

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	I
Abstract	II
Kapitel 1	Einleitung
1.1. Wasser	1
1.1.1. Wasserhärtegrad	2
1.1.2. Typische Leitfähigkeiten wässriger Lösungen	4
1.1.3. Messparameter anhand der Trinkwasserrichtlinie 98/83/EWG	4
1.1.4. Physikalisch-chemischer Hintergrund	6
Kapitel 2	Stand der Technik
2.1. Sensoren – Analogie zur Natur	7
2.2. Leitfähigkeits- und ionenselektive Sensoren als mikroelektronische Bauelemente	8
2.3. Grundpfeiler eines Sensors	11
2.4. Übersicht der physikalisch chemischen Sensoren	11
2.4.1. Chemische Sensortypen und Nachweismöglichkeiten	12
2.4.2. Elektrolytischer Leitfähigkeitssensor	13
2.4.3. Ionenselektive Elektroden	17
2.4.4. Patentklassifikation	24
2.5. Kommerziell erhältliche Produkte	25
Kapitel 3	Ergebnisteil
3.1. Ziel der Arbeit	28
	Ergebnisteil · Material und Methode
3.2. Material und Methode	29
3.2.1. Lösung der Aufgabe	29
3.2.2. Funktionsprinzip	34
3.2.3. Begründung für das Konzept	37
3.2.4. Begründung der Werkstoffevaluierung	38
3.2.5. Vorteile	38
3.3. Charakterisierung durch elektrochemische Impedanzspektroskopie	39

3.3.2. Materialien und Probenwässer.....	39
3.3.3 Methoden	41
3.3.3.1. Impedanzspektroskopie.....	41
3.3.3.2. Einflussgrößen und Einflüsseffekte.....	41
3.4. Nachweis von Kalzium und Magnesium auf Sensoroberfläche	42
3.5. Schichtdickenmessung der Funktionalisierung	43
3.5.1. Material.....	43
3.5.2. Methode.....	43
3.6. Biokompatibilität.....	44
3.6.1. Zweck	44
3.6.2. Material und Methode.....	45
Ergebnisteil · Analysenergebnisse	
3.7. Numerische Analyse der IDEs mit der Methode der finiten Elemente	45
3.7.1. Material und Methode.....	45
3.8. Impedanzspektroskopie	46
3.8.1. Ergebnisse Probenwässer	47
3.8.1.13. Verifikation von Impedanzersatzschaltbild	72
3.9. Ergebnisse aus EDX-Analyse	74
3.9.1. REM-Aufnahmen.....	74
3.9.2. EDX-Analysenergebnisse.....	79
3.9.3. Diskussion EDX-Ergebnisse	81
3.10. Schichtdickenmessergebnisse	82
3.10.1.1. Ca-Sensor	82
3.10.1.2. Mg-Sensor	83
3.10.2. Diskussion Schichtdickenmessung	83
3.11. Ergebnisse der Biokompatibilitätsuntersuchung	83
3.12. Ergebnis aus der numerischen FEM-Analyse der IDEs.....	85

Kapitel 4	Diskussion
4.1. Diskussion der Gesamtergebnisse.....	90
4.1.1. Vorteile.....	90
4.1.2. Nachteile	91
4.1.3. Wertung	92
Kapitel 5	Ausblick
5.1. Weiterführende Arbeiten.....	93
5.2. Zukünftige Einsatzmöglichkeiten des Sensors	94
5.2.1. Branchen	94
5.2.2. Marktpenetration	95
Veröffentlichungen im Rahmen dieser Arbeit	95

Anhang

A 1	Messparameter für Trinkwasser anhand der Trinkwasserrichtlinie 98/83/EWG	96
A 2	Bestandteile konventioneller Membranen.....	102
A 3	Terminologie	109
A 4	Abkürzungen	115

Referenzen

Referenzen gemäss DIN ISO 690:2013	115
Abbildungsverzeichnis.....	120
Tabellenverzeichnis	125