

mFUND – SchaufelPlus

Digitale Leitungsauskunft durch Roboter auf Baustellen

LAT Gruppe
Berlin - 04.07.2023



Agenda

- 1. Begrüßung und Vorstellung der Teilnehmenden**
- 2. Vorstellung des Projektkonsortiums**
- 3. Projektüberblick**
- 4. Diskussion und Fragen im Teilnehmerkreis**

Begrüßung und Vorstellung der Teilnehmenden



Larissa Zeichhardt (LAT)



Vincent Neumann (LAT)



Dr. Benjamin Panreck (BHT)

Projektkonsortium



LAT gibt es seit über 50 Jahren: Wir bieten von der Elektromontage bis hin zur Sicherheitstechnik verschiedenste Dienstleistungen und Produkte rund um das Gleis sowie für den ÖPNV an.

Assoziierte Partner:



Aufgabenstellung

Projektzielsetzung:

Wir wollen gemeinsam mit der BHT und der BVG testen, inwieweit die **Datenerfassung, Dokumentation zum Verlauf der Kabel (Leitungsauskunft) und zum Zustand des Tunnels** automatisiert werden kann. Ziel des Vorhabens war es, Planungsprozesse auf Baustellen zu beschleunigen und die Automatisierung von Bauabläufen voranzutreiben. Der Fokus der Machbarkeitsstudie lag dabei auf Bestandskabel.

Problemstellung:

Die **Instandhaltung der Verkehrsinfrastruktur** ist immer aufwendig und kostenintensiv

- je länger eine Baustelle anhält, desto länger ist die Strecke für den Zugverkehr gesperrt
- Zugreisende Passagiere müssen dann auf alternative Verkehrsmittel ausweichen

"Allein in Deutschland entstehen jährlich **Leitungsschäden**, die Entschädigungsforderungen durch ihre Betreiber **in Höhe von 500 Mio. €** nach sich ziehen [Bauschadensbericht 2020/21, Verband Sicherer Tiefbau e.V.]".

Wirkung: Durch die genauere Leitungsauskunft entstehen weniger Kabelschäden und Kapazitätsengpässe, die Instandhaltung wird effizienter

Projektzeitraum & Förderung: 01.06.2022 – 31.05.2023

SchaufelPlus wird im Rahmen der Innovationsinitiative mFUND mit insgesamt rund 85.000Euro über einen Zeitraum von einem Jahr durch das BMDV gefördert

Eingehende Darstellung

1. Leitungsauskunft/Datenerfassung „automatisieren“ durch die Kombination aus Roboter und zusätzlicher Sensortechnik
2. Echtzeit-Übertragung der gesammelten Daten via Mobilfunk
3. Bewegungsalgorithmus: Der Roboter wird so programmiert, dass er sich sicher im Gleisbett bewegt und gleichzeitig Daten zum Bauzustand des Tunnels und des Verlaufs von Kabeln im Tunnel akquiriert



Prototyp-Entwicklung



Prototyp-Entwicklung

Gesamtgewicht des Prototyps: 5,0 kg

Stromzufuhr: Die mobile Computereinheit, Intel Realsense Tiefenbildkameratypen sowie die Luft-/Feuchtesensoren wurden mit einer externen Power Bank (26.000 mAh/ 60W) mit Strom versorgt. Bei den Tests im Reallabor hat die Power Bank genügend Strom für mindestens 60 Minuten geliefert. Aufgrund der benötigten Spannung wurde der Livox Mid-40 LiDAR Sensor direkt an den Roboter angeschlossen.

Verwendete Technik:

LiDAR Sensor: Livox Mid-40 LiDAR Sensor - erkennt Objekte in einer Entfernung von bis zu 260 Metern und verwendet ein fortschrittliches, sich nicht wiederholendes Scanmuster, um hochpräzise Details im Sichtfeld zu liefern.

