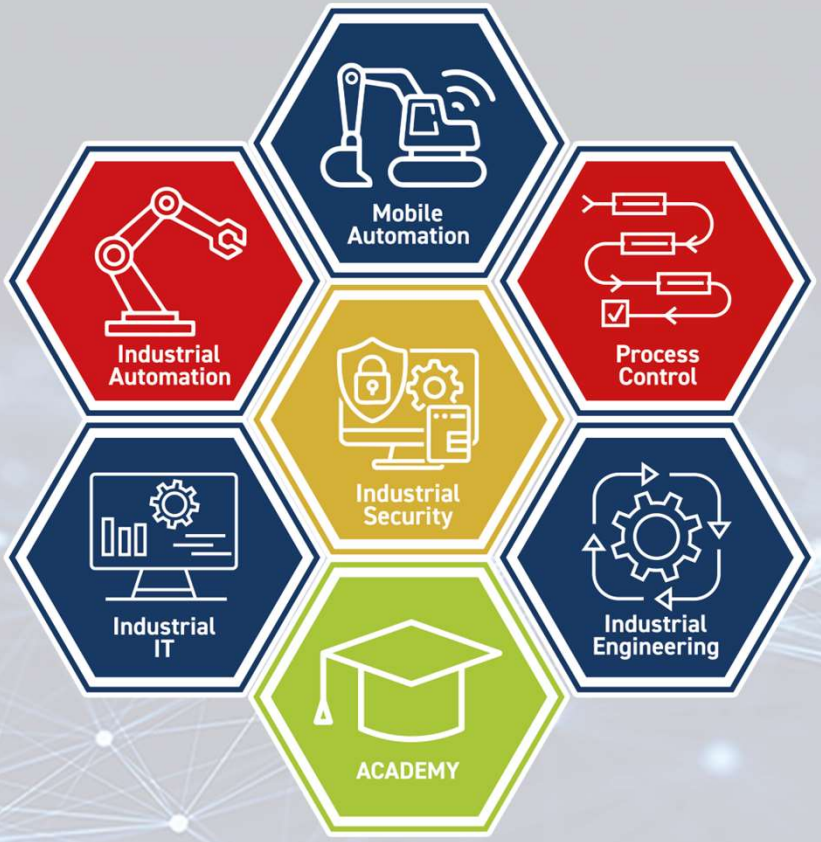
REINHOLZ TECHNOLOGIES




# Systemhaus für industrielle Automation & Digitalisierung

www.reinholz-technologies.com

© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S1




# Entwicklung einer Gestensteuerung für fahrerlose Fahrzeuge

## Künstliche Intelligenz in der Mobilen Automation

Innovationen, Steigerung von Effizienz, Qualität und Entwicklungszeit

© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S2

# Agenda

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

- Kurze Vorstellung der REINHOLZ Technologies
- Einsatz künstlicher Intelligenz bei REINHOLZ
- Der Weg zum fertigen KI-Modell (Künstliche Neuronale Netze KNN)
- Einblicke in das Training
- Betrachtung unterschiedlicher Modelle
- Steuern des AGV mit dem trainierten Modell

© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S3

REINHOLZ TECHNOLOGIES

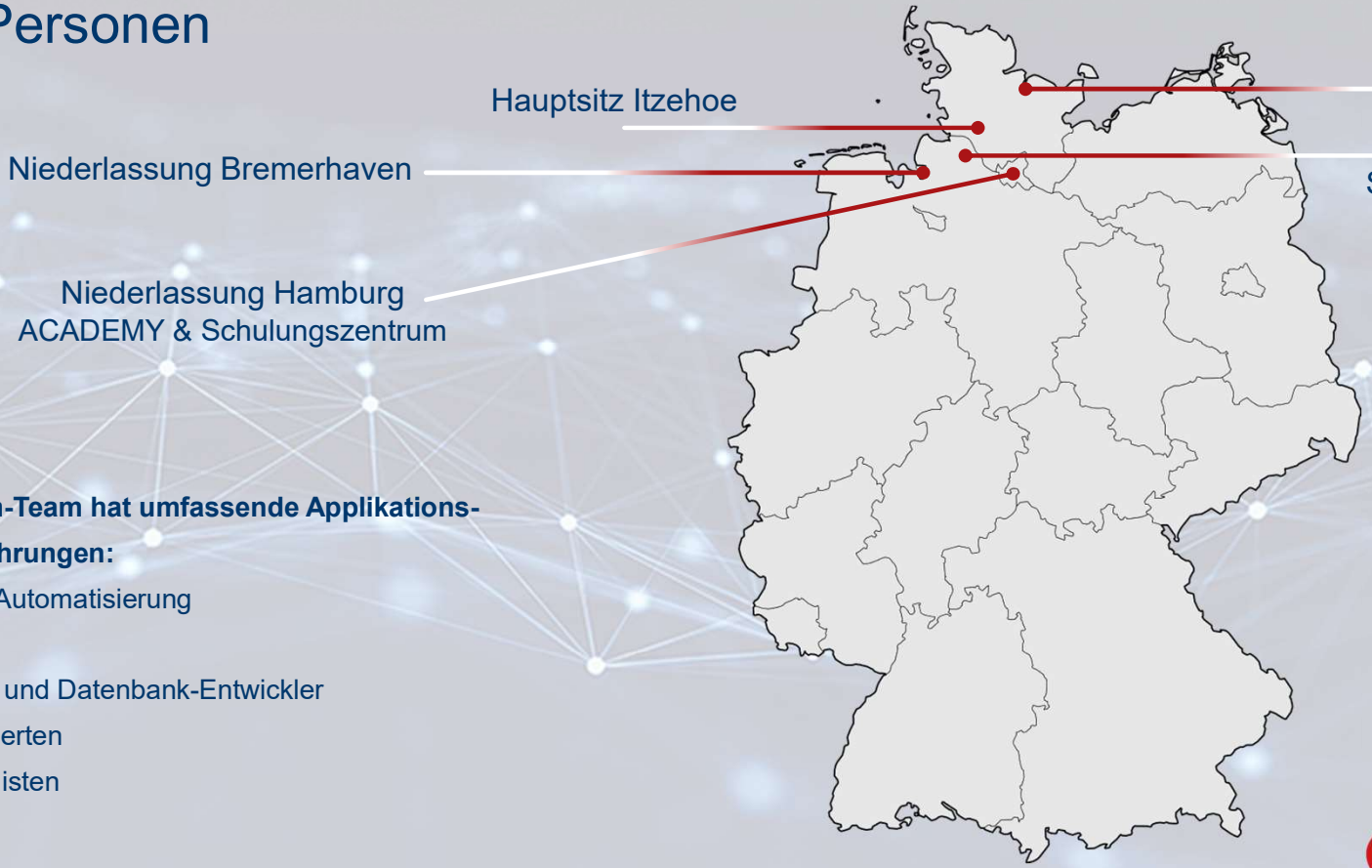
# Unsere Standorte

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

## Den Norden fest im Griff

## Team: 60 Personen

**Unternehmensgründung 2004**










**Unser Spezialisten-Team hat umfassende Applikations- und Branchenerfahrungen:**

- Ingenieure der Automatisierung
- Informatiker
- Hochsprachen- und Datenbank-Entwickler
- Embedded-Experten
- Service-Spezialisten

REINHOLZ TECHNOLOGIES

© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S4

# Einsatz künstlicher Intelligenz bei REINHOLZ

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

- Unterstützung bei der Code-Analyse
  - Insbesondere bei schlecht dokumentierten und gewachsenen Code-Strukturen
- Unterstützung im CODE-Review-Prozess
  - Statische Analysen gegen Codier-Richtlinien
- Unterstützung beim Retrofit durch KI-Analysen
  - Konvertieren von Codepassagen zum besseren Verständnis
  - Auflösung von Pfaden bei indirekter Programmierung
- Künstliche neuronale Netze (KNN) als Automatisierungslösungen

© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S5

REINHOLZ TECHNOLOGIES

# Code konvertieren zum besseren Verständnis

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

```
uiDIFF_LEVEL1:=1000-uiLEVEL1;
uiDIFF_LEVEL2:=1000-uiLEVEL2;

(*Anforderung nur durch X27 --> Weg 100% öffnen*)
maxRV_SOLLWERT:=4000;

(*Anforderung nur durch X24/X25 --> Weg 100% öffnen*)
IF xANFORDERUNG2 AND NOT xANFORDERUNG1  THEN
   maxRV_SOLLWERT:=20000;
END_IF

(*Anforderung durch X27 und X24/X25 --> Weg 50/50% öffnen*)
IF xANFORDERUNG1 AND xANFORDERUNG2  THEN
   maxRV_SOLLWERT:=12000-DIFF_SOLLWERT;
   IF HF_RHYTHM_200ms AND xFreigabe THEN
      diff1:=diff2:=FALSE;
      IF uiDIFF_LEVEL1>uiDIFF_LEVEL2 THEN diff1:=TRUE; END_IF
      IF uiDIFF_LEVEL2>uiDIFF_LEVEL1 THEN diff2:=TRUE; END_IF
      IF diff1 AND NOT diff2 THEN
            DIFF_SOLLWERT:=DIFF_SOLLWERT+1;
            IF DIFF_SOLLWERT>maxDIFF_SOLLWERT THEN
               DIFF_SOLLWERT:=maxDIFF_SOLLWERT;
            END_IF
      END_IF


      IF diff2 AND NOT diff1 THEN
            DIFF_SOLLWERT:=DIFF_SOLLWERT-1;
            IF DIFF_SOLLWERT<minDIFF_SOLLWERT THEN
               DIFF_SOLLWERT:=minDIFF_SOLLWERT;
            END_IF
      END_IF

   END_IF

END_IF

OUT(
   Set:= 1,
   InputValue:=maxRV_SOLLWERT,
   InputRangeBegin:=4000 ,
   InputRangeEnd:= 20000,
   OutputRangeBegin:= 0,
   OutputRangeEnd:= 100,
   OutputValue=>uiProzent ,
   Status=> ,
   Error=> );

uiRV_SOLLWERT:=maxRV_SOLLWERT;
```

ChatGPT

**Detailbeschreibung der Funktionsbereiche**

**Berechnung der Differenzwerte**

Zu Beginn werden die Differenzen zu einem festen Bezugswert von 1000 berechnet:

- `uiDIFF_LEVEL1 := 1000 - uiLEVEL1`
- `uiDIFF_LEVEL2 := 1000 - uiLEVEL2`

Diese Differenzwerte werden später zur Priorisierung der Zuweisung herangezogen.

