Entwicklungen in der Logistik – Semantische KI und Roboter

Prof. Dr.-Ing. Kai Furmans

Was kann die KI heute schon

Was kann ein digitaler HiWi heute schon?

wann und zu welchen Themen hat Kai Furmans bei der BGHW in Dresden vorgetragen. Bitrte erstelle daraus eine PowerPoint Folie mit zeitleiste

Web durchsucht, 3 Befehle ausgeführt, aufgaben aktualisiert

Alle drei Vorträge fanden bzw. finden bei der BGHW-Fachtagung „Sicherheit und Gesundheit in Handel und Warenlogistik" im DGUV-Tagungszentrum (IAG) in Dresden statt:

Datum	Thema	Rolle
13.09.2021	Industrie 4.0, AI und der ganze Rest – wo stehen wir heute?	Plenumsvortrag
16.09.2024	Robotik in der Logistik – Lösung des (Fach-)Kräfteproblems	Keynote
14.09.2026	Aktuelle Entwicklungen in der (Intra-)Logistik – Semantische KI und Roboter	Keynote (angekündigt)

Was kann die KI heute schon

Immerhin: Nachfrage (und nichts erfunden)

es gab auch Vorträge 2015 und 2018 bitte Folie ergänzen

Web durchsucht

4 Befehle ausgeführt, 3 Dateien gelesen, datei erstellt

Die Folie hat jetzt fünf Stationen. Für 2015 und 2018 stehen `[Datum ergänzen]` bzw. `[Titel ergänzen]` in den Karten – einfach in PowerPoint anklicken und überschreiben; die Kacheln sind bewusst etwas blasser hinterlegt, damit man die offenen Stellen sofort sieht.

Beim Datum 2018 habe ich `10.–12. September 2018` eingesetzt: Das ist der belegte Zeitraum der damaligen Fachtagung, nicht der konkrete Vortragstag. Für 2015 fehlt mir auch der Tagungszeitraum.

Konfidenz:

- 2021 / 2024 / 2026 (Titel und Daten): **hoch (~90–95 %)**, wie zuvor belegt.
- Tagungszeitraum 2018 (10.–12.09.): **mittel-hoch (~85 %)** – aus einer BGHW-Ankündigung, kein Programm mehr online.
- Dass die Fachtagung 2015 stattfand und Sie dort vorgetragen haben: **beruht allein auf Ihrer Angabe** – online habe ich dazu nichts gefunden (die BGHW hat die Seiten vor 2021 entfernt, und das Web-Archiv ist von hier aus nicht abrufbar).

Wenn Sie mir die beiden Titel nennen, setze ich sie direkt ein.

Vorträge bei der BGHW-Fachtagung in Dresden

Prof. Dr.-Ing. Kai Furmans · KIT, Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme

2015

15.September 2015

Industrie 4.0 und cyberphysische Systeme: Kurzlebiger Trend oder Arbeitswelt von morgen?

Vortrag, Fachtagung 2015

2018

10.–12. September 2018

Maschinelles Lernen und Robotik, der Durchbruch in der flexiblen Automatisierung?

Vortrag, Fachtagung 2018

2021

13. September 2021

Industrie 4.0, AI und der ganze Rest – wo stehen wir heute?

Plenumsvortrag

2024

16. September 2024

Robotik in der Logistik – Lösung des (Fach-)Kräfte-problems

Keynote, 6. Fachtagung

2026

14. September 2026

Aktuelle Entwicklungen in der (Intra-)Logistik – Semantische KI und Roboter

Keynote (geplant)

Wie funktioniert das?

Arbeiten auf der Ebene von Texten

- Grundidee Google:
  - Erstelle einen Index mit allen (Web-) Seiten in denen die Worte vorkommen
  - Beispiel:

Wort	Seitenindex
Buch	1 3 5 17 19 23 25 77 …
Sommer	2 4 5 6 8 10 20 30 …
Lektüre	1 5 10 16 20 30 40 …
Ferien	7 11 10 13 16 21 24 …

