

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
2.	Computer- und roboterassistierte orthopädische Chirurgie.....	4
2 1	Passive Assistenzsysteme	5
2 2	Robotische Assistenzsysteme	6
2 2 1	Semi-aktive und synergistische Systeme	8
2 2 2	Miniaturisierte Systeme	10
2 3	Fazit	18
3.	Anwendungsbeispiel minimal-invasive unikondyläre Kniearthroplastik	21
3 1	Anatomie des Kniegelenks	21
3 2	Medizinische Indikation	22
3 3	Operationstechniken	23
3 3 1	Konventionelle Technik	23
3 3 2	Computer- und roboterassistierte Ansätze	25
4.	Ansatz eines teilstabilisierten, handgehaltenen Roboters	28
4 1	Mechanische Stabilisierung handgehaltener Instrumente zur spanenden Materialbearbeitung	28
4 2	Ansatz eines handgehaltenen, abgestützten Roboters	31
4 3	Nutzungsprozess und Sicherheit	34
4 4	Systemanforderungen	37
4 4 1	Sicherheit	38
4 4 2	Effektivität	38
4 4 3	Effizienz	42
4 4 4	Kräfte	44
4 4 5	Ergonomie	45
4 4 6	Weitere Anforderungen	47
4 5	Hypothesen der Arbeit	48
5.	Voruntersuchungen	49
5 1	Gestaltung des Frasprozesses	49
5 1 1	Kenngroßen und Kräfte	50
5 1 2	Schwingungen an spanenden Werkzeugmaschinen	53
5 1 3	Bedeutung der Bahnsteuerung für die Prozessoptimierung	55
5 1 4	Fazit	57
5 2	Bewegungen und Stabilisationsvermögen des menschlichen Hand-Arm-Systems	57
5 2 1	Unwillkürliche Bewegungen des Hand-Arm-Systems	58
5 2 2	Reaktion des Hand-Arm-Systems auf externe Störungen	60
5 2 3	Fazit	62
5 3	Positionierung von Roboter und Abstützung zum Knochen	63
5 3 1	Indirekte mechanische Abstützung	64
5 3 2	Körperhaltung bei der Nutzung des Roboters	66
5 3 3	Bearbeitungsstrategien	68
5 3 4	Fazit	75
5 4	Gestaltungsparameter von Roboter und Abstützung	76
5 4 1	Statische Betrachtung Hebelarme und Lagerreaktionen	76
5 4 2	Dynamische Betrachtung Schwingungsreduktion	79
5 4 3	Fazit	84

5 5	Zusammenfassung spezifischer Anforderungen	85
5 6	Möglichkeiten der Systemmodellierung	86
6.	Konzept und Funktionsmuster des handgehaltenen Roboters	89
6 1	Hygienekonzept	89
6 2	Kinematische Struktur des Roboters	91
6 3	Konzepte zur Abstutzung	93
6 4	Funktionsmuster	98
7.	Evaluierung	103
7 1	Stabilisierungswirkung der Abstutzung	103
7 2	Bearbeitungsgenauigkeit im Laborversuch	106
7 3	Intraoperativer Gebrauch	115
7 4	Fazit	119
8.	Diskussion und Ausblick	120
Literaturverzeichnis		I
Referenzen		I
Zugehörige studentische Arbeiten		XL
Begriffe und Abkürzungen		XLI
Formelzeichen		XLII
Anhang		XLIII
Anhang I	Bearbeitungsstrategien	XLIII
Anhang II	Steifigkeit des Roboters	XLVIII
Anhang III	Steifigkeit und Spiel des Frasinstrument	XLIX
Anhang IV	Verfahrdynamik des Roboters	L
Anhang V	Vorversuche mit verschiedenen Abstutzungsvarianten	LVI