Tiefenbild/3D Kamera: Intel RealSense Depth Camera D435i/ D455

Luft-/Feuchtesensor: VOC-/Feuchte-/Temperaturfühler

Ergebnisse (Go1 vs. Spot)



Ergebnisse (Go1 vs. Spot)



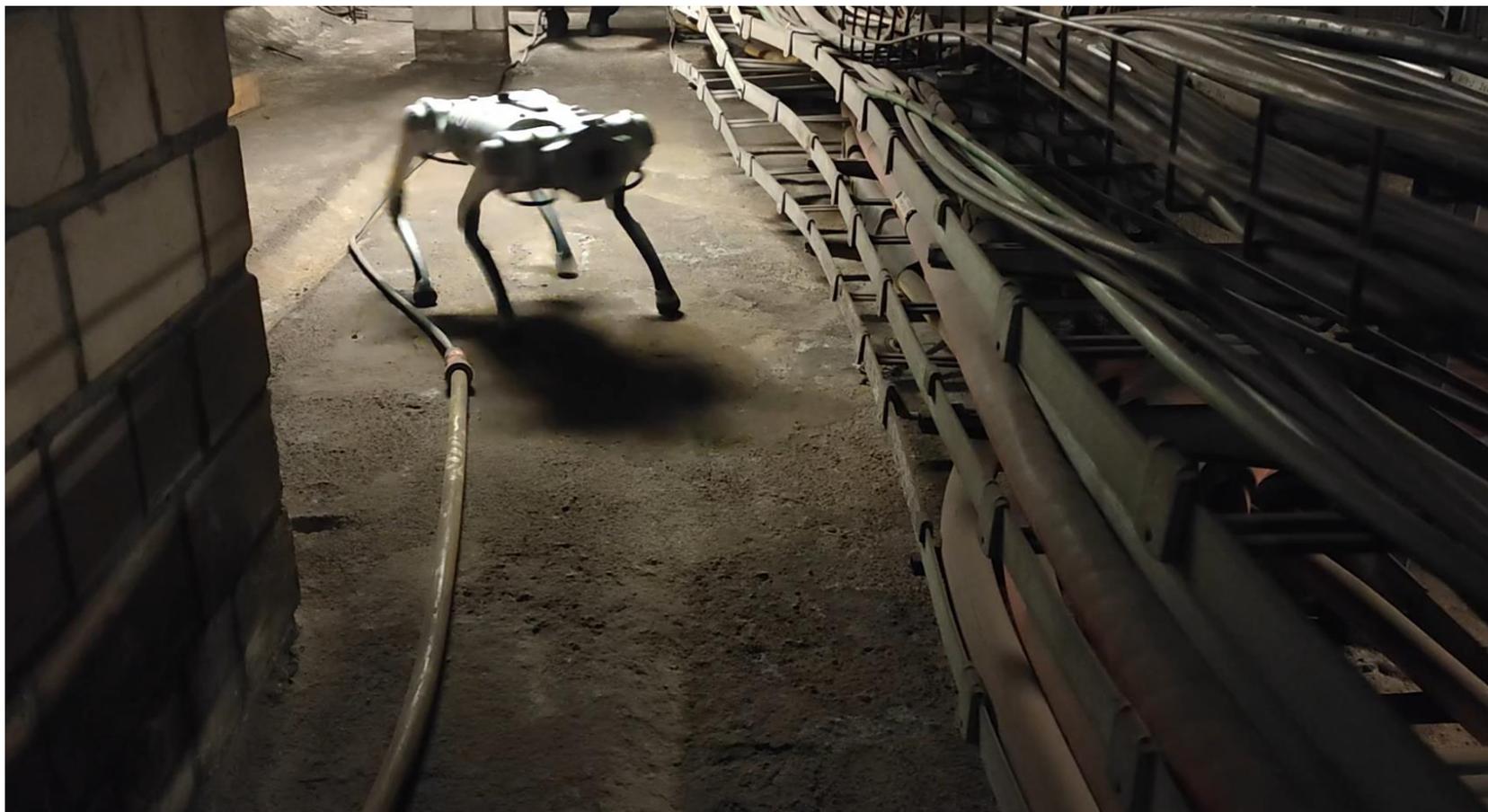
Ergebnisse (Navigation VSLAM)



Ergebnisse (Hindernisse)



Ergebnisse (Hindernisse)



Ergebnisse (Hindernisse)



