

```
    for (; o > i; i++)
      if (r = t.call(e[i], i, e[i]), r === !1) break
    } else
      for (i in e)
        if (r = t.call(e[i], i, e[i]), r === !1) break;
    return e
  },
  trim: b && !b.call("\uffeff\u00a0") ? function(e) {
    return null == e ? "" : b.call(e)
  } : function(e) {
    return null == e ? "" : (e + "").replace(C, "")
  },
  makeArray: function(e, t) {
```

Machine Learning *in Kombination mit* Operations Research

Ein Überblick und Ausblick

I³-Lab Business Analytics in Maritime Logistics

Jorin Dornemann, M.Sc.
Prof. Dr. Anusch Taraz
Institut für Mathematik



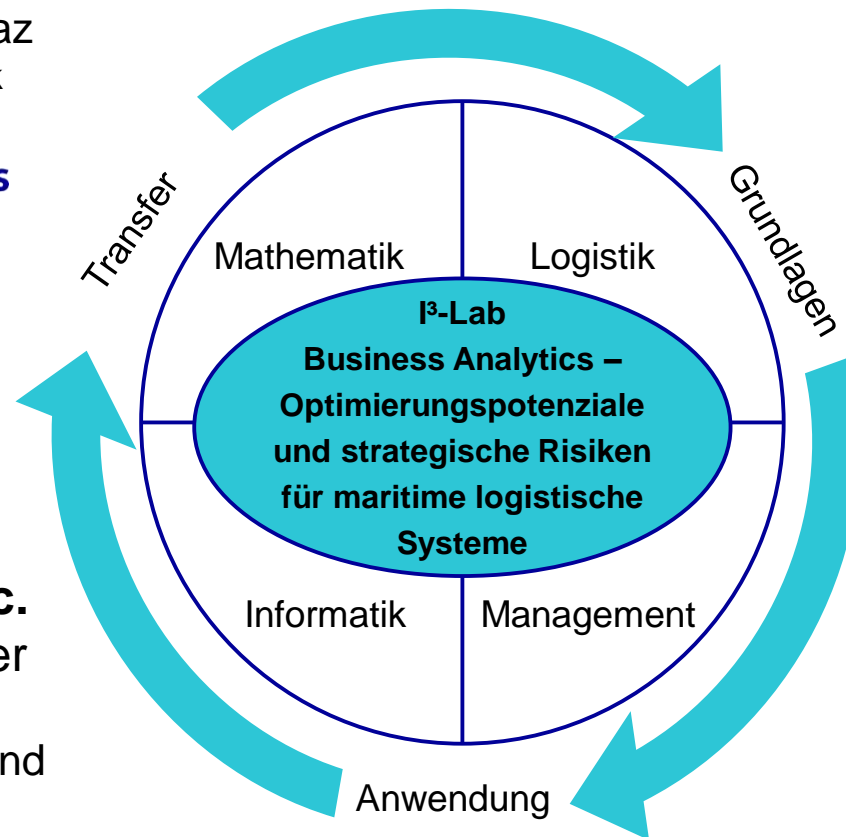
Hannah Pache, M.Sc.
Prof. Dr. Carlos Jahn
Institut für Maritime Logistics



