

**Sensordatenverarbeitung**

# **ANWENDUNGSBEISPIELE (14C)**

**(ab 27.-31.1.2025)**

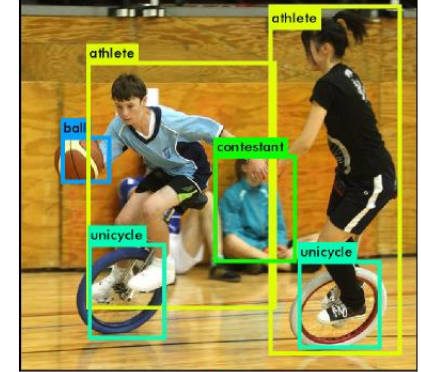
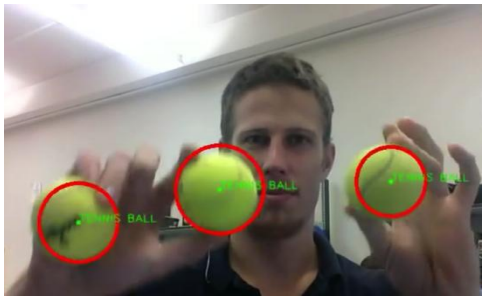
Bitte Evaluationsfragebogen auf Stud.IP ausfüllen!

- Über die Jahre entwickelte sich das vorherrschende Paradigma in der BV
  - Von „analytischen“ (von Experten ausgedachten) Methoden
  - Zu „machine learning“ (an Daten maschinell gelernten) Methoden.
- Bis auf im Bereich 3D-Geometrie aus Bilddaten.
  - Denn es gibt gutes Modell für Kamera (Perspektive 3D Welt → 2D Bild)

## Quellen der Bilder auf den nächsten Seiten

- Kyle Hounslow: Tennis Ball Tracking Using openCV, <https://www.youtube.com/watch?v=XKzQ3-iOK7k>
- Sulman Baig: People Detection with HOG (Histogram of Oriented Gradients) and SVM (Support Vector Machines), [https://www.youtube.com/watch?v=b\\_DSTuxdGDw](https://www.youtube.com/watch?v=b_DSTuxdGDw)
- Joseph Redmon and Ali Farhadi, YOLO9000: Better, Faster, Stronger, CVPR 2017, <https://arxiv.org/abs/1612.08242/> , <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>

**Bild**



**Merkmale**

**Farbe, Kante**

**Kantenverteilung**

**Gelernt  
(Convolutional  
Neural Network)**

**Erkennung**

**Kreis**

**Gelernt  
(SVM)**

**Anwend-  
ungslogik**

**z.B. Kamera  
schwenken**

**z.B. Personen  
zählen**

**z.B. Bildsuche**

**A**

ca. 2007

**A**

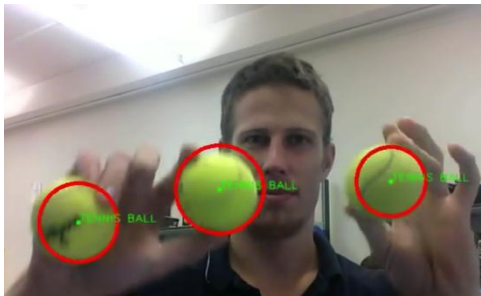
**L**

ca. 2014

**L**



**Bild**

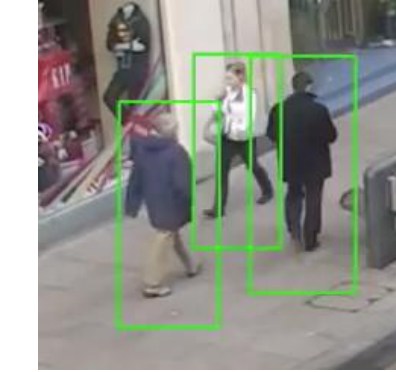


**Merkmale**

### Kontrollierte Umgebungen

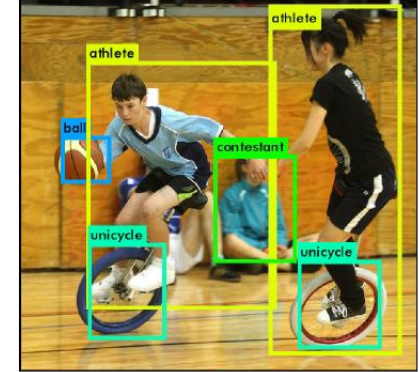
- ▶ Industrie
- ▶ Demos
- ▶ Versuchsaufbauten
- ▶ nur Testdaten benötigt
- ▶ sehr genau