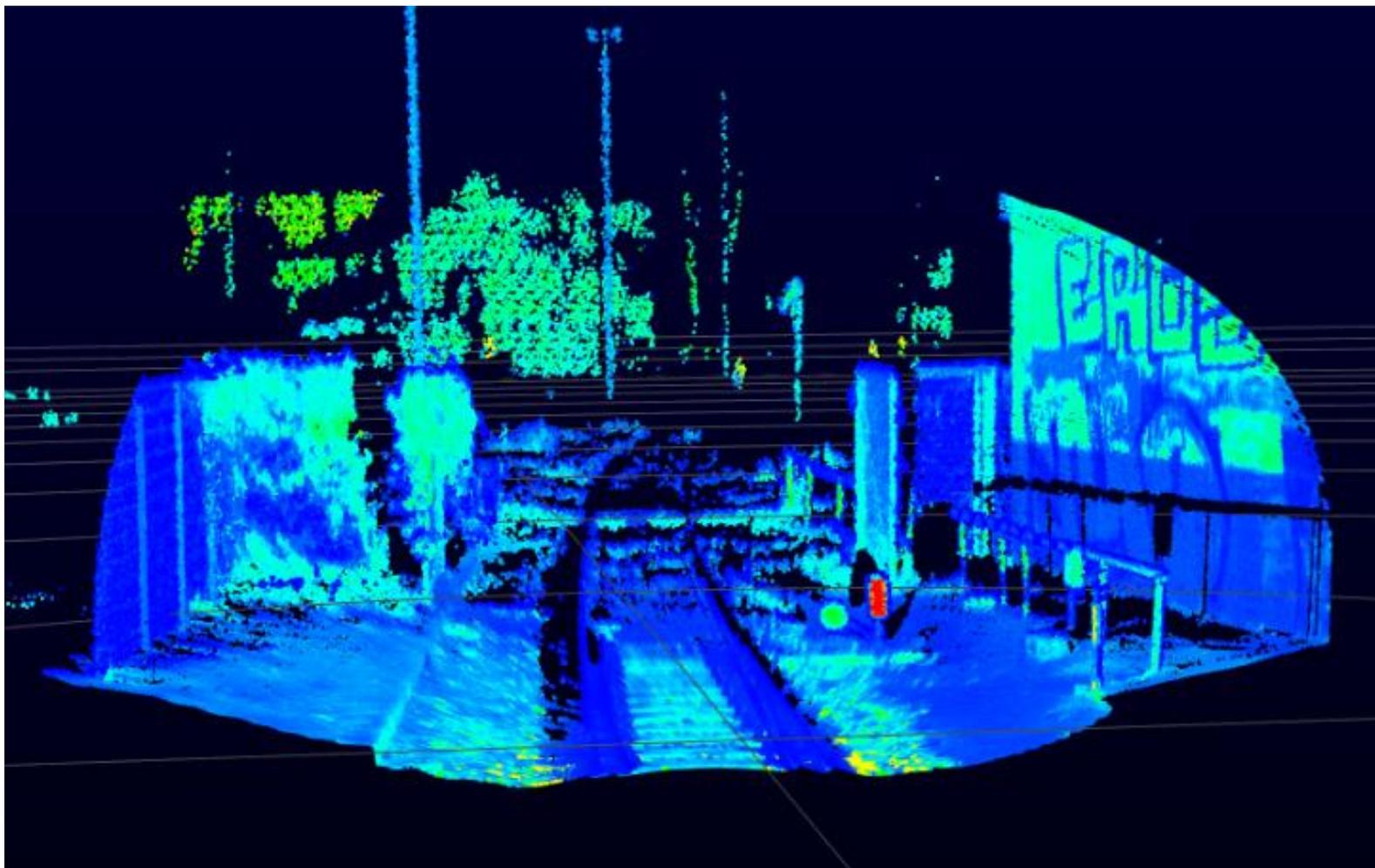
Ergebnisse (Hindernisse)



Ergebnisse (Sensoraufbau)



Ergebnisse (LIDAR)



Fazit / Learnings

1. Morphologie ist entscheidend für den Erfolg (Räder/Ketten/Laufen). Art der Hindernisse ist divers.
2. Fortschrittliche Roboterhardware ist bereits in der Lage sich fehlerfrei im Gleisbett zu bewegen.
3. Fortbewegung trotz Payload von ca. 5 kg einwandfrei auf dem Gleisbett möglich
4. Trennung der Sensorik für die Fortbewegung und für die Erhebung von Messdaten hier technisch bedingt.
5. Selbst bei einer Temperatur von ca. 2,5 Grad Celsius und Nieselregen konnten wir Messungen durchführen.
6. Kleinere Datenmengen können problemlos von der mobilen Computereinheit über LTE übertragen werden.
7. Entstehende Datenmenge ist erheblich
8. Lokale Datenvorverarbeitung mit Priorisierung sehr zu empfehlen