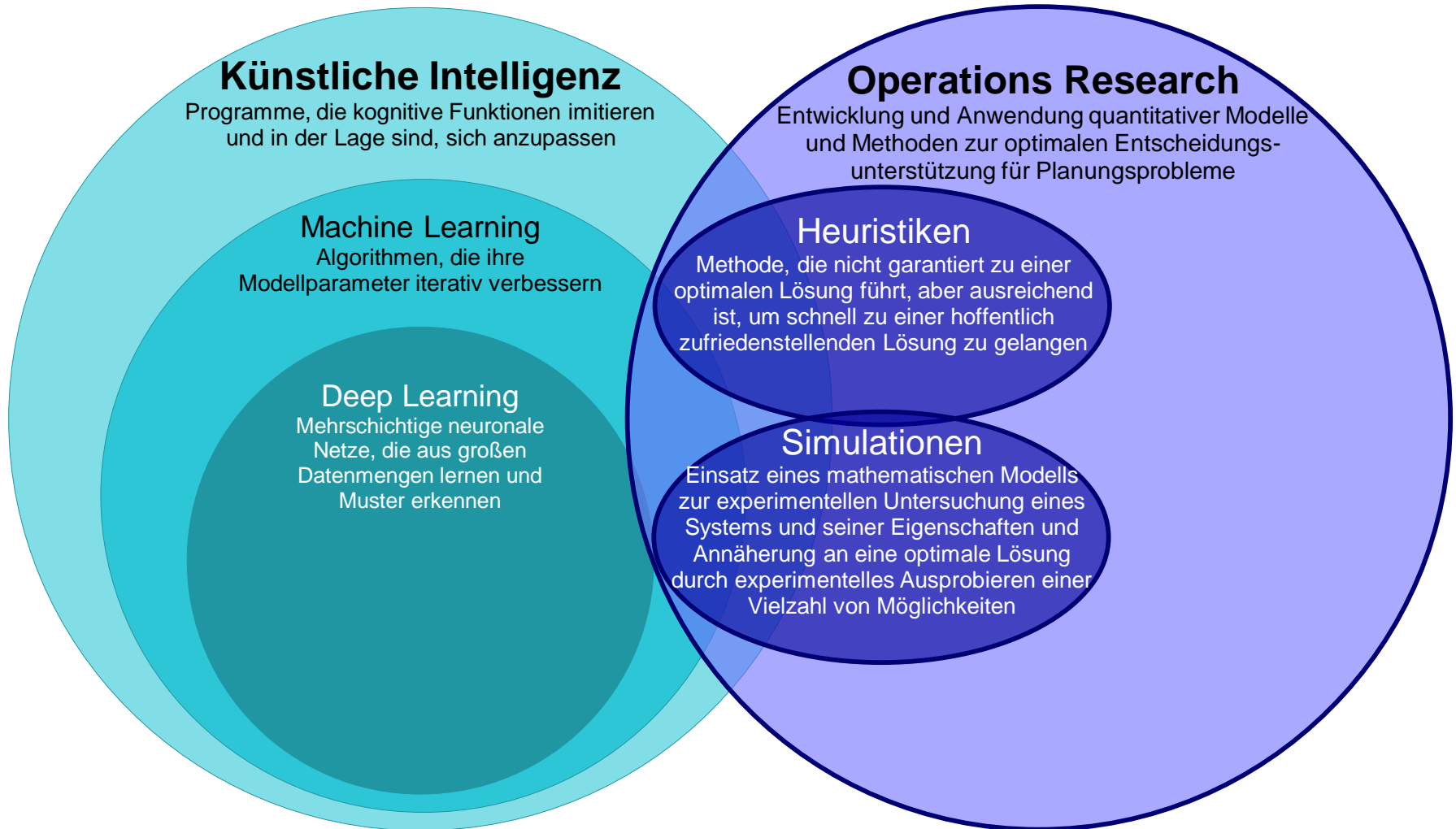
Nicolas Rückert, M.Sc.
Prof. Dr. Kathrin Fischer
Institut für Quantitative
Unternehmensforschung und
Wirtschaftsinformatik



Pauline Reinecke, M.Sc.
Prof. Dr. Thomas Wrona
Institut für Strategisches &
Internationales Management



Abgrenzung von Operations Research und Künstlicher Intelligenz



Bengio, Lodi, Prouvost, 2018; Le Roux, Bengio, Fitzgibbon, 2011; Bishop, 2006; Mohri, Rostamizadeh and Talwalkar 2012; Werners 2013; Suhl, Mellouli 2013