Ferien Lektüre

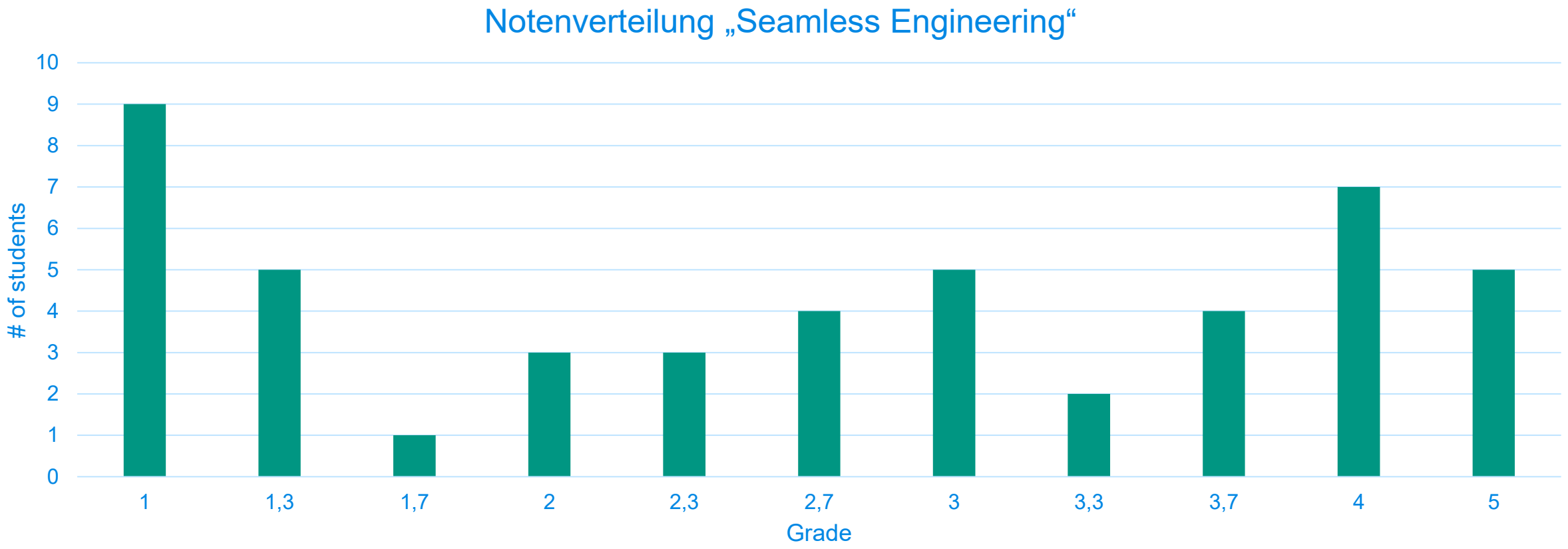
Wie funktioniert Embedding (Basis für KI auf Texten)

Arbeiten auf der Ebene von Texten

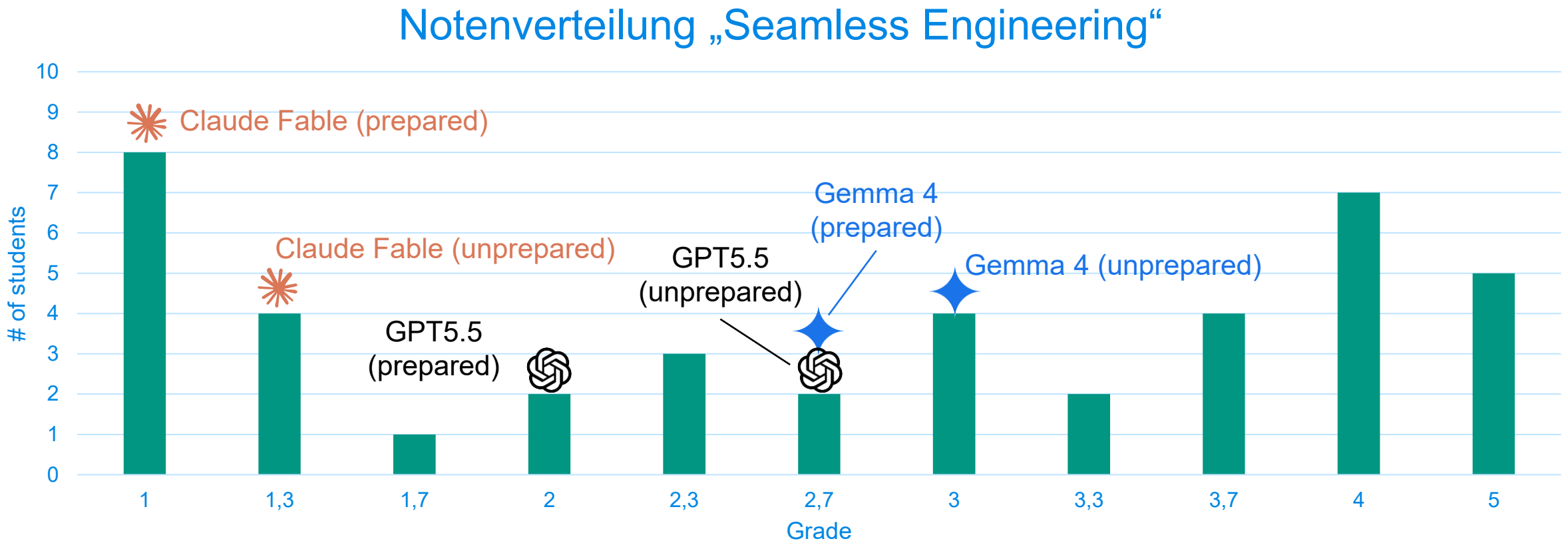
- Grundidee KI:
  - Bestimme die Wahrscheinlichkeit dafür, dass Worte zusammen passen
  - Hierzu Wahrscheinlichkeit, dass nächstes Wort XX ist
  - Beispiel:

