil-UAS von airclip

Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS®

Was sind UAS?

- Durch Fortschritt in der Regelungstechnik auch nicht eigenstabile Konzepte realisierbar -> Drehflügler

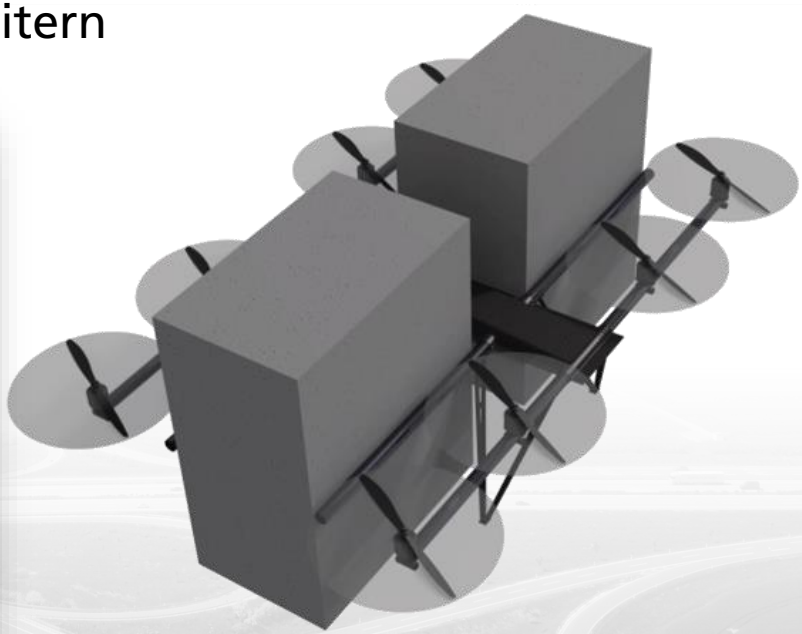
- Ebenfalls Entwicklung vom militärischen zum zivilen Bereich

Militär UAS

Zivil-UAS von airclip

UAS HORUS

- **HORUS** - **HO**vering **R**emote controlled **U**ltralight **S**ensor platform
- Das System wurde konstruiert als fliegender Wechselrahmen
  - Modulares Schnellwechselkonzept zum Transport von Messtechnik
  - Hohe Nutzlast
  - Hohes Nutzvolumen von über 150 Litern



Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS®

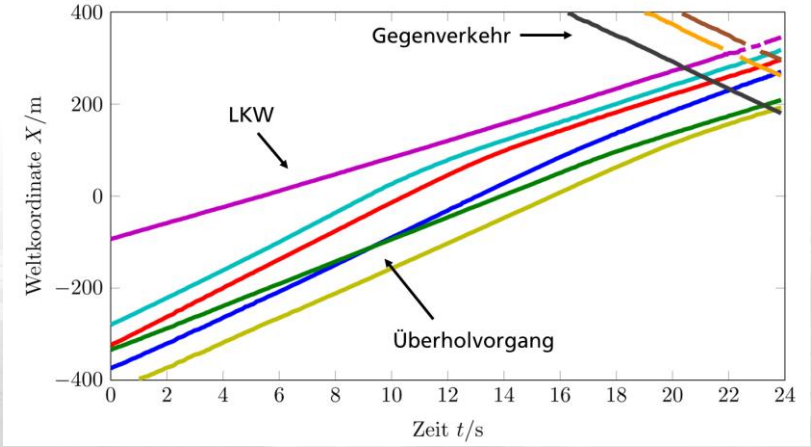
UAS HORUS

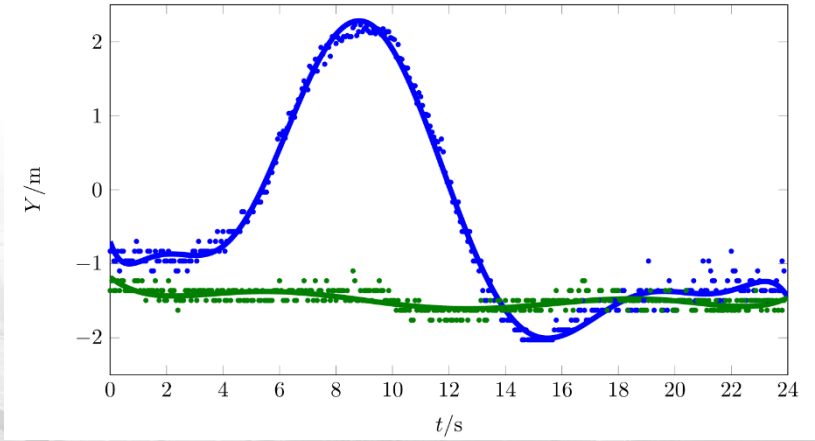
- Sensordaten zu Fluglageregelung bei UAS
  - 3-achsige Beschleunigungssensoren
    - Statische Stabilisierung im Schwebeflug
    - Mitwirkung bei Regelung der Steig/Sinkrate
  - 3-achsige Drehratensensoren
    - Dynamische Stabilisierung bei Störungen
  - Barometrischer Sensor
    - Höhenregelung und Regelung der Steig/Sinkrate
  - GPS – Sensor
  - 3-achsige Magnetfeldsensoren
    - Wegpunktflug

