



Automatisierte Erkennung von Störstoffen in Bioabfall mit maschinellem Lernen

Ansätze und Ergebnisse aus dem Projekt TRACES

22.09.2025

PROJEKTÜBERSICHT

TITEL:

TRACES –
Trash Recognition and
AI-Controlled Evaluation
of waste Surfaces



PROJEKTSEITE:

www.hsbi.de/forschung/forschungsprojekte-und-forschungsberichte/aktuelle-forschungsprojekte

FÖRDERKENN- ZEICHEN:

03DPS1130A

LAUFZEIT:

01.10.2024
bis
31.03.2026

PROJEKT- PARTNER:

c-trace GmbH
KAVG mbH



FÖRDERER:

BMFTR (Bundesministerium
für Forschung, Technologie und
Raumfahrt)
DATIPilot

INHALT

PROBLEMSTELLUNG

KOOPERATIONSPARTNER

HERAUSFORDERUNGEN

LÖSUNGSANSATZ

ERGEBNISSE

AUSBLICK



PROBLEMSTELLUNG

Novellierte Bioabfallverordnung (BioabfV) der EU:
verpflichtet Kompostieranlagen zu aufwändigen Sichtkontrollen

Grenzwerte für Störstoffe:
Angelieferter Bioabfall darf nur geringe Störstoffmengen enthalten (Kunststoff, Glas, Metall, ...)

Sichtkontrolle des Bioabfalls:
Intensive Beurteilung durch Mitarbeiter sind zeitaufwändig, störanfällig und subjektiv

Automatisiertes System für die Sichtkontrolle:
Mitarbeiter unterstützen und Beurteilung objektiver (vergleichbarer) machen

Computer Vision zur Unterstützung des Menschen:
KI-basiertes Verfahren zur Klassifizierung und Segmentierung der Störstoffe

Motivation: umweltschädlichen Eintrag von Störstoffen wie Mikroplastik in Böden und Grundwasser verringern

PROBLEMSTELLUNG

Halle des Kompostwerks der KAVG in Hille
(Kreis Minden-Lübbecke)

Anlieferung von Bioabfall durch
Sammelfahrzeug



KOOPERATIONSPARTNER



c-trace GmbH, Bielefeld

Digitalisierung und Abfallwirtschaft

Intelligente Lösungen in Entsorgungslogistik

c-detect: Detektion im Abfallbehälter

Infrastrukturelle Rahmenbedingungen im Projekt

Hardwareinstallation und Datensammlung/-bereitstellung



KAVG mbH, Hille

Entsorgungszentrum Pohlsche Heide

Einzugsgebiet: Kreis Minden-Lübbecke

Etablierung des Versuchsaufbaus:

a) Installation der Kamera an der Hallendecke

b) Anpassung des Betriebsablaufs

HERAUSFORDERUNGEN

großer betrachteter Bereich erfordert hochauflösenden Bilder

hochauflösende Bilder erfordern erhöhten Aufwand und erhöhte Rechenressourcen

Rückschluss von Oberfläche auf Störstoffanteil

Abschätzung von Masseprozent (M-%) der Störstoffe (Grenzwert der BioabfV)

Abladen des Biomülls im entsprechenden Bereich (Kameraaufnahme)

Lichtverhältnisse (Belichtung) und Wetterbedingungen (Nebel, Sonneneinstrahlung,...)

Inhalt schwankt je nach Saison (viel Grünschnitt im Sommer)

Fahrzeuge mit Zerkleinerungsmaschinen machen Objekte schwerer identifizierbar

LÖSUNGSANSATZ

Installation der Kamera an der Hallendecke der Entsorgungshalle der KAVG

Installationshöhe: 6,5m

Auflösung: 5MP (2048 x 1536 px)