Wort	Buch	Sommer	Lektüre	Ferien	…
Buch	0	0,01	0,002	0,0002	…
Sommer	0,01	0	0,3	0,69	…
Lektüre	0	0	0	0	…
Ferien	0,1	0,2	0,4	0	…

  - Wird gelernt in neuronalen Netzen (das dauert)
  - Wir nutzen Inferenz (das geht schneller) => nach Sommer kommt Ferien ist wahrscheinlich



Schriftliche Klausur



Exam Results

unprepared: LLM ohne Spickzettel

prepared: Modell mit selbst generiertem Prompt aus Vorlesungsunterlagen (max. 2000 Zeichen)

Wie sieht es in der physischen Welt aus?

Aufräumroboter

Bitte räume des Wohnzimmer auf

Kenny, TU Wien, 2018

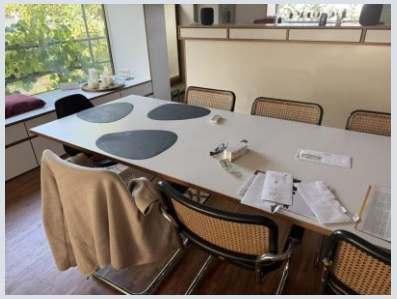
Roborock Saros Z70, 2025

- Quelle: iKnowReview, https://youtu.be/ECfWbdZPncc?si=HkPpTTH-lot7N_-c und: V4R TU Wien, https://youtu.be/GgmpMi9PvZA?si=Rr4aOk__px88da-v Zugriff 11.09.2026

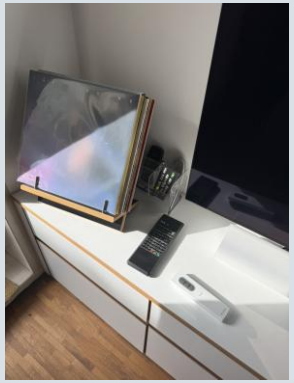
Warum „einfache“ Haushaltsaufgaben schwer bleiben

Sechs Hürden – und keine davon ist ein Hardwareproblem

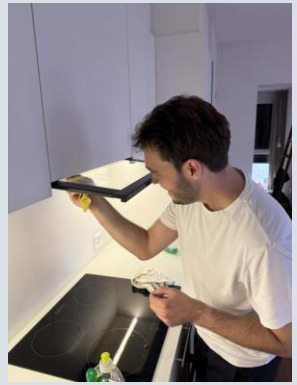
1 Ziel unbestimmt



2 Offene Welt

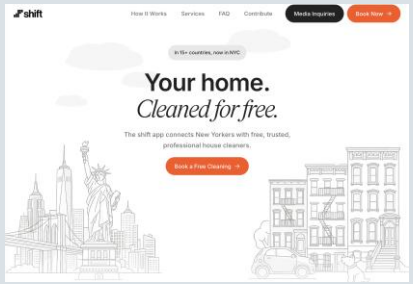


3 Kontakt-reiche Manipu-lation

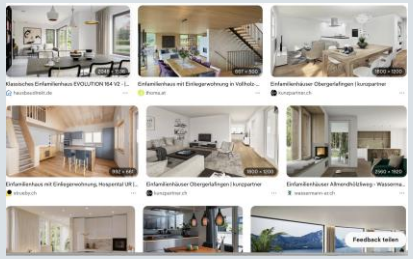


4 Lange Aufgabenketten

5 Datenknappheit



6 Jeder Haushalt ein Unikat



Warum „einfache“ Haushaltsaufgaben schwer bleiben

Sechs Hürden – und keine davon ist ein Hardwareproblem

1 Ziel unbestimmt

„Räum die Küche auf“ hat keinen formalen Zielzustand. Was Abfall ist, wohin etwas gehört und wann Schluss ist, ist haushaltsspezifisch und sozial ausgehandelt.

