

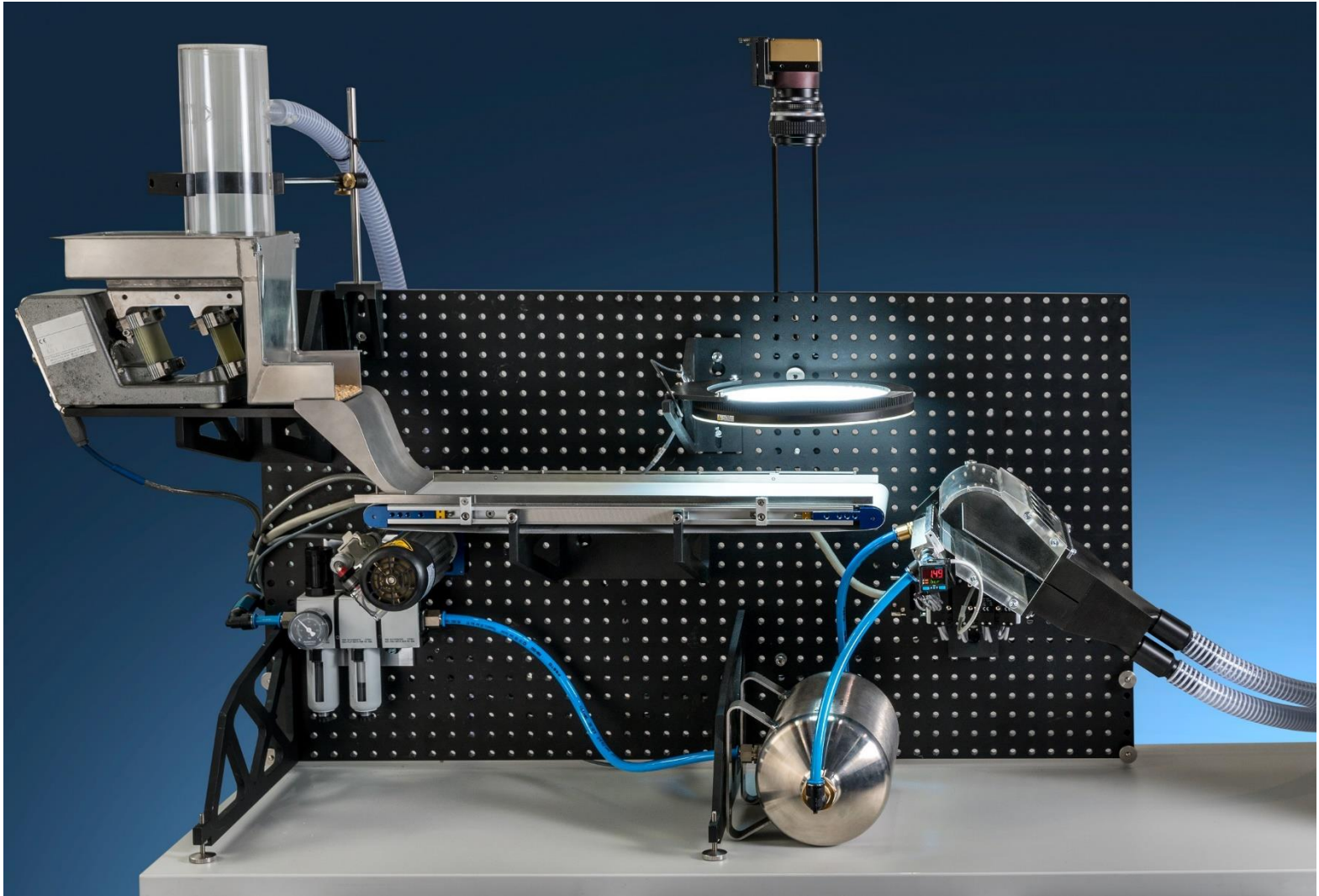
# **Ableitung von Bewegungsmodellen für Anwendungen in der Schüttgutsortierung mittels Machine Learning**

**Tobias Hornberger**  
**Betreut von Florian Pfaff**

Intelligent Sensor-Actuator-Systems Laboratory (ISAS),  
Institute for Anthropomatics and Robotics,  
Karlsruhe Institute of Technology (KIT),  
Karlsruhe, Germany