**Erkennung**



### Unkontrollierte Umgebungen

- ▶ für bestimmte Anwendungen
- ▶ Probleme mit Erkennung von Objektklassen
- ▶ Trainingsdaten benötigt



### Unkontrollierte Umgebungen

- ▶ für bestimmte Anwendungen
- ▶ Sagenhafte Fortschritte besonders mit Objektklassen
- ▶ Große Trainingsdaten nötig
- ▶ oft ungenau

**Anwendungslogik**

**A**

ca. 2007

**A**

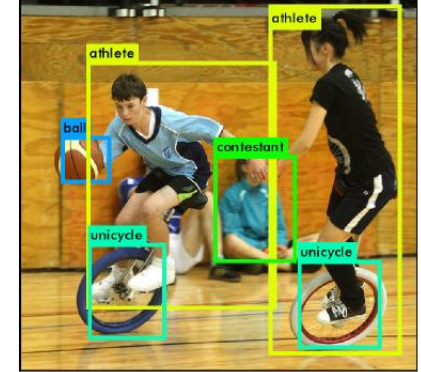
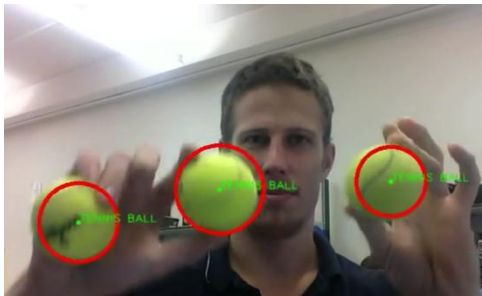
**L**