2 Offene Welt

Unbekannte Objekte, transparente und verformbare Dinge, verdeckte Zustände: Ist die Pfanne heiß, die Tasse sauber, die Flasche voll?

3 Kontaktreiche Manipulation

Wischen, Falten, Öffnen sind kraftgeregelt, nicht lagegeregelt. Taktile Sensorik ist dünn, und die Simulation von Textil, Schüttgut und Flüssigkeit bleibt ungenau.

4 Lange Aufgabenketten

Fehler potenzieren sich: 98 % je Schritt ergeben nach 50 Schritten 36 % Gesamterfolg. Es gibt keinen Reset und keinen Bediener daneben.

5 Datenknappheit

Für Aktionen existiert keine Internet-Skala. Teleoperationsstunden sind teuer, und der Transfer zwischen Kinematiken und Greifern bleibt unzuverlässig.

6 Jeder Haushalt ein Unikat

Das gelernte Verhalten muss zero-shot in einer nie gesehenen Wohnung funktionieren. Nachtrainieren je Einsatzort ist wirtschaftlich ausgeschlossen.

Warum Intralogistik besser funktionieren kann?

Source: vision-lean.com

Standardisierte Handhabungs-einheiten

Orte angelegt Und durch WMS/ERP verwaltet

Strukturierte Umgebung, mehrheitlich ortsfest, Stammdaten

Geschlossener Nutzerkreis, unterwiesen

€

$

Monetär bewertbar

Warum Intralogistik besser funktionieren kann?

	Haushalt	Intralogistik
Zielzustand	implizit, sozial ausgehandelt, je Haushalt anders	explizit im WMS hinterlegt und prüfbar
Objekte	offene Menge, unbekannt, verformbar, transparent	Ladehilfsmittel, bekanntes Sortiment, Stammdaten
Umgebung	gewachsen, unstrukturiert, jeden Tag anders	geplant, vermessen, baulich fixiert
Menschen	ungeschult, Kinder und Tiere, kein Schutzraum	unterwiesen, Schutz- und Verkehrswege getrennt
Wirtschaftlichkeit	konkurriert mit Eigenleistung zum Grenzpreis null	konkurriert mit Lohn, amortisiert über Auslastung

Was zurückfließt: semantische Wahrnehmung offener Objektmengen · Griff ohne Sortenreinheit · Auftragserteilung in Sprache · Erkennen und Korrigieren eigener Fehler — genau die Strukturannahmen, auf denen 40 Jahre Intralogistik aufgebaut sind, werden dadurch verhandelbar.

Upat GmbH & Co.

Mein Traum

„Ich erwarte ein Paket von XXX. Bitte gehe in den Wareneingang und schau mal, ob es schon da ist und bringe es mir.“

- Quelle: https://www.upat.com/de-de/ueber-uns/wer-wir-sind Zugriff 09.09.2026

Was ist Semantik?

Syntaktisch korrekter Satz:

"Farblose grüne Ideen schlafen wütend."
(*"Colorless green ideas sleep furiously"* – Noam Chomsky, 1957)

Semantik:
Ist der Ausdruck / Befehl / die Anweisung sinnvoll?

Was wollen wir erreichen?

- Sinnvolles Handeln – und Nachfragen, wenn etwas unkar ist (aber nur dann)

Warum jetzt?

Der zeitliche Abstand zwischen neuer Forschung und deren Nutzung war noch nie so kurz.

Large Language Models werden immer leistungsfähiger

Trend: Lücke wird kleiner, da Forschung zunehmend in Industrielaboren stattfindet

Was geht jetzt einfach?

siehts Du in diesem Bild Objekte, die sich bewegen können?

vor 5 Minuten

Ja, ein paar:

- **Das Auto** (ein Porsche Taycan, dunkelblau) – das offensichtlichste bewegliche Objekt, aktuell geparkt/ladend.
- **Das Ladekabel** – hängt in einer Schlaufe von der Ladestation und lässt sich bewegen/herausziehen.
- **Die Überwachungskamera** an der Wand (kleine runde Linse oben rechts an der Fassade) – solche Kameras haben oft einen beweglichen Schwenkkopf, ist hier aber nicht sicher erkennbar.