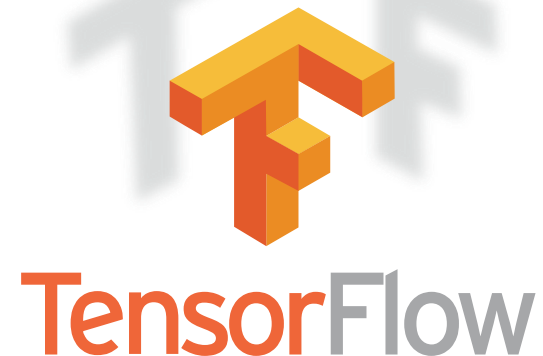
- Beschreibung *TableSort*
- Aufgabenstellung
- Ansätze
- Daten
- Vorläufige Ergebnisse
- Ausblick

# Setup *TableSort*



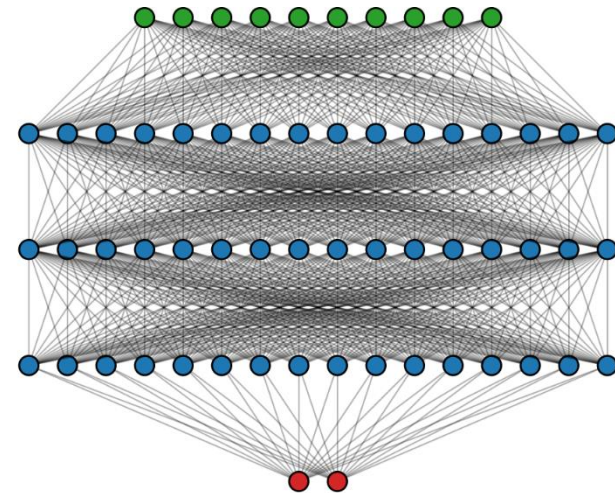
[1]

- Prädiktion von Teilchenbewegung
  - Aktuell: Aufwendiges Finetuning von Bewegungsmodellen
    - von Hand, teilweise separat für unterschiedliche Schüttgüter
  - Ziel: Bewegungsmodelle automatisiert ermitteln
    - Einsatz von neuronalen Netzen
    - TensorFlow Framework



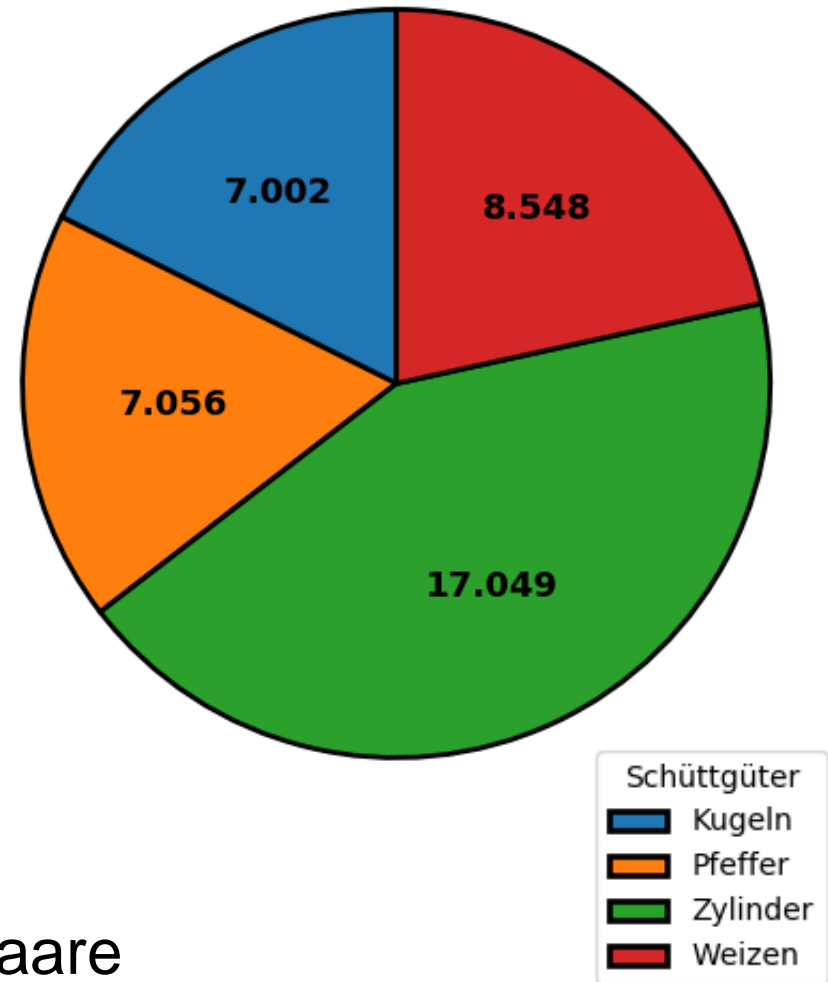
[2]