**Festlegung des maxRV_SOLLWERT in Abhängigkeit von Anforderungssignalen**

- Nur Anforderung über xANFORDERUNG1 (X27):
  → fester Sollwert von **4000** (entspricht minimaler Öffnung)
- Nur Anforderung über xANFORDERUNG2 (X24/X25):
  → fester Sollwert von **20000** (entspricht vollständiger Öffnung)
- Beide Anforderungen aktiv:
  → Basiswert von **12000**, abzüglich eines dynamisch ermittelten Differenzwerts ( `DIFF_SOLLWERT` )

**Dynamische Anpassung des Differenzwerts (DIFF_SOLLWERT)**

Bei gleichzeitiger Anforderung über beide Signale wird `DIFF_SOLLWERT` regelmäßig (getaktet durch `HF_RHYTHM_200ms` ) angepasst, um das Niveau beider Seiten auszugleichen:

- Wenn `uiDIFF_LEVEL1` > `uiDIFF_LEVEL2`
  → `DIFF_SOLLWERT` wird **erhöht** (Ventil öffnet mehr in Richtung Seite 2)
- Wenn `uiDIFF_LEVEL2` > `uiDIFF_LEVEL1`
  → `DIFF_SOLLWERT` wird **verringert** (Ventil öffnet mehr in Richtung Seite 1)

Die Differenzregelung wird nur aktiv ausgeführt, wenn zusätzlich `xFreigabe` gesetzt ist. Die Werte sind durch `maxDIFF_SOLLWERT` und `minDIFF_SOLLWERT` begrenzt.

**Lineare Skalierung des Sollwerts in Prozent**

Die ermittelte Sollwertvorgabe `maxRV_SOLLWERT` wird in einen normierten Prozentwert `uiProzent` umgerechnet:

Regelventils (maxRV_SOLLWERT) auf
RDERUNG2). Je nach Kombination
Öffnungsgrad dynamisch zwischen
egelung zwischen zwei Füllständen
.

e Skalierung in einen Prozentwert
tellantriebs oder einer Visualisierung

REINHOLZ TECHNOLOGIES

© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S6

# Das Projekt

Ziel des Projektes ist den Einsatz von KI in der Automation zu erlernen

- Masterthesen im Bereich Künstliche Intelligenz bei REINHOLZ:
  - Development of a Gesture-Based Control System for an Automated Guided Vehicle
  - Entwicklung und Implementierung eines Bildverarbeitungssystems für industrielle Anwendungsfälle mittels moderner datenbasierter Methoden

© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S7

# Der Weg zum fertigen KI-Modell (KNN)

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

1. • Was soll erreicht werden
2. • Modell auswählen
3. • Modell trainieren
4. • Modell validieren
5. • KNN in der Anwendung einsetzen

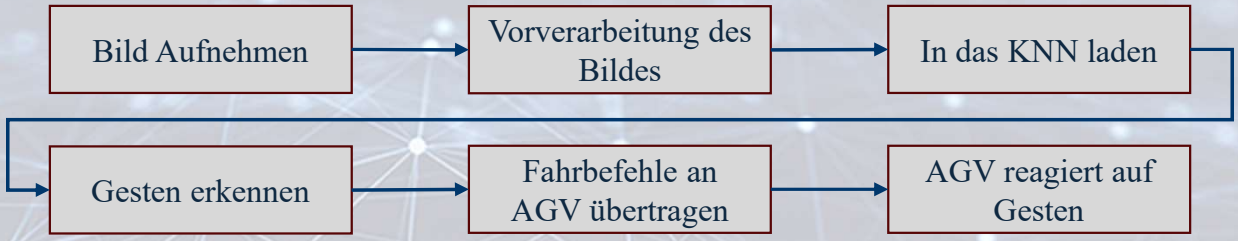
© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S8