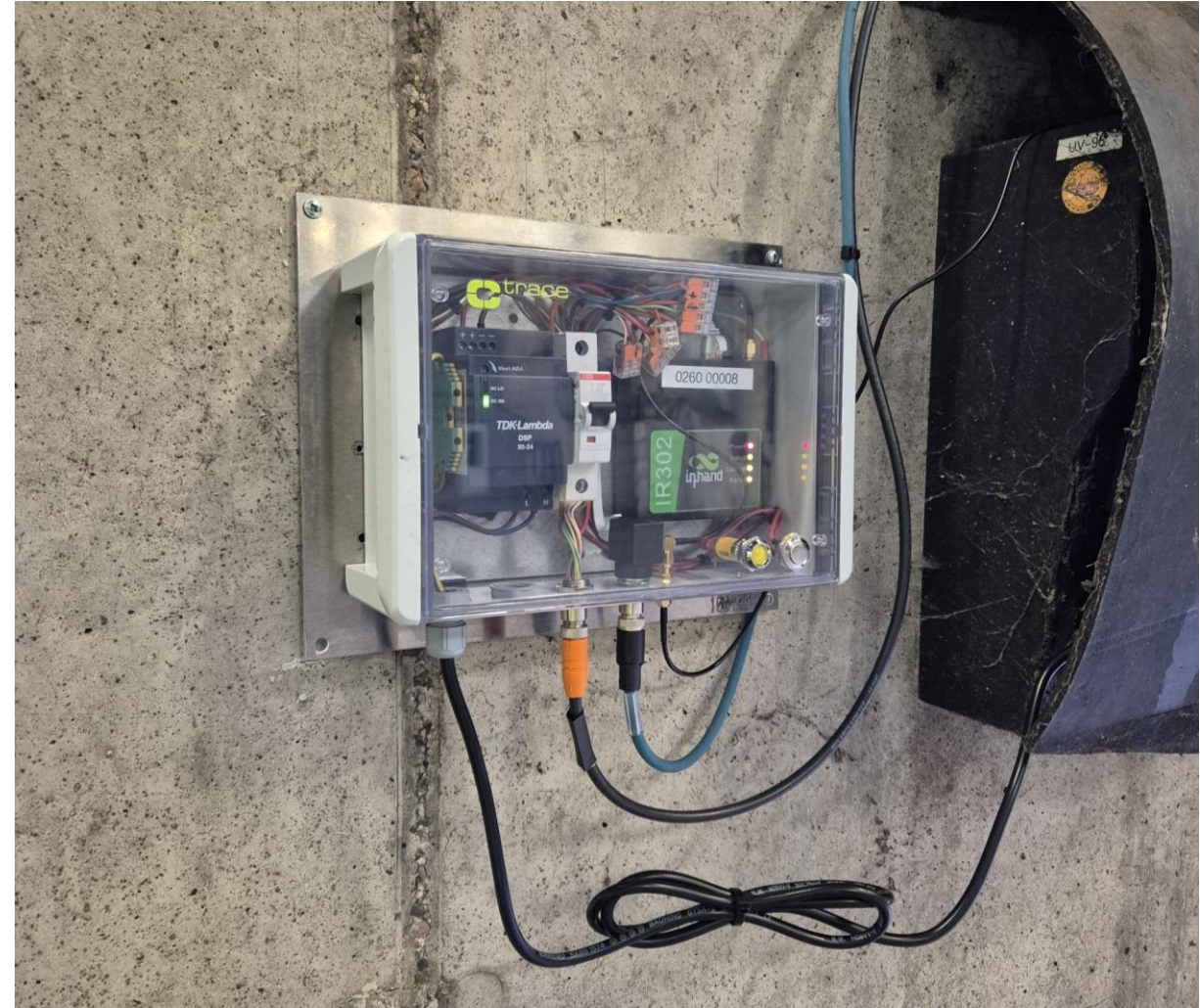
Abgedeckter Aufnahmebereich: ca. 10 x 6 m

Datenspeicherung: LTE-Verbindung zu Cloudspeicher (AWS)

Aufnahmeintervall: 30sek (bei Pixelveränderung)



