

Decision-TSP

**Entscheidungsverfahren mit Methoden des maschinellen
Lernens**



Hochschule Bonn-Rhein-Sieg
University of Applied Sciences

Fachbereich Informatik
Department of Computer Science

Präsentation von: Paul Brenker, Nico Nowak
Datum: 20. Februar 2024

Inhalt

1 Einleitung

2 Datensätze

3 Heuristiken

4 Regressionsmodelle

5 Fazit

6 Ressourcen



TSP

- Komb. Optimierungsproblem
- NP-schwer
- Eingabe
 - Vollständiger Graph
 - Kantengewichtsfunktion
(EUC_2D)
- Ausgabe
 - Kürzester Hamiltonkreis

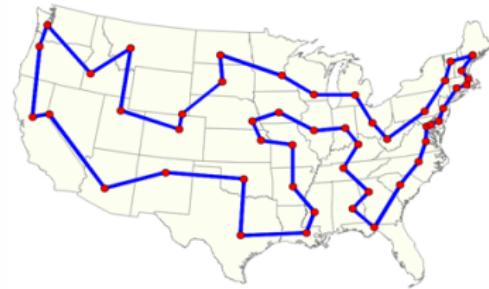


Abbildung: physics.aps.org



Decision TSP

- Klassifikationsproblem
- NP-vollständig
- Eingabe
 - Vollständiger Graph
 - Kantengewichtsfunktion (EUC_2D)
 - Länge $n \in \mathbb{N}$
- Ausgabe
 - Gibt es Route $< n$

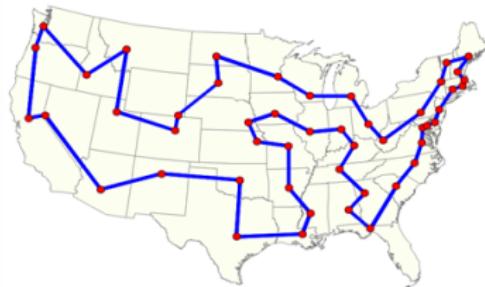


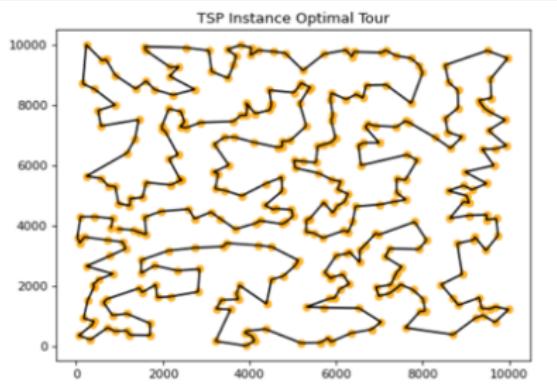
Abbildung: physics.aps.org



Datensätze

- 3 TSP Datensätze mit:
 - 1000 - 2000 Instanzen
- Probleminstanzen bestehen aus:
 - 300 - 600 Knoten
 - 2D Koordinaten
 - Kantengewicht berechnet mit EUC_2D (*auf Ganzzahl gerundet*)
 - Optimale Tour

```
▼ root
  comment "randomly generated problem with 345 cities"
  dimension 345
  display_data_type "COORD_DISPLAY"
  edge_weight_type "EUC_2D"
  name "r345(2385279727)"
  ▶ node_coordinates [] 345 items
  ▶ tour [] 345 items
  tourlength 139666
  type "TSP"
```