Ausführung ausschließlich über Drehzahlregelung der Rotoren

Einsatz von HORUS zur Erhebung von Straßendaten

- Automatisierte Erfassung von über 1000 Überholvorgängen auf Landstraßen





Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS®

Einsatz von HORUS zur Erhebung von Straßendaten

- Automatisierte Zählung an Verkehrsknotenpunkten

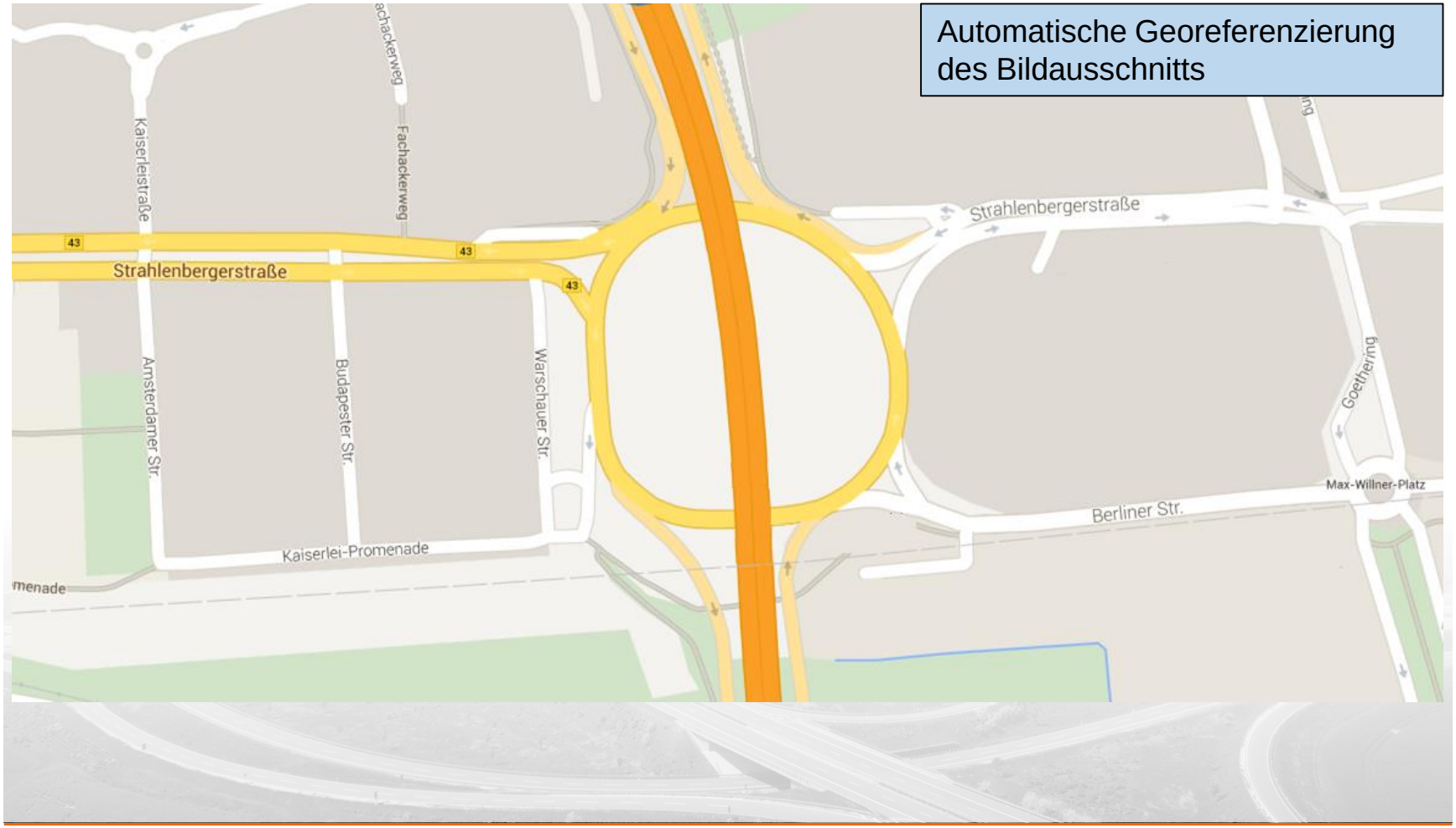
Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS

Einsatz von HORUS zur Erhebung von Straßendaten

- Automatisierte Zählung an Verkehrsknotenpunkten



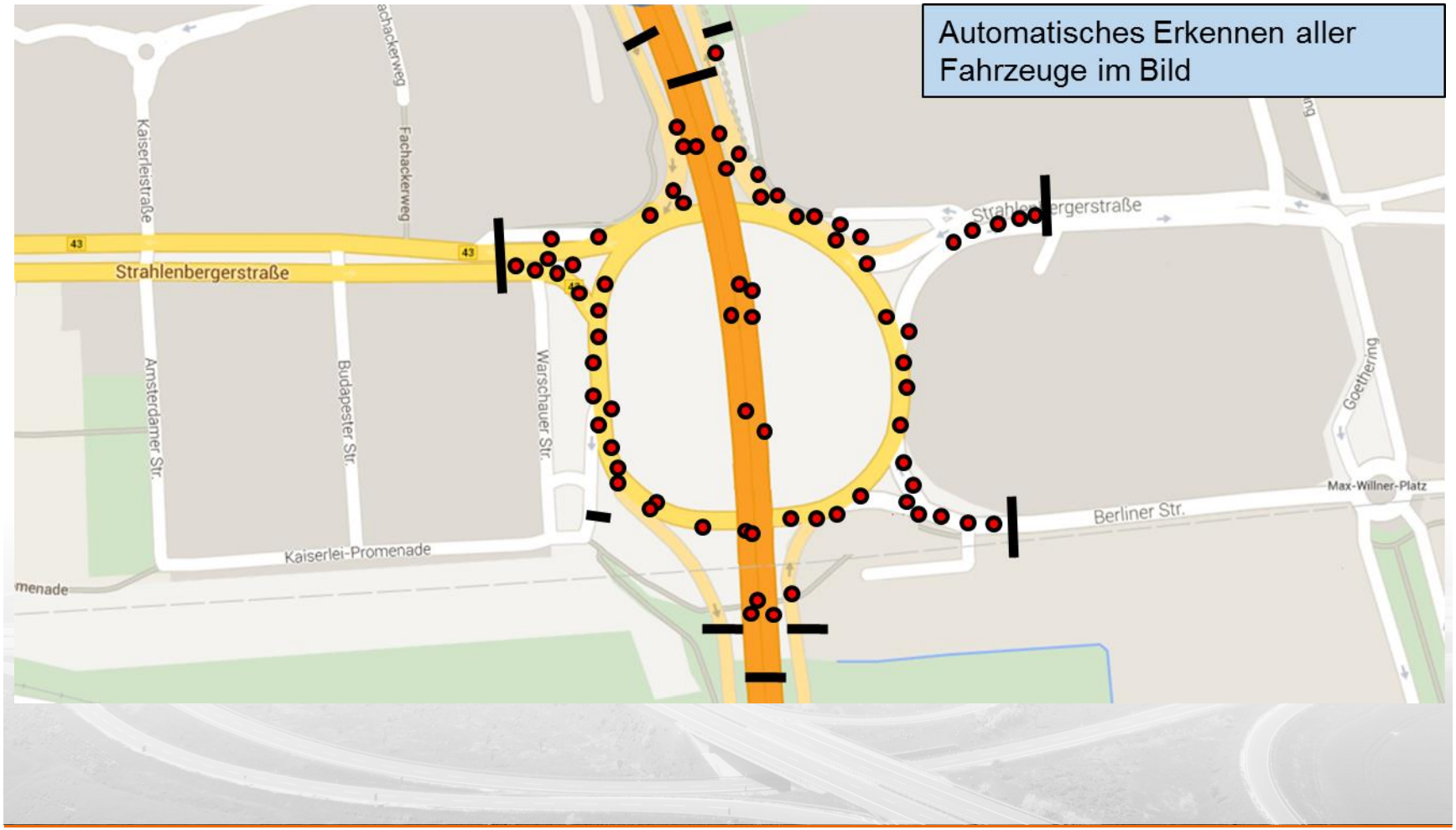
Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS®

Einsatz von HORUS zur Erhebung von Straßendaten

- Automatisierte Zählung an Verkehrsknotenpunkten



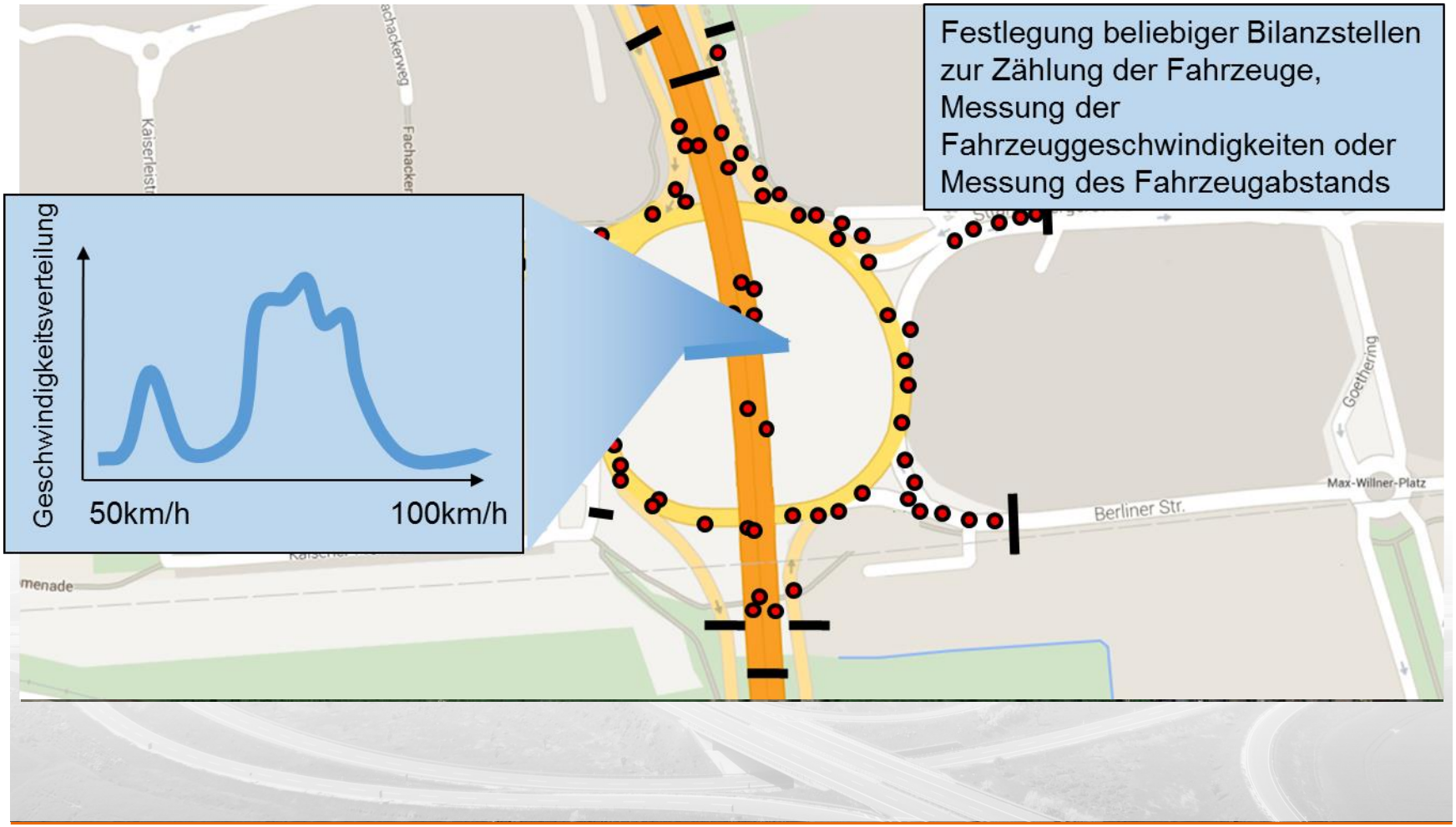
Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS®