Deckeninstallation der Kamera in Entsorgungshalle der KAVG

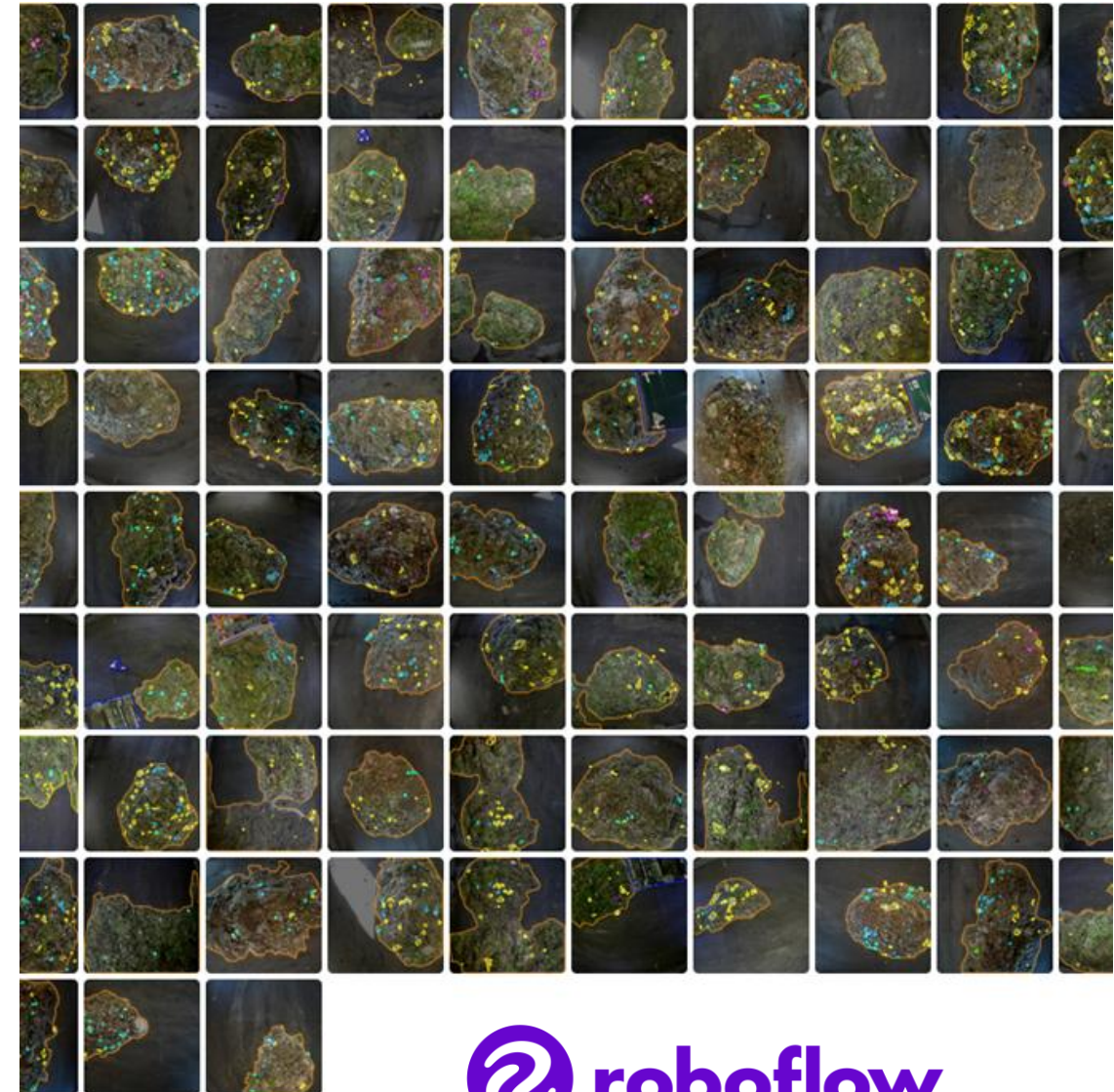


Stromversorgung und Internetanschluss der Kamera in Entsorgungshalle der KAVG

LÖSUNGSANSATZ

Datensatzerstellung mit Roboflow

- a) Integrierte Annotationstools
- b) cloudbasiert
- c) automatische Augmentation
- d) zahlreiche Exportformate
- e) Versionierung



