MLOps Biomasse-Vorhersage-Pipeline

Dieses Repository enthält eine automatisierte Machine-Learning-Pipeline zur Vorhersage von Pflanzenbiomasse.
Die Pipeline nutzt **Dagster** für die Orchestrierung und **MLflow** für das Experiment-Tracking.
Sie transformiert Rohbilder und Metadaten in ein trainiertes ResNet-Regressionsmodell.

---

1. Pipeline-Architektur

Die Pipeline besteht aus den folgenden Dagster-Assets:

- **raw_dataset**
  Lädt die Metadaten (Excel) und validiert, ob die Bildpfade auf der Festplatte existieren.
- **eda_plots** (optional)
  Erstellt Plots zur explorativen Datenanalyse (z. B. Verteilung der Zielvariable) und speichert diese unter `figures/`.
- **preprocessed_data**
  Passt die Bildgröße an, normalisiert die Bilder, führt einen Train/Validation-Split durch und erstellt PyTorch DataLoaders.
- **trained_model**
  Trainiert ein ResNet-Modell (ResNet18 oder ResNet50).
  Integration: Nutzt MLflow, um Hyperparameter zu tracken, Trainingsmetriken (Loss, R^2) pro Epoche zu loggen und das beste Modell als Artefakt zu speichern.
- **model_evaluation**
  Lädt das beste Modell, führt Inferenz auf dem Validierungsdatensatz durch, berechnet den MSE (Mean Squared Error) und erstellt einen „Prediction vs. Actual“-Scatter-Plot.

---

2. Installationsanleitung

Voraussetzungen

- Python 3.8 oder höher
- Virtuelle Umgebung (empfohlen)

Installation

Installieren Sie die benötigten Abhängigkeiten:

```
pip install dagster dagster-webserver dagster-mlflow mlflow pandas torch
torchvision matplotlib openpyxl numpy
```

oder

```
pip install -r requirements.txt
```

Stellen Sie sicher, dass der Datensatz im Hauptverzeichnis (Root) mit der folgenden Struktur vorhanden ist:

`MLOps_P2_17/2025_10_13_mlops_biomass_data/mlops_biomass_data/digital_biomass_labels.xlsx`

`MLOps_P2_17/2025_10_13_mlops_biomass_data/mlops_biomass_data/images_med_res/`

3. Ausführen der Pipeline

Um die Pipeline korrekt auszuführen, müssen zwei Dienste in separaten Terminal-Fenstern gestartet werden.

Schritt 1: MLflow Tracking Server starten

Dieser Server übernimmt das Logging der Experimente.

`mlflow server --port 5001`

Zugriff auf die UI: http://localhost:5001

Schritt 2: Dagster Dev Server starten

Dieser Befehl startet den Dagster Daemon und die Weboberfläche.

`dagster dev -f dagster_pipeline.py`

Zugriff auf die UI: http://localhost:3000

3. Ausführung

1. Öffnen Sie die Dagster UI unter http://localhost:3000.
2. Navigieren Sie zum Tab Assets (oder Lineage).
3. Klicken Sie oben rechts auf "Materialize all", um die gesamte Pipeline auszuführen.

4. Ergebnisse

Getrackte Parameter & Metriken

Das Asset `trained_model` loggt Folgendes in MLflow:

1. **Parameter**: `epochs`, `batch_size`, `learning_rate`, `model (z. B. resnet18)`, `optimizer`.
2. **Metriken**: `train_loss`, `val_loss`, `val_r2`.
3. **Artefakte**: Die Gewichte des besten Modells (best_model_mlflow.pth).