- NextStep-Prädiktion und Separator-Prädiktion
- Feed Forward Netz
  - [16, 16, 16]
  - Fully-Connected
  - ReLu Nichtlinearität
- Einzelne Teilchen
- Input Features:  
X- und Y-Koordinaten in den  $n$  letzten Zeitschritten



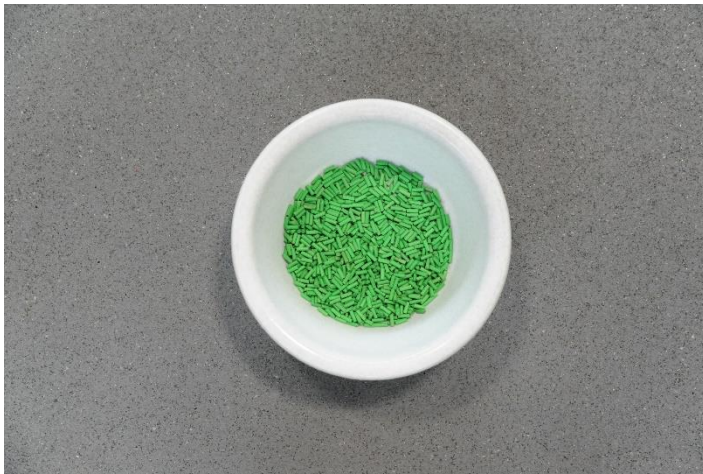
*Hyperparameter  
FeatureSize*

- 4 Sorten Schüttgut
  - Kugeln
  - Pfefferkörner
  - Zylinder
  - Weizenkörner
- ~180.000 Bilder
  - Batches zu je 3500 Bildern
  - 2320x1726 px
  - 193 frames per second
- ~40.000 Teilchen/Tracks
  - ~580.000 Feature-Label Paare