LÖSUNGSANSATZ



LÖSUNGSANSATZ

Outputs per training example: 5

Flip: Horizontal, Vertical

90° Rotate: Clockwise, Counter-Clockwise, Upside Down

Hue: Between -15° and +15°

Saturation: Between -20% and +20%

Brightness: Between -15% and +15%

Dataaugmentation

TRAIN SET

94%

1000 Images

VALID SET

4%

42 Images

TEST SET

2%

20 Images

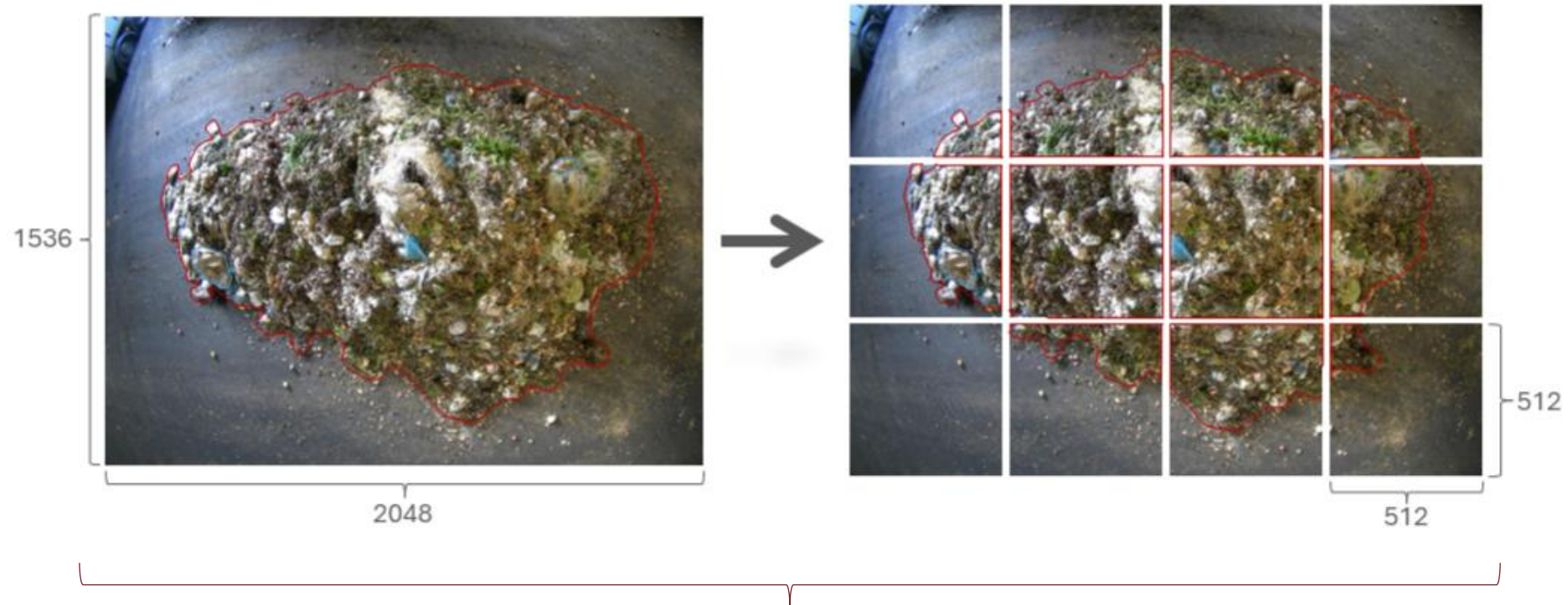
Balancing des Datensatzes

LÖSUNGSANSATZ

COLOR	CLASS NAME	COUNT ↻
	Bioabfalltüeten	14
	Fahrzeug	43
	Glas	3
	Kunststoff	2.837
	Mensch	8
	Metall	6
	Muellhaufen	281
	Papiertüeten	940
	Sonstiges	206
	Unbekannter_Stoerstoff	769
	Unbekanntes_Material	76

