

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	v
Abstract.....	vii
Inhaltsverzeichnis	i
Abkürzungen.....	v
Tabellen.....	vii
Abbildungen.....	viii
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation und Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung.....	4
1.3 Vorgehensweise und Forschungsdesign.....	6
2 Rahmenbedingungen.....	10
2.1 Stand der Forschung.....	11
2.1.1 Produktlebenszyklus.....	11
2.1.2 Digital Model.....	15
2.1.3 Prototypen	24
2.1.4 Digital Twin	29
2.2 Stand Volkswagen Nutzfahrzeuge (Versuchsumgebung)	33
2.2.1 Produktlebenszyklus.....	35
2.2.2 Digital Model.....	37
2.2.3 Prototypen	40
2.3 Zusammenfassung und Erkenntnisinteresse	42
3 Synthese	44
3.1 Randbedingungen.....	45
3.2 Entwicklung eines Framework.....	47
3.2.1 Entwicklungs eines Framework auf Ebene des Produktlebenszyklus.....	48
3.2.2 Entwicklungs eines Framework auf Ebene des Digital Model.....	48
3.2.3 Entwicklungs eines Framework auf Ebene der Prototypen.....	49

3.2.4	Zusammenfügen der Ebenen zu einem Framework	49
3.3	Anforderungsanalyse	52
3.3.1	Anforderung 1: Prototypen mit Komponenten fremder Produktfamilien ..	55
3.3.2	Anforderung 2: Erweiterung einer Integrationsstufe um neue Varianten	57
3.3.3	Anforderung 3: Wahlweise Übernahme neuer Mechanikkomponenten des Digital Model in die Prototypen	59
3.3.4	Anforderung 4: Wahlweise Übernahme neuer Elektrik/Elektronik-Hardwarekomponenten des Digital Model in die Prototypen.....	63
3.3.5	Anforderung 5: Wahlweise Übernahme neuer Elektrik/Elektronik-Softwarekomponenten des Digital Model in die Prototypen	66
3.3.6	Anforderung 6: Wahlweise Übernahme neuer Zieldatencontainern im Digital Model in die Prototypen	68
3.3.7	Anforderung 7: Wahlweise Übernahme des Variantenmanagements aus dem Digital Model in die Prototypen	70
3.4	Datensammlung Instanziierungsmethode	72
3.4.1	Instanziierungsmethode 1: Produktstruktur des Digital Model als Basis .	74
3.4.2	Instanziierungsmethode 2: Produktstruktur-Freeze zu Beginn einer Integrationsstufe	76
3.4.3	Instanziierungsmethode 3: Produktstruktur-Freeze am Ende einer Integrationsstufe	78
3.4.4	Instanziierungsmethode 4: Sukzessiver Aufbau der Produktstruktur.....	80
3.5	Datenanalyse der Instanziierungsmethoden in Versuchsumgebung.....	82
3.5.1	Datenanalyse der Instanziierungsmethode 1: Produktstruktur des Digital Model als Basis.....	83
3.5.2	Datenanalyse der Instanziierungsmethode 2: Produktstruktur-Freeze zu Beginn einer Integrationsstufe	85
3.5.3	Datenanalyse der Instanziierungsmethode 3: Produktstruktur-Freeze am Ende einer Integrationsstufe	87
3.5.4	Datenanalyse der Instanziierungsmethode 4: Sukzessiver Aufbau der Produktstruktur.....	88
3.5.5	Zusammenfassung und Dateninterpretation.....	90
3.6	Entwicklung einer Instanziierungsmethode	91
3.6.1	Entwicklung einer Instanziierungsmethode auf Ebene des Produktlebenszyklus	93
3.6.2	Entwicklung einer Instanziierungsmethode auf Ebene des Digital Model	98
3.6.3	Entwicklung einer Instanziierungsmethode auf Ebene der Prototypen .	100
3.6.4	Zusammenfassung	101

3.7	Validierung der Instanziierungsmethode anhand der Anforderungen	105
3.7.1	Validierung Anforderung 1: Prototypen mit Komponenten fremder Produktfamilien	105
3.7.2	Validierung Anforderung 7: Wahlweise Übernahme des Variantenmanagements im Digital Model in die Prototypen.....	106
3.7.3	Zusammenfassung	108
3.8	Optimierung der Instanziierungsmethode auf Basis der Validierung	109
3.8.1	Optimierung 1: Komponenten fremder Produktfamilien	109
3.8.2	Optimierung 2: Übernahme von Änderungen im Variantenmanagement.....	113
3.8.3	Optimierung 3: Keine Übernahme von Änderungen im Variantenmanagement.....	114
3.9	Abschließende Validierung der optimierten Instanziierungsmethode	117
4	Abstraktion der Synthese.....	119
4.1	Propositio major: Bei Volkswagen Nutzfahrzeuge kann mithilfe des in dieser Arbeit hergeleiteten Ansatzes ein Digital Twin in der As Designed-Phase dynamisch instanziiert werden	119
4.2	Propositio minor: Volkswagen Nutzfahrzeuge ist repräsentativ für die Grundgesamtheit der Automobilindustrie	120
4.2.1	Analyse der ursächlichen Merkmale und Ausprägungen des Forschungsbedarfs	120
4.2.2	Überprüfung der Verteilung der Merkmalsausprägungen in der Automobilindustrie	122
4.3	Conclusio: In der Automobilindustrie kann mithilfe dem in dieser Arbeit hergeleiteten Ansatz ein Digital Twin in der As Designed-Phase dynamisch instanziiert werden	127
5	Kritische Würdigung.....	129
5.1	Kritische Würdigung der Modifikation der <i>Spiral of Applied Research</i>	129
5.2	Kritische Würdigung des induktiven Forschungsansatzes dieser Arbeit ..	133
5.3	Zusammenfassung.....	135
6	Fazit und Ausblick.....	136
6.1	Fazit	136
6.1.1	Fazit zur ersten Zielsetzung: Relevanz und Erkenntnisinteresse zur Instanziierung von Digital Twins in der As-Designed-Phase	137
6.1.2	Fazit zur zweiten Zielsetzung.....	141
6.1.3	Fazit zur dritten Zielsetzung.....	145

6.2	Ausblick.....	149
6.2.1	Ausblick Instanziierung: Hardwaregetriebene Prozesse.....	150
6.2.2	Ausblick Anwendung: Anwendungsfallbezogene Daten.....	151
6.2.3	Ausblick Feedback: Rekonfiguration.....	152
6.2.4	Ausblick In-The-Loop: Integration MBSE.....	153
	Literaturverzeichnis	155
	Betreute Abschlussarbeiten	162
	Lebenslauf.....	163