5. Evaluierung

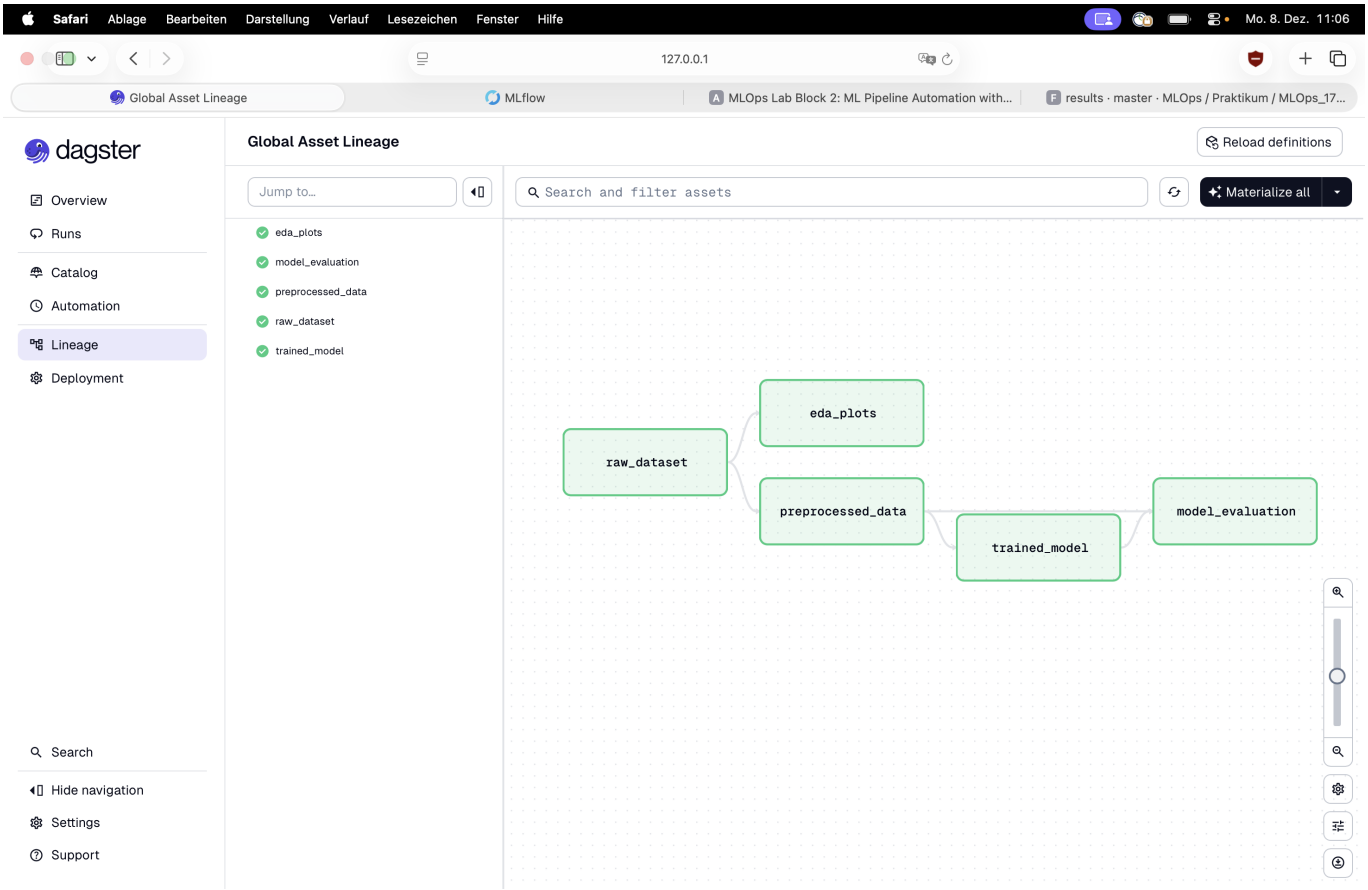
Nach einem erfolgreichen Durchlauf werden die Ergebnisse **lokal** gespeichert:

Metriken: results/metrics.txt (enthält den Validierungs-MSE).