Klassenhäufigkeiten

LÖSUNGSANSATZ



TILING zur Steigerung
der Ressourceneffizienz und Nähe zu
den Pretraining Daten

LÖSUNGSANSATZ

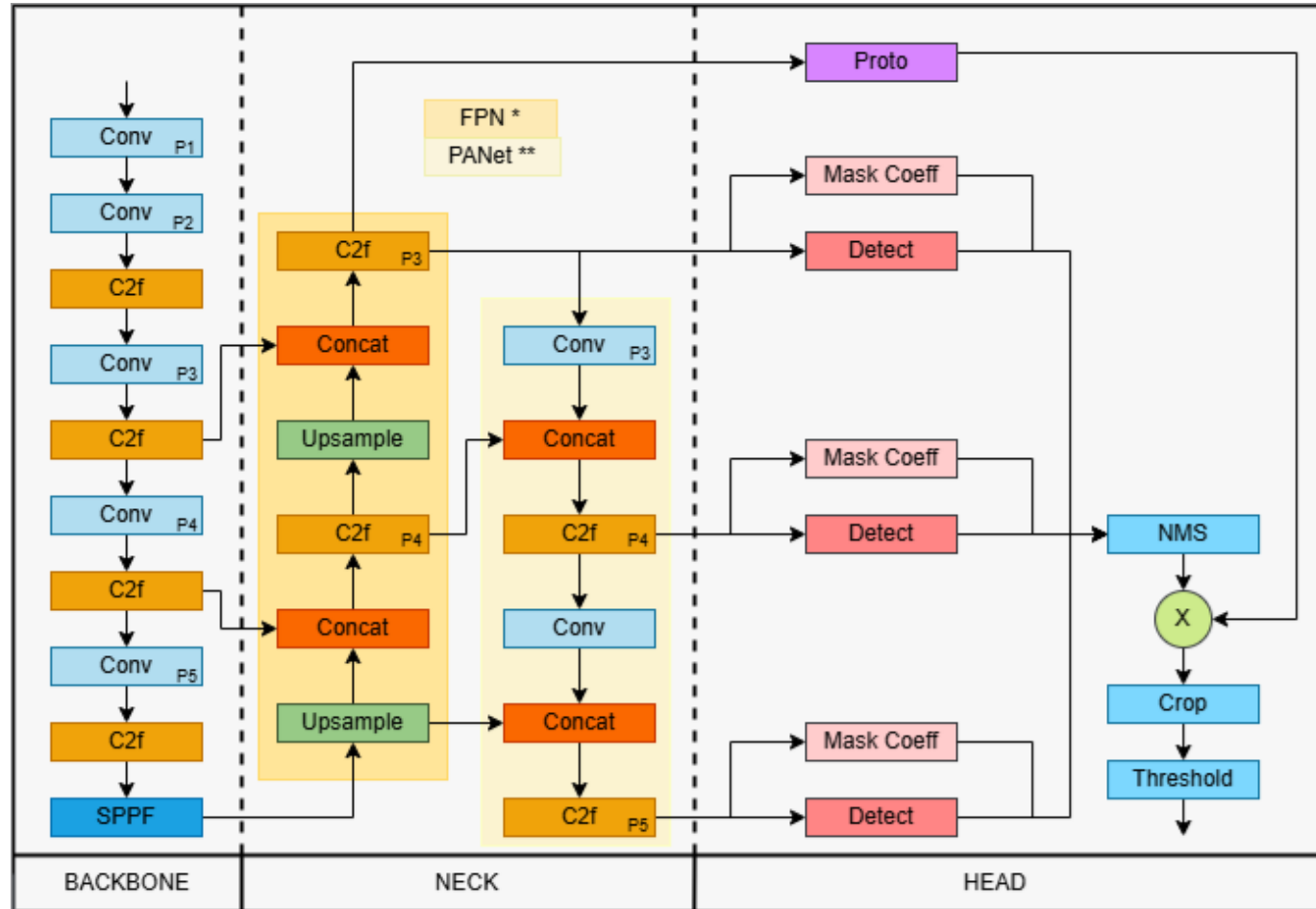
Computer Vision Task: Instance Segmentation