Einsatz von HORUS zur Erhebung von Straßendaten

- Automatisierte Zählung an Verkehrsknotenpunkten



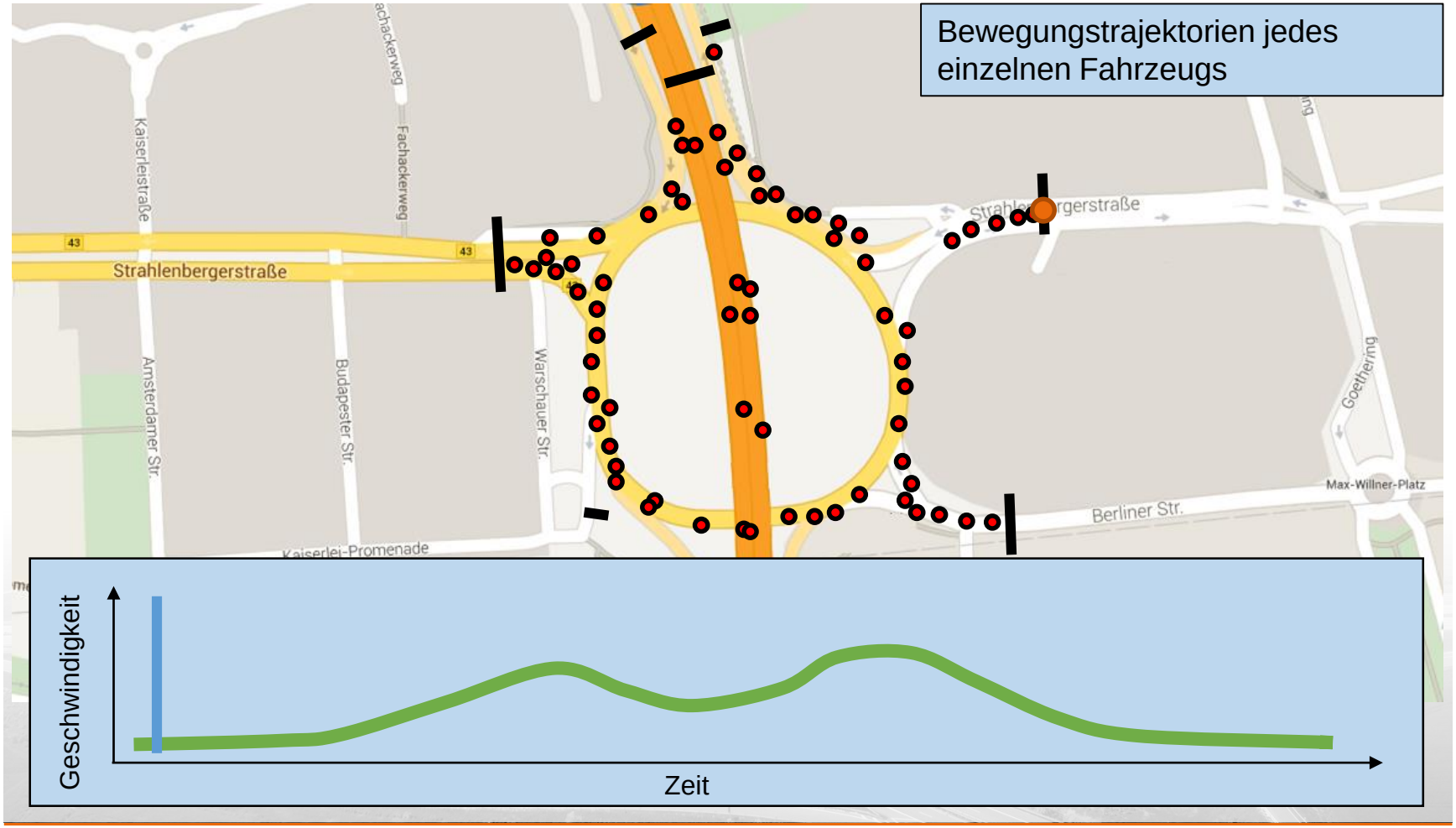
Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS®