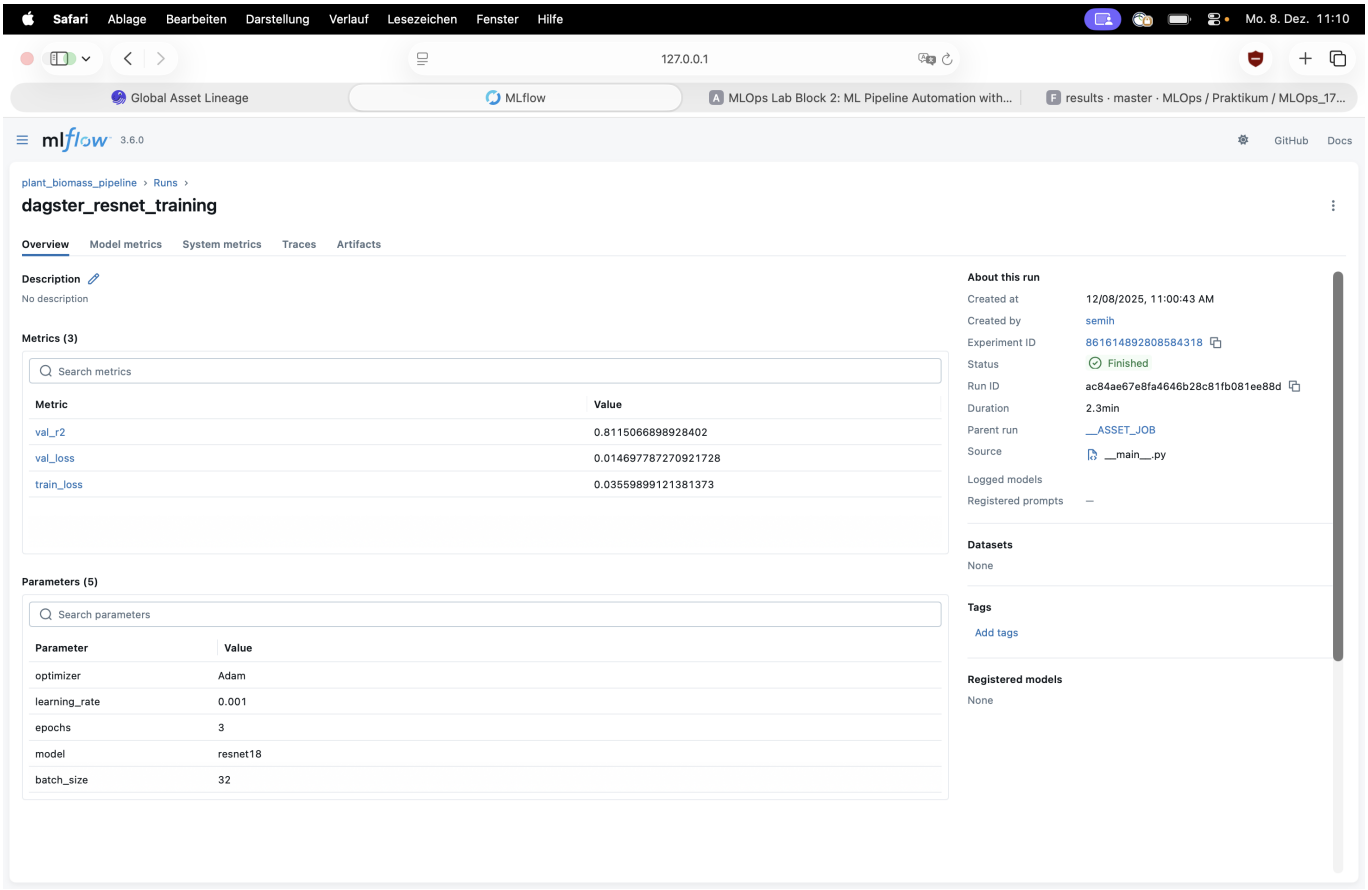
Plots: results/pred_vs_actual.png und figures/target_distribution.png.