Datensätze

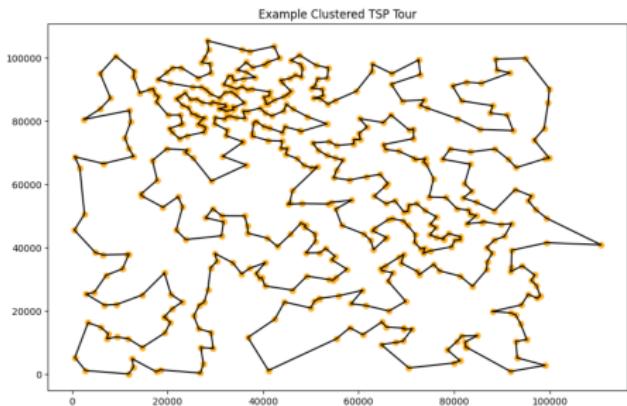


Abbildung: Ein Clusterzentrum

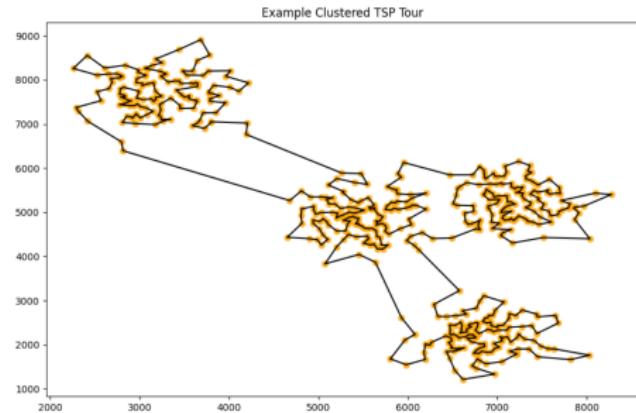
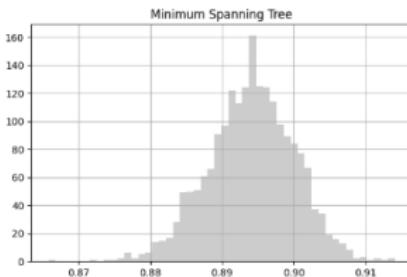


Abbildung: Mehrere Clusterzentren



Heuristiken

- 2 Untere Schranken
- optimale Tour ist länger als Wert
- 7 Heuristiken / Approximationen
- Schätzen zulässige Lösung,
kurzer Hamiltonkreis



	Median	Mean
Nearest Insertion	1.246618	1.246526
Random Insertion	1.121979	1.121880
Nearest Neighbor	1.254825	1.255869
Minimum Spanning Tree Heuristic	1.365463	1.364788
1 Tree	0.899955	0.899949
Minimum Spanning Tree	0.894225	0.894054
Farthest Insertion	1.104330	1.104064
Greedy Heuristic	1.178439	1.178128
Christofides Heuristic	1.111340	1.111159