Alles andere im Bild – das Vordach, die Wandverkleidung, die Fliesen, das Feld im Hintergrund, die Strommasten – sind feste, unbewegliche Strukturen.

vor 5 Minuten

LogiScout / LogiTune

Ziel: Szenenverständnis in der Intralogistik

- Objekte klassifizieren
- Räumliche Relationen von Objekten verstehen
- Allgemeingültige intralogistische Zusammenhänge erkennen

Multimodales Sensor-Setup

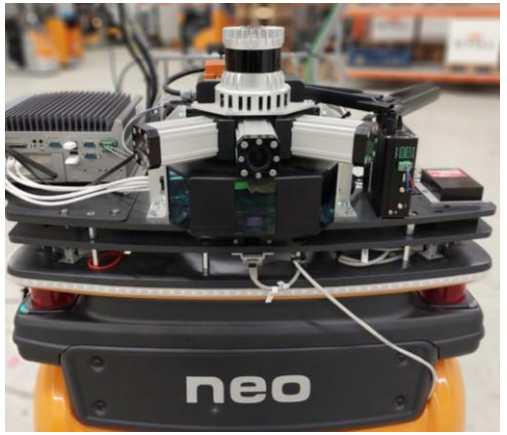
- 3D LiDAR
- 2D LiDAR
- RGB Kameras
- RGB-D Kameras

Annotierter Datensatz für das Fine-Tuning eines logistikspezifischen VLM (Vision-Language-Model)