ca. 2014

**L**



**Bild**



**Merkmale**

Farbe, Kante

Kantenverteilung

**Gelernt  
(Convolutional  
Neural Network)**

**Erkennung**

Kreis

**Gelernt  
(SVM)**

**3D  
Geometrie**

Perspektivische  
Gleichung

Perspektivische  
Gleichung

Perspektivische  
Gleichung

**Anwend-  
ungslogik**

z.B. Ball fangen  
mit Roboter

z.B. Geh-  
geschwindigkeit

z.B. Replay in 3D  
Sicht

**A**

ca. 2007

**A**

**L**

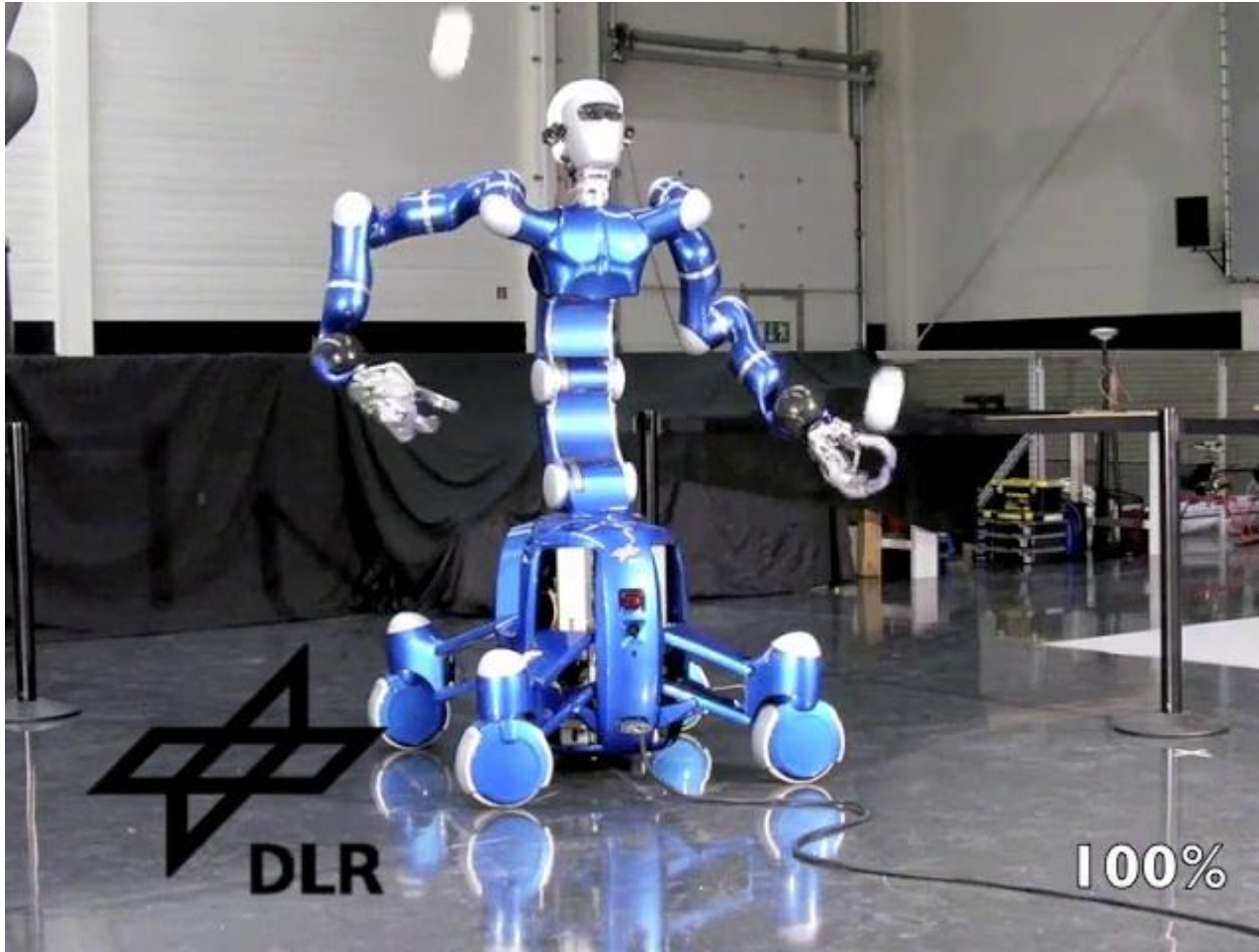
ca. 2014

**L**



- Regressionsprobleme mit IMU
  - Also Posenschätzung mit verschiedenartiger Zusatzinfo
  - Modellbasierte Methoden (Kalman Filter, etc.) dominieren
  - ...weil gute Modelle verfügbar
  - Oft zusammen mit Kamera + perspektivischer Gleichung
- Klassifikationsprobleme mit IMU
  - Analytische Merkmale + Machine Learning
  - Unseres Wissens vorherrschend
- Audio/Speech
  - Klassifikationsprobleme (zB. Spracherkennung)
  - Regressionsprobleme (zB. Sprachsynthese)
  - Im Moment basieren die besten Systeme auf Deep Learning