Verknüpfung von Operations Research und Künstlicher Intelligenz

Ende-zu-Ende Lernen

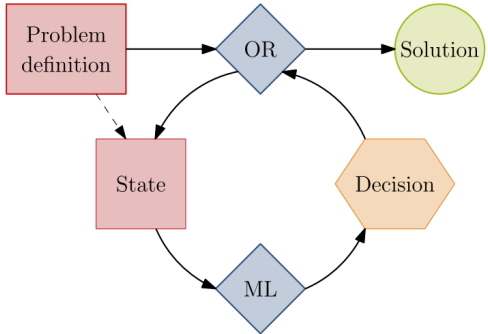
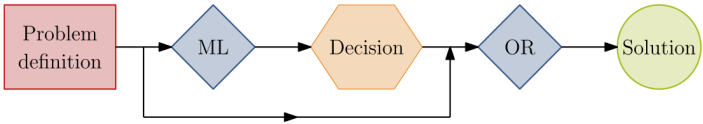
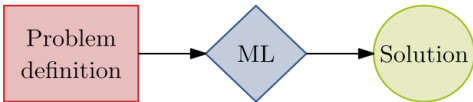
- Nutzung von KI, um eine Lösung direkt aus der Problemdefinition zu entwickeln

Lernen von Eigenschaften für ein Optimierungsproblem

- KI wird verwendet, um vor der eigentlichen Optimierung weitere Informationen für die Parametrisierung zu generieren

Machine Learning im Austausch mit Operations Research

- OR-Verfahren fordert wiederholt maschinelle Lernverfahren zur weiteren Optimierung



Bengio, Lodi, Prouvost, 2018

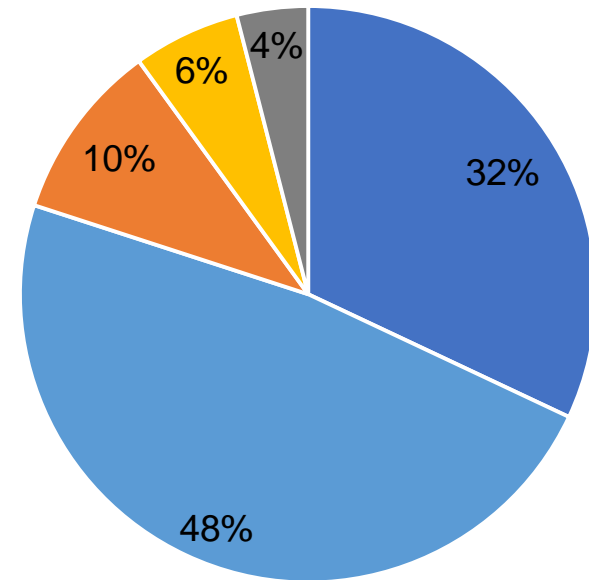
Ergebnisse des Literature Review

- Themen

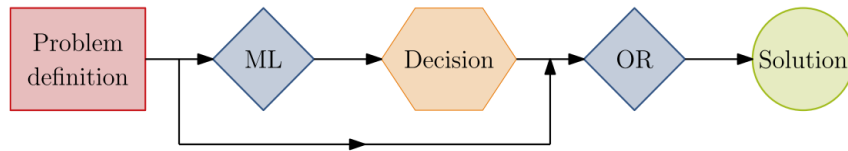


- Zeithorizont: 2010 bis März 2020
- Datenbanken: Scopus, Web of Science, IEEE and arxiv
- N=50
- Planungsprobleme der maritimen Logistik
 - Routing der Schiffe
 - Liegeplatz- und Terminalplanung
 - Hinterlandlogistik

Kombination von OR and AI



- Ende-zu-Ende Lernen (Heuristiken)
- Ende-zu-Ende Lernen
- Lernen von Eigenschaften für ein Optimierungsproblem
- Machine Learning im Austausch mit Operations Research
- Nicht spezifiziert



