

# I Inhaltsverzeichnis

I	Inhaltsverzeichnis.....	i
II	Formelzeichen und Abkürzungen.....	iii
III	Abbildungsverzeichnis.....	vii
IV	Tabellenverzeichnis.....	xv
1	Einleitung .....	1
1.1	Motivation .....	1
1.2	Zielstellung und Forschungsfrage .....	3
1.3	Forschungsmethodik und Aufbau der Arbeit .....	4
1.3.1	Forschungsmethodik .....	4
1.3.2	Aufbau der Arbeit .....	5
2	Umwelt.....	7
2.1	Definition Einzel- und Kleinserienfertigung .....	7
2.2	Unternehmensziele Einzel- und Kleinserienfertigung .....	9
2.3	Auftragsabwicklungsprozess Einzel- und Kleinserienfertigung .....	10
2.4	Produktionsplanung und -steuerung in der Einzel- und Kleinserienfertigung .....	12
3	Wissensbasis .....	15
3.1	Echtzeit-Lokalisierungssystem .....	15
3.1.1	Echtzeitsystem .....	15
3.1.2	Module eines Echtzeit-Lokalisierungssystems.....	15
3.1.3	Architektur eines Echtzeit-Lokalisierungssystems .....	16
3.1.4	Klassifizierung von Echtzeit-Lokalisierungssystemen .....	17
3.2	Bluetooth Low Energy.....	18
3.2.1	Bluetooth Low Energy Protokollstapel .....	19
3.2.2	Bluetooth Low Energy Beacons.....	24
3.3	Lokalisierungsmethoden .....	27
3.3.1	Signalstärke .....	28
3.3.2	Proximity .....	29
3.3.3	Lateration .....	30
3.3.4	Triangulation .....	31

3.3.5	Fingerprinting .....	33
3.4	Fazit zur Wissensbasis .....	34
<b>4</b>	<b>Gestaltungsorientierte Forschung .....</b>	<b>37</b>
4.1	Konkretisierung des Anwendungsbereichs.....	37
4.2	Definition eines Indoor Echtzeit-Lokalisierungssystems .....	39
4.2.1	Hardwarearchitektur .....	41
4.2.2	Softwarearchitektur .....	42
4.3	Einflussgrößen auf das Indoor Echtzeit-Lokalisierungssystem .....	45
4.3.1	Voruntersuchung potenzieller Einflussgrößen im Laborumfeld .....	49
4.3.2	Untersuchung potenzieller Einflussgrößen im Produktionsumfeld .....	54
4.3.3	Untersuchung potenzieller Einflussgrößen im Laborumfeld .....	63
4.4	Leistungsfähigkeit des Indoor Echtzeit-Lokalisierungssystems .....	71
4.4.1	Festlegung der Lokalisierungsmethode .....	72
4.4.2	Untersuchung der Leistungsfähigkeit.....	78
4.4.3	Ergebnisse der Untersuchung .....	95
4.4.4	Fazit zur Leistungsfähigkeit des Indoor Echtzeit-Lokalisierungssystems .....	105
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>107</b>
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>111</b>
<b>V</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>119</b>