- a) Klassifikation der Störstoffe
- b) pixelgenaue Objekterkennung
- c) Trennung überlappender Objekte
- d) Grundlage der nachgelagerten Analyse: Bestimmung von M-%

Modellauswahl: YOLOv8-seg

- a) komfortabel und effiziente Arbeitsumgebung ( ultralytics)
- b) Leistungs- und Echtzeitfähigkeit
- c) Robustheit gegenüber anspruchsvollen (heterogenen) Datensätzen

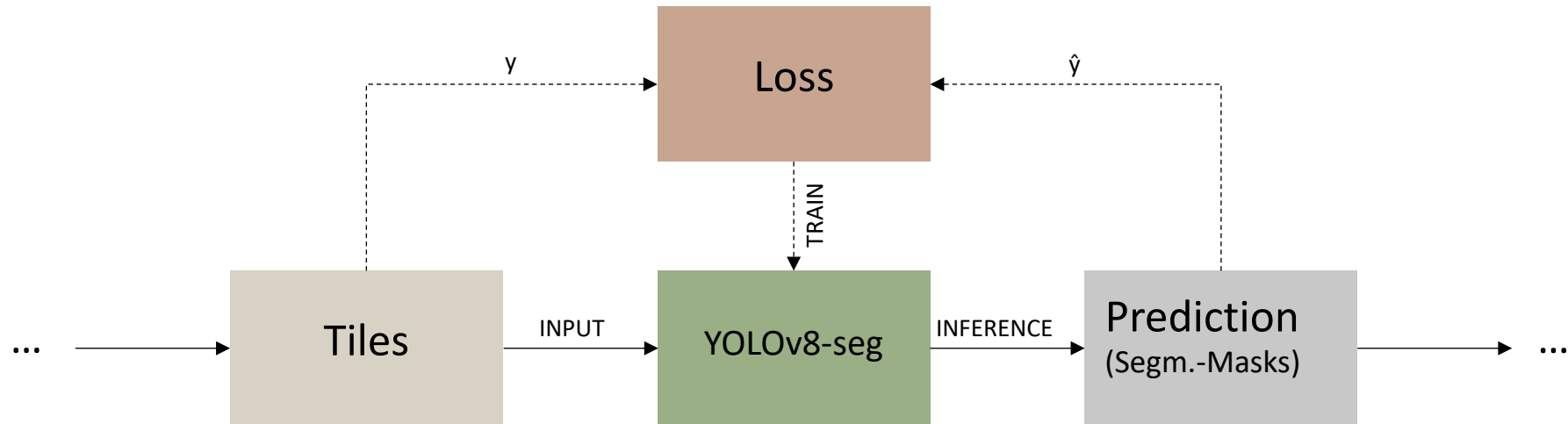
LÖSUNGSANSATZ



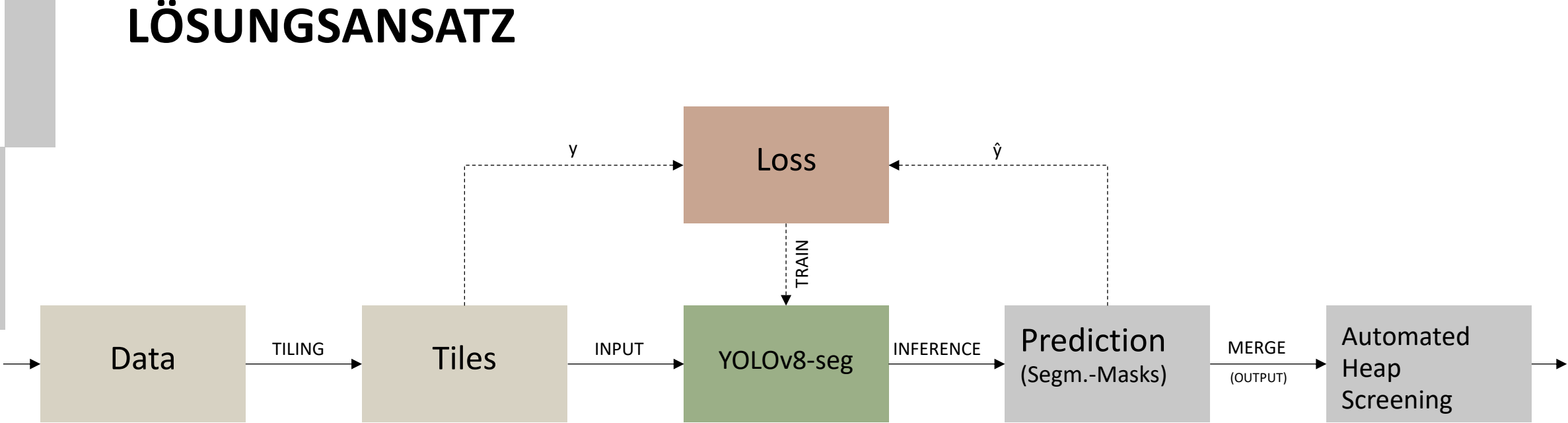
Architektur
YOLOv8-seg

* Feature Pyramid Network **Path Aggregation Network

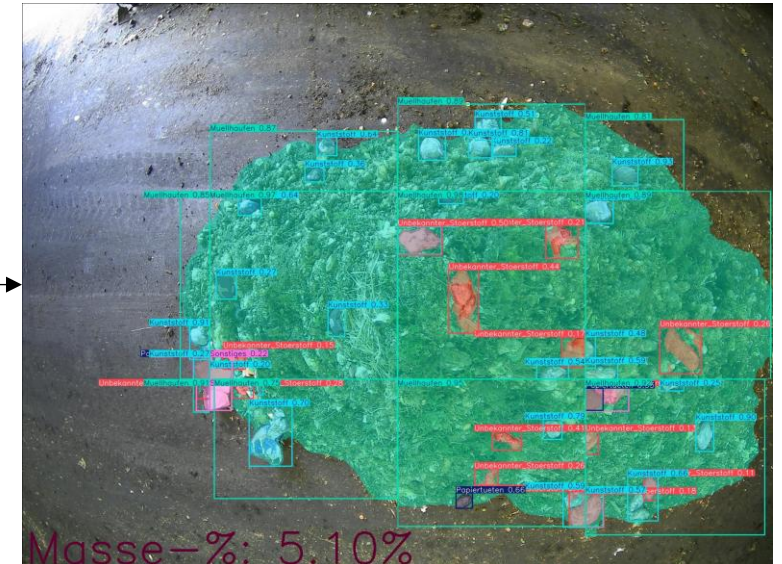
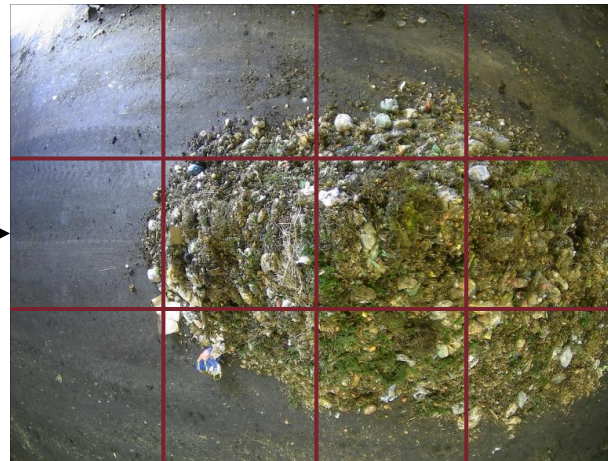
LÖSUNGSANSATZ