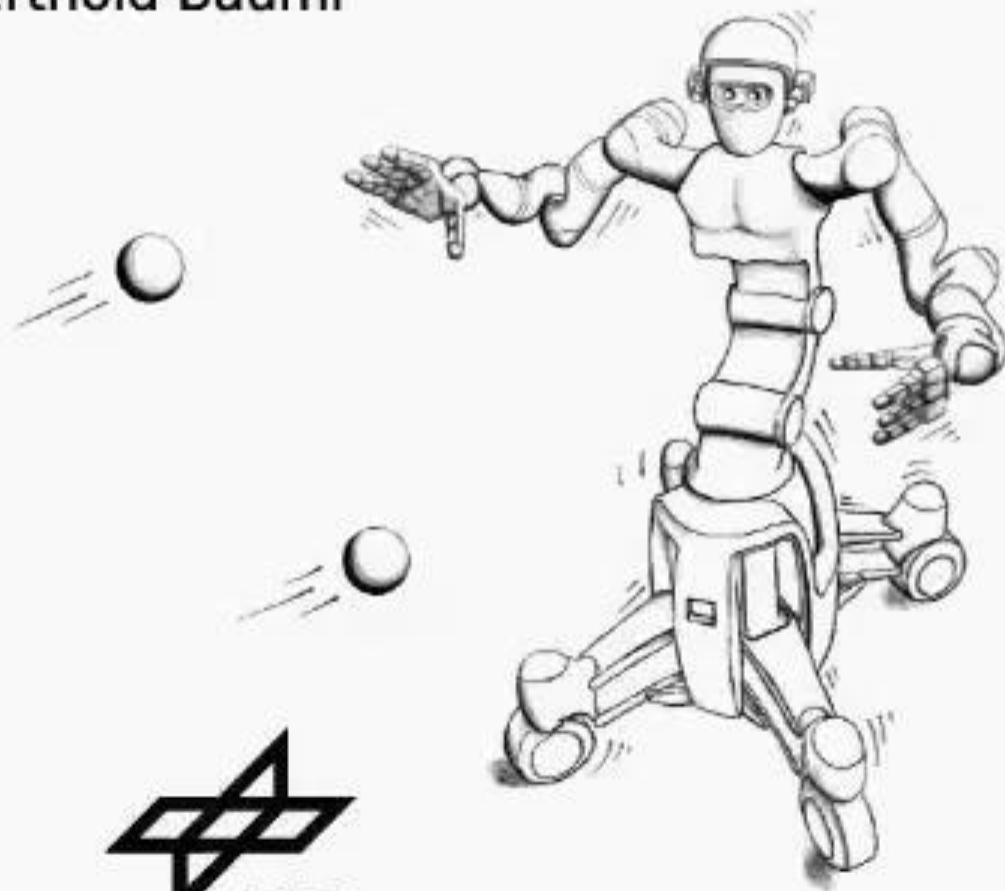




- ▶ **Kameras verfolgen mehre fliegende Bälle**
- ▶ **Bälle als Kreise erkennen**
- ▶ **Kreise gemäß Fluggleichung zu Flugbahnen zusammensetzen**
- ▶ **Quelle: DLR/DFKI Bcatch, U. Frese, B. Bäuml, O. Birbach, H. Täubig**