Einsatz von HORUS zur Erhebung von Straßendaten

- Automatisierte Zählung an Verkehrsknotenpunkten



Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS

Messung von Feinstaub in drei Dimensionen

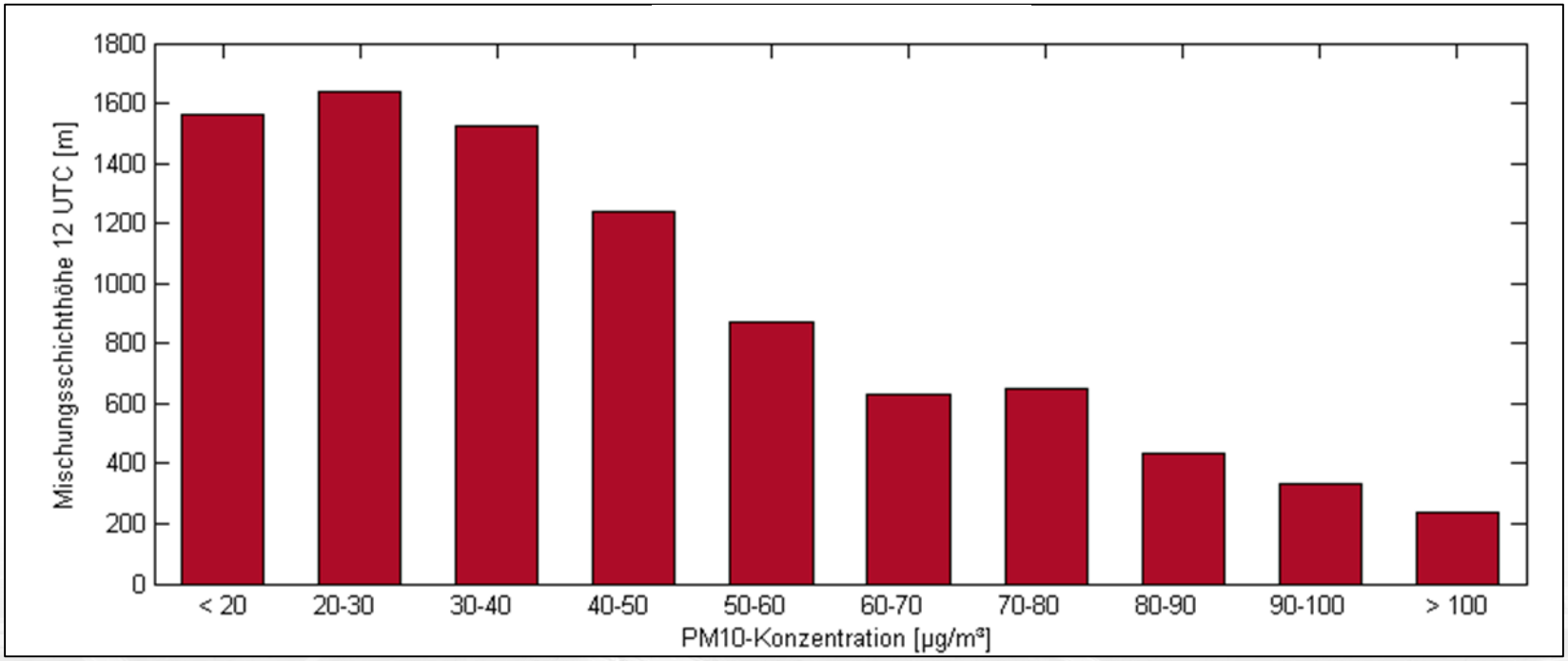
Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS®

Warum in drei Dimensionen messen?

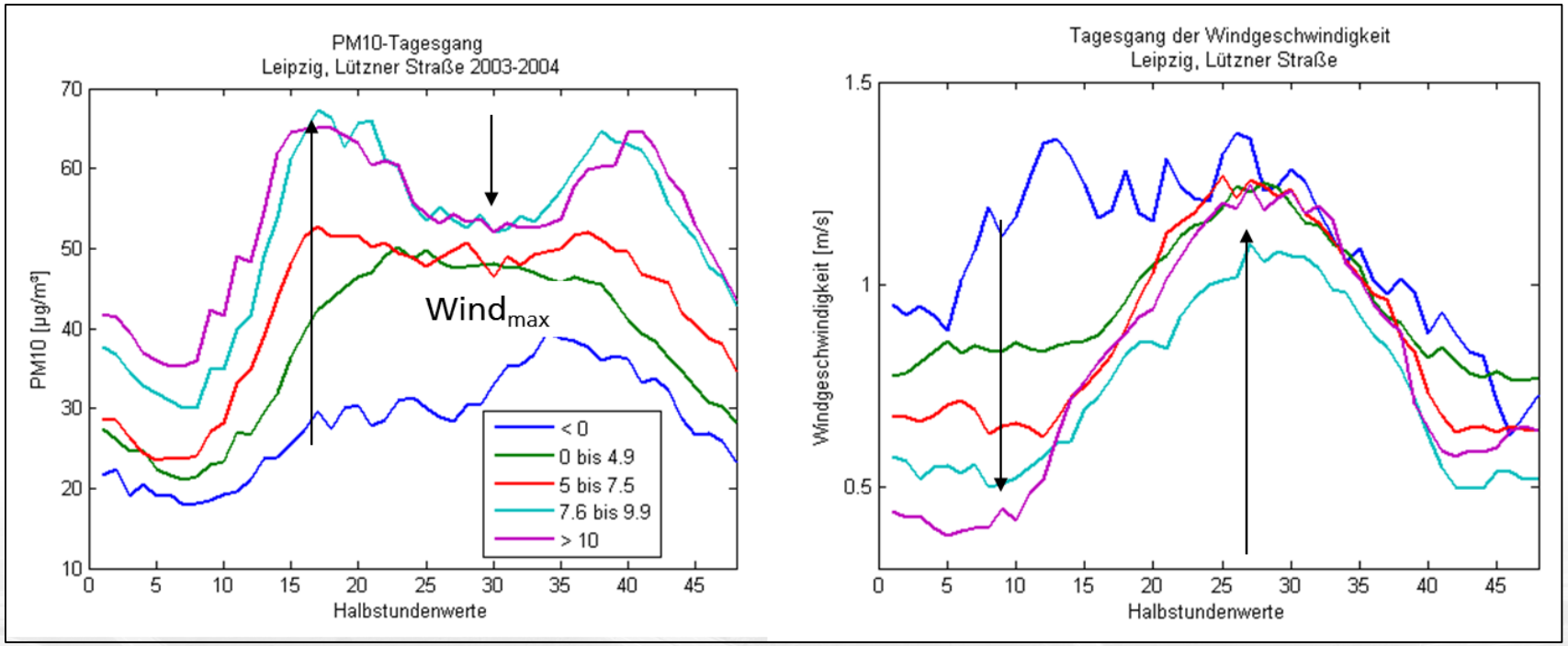
- Feinstaubphänomene sind stark Abhängig von Atmosphärenzuständen
  - Beispiel: PM10 Konzentration <-> Mischungsschichthöhe