Heuristiken

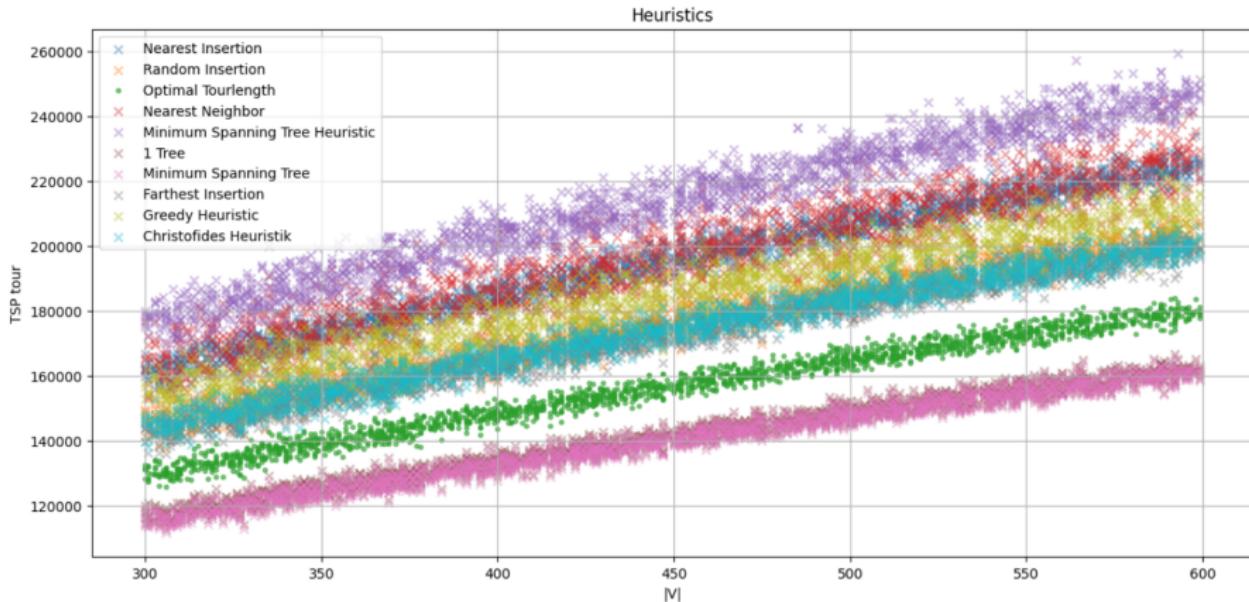


Abbildung: Gleichverteilte Knoten, vorgegebene Heuristiken



Heuristiken

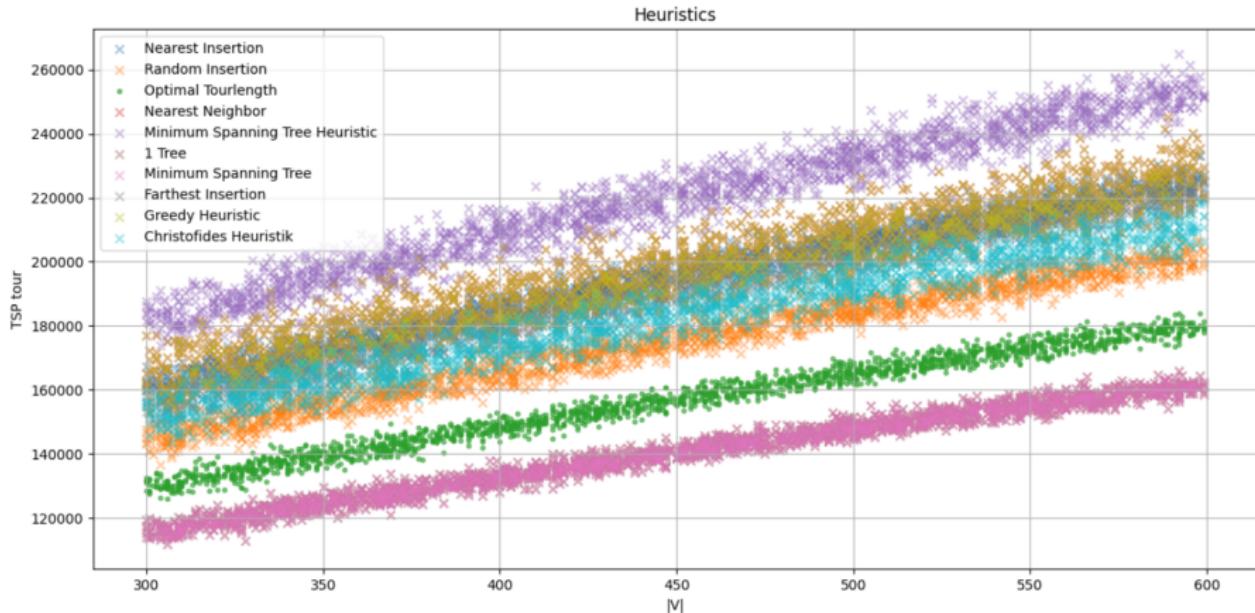
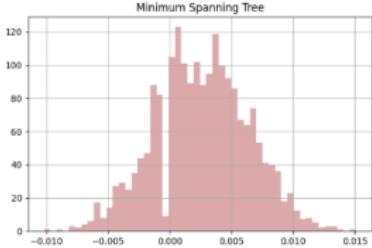
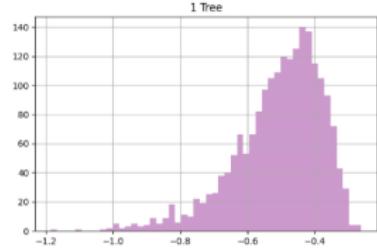
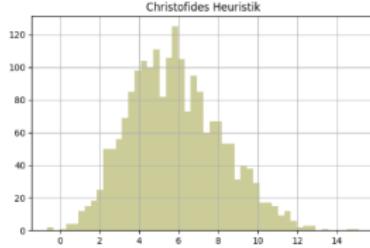
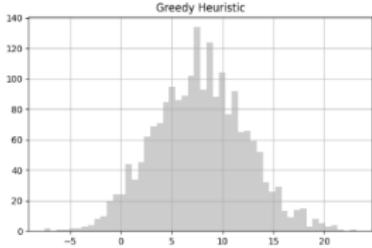
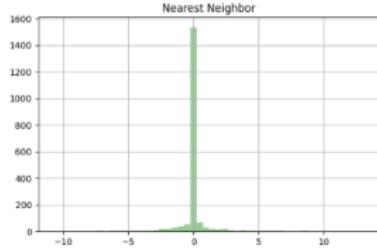
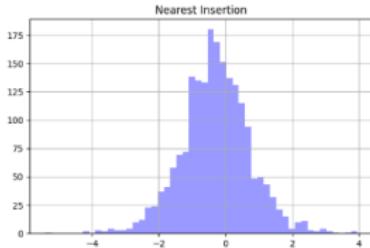