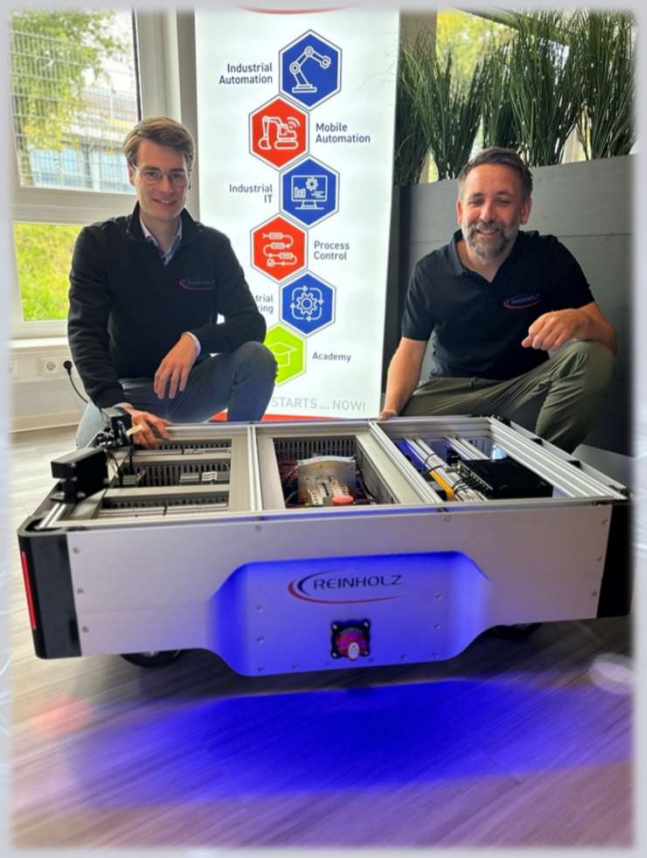
REINHOLZ TECHNOLOGIES

# Der Weg zum fertigen KI-Modell (KNN)

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

## Festlegen was erreicht werden soll




© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S9

REINHOLZ TECHNOLOGIES

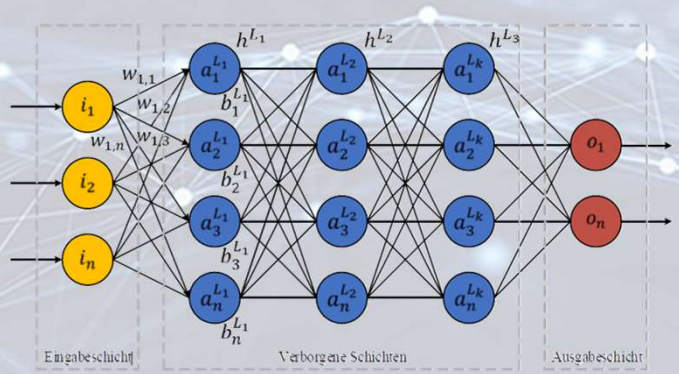
# Passendes Modell auswählen

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

Es gibt 2 Hauptklassen bei Modellklassifizierung

- Two-Stage-Detektoren (zwei Stufen)
  - 1. Vorschläge machen: Ein Modul schlägt viele Bildausschnitte vor
  - 2. Fein klassifizieren & boxen: Für jeden Kandidaten wird die Objektklasse bestimmt und die Box präzise
    - z. B. Faster/Mask R-CNN

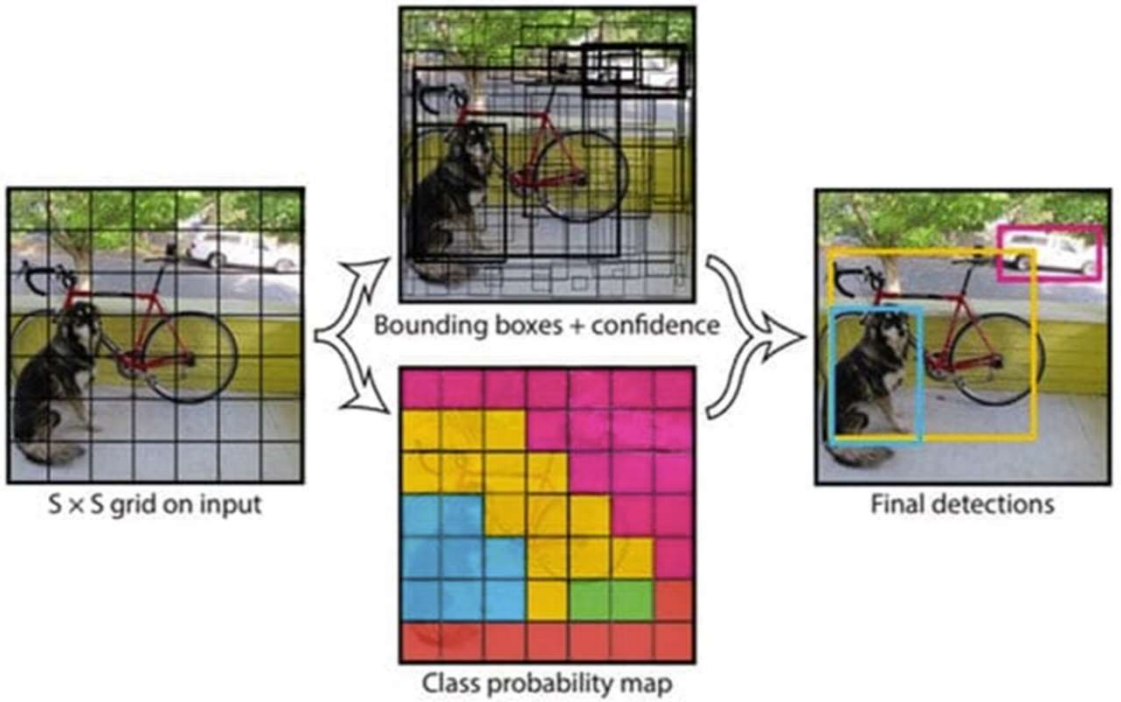
- One-Stage-Detektoren (eine Stufe)
- Hier erfolgt alles in einem Durchlauf
  - z. B. YOLO




© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S10

REINHOLZ TECHNOLOGIES

# Wie arbeitet eine Bilderkennung




Quelle: Bilderkennung: Definition und Anwendungsbereiche - Datasolut GmbH

© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S11

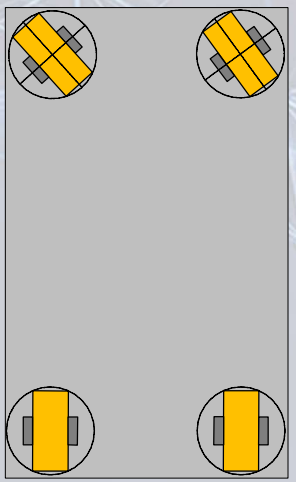
# Tainieren des neuronalen Netzes

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

## Festlegen der Gesten zur Steuerung des Fahrzeuges

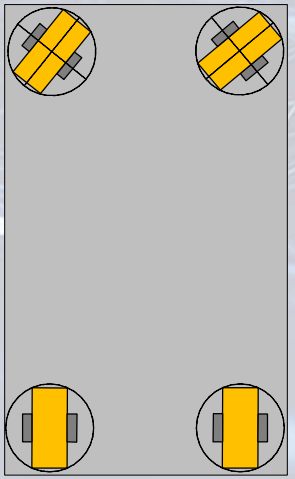


Links





Rechts



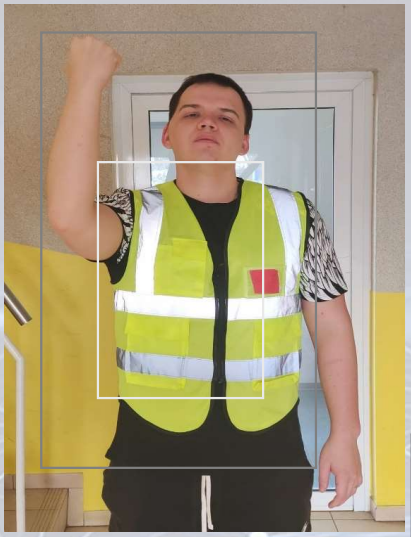
© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S12

REINHOLZ TECHNOLOGIES

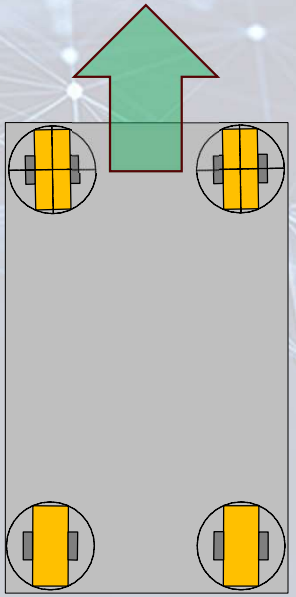
# Tainieren des neuronalen Netzes

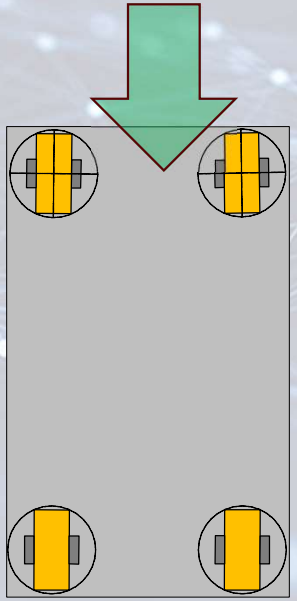
IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

## Festlegen der Gesten zur Steuerung des Fahrzeuges



Vorwärts







Rückwärts

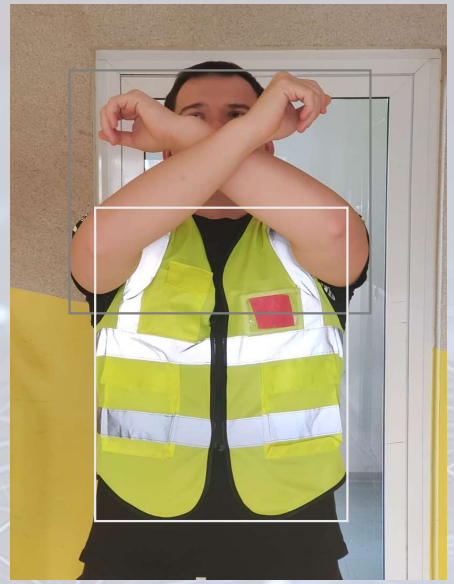
© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S13