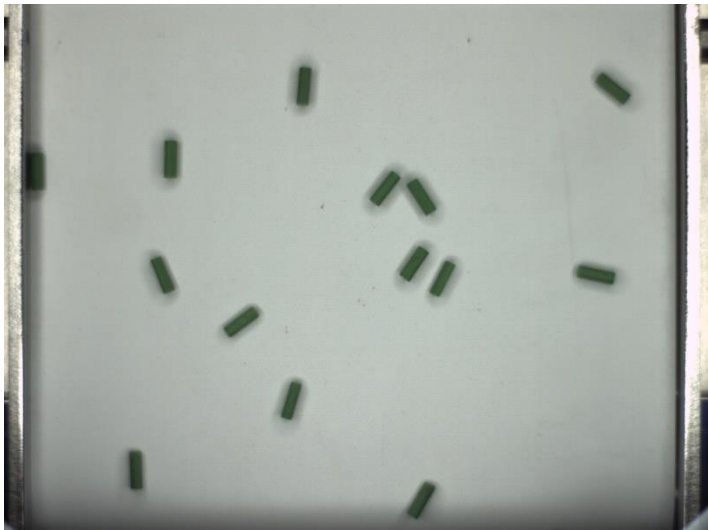




# Schüttgüter

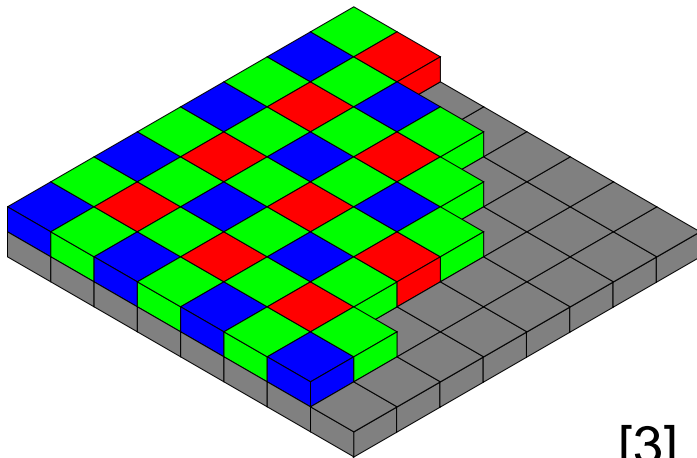


# Schüttgüter

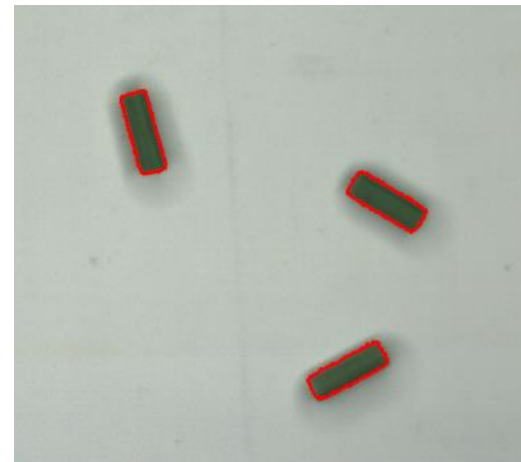




1. Aufnahmen von der Kamera
  - Batches zu je 3.500 Bildern im Bitmap Format
  - Bayer-Filter
2. Konvertieren zu RGB Bildern (“demosaicing”)
3. Segmentieren und Mittelpunktpositionen bestimmen
4. Mittelpunkte einzelnen Tracks zuordnen



[3]