Screenshots

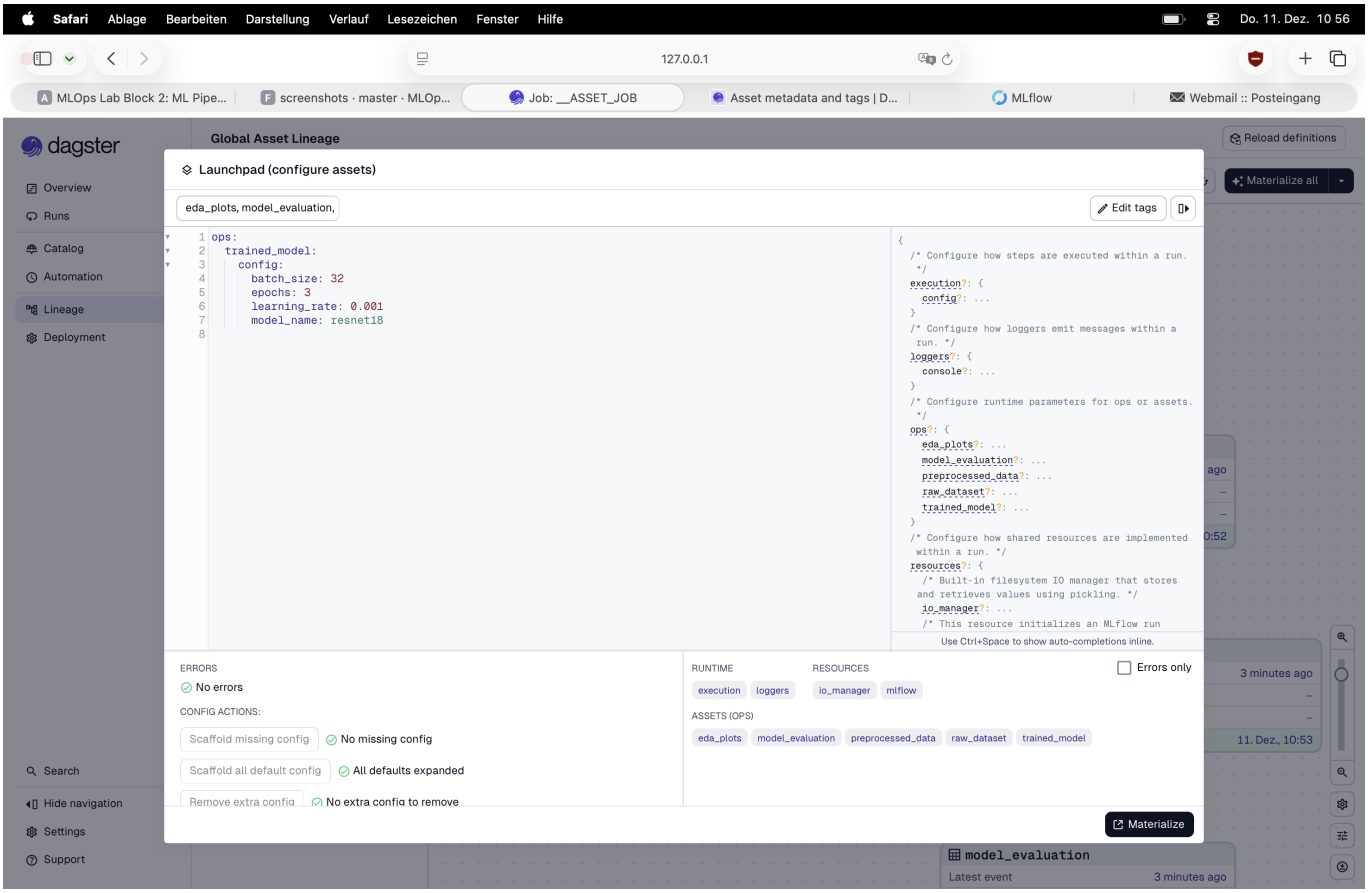
Dagster Lineage (Erfolgreicher Durchlauf):