Abbildung: Gleichverteilte Knoten, selbst berechnete Heuristiken



Selbst berechnete Heuristiken

- Für geclusterte Daten Heuristiken selbst berechnet
- Unterschied selbst berechnet zu ursprünglichen Heuristiken in Prozent:



Heuristiken

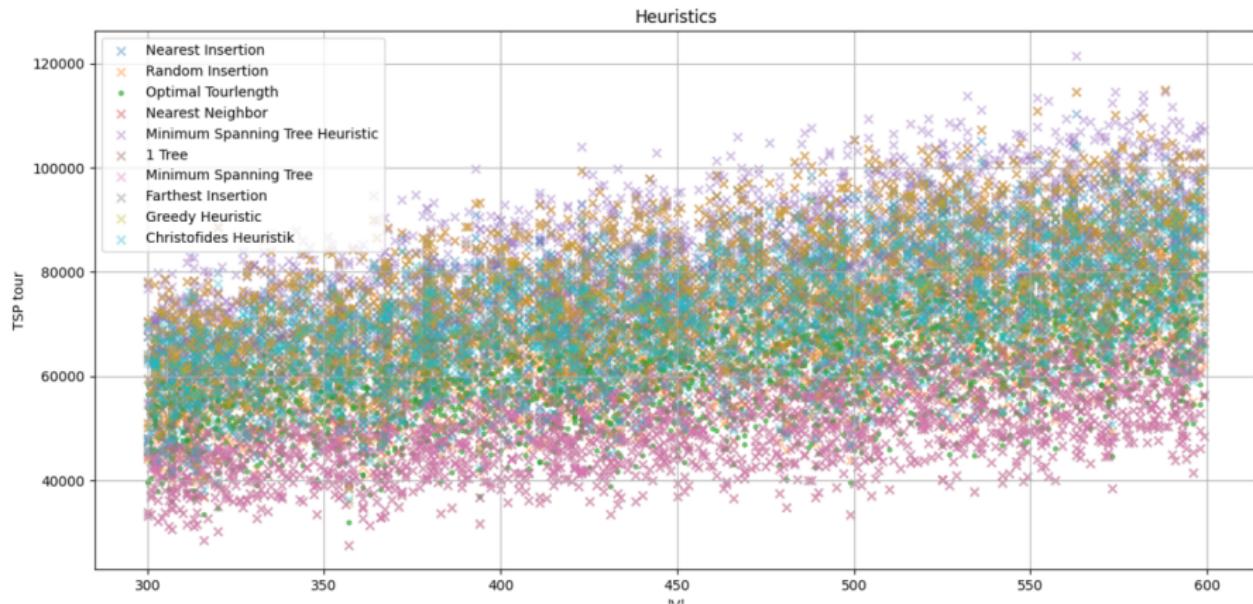


Abbildung: Mehrere Clusterzentren, selbst berechnete Heuristiken



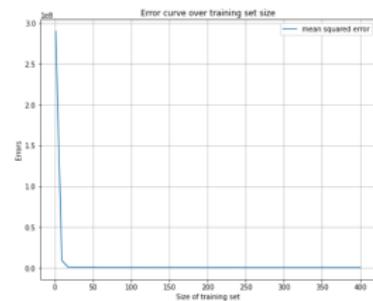
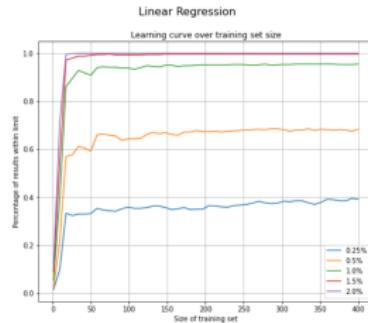
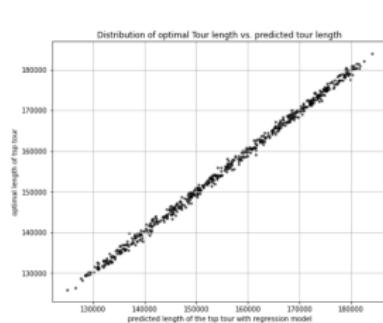
Regressionsmodelle

