

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	1
1.1. Motivation	2
1.2. Problemstellung	3
1.3. Zielsetzung	4
1.4. Aufbau	5
2. Wissenschaftliche Grundlagen und Stand der Technik	6
2.1. Grundlagen des Qualitätsmanagements	7
2.1.1. Qualitätsbegriff	7
2.1.2. Qualitätsmanagementsysteme	8
2.1.3. Qualitätskosten	9
2.2. Prädiktives Qualitätsmanagement	13
2.2.1. Eingrenzung und Definition des Betrachtungsbereichs	13
2.2.2. Prädiktive Analyseverfahren	15
2.2.3. Reifegrade von Analytics-Verfahren und Qualitätsmaßnahmen .	17
2.2.4. Potenzial von Predictive Testing in der Automobilindustrie . .	18
2.3. Qualitätsvorhersagen in der Produktion mit Fokus Automobilindustrie	20
2.3.1. Identifikation relevanter Arbeiten	20
2.3.2. Schema zur Analyse und Bewertung der Arbeiten	21
2.3.3. Analyse relevanter Arbeiten aus der Automobilindustrie	22
2.3.4. Ergebnis der Bewertung der Arbeiten zur Qualitätsvorhersage .	26
2.4. Grundlagen des Machine Learning	29
2.4.1. Einführung in die Künstliche Intelligenz	29
2.4.2. Drei Arten des Machine Learning	31
2.4.3. Algorithmen des überwachten Lernens	33
2.4.4. Möglichkeiten zur Leistungsevaluierung	39
2.5. Machine Learning Vorgehensmodelle	44
2.5.1. Identifikation relevanter Machine Learning Vorgehensmodelle .	44
2.5.2. Schema zur Analyse und Bewertung von Machine Learning Vorgehensmodellen	45
2.5.3. Analyse relevanter Machine Learning Vorgehensmodelle	46
2.5.4. Ergebnis der Bewertung von Machine Learning Vorgehensmo- dellen	53
2.6. Forschungsbedarf und Forschungsfrage	54

3. Entwicklung des neuen Vorgehensmodells DZKI-PQ	56
3.1. Zielsetzung, Aufbau und Inhalt des Vorgehensmodells DZKI-PQ	57
3.1.1. Zielsetzung des Vorgehensmodells DZKI-PQ	57
3.1.2. Aufbau des Vorgehensmodells DZKI-PQ	58
3.2. Anwendungsfall	59
3.2.1. Definition des Geschäftsziels	59
3.2.2. Definition des Projektziels	59
3.2.3. Transfer des Projektziels in einen Machine Learning Ansatz	60
3.2.4. Bewertung der Eignung einer Machine Learning Anwendung	60
3.2.5. Definition der Machine Learning Aufgabenstellung	61
3.2.6. Festlegung des IT- und ML-Setups	61
3.3. Datengrundlage	62
3.3.1. Identifikation und Bewertung der Zieldatenquelle	62
3.3.2. Anforderungsanalyse zur Definition von Zielgrößen	63
3.3.3. Identifikation und Bewertung der Eingangsdatenquellen	64
3.3.4. Anforderungsanalyse zur Selektion von Merkmalen	64
3.3.5. Synthese der Eingangs- und Zieldaten	65
3.4. Datenverständnis	65
3.4.1. Ermittlung der Eigenschaften der Merkmale	65
3.4.2. Analyse der Konsistenz der Merkmale	66
3.4.3. Analyse der Validität der Merkmale	68
3.4.4. Analyse der Qualität der Zielgröße	69
3.5. Datenentwicklung	69
3.5.1. Identifikation von Ursachen mit Fachexperten	69
3.5.2. Ableitung von Merkmalen auf Basis von Hypothesen	70
3.6. Datenanalyse	71
3.6.1. Ermittlung der individuellen Verteilung der Merkmale	72
3.6.2. Klärung der Abhängigkeiten unter Merkmalen	72
3.6.3. Klärung der Abhängigkeit zw. Merkmalen und der Zielgröße	72
3.6.4. Selektion von Merkmalen als Prädiktoren	73
3.7. Datenaufbereitung	73
3.7.1. Analyse der Eigenschaften des Datensatzes	74
3.7.2. Vektorisierung des Datensatzes	74
3.7.3. Einteilung in Trainings- und Testdatensatz	76
3.8. Modellierung	77
3.8.1. Selektion geeigneter Algorithmen	77
3.8.2. Initialisierung und Optimierung von Hyperparametern	77
3.9. Evaluierung	78
3.9.1. Festlegung von Evaluierungsmetriken	78
3.9.2. Beurteilung der Leistungsfähigkeit	79
3.9.3. Darstellung und Interpretation der Ergebnisse	79
4. Anwendung und Bewertung des neuen Vorgehensmodells DZKI-PQ	81
4.1. Machine Learning zur Qualitätssteigerung in der Fahrzeugmontage	82
4.1.1. Anwendung des Vorgehensmodells DZKI-PQ	82
4.1.2. Versuchsaufbau	83
4.1.3. Predictive Testing zur Optimierung der Produktqualität	83