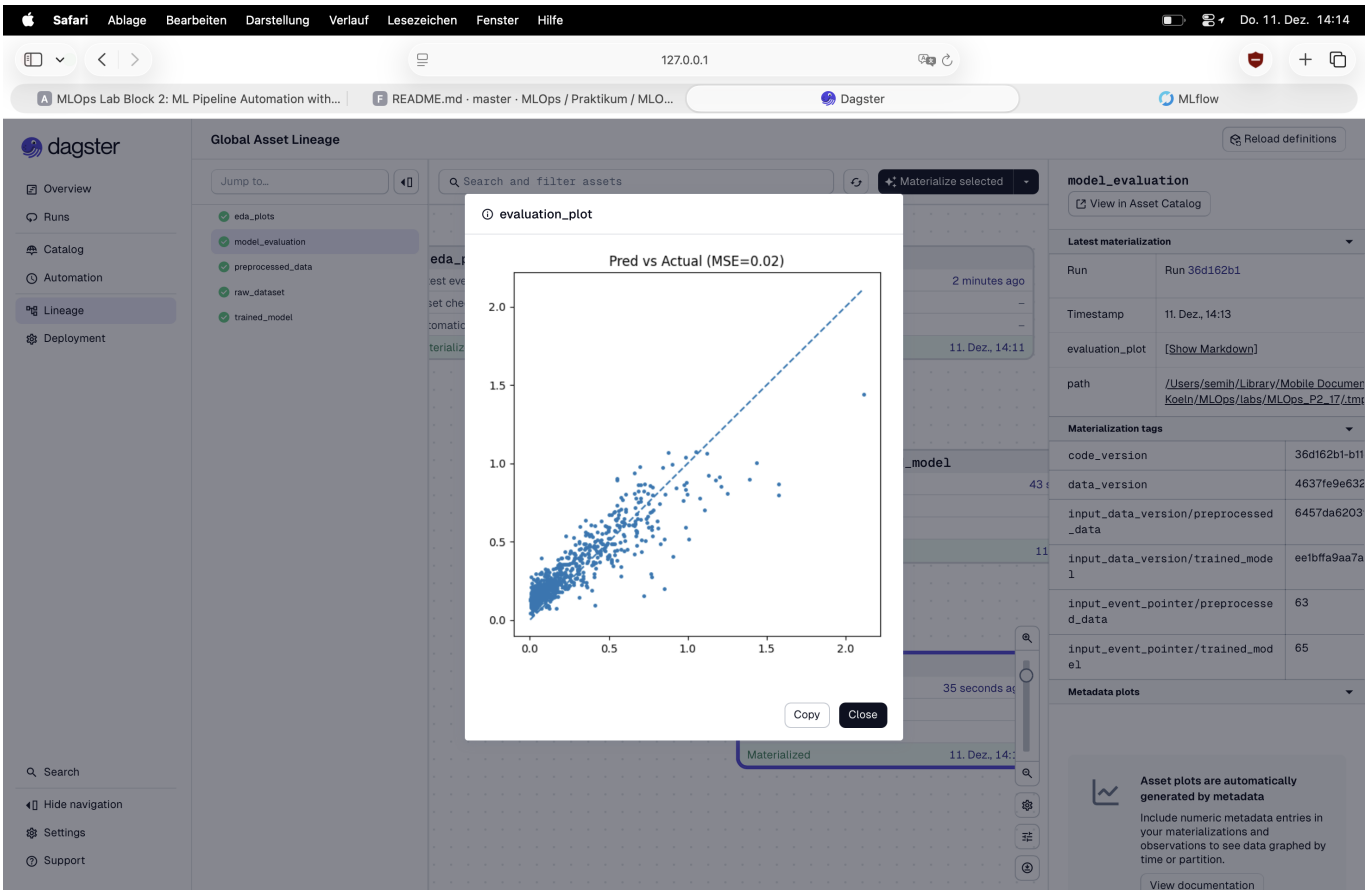
MLflow Experiment Tracking:



Dagster Config:



Dagster Markdown Plot: Zum einsehen des Plots muss man auf das asset model_evaluation klicken und unter evaluation_plot auf "Show Markdown"


Safari Ablage Bearbeiten Darstellung Verlauf Lesezeichen Fenster Hilfe
Do. 11. Dez. 14:14
127.0.0.1
MLOps Lab Block 2: ML Pipeline Automation with...
README.md · master · MLOps / Praktikum / MLO...
Dagster
MLflow
dagster
Global Asset Lineage
Reload definitions
Overview
Runs
Catalog
Automation
Lineage
Deployment
Search
Hide navigation
Settings
Support
Jump to...
Search and filter assets
Materialize selected
eda_plots
model_evaluation
preprocessed_data
raw_dataset
trained_model
evaluation_plot
Pred vs Actual (MSE=0.02)
Copy
Close
model_evaluation
View in Asset Catalog
Latest materialization
Run
Run 36d162b1
Timestamp
11. Dez., 14:13
evaluation_plot
[Show Markdown]
path
Materialization tags
code_version
data_version
input_data_version/preprocessed_data
input_data_version/trained_model
input_event_pointer/preprocessed_data
63
input_event_pointer/trained_model
65
Metadata plots
Asset plots are automatically generated by metadata
Include numeric metadata entries in your materializations and observations to see data graphed by time or partition.
View documentation
2 minutes ago
11. Dez., 14:11
Materialized