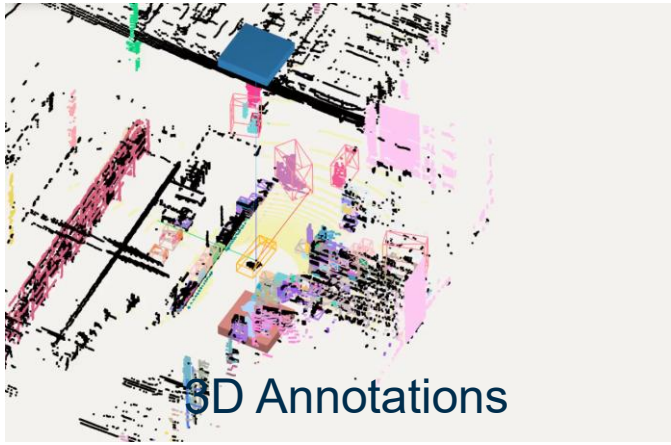
Good AI braucht gute Daten

Es gibt nicht viele Daten von Intralogistischen Anwendungen

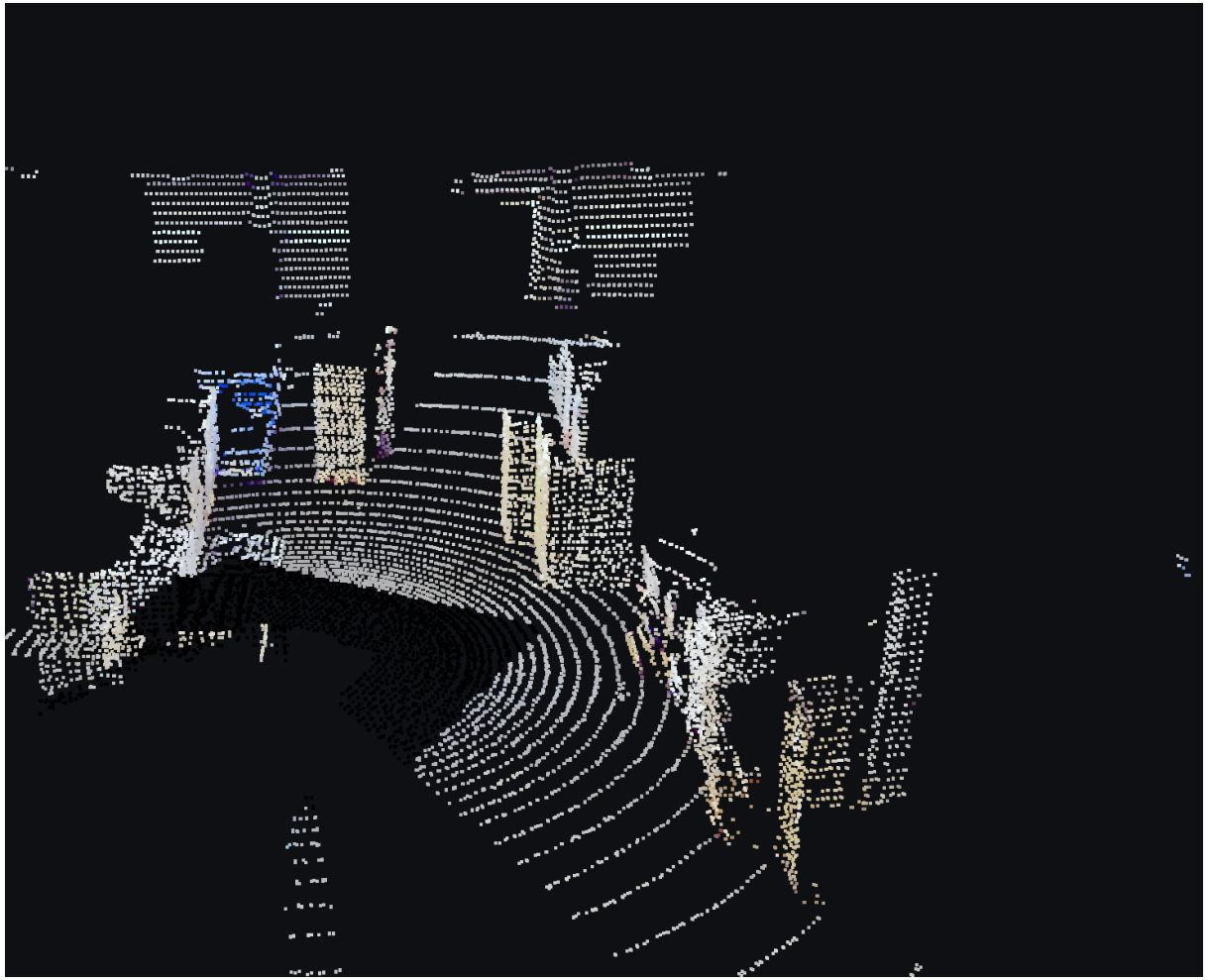
KITTI dataset (outdoor)



Research Project ARIBIC



Erster Schritt – Umgebung aufnehmen



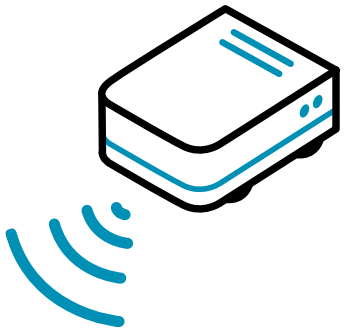
Zweiter Schritt: Segmentierung

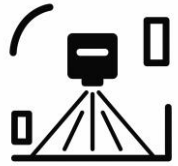
Was ist was?

Abgrenzung?

KI-basierte Verhaltensmodellierung in der Intralogistik
Projekt – Semantische Inbetriebnahme mobiler Roboter

Roboter erkundet die Umgebung (aktives SLAM/ SLAM)



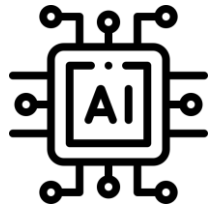


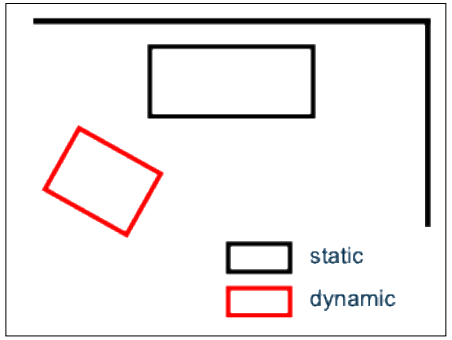
2D-Laserscanner erfasst geometrische Merkmale der Umgebung