Ausblick



1. Förderlinie 2 Antrag wird geschrieben; 31.7;

Ziel:

- Datenmenge Herr zu werden
- Digitaler Zwilling

Anhang

Unitree GO1 & Boston Dynamics SPOT



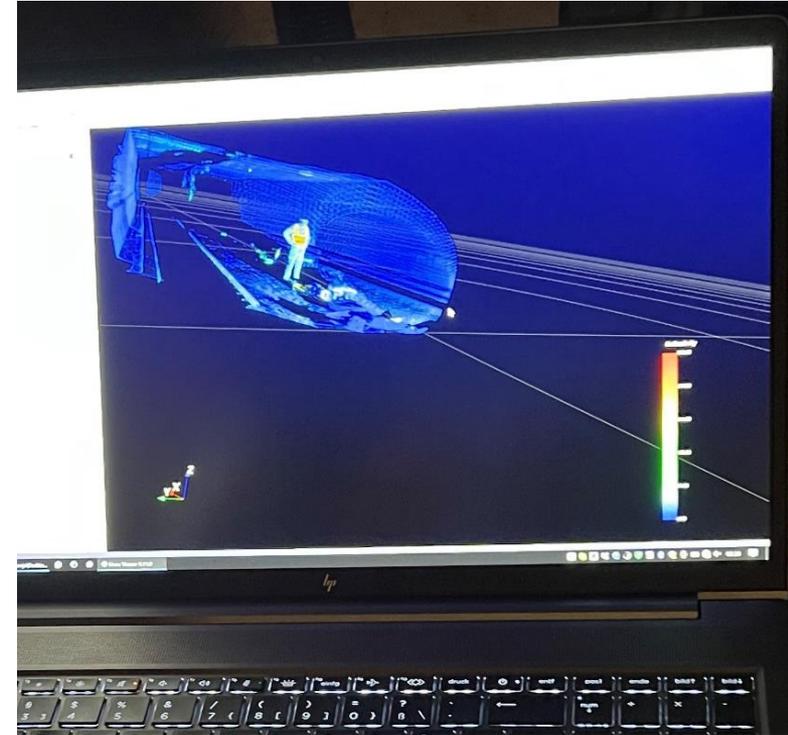
Unitree G01



Boston Dynamics Spot im Gleis



Messdaten: Tiefenkamera Intel Realsense und 3D LiDAR Kamera



Ausblick nach vorne

*Die **Instandhaltung des Verkehrsinfrastruktur** ist immer aufwendig und kostenintensiv → je länger eine Baustelle anhält, desto länger ist die Strecke für den Zugverkehr gesperrt → Zugreisende Passagiere müssen dann auf Alternative Verkehrsmittel ausweichen*

Roboter sollen die Instandhaltung des Schienennetzes effizienter und leistungsfähiger machen:

- **Kosten- und Zeitersparnis** bei der Instandhaltung durch die Automatisierung von wiederkehrenden Tätigkeiten in Gleisanlagen
- Durch die genauere Leitungsauskuft entstehen weniger Kabelschäden und Kapazitätsengpässe, wodurch **die Instandhaltung beschleunigt** wird

Weitere Use-Cases:

- Vierbeinige Roboter können aufgrund der flexiblen Fortbewegungsart auch die Leitungsauskuft beim Breitbandausbau
- Somit können vierbeinige Roboter vielseitig eingesetzt werden und auch in anderen Bereichen eingesetzt werden und z.B. zur Arbeitssicherheit beitragen

Erhoffte Wirkungen und Ergebnisse des Projektes:

Die Projektergebnisse könnten langfristige Kosten- und Zeiteinsparungen sowie eine erhöhte Sicherheit auf der Strecke durch den Einsatz von Robotersystemen in Aussicht stellen

Die Machbarkeitsstudie soll beantworten,
ob ein Einsatz von Robotern ausgestattet mit Sensorarrays
auf Gleisbaustellen möglich ist

- **Digital erfasste Daten und eine genauere Leitungsauskunft** können Akteuren im Nahverkehr/ Infrastruktur Bereich (z.B. BVG, BMVD, Infrastrukturunternehmen etc.) helfen die Instandhaltung zu optimieren und Kosten zu reduzieren
- Weniger Leitungsschäden würden zu einer **Verringerung der CO2-Emissionen** führen, da auf lange Sicht weniger Ressourcen benötigt werden würden
- Reduzierung des akuten **Fachkräftemangel**