REINHOLZ TECHNOLOGIES

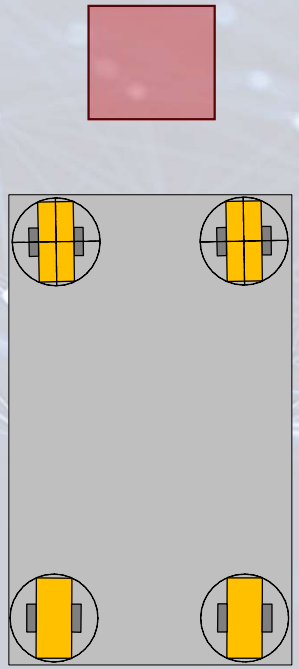
# Tainieren des neuronalen Netzes

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

## Festlegen der Gesten zur Steuerung des Fahrzeuges



Stopp



© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S14

REINHOLZ TECHNOLOGIES

# Tainieren des neuronalen Netzes

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

Ähnliche Gesten die als eigene Klasse definiert wurden



© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S15

REINHOLZ TECHNOLOGIES

# Tainieren des neuronalen Netzes

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

Die Trainingsbilder wurden zur Klassifizierung mit unterschiedlichen Hintergründen aufgenommen







© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S16

REINHOLZ TECHNOLOGIES

# Tainieren des neuronalen Netzes

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

## Variation des Standpunktes







© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S17

REINHOLZ TECHNOLOGIES

# Tainieren des neuronalen Netzes

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

## Unterschiedliche Beleuchtung







© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S18

REINHOLZ TECHNOLOGIES

# Tainieren des neuronalen Netzes

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

Unterschiedliche Nationalitäten und Geschlechter

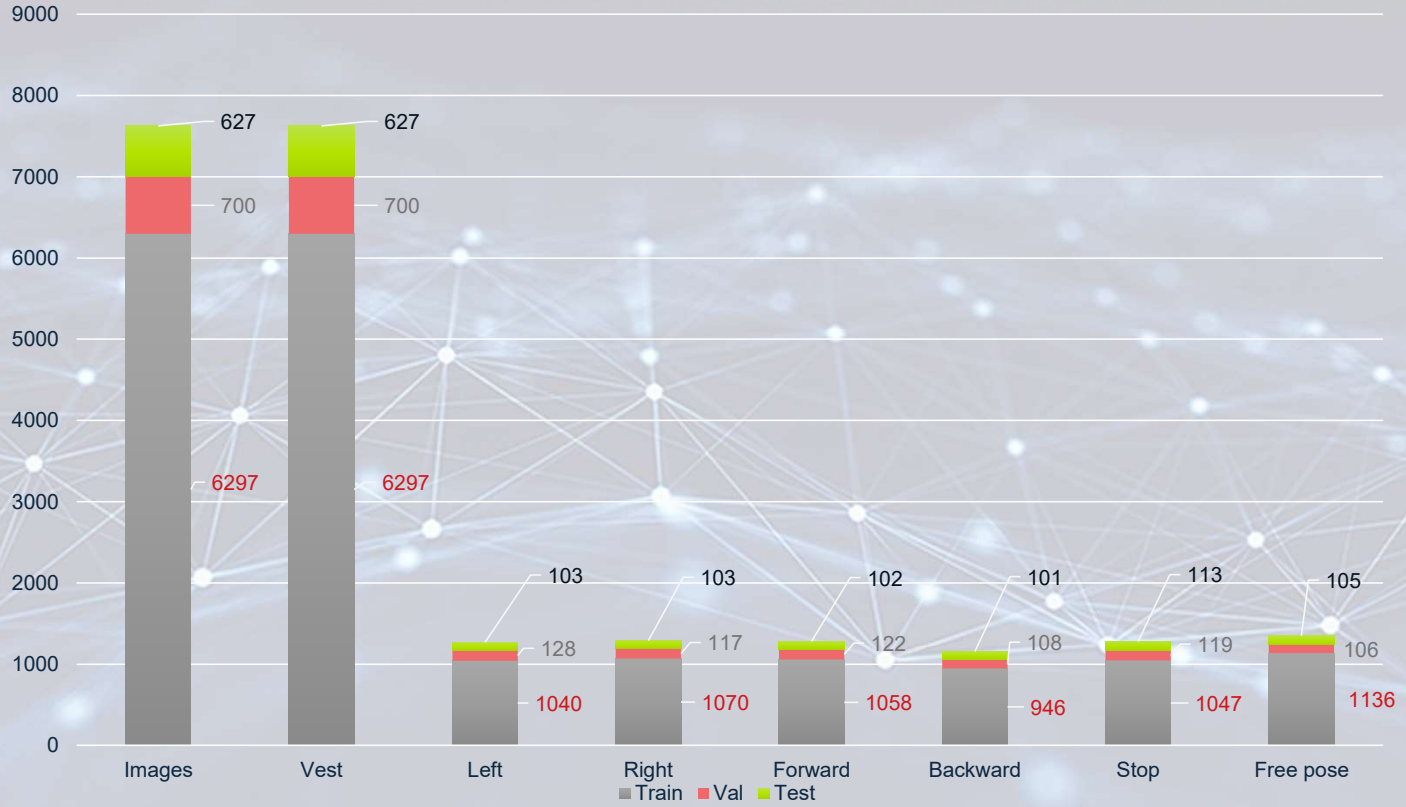
- 24 Teilnehmende (10 weiblich, 14 männlich)
- Indonesien, Ecuador, Russland, Deutschland, Vietnam, Ägypten, Kamerun und Indien



© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S19

REINHOLZ TECHNOLOGIES

# Datenbasis zum Trainieren des Models




- 7.627 Bilder
- Die Aufteilung in Training, Test und Validierung betrug 80-10-10 %.
- in den Splits nahezu gleich (je ~1.000 Bilder pro Klasse

© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S20

REINHOLZ TECHNOLOGIES

# Tainieren des neuronalen Netzes

## Labeln der einzelnen Bilder



- Labeln der einzelnen Bilder
- Zuordnung zu einer Geste (Klasse)
- Semiautomatisches Labeln möglich
- Kann auch durch Leihen erfolgen

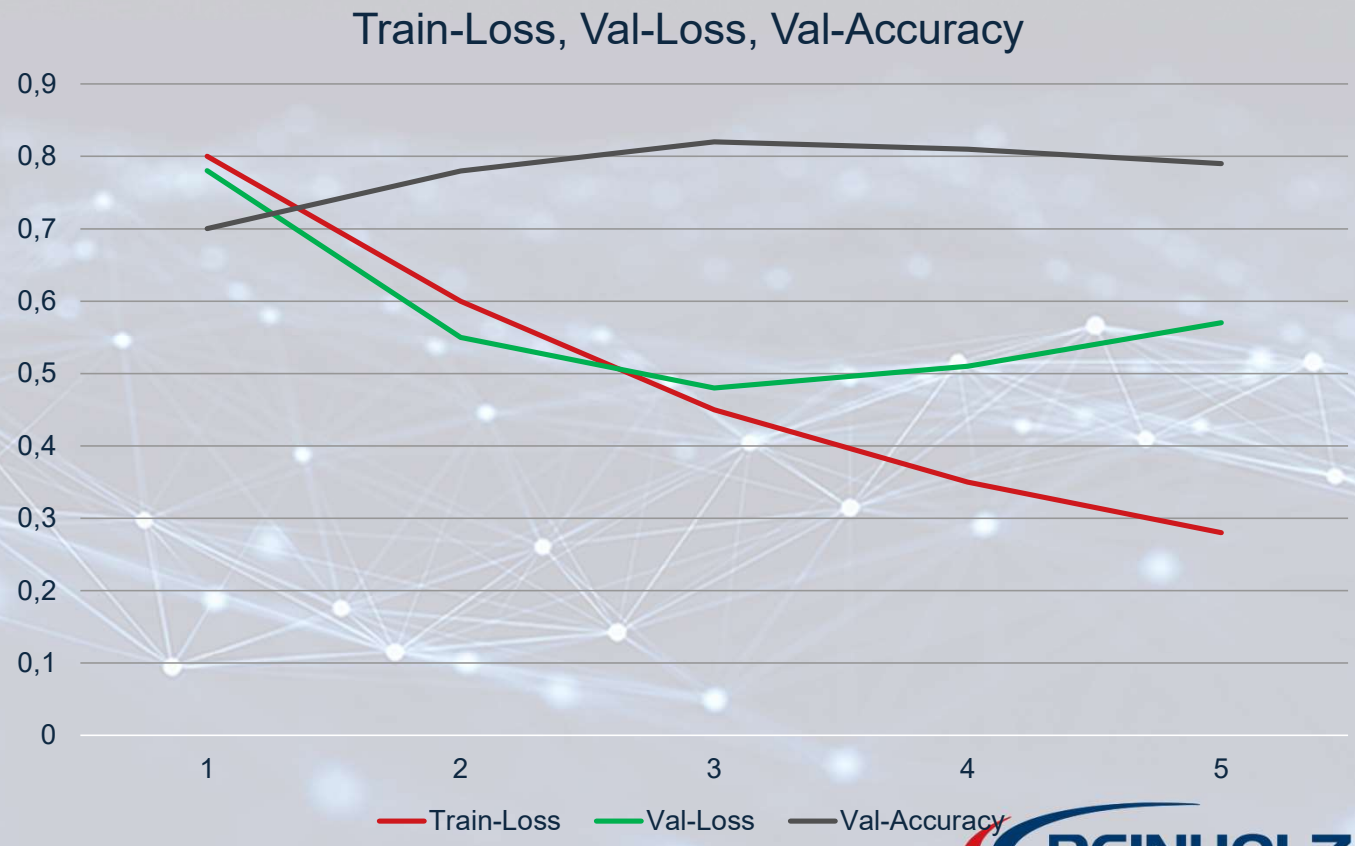
© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S21