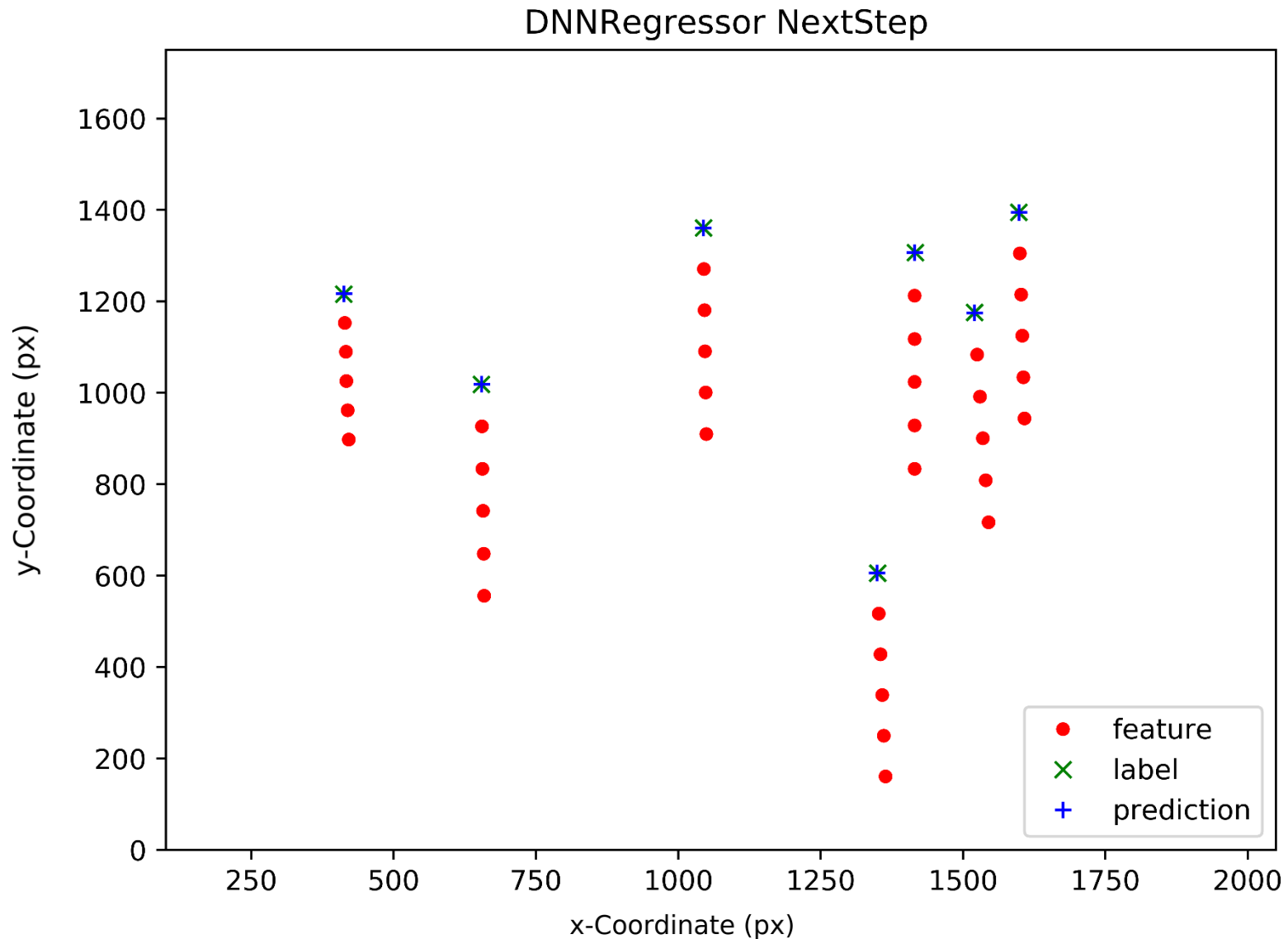
# Beispiel Daten

TrackID_26_X	TrackID_26_Y
2086	69
2086	146
2085	223
2085	300
2085	377
2085	454
2086	531
2086	607
2086	684
2085	761
2084	838
2083	913
2081	989
2080	1064
2078	1140
2076	1214
2074	1290
2073	1365
2072	1443
2071	1520
2071	1596
NaN	NaN
NaN	NaN
NaN	NaN

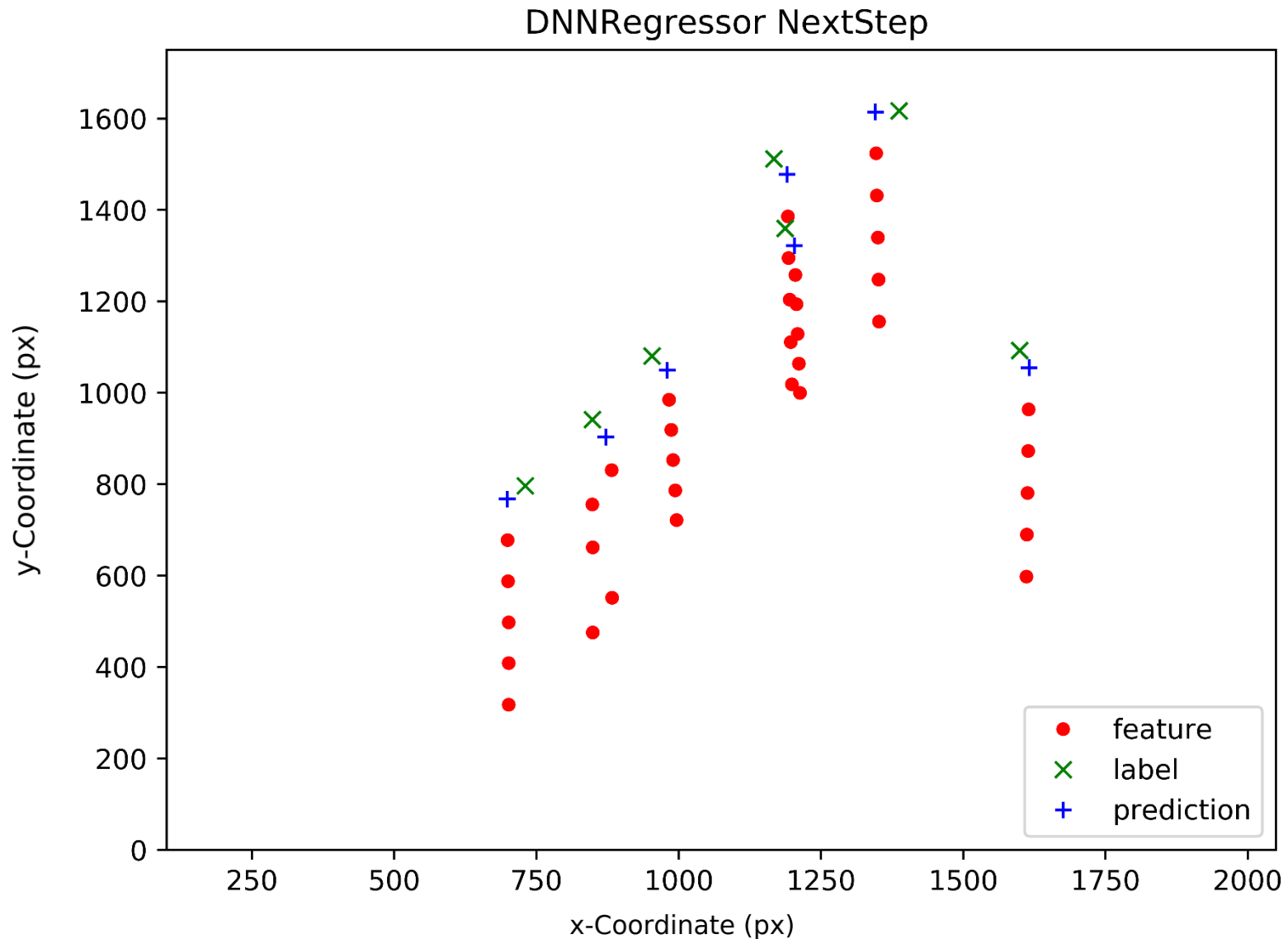
# Beispiel Daten

TrackID_26_X	TrackID_26_Y
2086	69
2086	146
2085	223
2085	300
2085	377
2085	454
2086	531
2086	607
2086	684
2085	761
2084	838
2083	913
2081	989
2080	1064
2078	1140
2076	1214
2074	1290
2073	1365
2072	1443
2071	1520
2071	1596
NaN	NaN
NaN	NaN
NaN	NaN