RGB-Kamera nimmt Bilder für die semantische Analyse auf

Kartierung

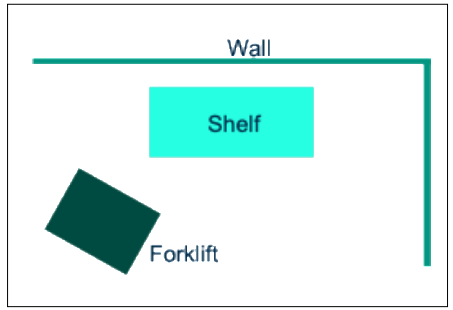
LLM-Abfrage





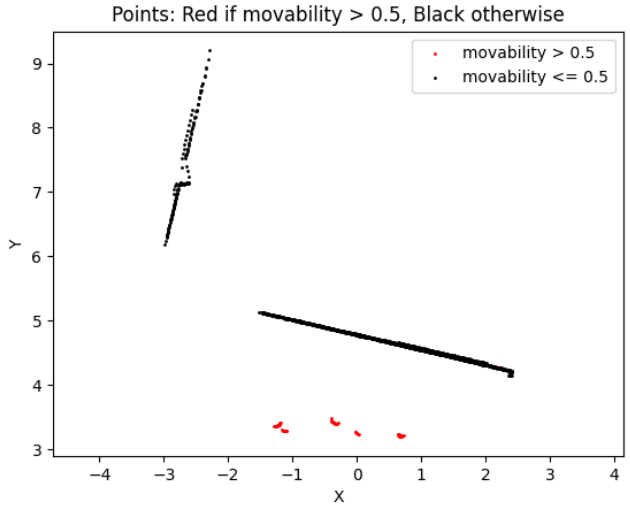
Umgebungskarte mit ausschließlich statischen Objekten

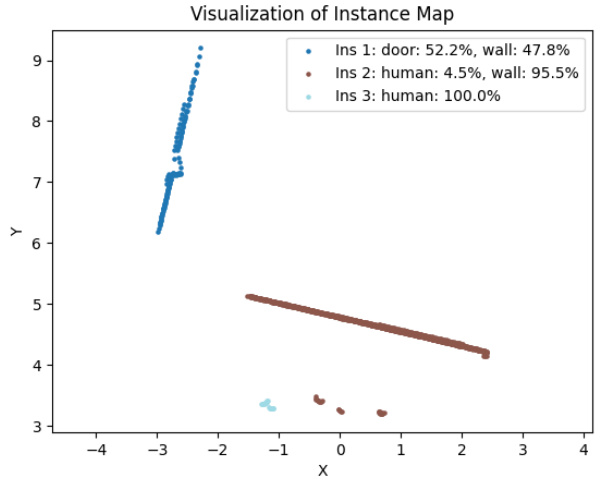
Semantische Karte mit klassifizierten Objektinstanzen



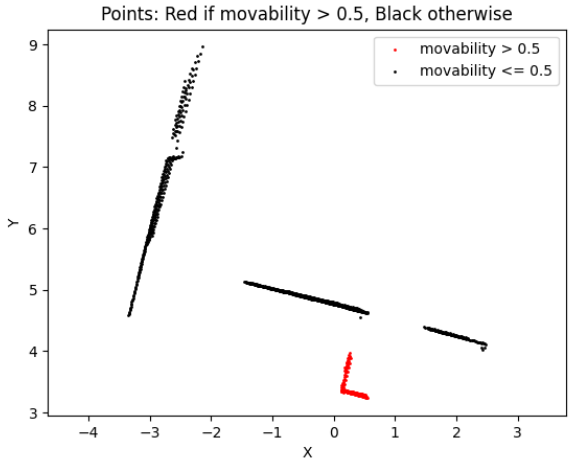
Kartenerzeugung – Bewegbarkeit und semantische Karten

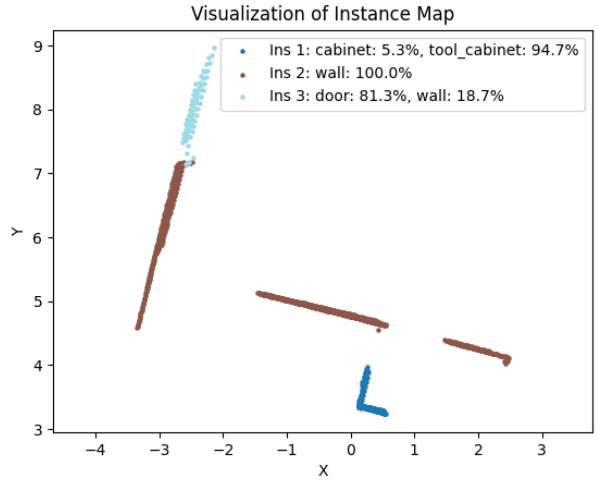
Eine Person (definitiv bewegbar)





Ein bewegbarer Werkzeugschrank (mit Rollen)