# Realtime Perception for Catching a Flying Ball with a Mobile Humanoid

Oliver Birbach, Udo Frese, Berthold Bäuml



DFKI, Safe and Secure  
Cognitive Systems

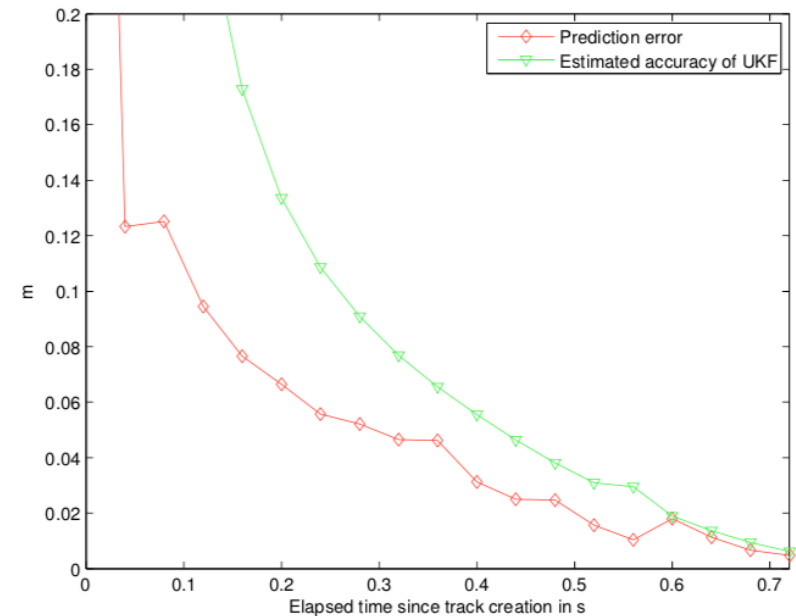
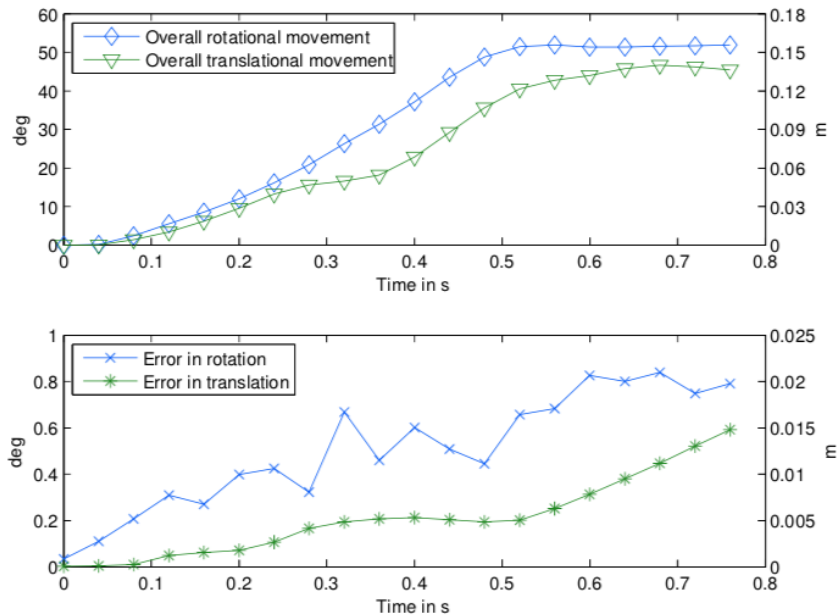
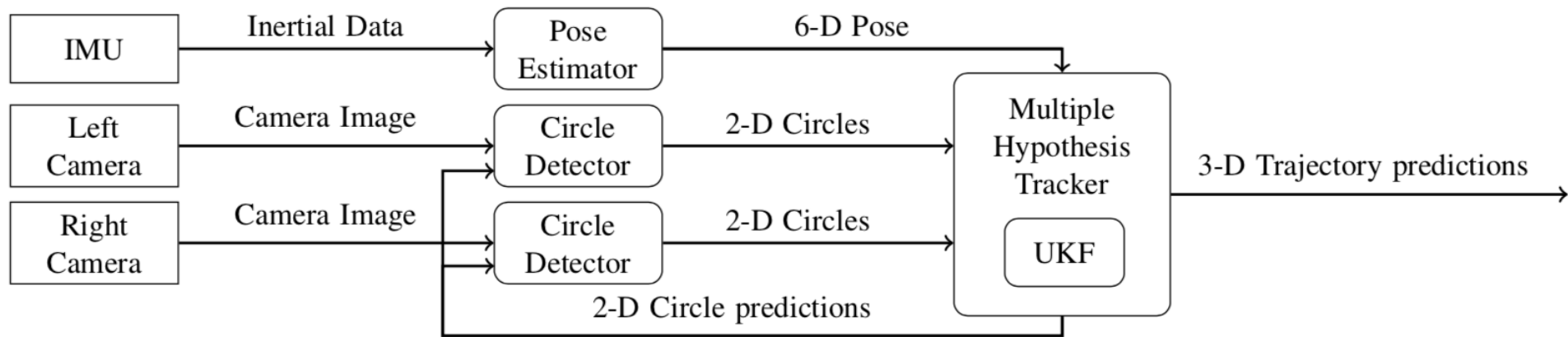