- Regressionsmodell Input:
 - Heuristiken
 - optimale Tour
- Lernt Abhangigkeit von opt. Tour zu Heuristiken
- Regressionsmodelle
 - Multiple Lineare Regression
 - Entscheidungsbaum
 - Neuronales Netzwerk
 - Vector Support Machine Regression



Multiple Lineare Regression

- Gleichverteilte Knoten

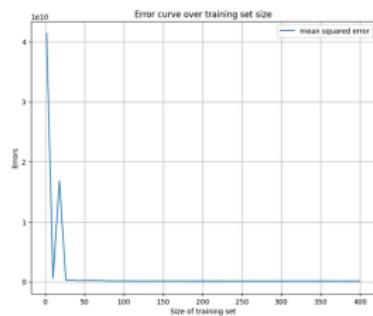
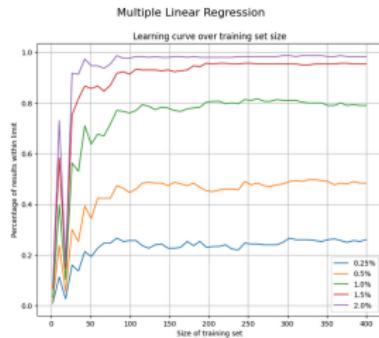
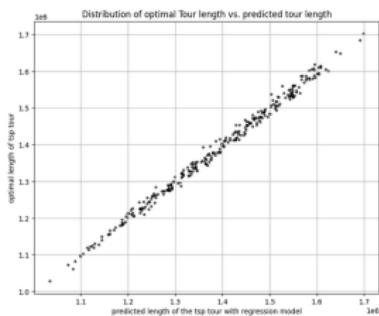


$$r_2 \text{ value} = 0.99735$$



Multiple Lineare Regression

- Ein Clusterzentrum

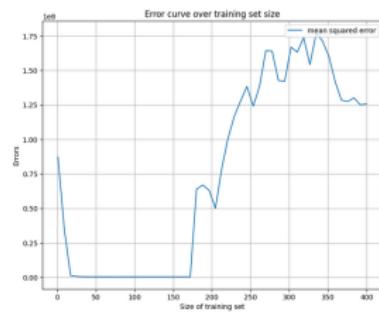
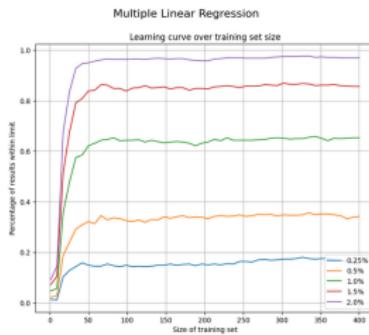
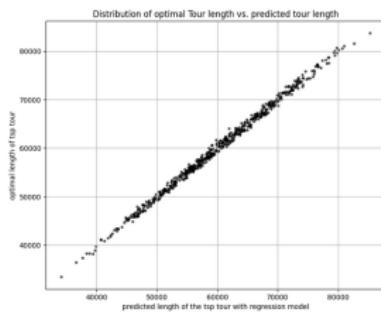


