

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen/Theorie	5
2.1	Biologische Grundlagen	5
2.1.1	Nervenzelle und Aktionspotential	5
2.1.2	Klassifizierung bioelektrischer Signale	8
2.2	Schaltungstechnische Grundlagen	11
2.2.1	MOSFET Skalierung	11
2.2.2	Analoger Schaltungsentwurf	13
3	Spezifikation und Systementwurf	15
3.1	Neurowissenschaftliche Fragestellung	15
3.2	Spezifikation und Systementwurf des Implantats	17
3.3	Unipolare vs. Differentielle Messsysteme	22
3.4	ADC Spezifikation	24
3.5	Kabelgebundene Übertragungstechnik	29
3.5.1	Fehlerarten in kabelgebundener Kommunikation	30
3.5.2	Asymmetrische und Differentielle Datenübertragung	30
3.5.3	SPI-Kommunikation	32
3.5.4	Reed-Solomon-Fehlerkorrektur	32
3.5.5	Messungen und Analysen	37
4	Integrierter Schaltkreis	41
4.1	Spezifikation und Systemdesign	41
4.2	Vorverstärker	47
4.3	Multiplexer	54
4.4	Nachverstärker	55

4.5	Analog-zu-Digital-Wandler	57
4.6	Digitaler Block	59
4.6.1	Konfigurationsregister	59
4.6.2	SPI-Schnittstelle	60
4.6.3	Fehlerkorrekturmodul	63
4.6.4	Frequenztaktmodul	64
4.7	Layout des integrierten Schaltkreises	65
5	Analyse des integrierten Schaltkreises	67
5.1	Rauschanalyse SNR vs. ENOB	67
5.1.1	SNR-Analyse	68
5.1.2	Ergebnis und Schlussfolgerungen	70
6	Implantat	73
6.1	Systemdesign	73
6.2	Elektrodenmesskopf	74
6.2.1	Flexelektrode	75
6.2.2	Mechanische Entkopplung	77
6.3	Integrierter Schaltkreis - System-on-PCB	78
6.4	SPI-Steckverbinder	81
6.5	Passive Bauelemente	83
6.6	Implantat-Design	84
7	Neuronales Datenaufnahmesystem	89
7.1	Spezifikation und Systemdesign	90
7.2	Das neuronale Datenaufnahmeboard	91
7.3	Das Steuerungsprogramm	93
7.4	FPGA Implementierung mit SPI-Master	95
7.5	User-Interface	97
7.5.1	Anzeige mit Neuroscope	97
7.5.2	Anzeige mit Matlab	97
7.5.3	Anzeige mit OpenEphys Interface	98
8	Messungen und Ergebnisse	101
8.1	Integrierter Schaltkreis	101
8.2	Implantation bei 12 Tage alten Mäusen	105

8.2.1	Mechanische Eignung	105
8.2.2	Operation	106
8.2.3	Implantation der Flexelektrode	108
8.3	In-Vivo-Messungen	110
8.4	Ergebnisse	120
9	Zusammenfassung	123
10	Ausblick	127
10.1	Weiterentwicklungen	128
10.1.1	Folded-Cascode-Rail-to-Rail-Verstärker	129
10.1.2	Bondpads und ESD-Schutzstrukturen	139