# Datenbasis zum Trainieren des Models

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

Es ist sinnvoll einige Parameter beim Trainieren des Models zu beachten

| Epoche | Train-Loss | Val-Loss | Val-Accuracy |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,8 | 0,78 | 0,7 |
| 2 | 0,6 | 0,55 | 0,78 |
| 3 | 0,45 | 0,48 | 0,82 |
| 4 | 0,35 | 0,51 | 0,81 |
| 5 | 0,28 | 0,57 | 0,79 |

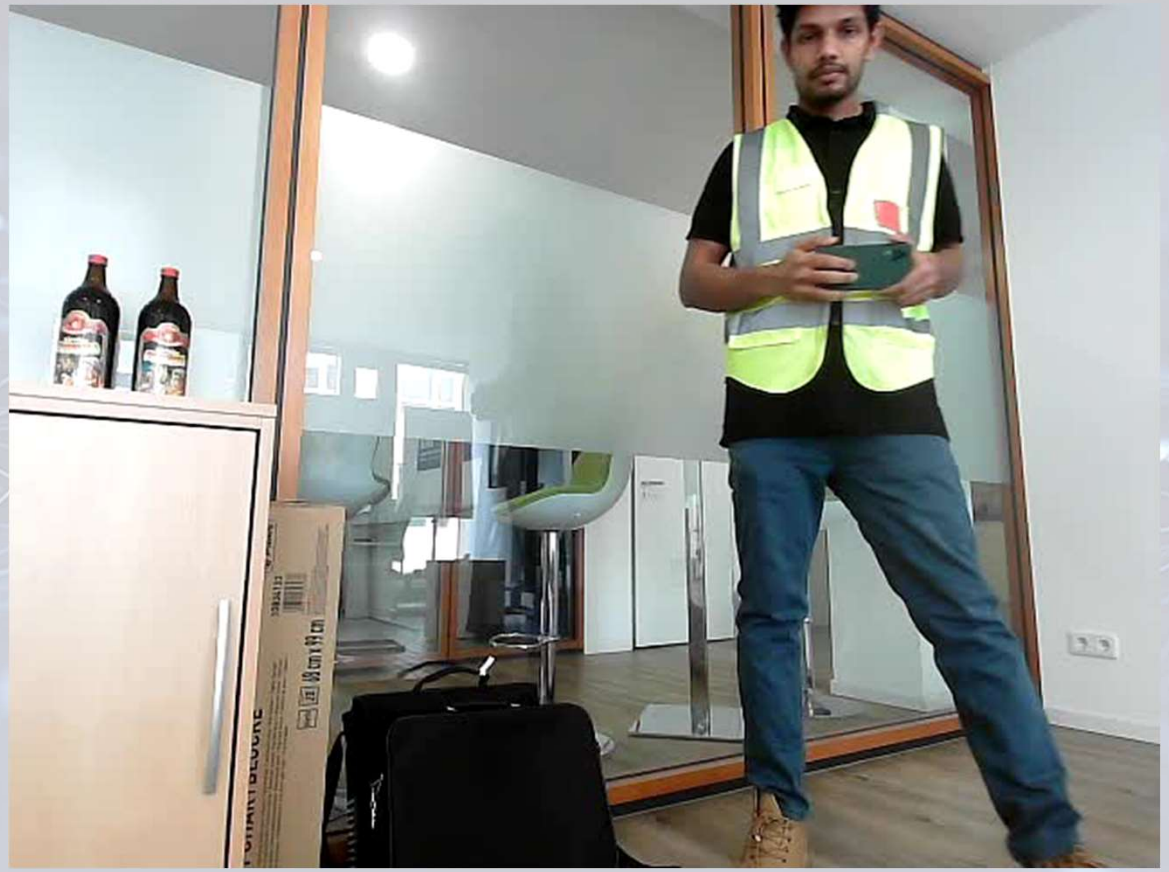



© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S22

REINHOLZ TECHNOLOGIES

# Video zur Gestensteuerung

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ



© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S23

REINHOLZ TECHNOLOGIES

# Ifm Komponenten im AGV

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ










© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S24

REINHOLZ TECHNOLOGIES




## Unsere Leistungen

- ✓ Beratung
- ✓ System- und Software-Architekturen
- ✓ Elektrokonstruktion/- Engineering
- ✓ Software-Entwicklung
- ✓ Simulation
- ✓ Automatisiertes Testen
- ✓ Inbetriebnahme
- ✓ Technische Dienstleistungen
- ✓ Support und Service

## Spezialisierte Kompetenzbereiche

- ✓ Functional Safety (Funktionale Sicherheit)
- ✓ Industrial-Security
- ✓ Retrofit
- ✓ REINHOLZ-Helpdesk
- ✓ REINHOLZ-Testcenter

© REINHOLZ Technologies GmbH - V25-01 - S25

REINHOLZ TECHNOLOGIES

REINHOLZ
TECHNOLOGIES

IHRE VISION, UNSERE EXPERTISE
NEXT LEVEL AUTOMATION
by REINHOLZ

IHRE ENTWICKLUNG, UNSER KNOW-HOW
NEXT LEVEL ACADEMY
by REINHOLZ

REINHOLZ
TECHNOLOGIES