$$r_2 \text{ value} = 0.99395$$



Multiple Lineare Regression

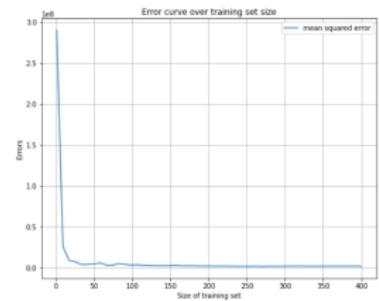
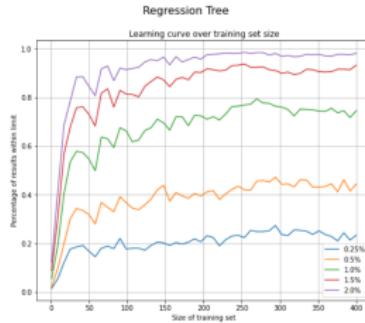
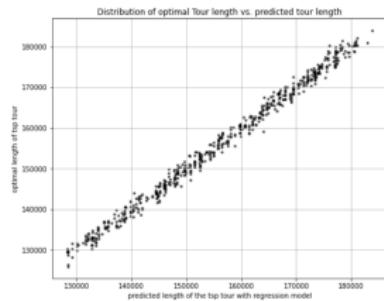
- Multiple Clusterzentren



$$r_2 \text{ value} = 0.99594$$



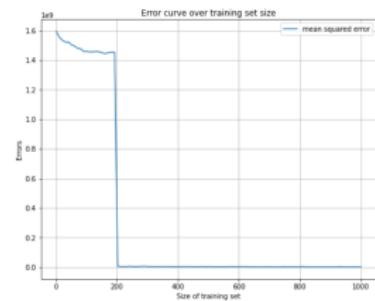
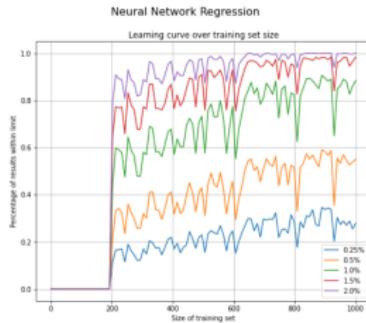
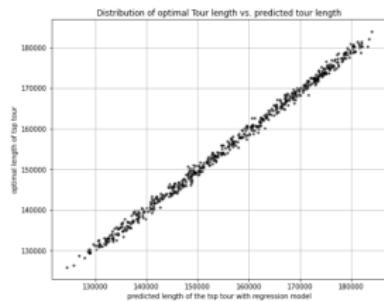
Entscheidungsbaum



$$r_2 \text{ value} = 0.99200$$



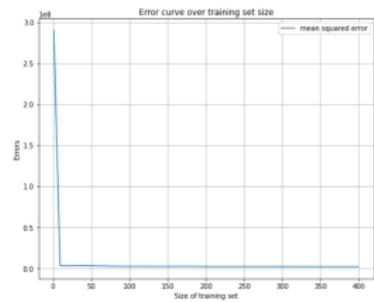
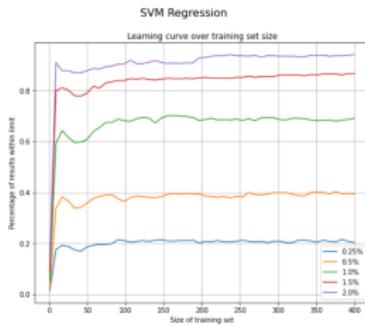
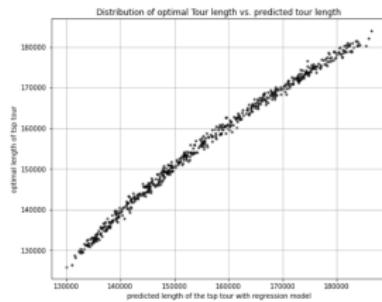
Neuronales Netzwerk