# Beispiel Kugeln Random Sample

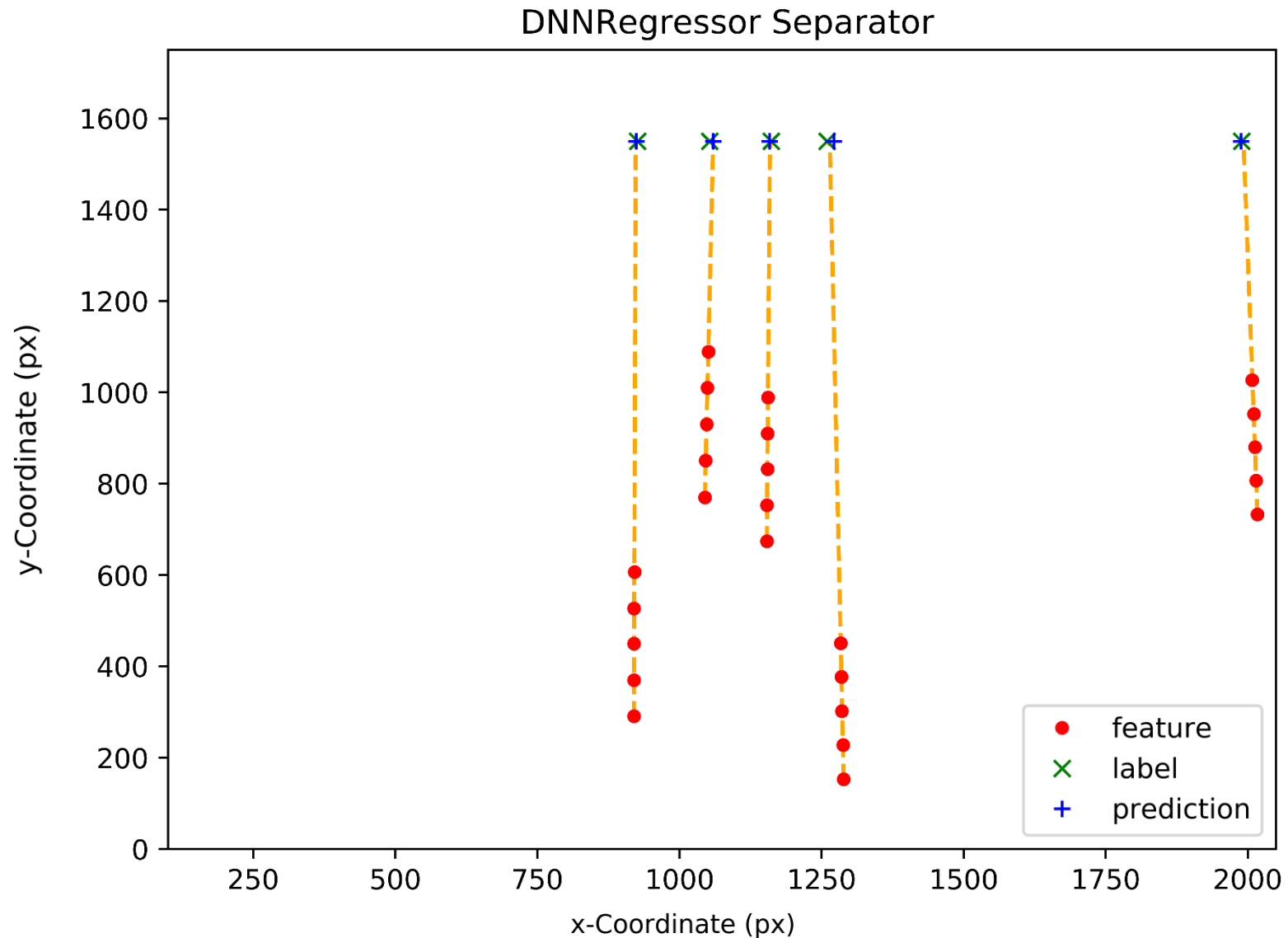


# Kugeln – Schlechteste Predictions





# Separator vorläufiges Ergebnis



- Separator Netz fertigstellen
- Hyperparameter Tuning
- Data Augmentation/Clean up
- Evaluation der NextStep und Separator Netze
- Ansatz: Recurrent Neural Network