- Für Ausbreitungs- und Prognosemodelle sind Messwerte in drei Dimensionen relevant -> Messungen mit UAS

Warum in drei Dimensionen messen?

- Feinstaubphänomene sind stark Abhängig von Atmosphärenzuständen
  - Beispiel: Temperaturdifferenz Tag/Nacht und Windgeschwindigkeit



- Für Ausbreitungs- und Prognosemodelle sind Messwerte in drei Dimensionen relevant -> Messungen mit UAS

Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS®

UAS HORUS – Automatisierung und Sicherheit

- Messungen sollten wiederholbar, örtlich genau und (soweit möglich) ohne menschlichen Einfluss durchgeführt werden.
- Flugplanung wird vor Missionsstart am PC durchgeführt
- Wegpunkte und Wegpunk-Aktionen werden an HORUS übertragen
- HORUS wird vor Ort gestartet und die Ausführung der Mission wird aktiviert
- HORUS absolviert die Mission selbständig

Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

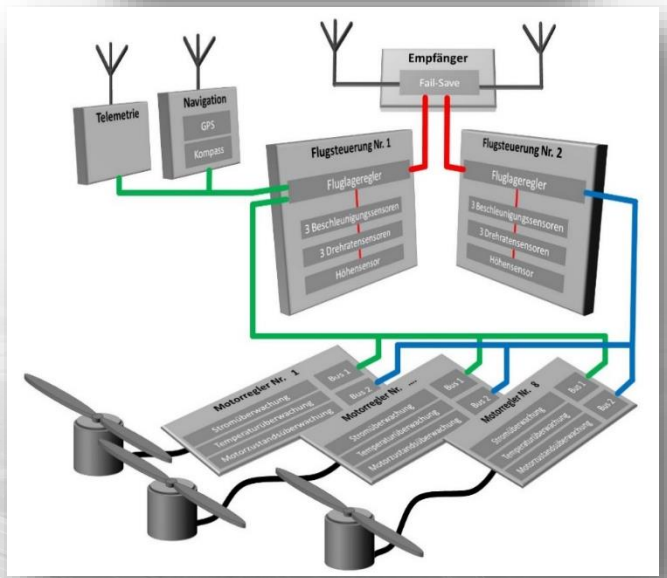
PALAS®

UAS HORUS – Automatisierung und Sicherheit

- Bei Flug in der Nähe von Infrastruktur mit aufwendiger und teurer Messtechnik Sicherheit besonders wichtig.
- (ggf. gesetzliche Randbedingungen)

  - Eigensicherheit des UAS
  - mechanische und elektronische Redundanz des Systems

  - Information des Bedieners
  - Permanente Übertragung von Systemdaten an Bodenstation
    - Ströme, Spannungen, Temperaturen, Regler- und Motorzustände



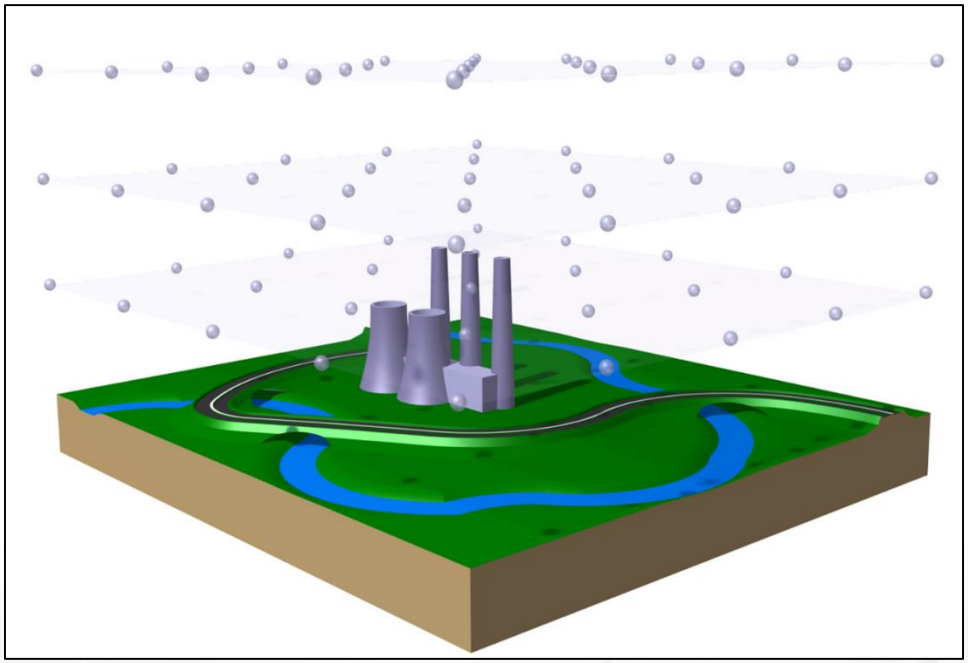
Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS®