$$r_2 \text{ value} = 0.99534$$



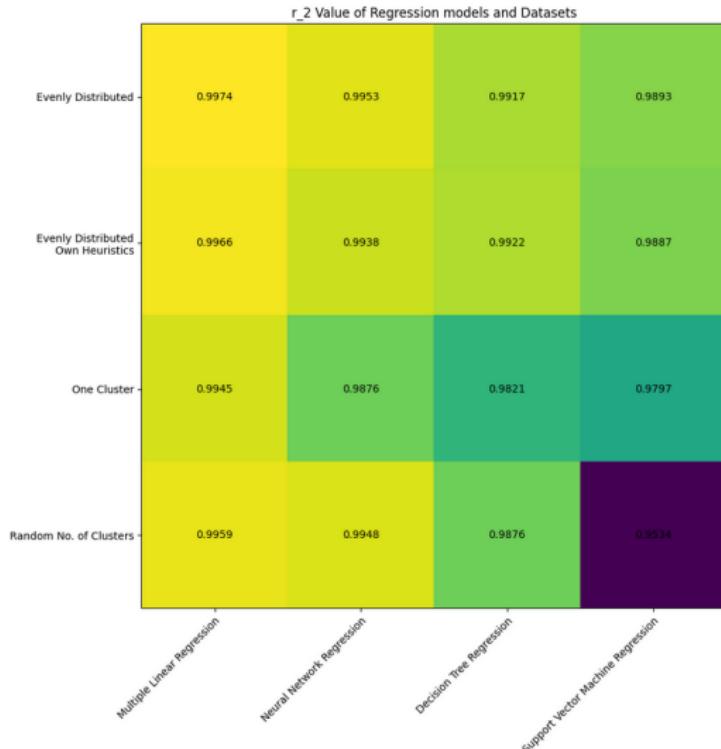
SVM Regression



$$r_2 \text{ value} = 0.98930$$



Regressionsvergleich



Vergleich mit Primärquellen

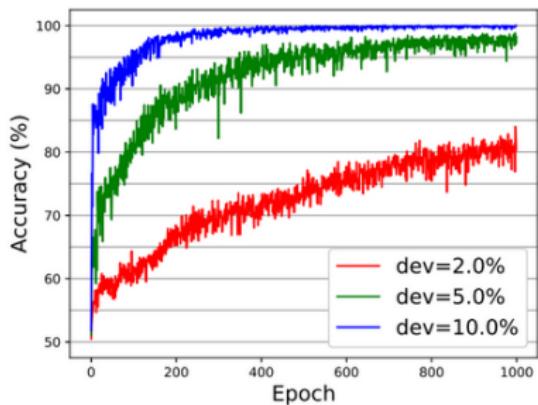


Abbildung: Prates et. Al. 2018,
S.4736, GNN trainiert auf
gleichverteilten Daten

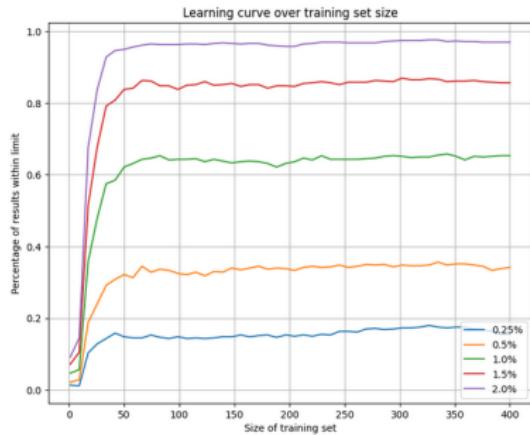


Abbildung: Lernkurve für
Datensätze mit mehreren
Clusterzentren

Wichtigste Aussagen

- Präzise Ergebnisse bei geringer Abweichung
- Hohe Verlässlichkeit der Vorhersage
- Reduzierte Komplexität im Vergleich zu GNNs
- MLR am besten geeignet



Reflexion

- Umgang mit Trainingsdaten
 - Bessere Planung benötigter Daten
- Arbeit mit Quellen



- <https://physics.aps.org/articles/v10/s32>
- M. Göhring, “*Lösen von Decision-TSP mittels Techniken des maschinellen Lernens: Implementierung und Leistungsanalyse*”, Bachelorarbeit, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg , 2023.
- M. Prates, P. Avelar, H. Lemos, L. Lamb, and M. Vardi, “*Learning to Solve NP-Complete Problems - A Graph Neural Network for Decision TSP.*” arXiv, Nov. 16, 2018. Aufgerufen am: Nov. 27, 2023. [Online]. Link: <http://arxiv.org/abs/1809.02721>
- P. Becker, “*TSP Dataset.*” [Online]. Link
<https://www2.inf.h-brs.de/~pbecke2m/tmp/tspjson.tar.gz>
- P. Becker, “*TSP Heuristiken.*” [Online]. Link:
<https://www2.inf.h-brs.de/~pbecke2m/tmp/tspset1.tar.gz>

Github Repository mit Datenanalyse:

<https://github.com/paulbrenker/decision-tsp>



Fragen