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

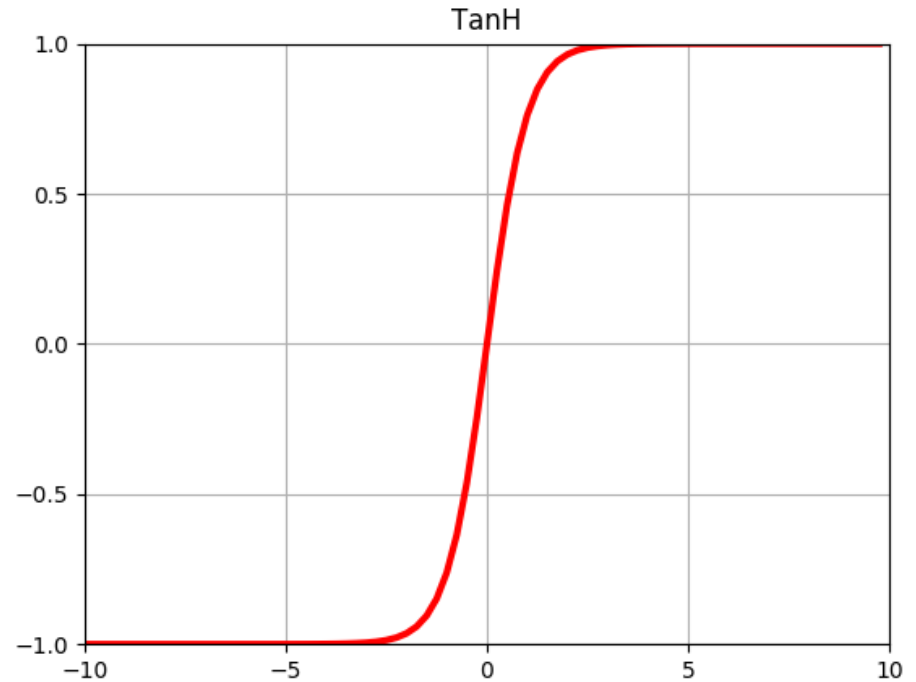
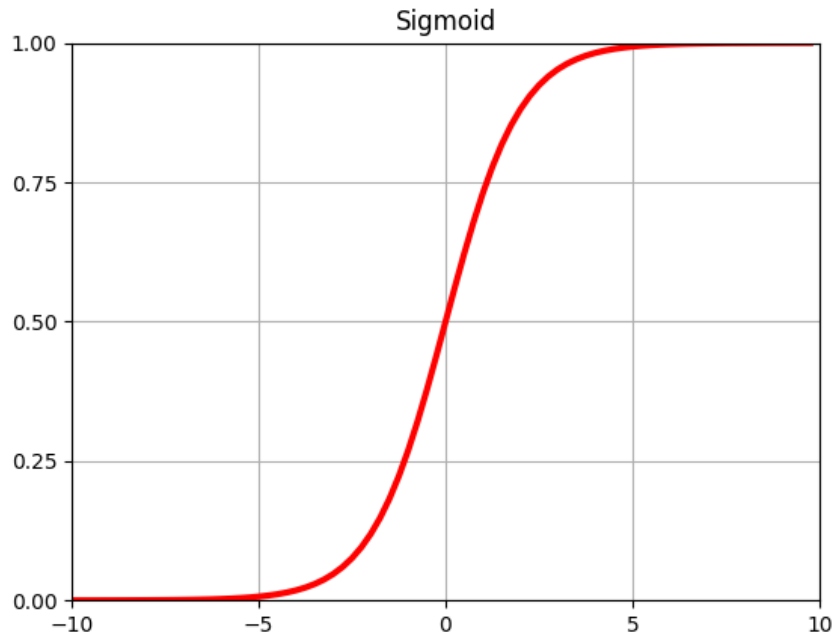


- [1] 'TrackSort Schüttgutsortierer' - Fraunhofer IOSB
- [2] 'Tensorflow Logo' - <https://github.com/tensorflow/tensorflow>
- [3] 'Bayer pattern on sensor' By Cburnett [GFDL, CC-BY-SA-3.0 or GPL]  
from Wikimedia Commons