4.2.	Qualitätsoptimierung in der Fahrzeugmontage	85
4.2.1.	Optimierung der Produktqualität	85
4.2.2.	Optimierung der Effizienz von Qualitätsprüfungen	86
4.2.3.	Konzeption Fahrzeug-individueller Qualitätsprüfungen	86
4.2.4.	Machine Learning zur Dynamisierung der Prüfstrategie	87
4.2.5.	Binäre Klassifikation zur Vorhersage von Prüfergebnissen	88
4.2.6.	Python als Projektsetup	88
4.3.	Integration der Produkt-, Prozess- und Qualitätsdaten	89
4.3.1.	Identifikation von Datenquellen der Geräuschprüfung	89
4.3.2.	Selektion relevanter Ergebnisse der Geräuschprüfung	90
4.3.3.	Identifikation von Datenquellen der Produkt- und Prozessdaten	91
4.3.4.	Selektion potenzieller Produkt- und Prozessmerkmale	91
4.3.5.	Erstellung eines finalen Datensatzes	92
4.4.	Analyse der Charakteristika der Produkt- und Prozessmerkmale	93
4.4.1.	Analyse der Eigenschaften der Produkt- und Prozessmerkmale .	93
4.4.2.	Analyse der Konsistenz der Produkt- und Prozessmerkmale .	94
4.4.3.	Analyse der Validität der Produkt- und Prozessmerkmale . . .	95
4.4.4.	Analyse der Qualität der Ergebnisse der Geräuschprüfung . .	95
4.5.	Entwicklung neuer Merkmale durch Integration von Domänenwissen .	96
4.5.1.	Ishikawa-Diagramm zur Identifikation von Ursachen	96
4.5.2.	Einsatz von Experten zur Entwicklung neuer Merkmale	98
4.6.	Identifikation und Selektion relevanter Prädiktoren	99
4.6.1.	Statistische Verteilungen der Produkt- und Prozessdaten	100
4.6.2.	Erstellung einer Abhängigkeits- und Korrelationsmatrix	101
4.6.3.	Verwendung von statistischen Hypothesentests	104
4.6.4.	Finale Selektion der Merkmale	109
4.7.	Entwicklung und Aufbereitung der Datensätze	109
4.7.1.	Entwicklung der Datensätze	109
4.7.2.	Binning und One-Hot-Encodierung	111
4.7.3.	Stratifizierte k-fache Kreuzvalidierung	113
4.8.	Modellbildung zur Prädiktion von Prüfergebnissen	113
4.8.1.	Logistische Regression und Random Forest	113
4.8.2.	Verwendung standardisierter Machine Learning Modelle . . .	114
4.9.	Modellbewertung zur Qualitätssteigerung in der Fahrzeugmontage .	114
4.9.1.	Anwendung der Schwellenwert-Methode	114
4.9.2.	Precision-Recall-Kurve und Konfusionsmatrix	116
4.9.3.	Potenzial zur Qualitätssteigerung	120
5.	Zusammenfassung und Ausblick	122
5.1.	Zusammenfassung	123
5.2.	Ausblick	125
Literatur		126
A. Anhang		137
A.1.	Literaturreview	138
A.2.	Vorgehensmodell DZKI-PQ	140
A.3.	Datenqualität	142
A.4.	Datensatz	143

A.5. Python Code	144
----------------------------	-----