Anwendungsgebiete in der maritimen Logistik

- Vorhersage der geschätzten Ankunftszeit (ETA) des Schiffes unter Verwendung von AIS-Daten
→ Optimierung von Liegeplätzen
- Prognose von Fahrzeiten auf dem Straßennetz
→ Optimierung von Routen und Austausch von Kundenaufträgen

Vorbereitung

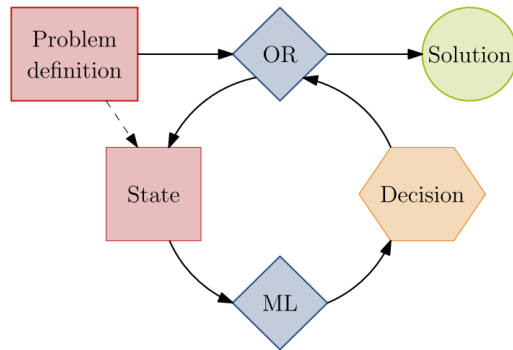
- AIS Daten filtern
- AIS Daten aufteilen in Trainings- und Testdaten

Machine Learning

- k-Nearest-Neighbor
- Decision Tree
- Lineare Regression

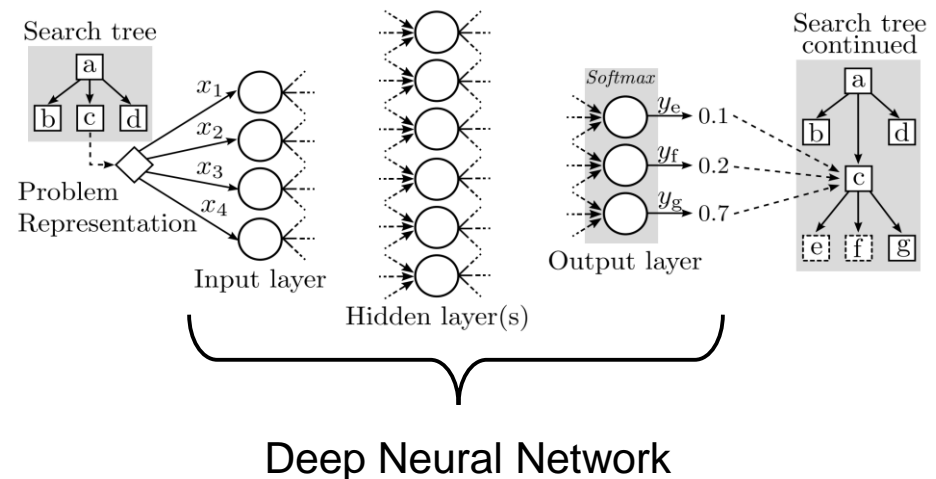
Optimierung

- Überführung in drei Szenarien
- Robuste Liegeplatzplanung (ro-BAPC)



Anwendungsgebiete in der maritimen Logistik

- Hottung et al. 2020:
 Container Pre-marshalling Problem (CPMP)
 Kombination eines Tree Search Ansatzes
 mit Deep Learning
 ➔ Unterstützung der Heuristik durch DNNs
 Übertrifft gängige CPMP-Heuristiken
- Trampschiffrouting Problem
 Kostenreduziertes Routing von Schiffen
 ➔ Deep Learning zur Unterstützung von
 Heuristiken




```
    for (; o > i; i++)
      if (r = t.call(e[i], i, e[i]), r === !1) break
    } else
      for (i in e)
        if (r = t.call(e[i], i, e[i]), r === !1) break;
    return e
  },
  trim: b && !b.call("\uffeff\u00a0") ? function(e) {
    return null == e ? "" : b.call(e)
  } : function(e) {
    return null == e ? "" : (e + "").replace(C, "")
  },
  makeArray: function(e, t) {
```

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Mehr Informationen zum Projekt: <https://www2.tuhh.de/i3-ba-ml/>

E-Mail: Nicolas.Rueckert@tuhh.de