Diskussionsrunde im Teilnehmerkreis



Ansprechpartner LAT:

Larissa Zeichhardt
+49 30 362 005 12
lz@lat.de

Justus Steinbrecher
j.steinbrecher@lat.de

www.lat.de

Instagram: @LAT_Berlin
Twitter: @LAT_Berlin
LinkedIn: @LAT Gruppe

Arbeitsplan

Arbeitsaufteilung: Projektplan ist zeitlich genau vorgegeben und wir sind verpflichtet unsere Arbeitspaket einzuhalten

Arbeitspaket:

1. Bis zum 31.10.2022

Im ersten Schritt werden die Gegebenheiten der Teststrecke untersucht und die Anforderungen an den Roboter Spot von Boston Dynamics ermittelt. Entsprechend wird der Roboter mit zusätzlichen Messgeräten, Sensoren- und Kamertechnik nachgerüstet, um Daten zum Kabelbestand und Tunnelsubstanz sammeln zu können

Zu erledigende Aufgaben:

- Beschaffung der Technik
- Erster Feldversuch/Baustellenbesuch im Juli (U-Bahnlinie U2 zwischen den Stationen Stadtmitte und Senefelderplatz)
 - Tests zur Echtzeit Datenübertragung
 - Tests mit dem Roboter zum sicheren verlassen des Gleis
- Prototyp Entwicklung (Kombination aus Roboter und zusätzlicher Technik ausstatten)

Arbeitsplan

Arbeitspaket:

2. Bis zum 31.01.2023

Durchführung von Feldversuchen zur Datenaufnahme im U-Bahntunnel mit auf dem Roboter installierten Sensorarray. Die Echtzeit-Übertragung der Daten über Wifi wird ebenfalls in den Feldversuchen getestet

Zu erledigende Aufgaben:

- Zweiter Baustellenbesuch im November (U-Bahnlinie U2)
 - Echtzeit-Übertragung der Daten über Wifi im Tunnel
 - Test mit dem Roboter Prototyp

3. Bis zum 31.05.2023

Daten und die Forschungsfragen des Projekts ausgewertet und bearbeitet und anschließend veröffentlicht wurden

Zu erledigende Aufgaben:

- Analyse und Aufbereitung der erfassten Daten
- Veröffentlichung der Ergebnisse

Machbarkeitsstudie Robotik im Gleis

Termine:

- Termin mit der Ben (BHT), genaue Einzelheiten werden besprochen
- Erster Baustellenbesuch im Juni (U-Bahnlinie U2 zwischen den Stationen Stadtmitte und Senefelderplatz) mit der BVG – 17.08.22 mit Ursula Rubbel & Rolf Erfurt (BVG)
- Offizieller Kick-off Termin mit dem BMDV 24.08.22
- Zweiter Baustellenbesuch im November (U-Bahnlinie U2)

Arbeitsplan

Arbeitsaufteilung: Projektplan ist zeitlich genau vorgegeben und wir sind verpflichtet unsere Arbeitspakete einzuhalten

Arbeitspakete:

1. Bis zum **31.10.2022**

Im ersten Schritt werden die Gegebenheiten der Teststrecke untersucht und die Anforderungen an den Roboter Spot von Boston Dynamics ermittelt. Entsprechend wird der Roboter mit zusätzlichen Messgeräten, Sensoren- und Kamertechnik nachgerüstet, um Daten zum Kabelbestand und Tunnelsubstanz sammeln zu können.

2. Bis zum **31.01.2023**

Durchführung von Feldversuchen zur Datenaufnahme im U-Bahntunnel mit auf dem Roboter installierten Sensorarray. Die Echtzeit-Übertragung der Daten über Wifi wird ebenfalls in den Feldversuchen getestet

3. Bis zum **31.05.2023**

Daten und die Forschungsfragen des Projekts ausgewertet und bearbeitet und anschließend veröffentlicht wurden

Interner Teil

Offene Punkte

- **Roboterrente** → ursprüngliches Angebot ist nicht mehr erhältlich und Preise haben sich verändert von 445€/ Woche auf 1200€/ Woche → zusätzlich haben wir ein günstigeres Modell angemietet
- **Personelle Veränderungen** → Zusätzlichen Techniker eingesetzt (Maik) und der Aufwand von unserem Bauleiter (Sven) für die Begehungen