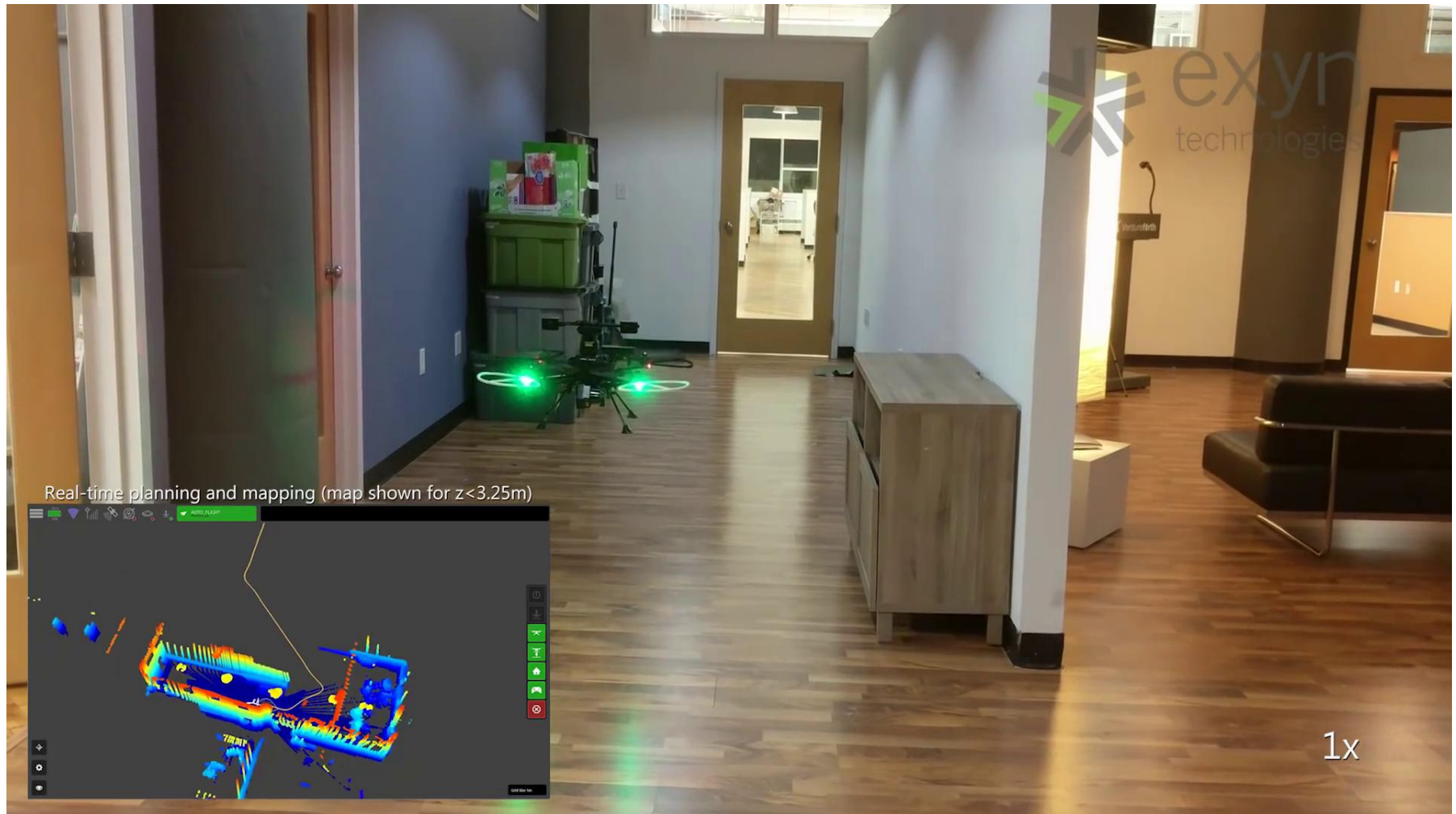
DLR, Institute of Robotics and  
Mechatronics



