

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....II

Inhaltsverzeichnis III

Abbildungsverzeichnis V

Tabellenverzeichnis IX

Abkürzungsverzeichnis XI

Symbolverzeichnis XIII

1 Einleitung 1

1.1 Motivation und Problemstellung..... 1

1.2 Forschungsgegenstand und Ziele 3

1.2.1 Konkretisierung Forschungsgegenstand.....3

1.2.2 Ableitung Zielstellung und Forschungsfragen.....5

1.3 Forschungsdesign..... 6

1.4 Aufbau der Arbeit..... 7

2 Theoretische Grundlagen – Stand der Technik 8

2.1 Erläuterung zentraler Begrifflichkeiten zum Thema..... 8

2.2 Funksignale & Beacon-Technologie..... 8

2.2.1 Bluetooth8

2.2.2 Bluetooth Low Energy (BLE)9

2.2.3 Beacon-Technologie.....10

2.2.4 Signalausbreitungsmodell und Signaldämpfung12

2.2.5 Signalglättung.....17

2.3 Maschinelles Lernen: Mustererkennung 19

2.3.1 Unüberwachtes Lernen19

2.3.2 Überwachtes Lernen20

2.3.3 Bewertungskriterien.....22

2.4 Systematische Literaturanalyse 24

3 Vorbetrachtung zum entwickelten Lösungsansatz 26

3.1 Sukzessiver Ablauf des Lösungsansatz..... 26

3.2 Modulare Systemkomponenten..... 27

3.3 Generierung Datenbasis & Datengüte..... 28

3.3.1 Technologieauswahl & Konfiguration.....28

3.3.2 Datenaufnahme32

3.3.3 Herausforderung Datenqualifizierung36

3.3.4 Zusammenfassende Maßnahmenableitung.....43

4 Lösungsansatz zur automatisierten Zuordnung von BLE-Signalstärkedaten zu logistischen Prozessen 44

4.1 Zielstellung & Anforderungen 44

III

- 4.2 Definition intralogistische Referenz-Prozesskette45
- 4.3 Überblick Klassifizierungsalgorithmen zur Prozessklassifizierung47
 - 4.3.1 Literaturüberblick zur Algorithmenauswahl 47
 - 4.3.2 Detaillierung ausgewählter Klassifizierungsalgorithmen 51
- 4.4 Evaluierung & Auswahl ML-Algorithmen60
 - 4.4.1 Versuchsaufbau..... 60
 - 4.4.2 Analyse und Bewertung Klassifizierungsalgorithmen..... 63
 - 4.4.3 Zusammenfassung 70
- 4.5 Verbesserung Klassifizierungsgenauigkeit71
 - 4.5.1 Methodenauswahl zur Erhöhung der Klassifikationsgenauigkeit..... 71
 - 4.5.2 Umsetzung einer automatisierten Hyperparameteroptimierung zur Verbesserung der Klassifizierungsergebnisse..... 76
 - 4.5.3 Lösungsansatz zur Einbeziehung von Logikbeziehungen 104
 - 4.5.4 Zusammenfassung 111
- 4.6 Kritische Würdigung des Lösungsansatzes.....113
- 5 Zusammenfassung und Ausblick117
 - 5.1 Zusammenfassung.....117
 - 5.2 Ausblick & weitere Forschungsfelder.....122
- Literaturverzeichnis.....124
- Anhang144