Fidas® Fly - Konzept

- Transport eines Fidas Echtzeit Feinstaubmesssystems an beliebige räumliche Koordinaten
- Realisierung durch Aufbau des Fidas-Sensors als Modul für HORUS
- Erfassung von Partikelanzahlgrößen-verteilungen gezielt an Wegpunkten



Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS®

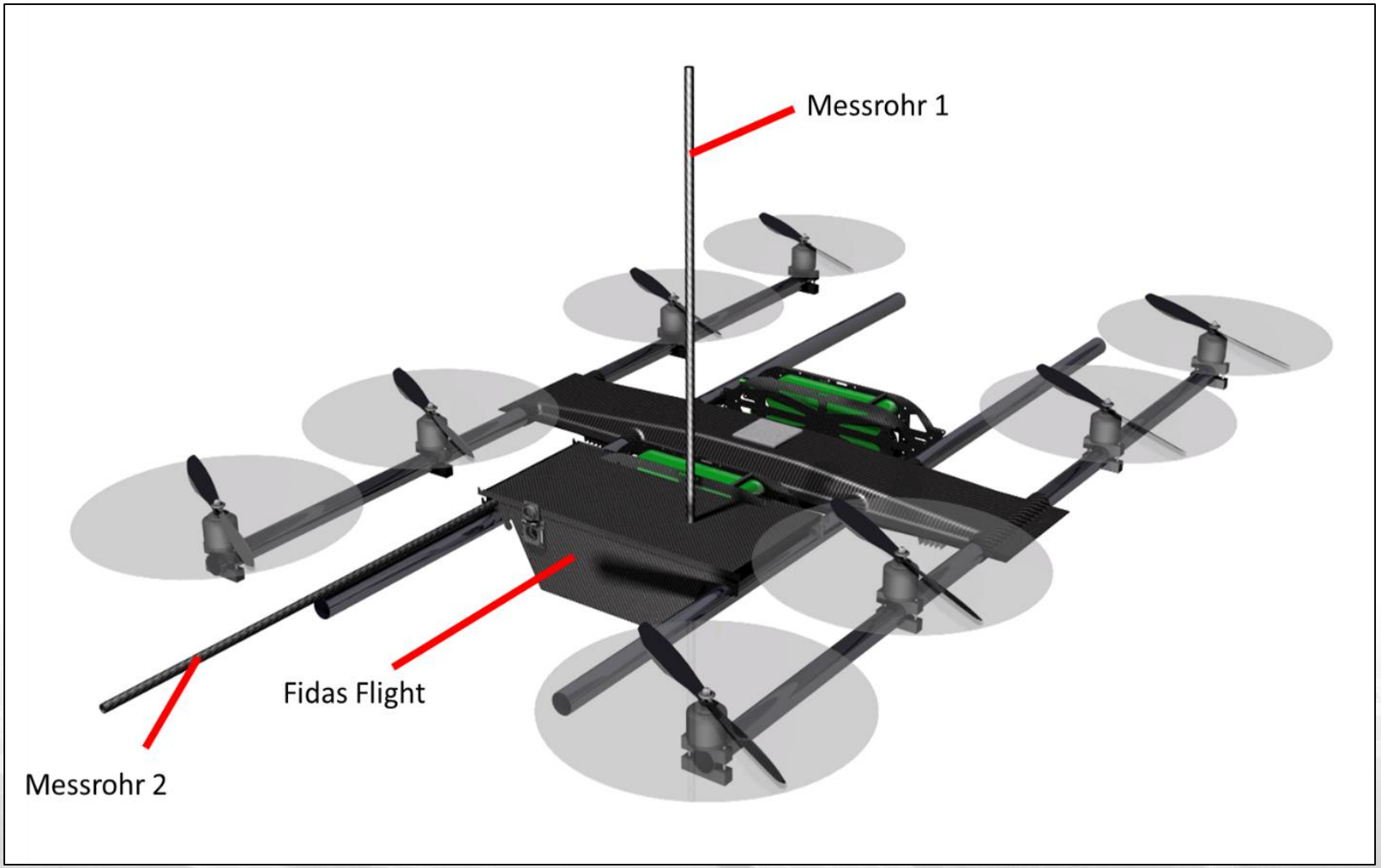
Fidas® Fly - Modul

Fraunhofer IVI

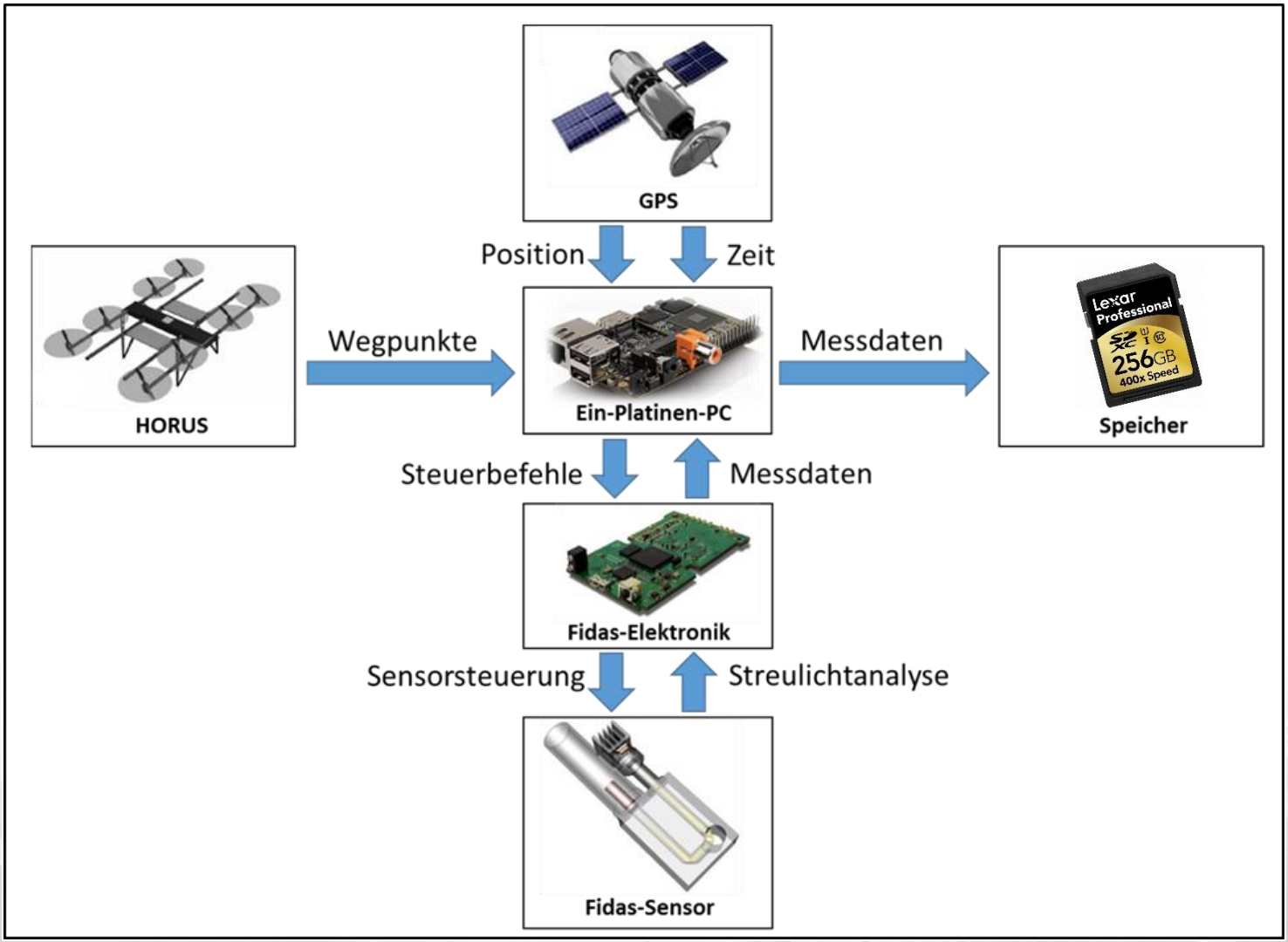
airclip MINICOPTER

PALAS®

Fidas® Fly – im HORUS

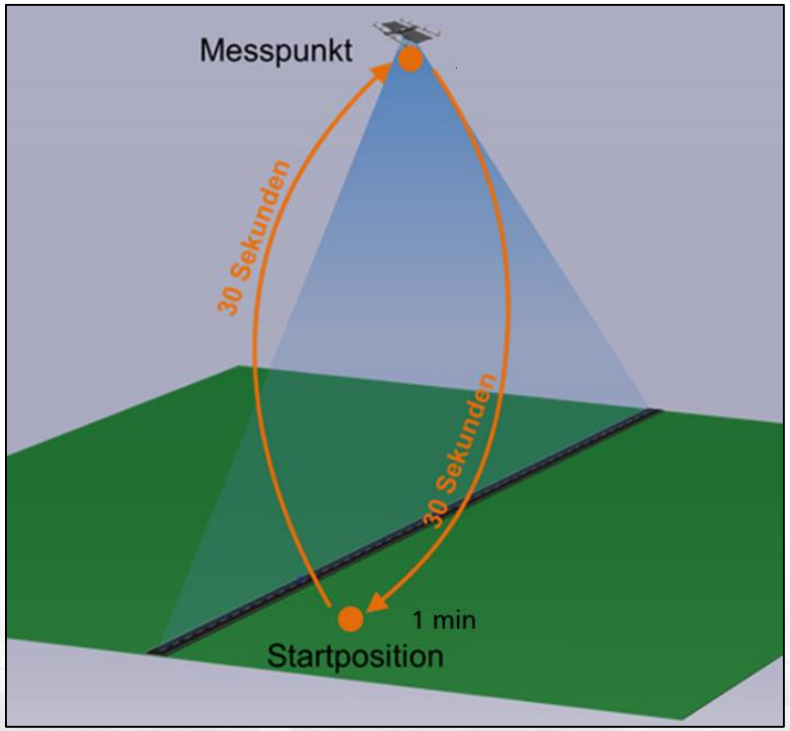


Fidas® Fly - Systemaufbau



Fidas® Fly – Ablauf der Messung

- Start an der Bodenstation
- Verbleib am Messpunkt für Minuten
- Nach Abschluss der Messung Weiterflug zum nächsten Messpunkt
- Wiederholung bis Flug-Akku bestimmten Ladezustand erreicht hat
- Landung an Bodenstation – Akkuwechsel
- Wiederholung



Fraunhofer IVI

airclip MINICOPTER

PALAS®

Zusammenfassung

- Feinstaubphänomene sind stark Abhängig von Atmosphärenzuständen
- Mit Fidas® Fly – Modul sind Messungen von Feinstaubpartikeln in der Atmosphäre möglich
- Mit Hilfe von UAS HORUS Durchführung von automatischen Datenerfassungsmissionen
- Kostengünstig, flexibel, wiederholgenau und zeitlich eng gestaffelt realisierbar
- Dadurch bessere Datenlage für Modellbildung vorhanden

„Hebt man den Blick, so sieht man keine Grenzen.“

japanisches Sprichwort