Semantische Kartierung

Ziel: Umgebungskarten mit semantischer Information

- Benennung der erkannten Objekte
- Klassifizierung hinsichtlich Beweglichkeit

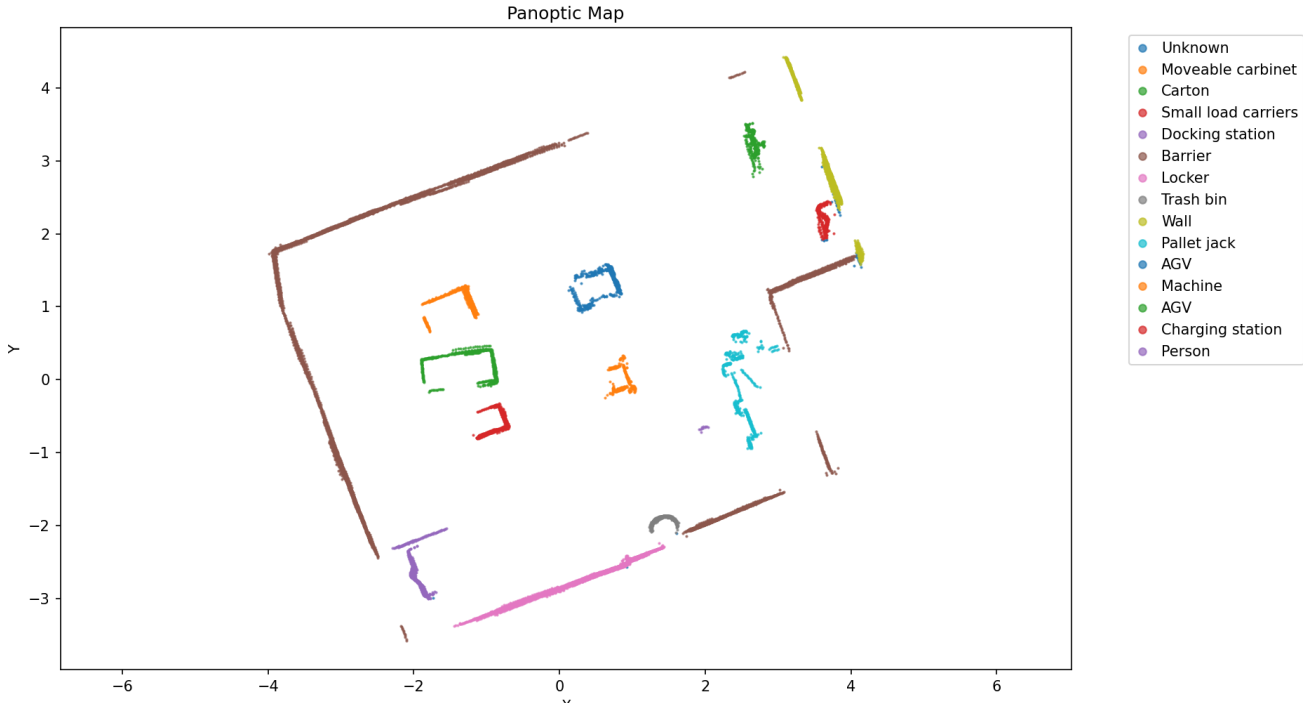
Multimodales Sensor-Setup

- 2D LiDAR
- RGB Kamera

Segmentierung

VLM Reasoning

Grundlage für dynamische Kartierung und Navigationsentscheidungen



Kognition und Aktion: Yell at your robot

Quelle: https://yay-robot.github.io
Abgerufen: 27.1.2025

Was das für den Arbeitsschutz bedeutet

Gelernte Systeme verschieben die Frage von „Was tut der Roboter?“ zu „Wie zuverlässig ist er?“

1

Verhalten ist nicht mehr aufzählbar

Eine gelernte Strategie lässt sich nicht vollständig spezifizieren. Die Gefährdungsbeurteilung über Bewegungsräume und Betriebsarten greift zu kurz.

2

Sicherheit begrenzt genau das Tempo, das den Nutzen bringt

Kraft- und Geschwindigkeitsgrenzen der Kollaboration (ISO/TS 15066) verhindern die schnellen Bewegungen, aus denen sich der Wirtschaftlichkeitsvorteil speisen müsste.

3

Koexistenz statt Trennung wird zum Normalfall

Ohne Zaun und ohne unterwiesene Beschäftigte trägt die technische Schutzmaßnahme die Last allein – Unterweisung kann sie nicht ersetzen.

4

Prüfen statt Vorführen

Es fehlen anerkannte Prüfverfahren und Kennzahlen für Zuverlässigkeit im Feld. Eine gelungene Demonstration ist kein Eignungsnachweis.

Vorschlag: Zuverlässigkeit im Feld messbar machen — Fehlerrate je Aufgabe, Erkennungsrate eigener Fehler, Verhalten im Grenzfall.