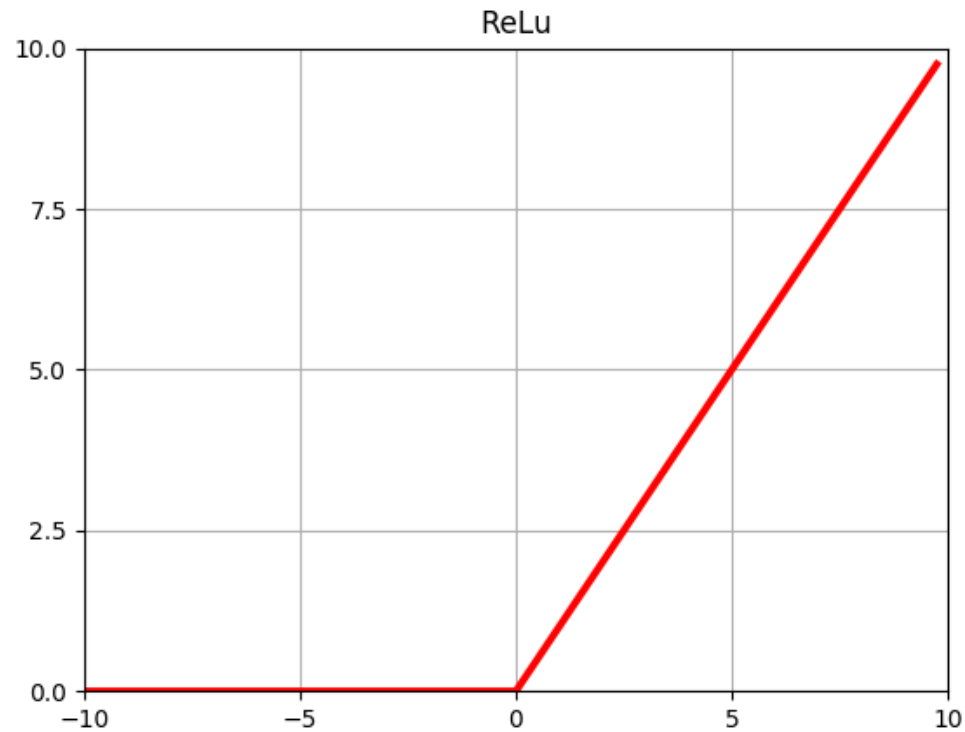
# BACKUP FOLIEN



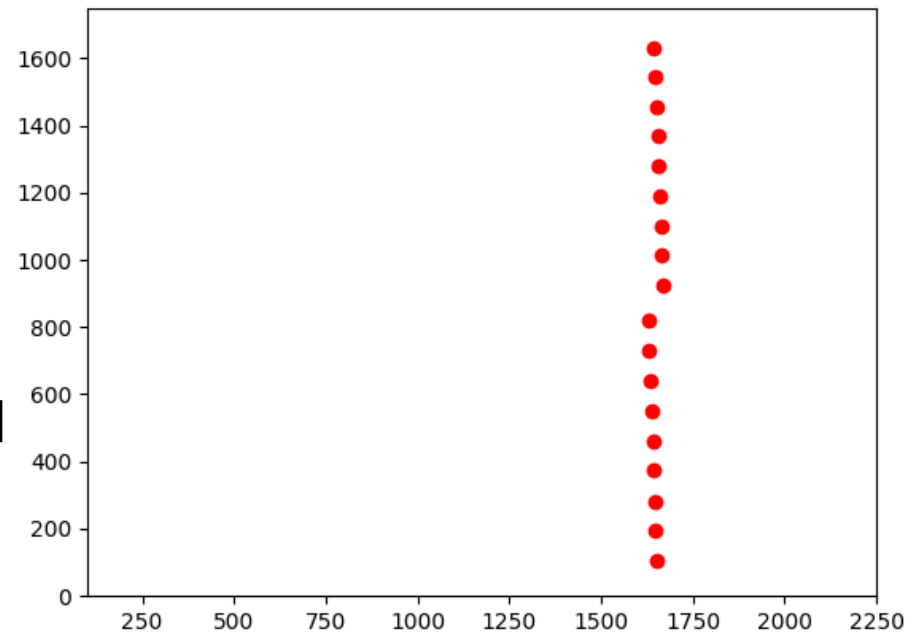
# Backup - Aktivierungsfunktionen



# Backup - ReLu



- Aussortieren von Tracks
  - Nach Winkel
  - Nach Länge
- Unbrauchbare
  - Zu kurz
  - Nicht zusammenhängend



# Data Augmentation