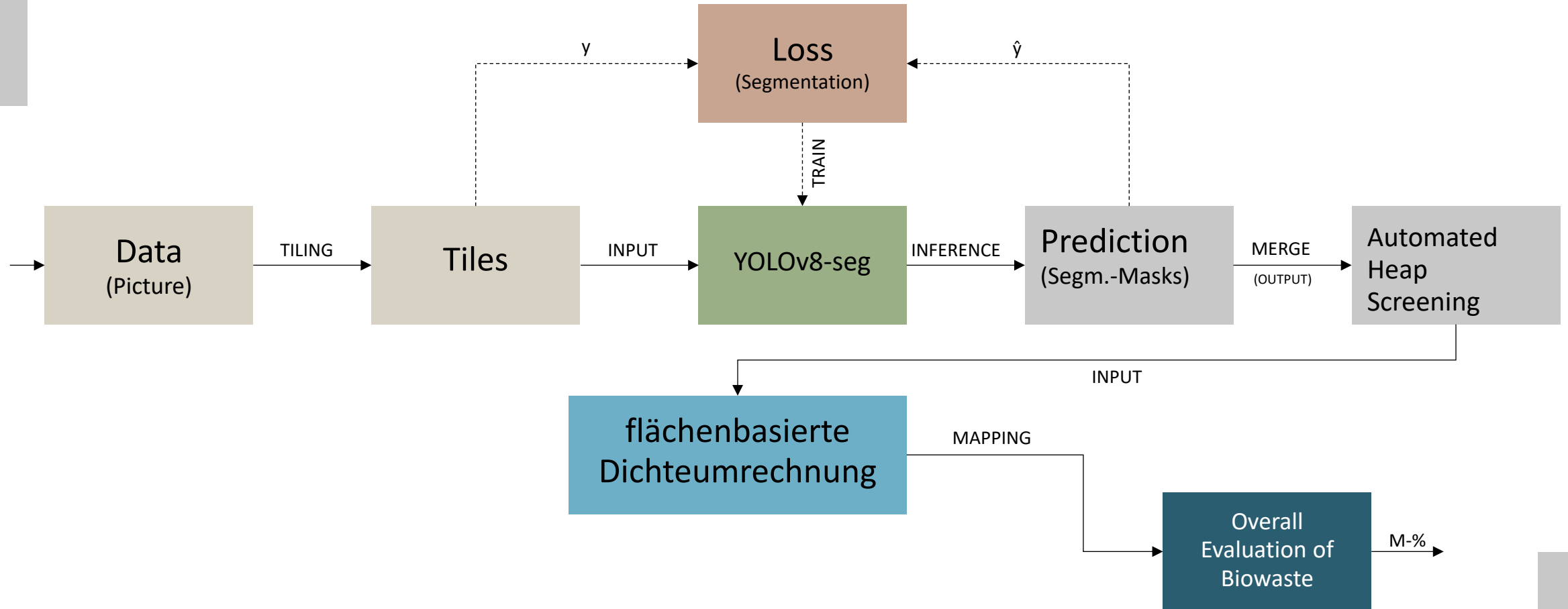
LÖSUNGSANSATZ



ERGEBNISSE



AUSBLICK



AUSBLICK

Ermittlung M-% auf Basis der Segmentierungsergebnisse

- a) Flächenanteile je Störstoffklasse als Basis
- b) Masseschätzung über bekannte Dichtewerte
- c) Berücksichtigung von Unsicherheiten durch die „Confidence“
- d) Anpassung der bekannten Klassen zur Verbesserung der Typenunterscheidung

➔ **Sichtung und Beurteilung des Bioabfalls durch pixelgenaue Segmentierung**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

DATipilot 

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

iDaS
Institute for Data Science
Solutions of HSBI