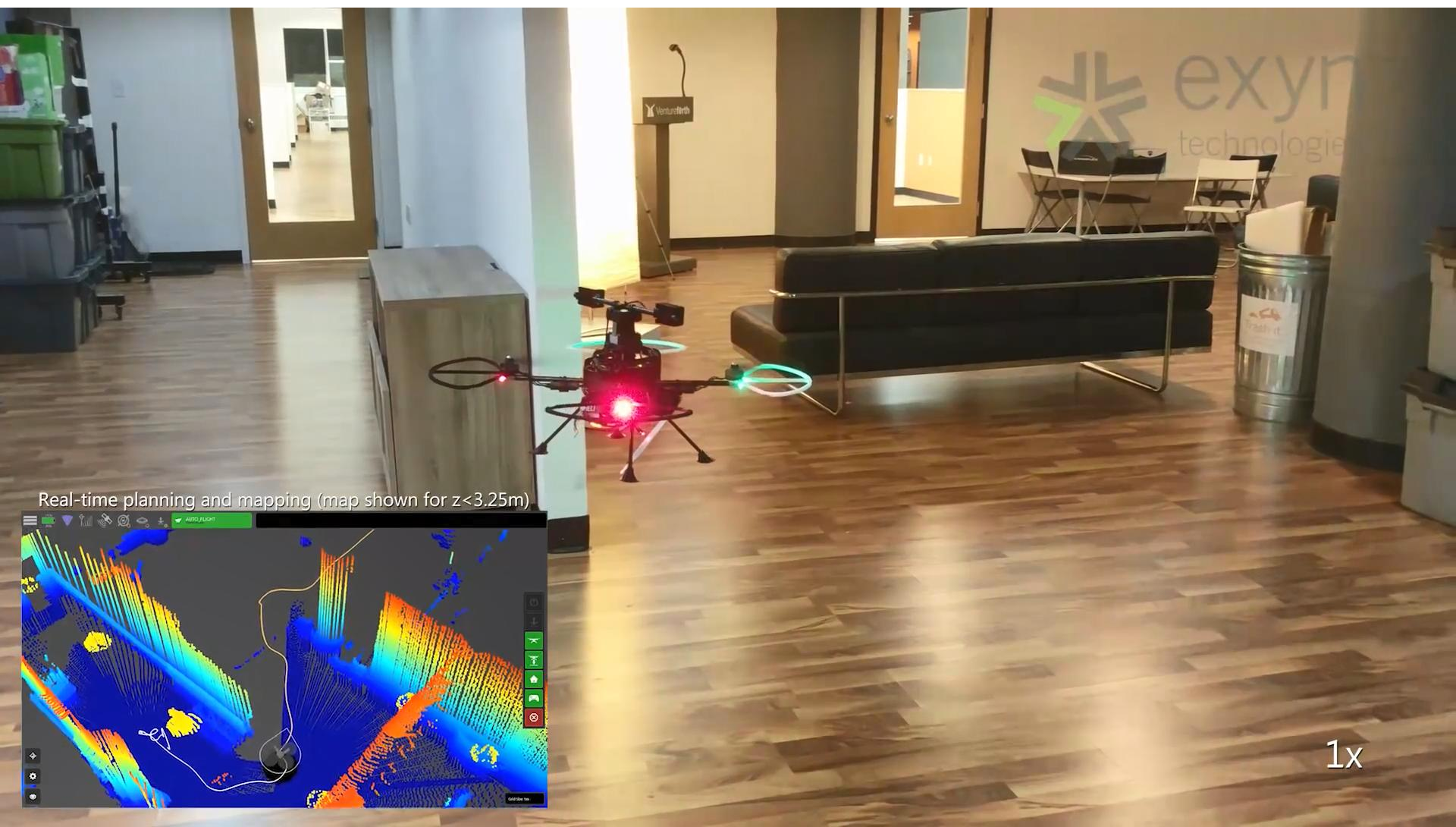


# Überblick Ballverfolgung





Quelle: exyn technologies, [exyn.com](http://exyn.com),

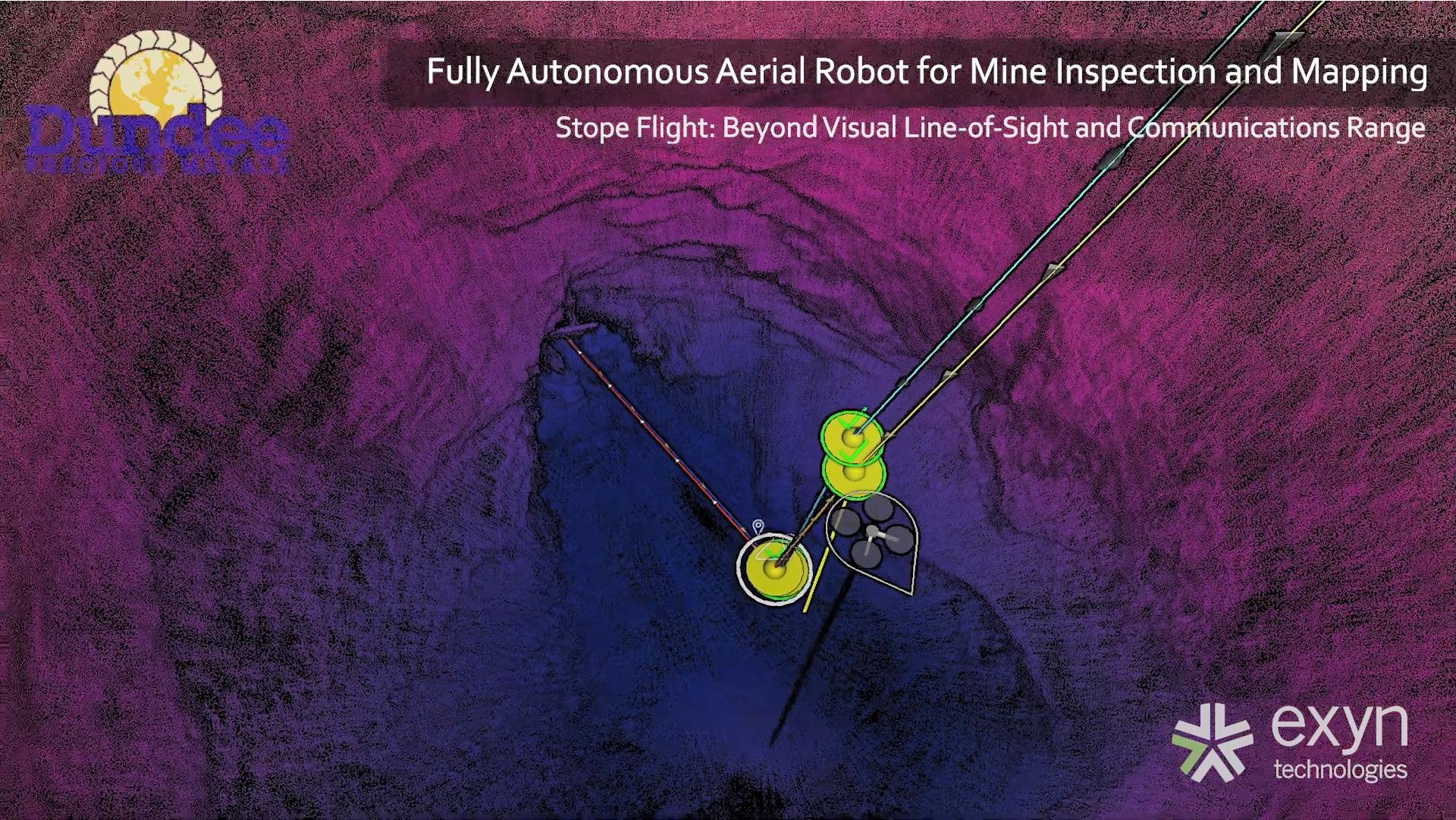




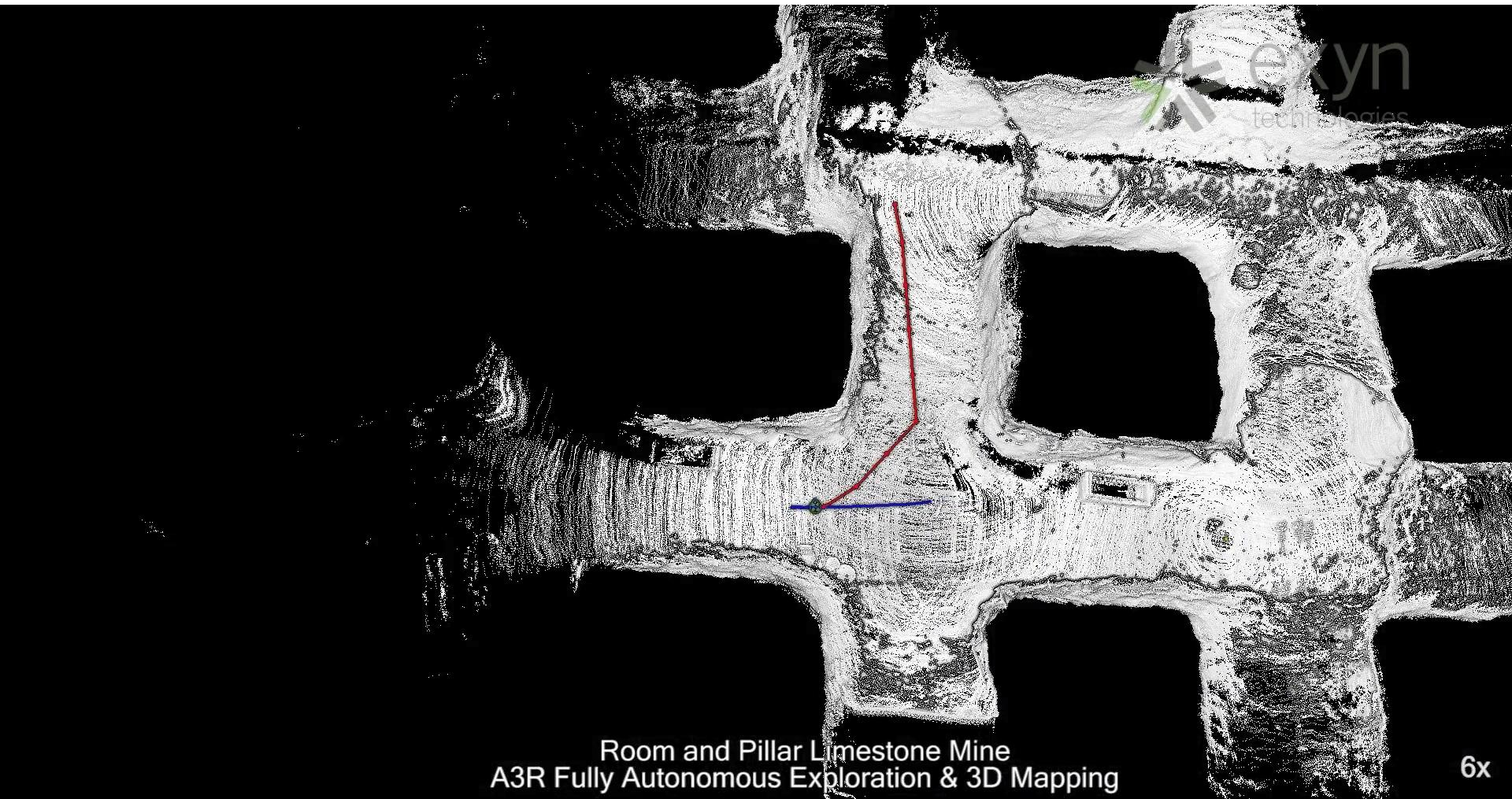


# Fully Autonomous Aerial Robot for Mine Inspection and Mapping

Stope Flight: Beyond Visual Line-of-Sight and Communications Range







Room and Pillar Limestone Mine  
A3R Fully Autonomous Exploration & 3D Mapping

6x

Regelung (100Hz)

Lokales SLAM (10Hz)

Globales SLAM (<1Hz)

