

9. Anhang

Anhang A - Tabellenanhang

Tab. 9.1: Einfluss der Li^+ - Ionenkonzentration auf die relative spektrale Linienbreite des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L)

Ionenkonz. [mol · L ⁻¹]	rel. Linienbr.
0,00	1,000
0,01	0,965
0,02	0,973
0,05	0,977
0,10	0,983
0,50	0,949
1,00	0,947
1,50	0,969
2,00	0,965
2,50	0,992

Tab. 9.2: Einfluss der Li^+ - Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L)

Ionenkonz. [mol · L ⁻¹]	T_1 [s]	Std.abw. [s]
0,00	0,306	0,010
0,01	0,277	0,006
0,02	0,278	0,010
0,05	0,284	0,010
0,10	0,276	0,009
0,50	0,290	0,019
1,00	0,238	0,013
1,50	0,261	0,009
2,00	0,248	0,015
2,50	0,289	0,006

Tab. 9.3: Einfluss der Li^+ -Ionenkonzentration auf die relative spektrale Linienbreite des C-5 Man Signals einer Alginatlösung (10 g/L)

Ionenkonz. [mol · L ⁻¹]	rel. Linienbr.
0,00	1,000
0,01	0,921
0,02	0,912
0,05	0,910
0,10	0,876
0,50	0,821
1,00	0,817
1,50	0,851
2,00	0,825
2,50	0,828

Tab. 9.4: Einfluss der Li^+ -Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer Alginatlösung (10 g/L)

Ionenkonz. [mol · L ⁻¹]	T_1 [s]	Std.abw. [s]
0,00	0,297	0,006
0,01	0,273	0,012
0,02	0,294	0,013
0,05	0,303	0,004
0,10	0,294	0,007
0,50	0,267	0,013
1,00	0,235	0,014
1,50	0,240	0,013
2,00	0,315	0,010
2,50	0,245	0,012

Tab. 9.5: Einfluss der Mg^{2+} -Ionenkonzentration auf die Halbwertsbreite des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L)

Ionenkonz. [mmol · L ⁻¹]	Linienbr. _{hH} [Hz]	Std.abw. [Hz]
0,0	140,3	2,1
0,7	138,3	2,1
1,2	144,1	2,2
1,6	146,3	2,2
2,0	149,5	2,2
2,7	179,2	2,7
3,6	184,7	2,8

Tab. 9.6: Einfluss der Mg^{2+} - Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L)

Ionenkonz. [mmol · L⁻¹]	T_1 [s]	Std.abw. [s]
0,0	0,308	0,008
0,7	0,291	0,007
1,2	0,307	0,005
1,6	0,287	0,010
2,0	0,318	0,010
2,7	0,298	0,010
3,6	0,290	0,019

Tab. 9.7: Einfluss der Ca^{2+} - Ionenkonzentration auf die Halbwertsbreite des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L)

Ionenkonz. [mmol · L⁻¹]	Linienbr._{hH} [Hz]	Std.abw. [Hz]
0,0	141,0	2,1
0,7	145,9	2,2
1,2	150,0	2,3
1,6	157,0	2,4
2,0	160,5	2,4
2,7	183,9	2,8
3,6	173,3	2,6

Tab. 9.8: Einfluss der Ca^{2+} - Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L)

Ionenkonz. [mmol · L⁻¹]	T_1 [s]	Std.abw. [s]
0,0	0,318	0,008
0,7	0,308	0,008
1,2	0,330	0,005
1,6	0,332	0,019
2,0	0,350	0,014
2,7	0,320	0,013
3,6	0,346	0,011

Tab. 9.9: Einfluss der Al^{3+} - Ionenkonzentration auf die Halbwertsbreite des C-5 Man Signals einer EPS-Lösung (7,5 g/L); (pH = 4)

Ionenkonz. [mmol · L ⁻¹]	Linienbr._{hH} [Hz]	Std.abw. [Hz]
0,0	152,3	2,3
0,1	153,8	2,3
0,5	152,7	2,3
1,0	150,6	2,2
1,5	153,2	2,3
2,0	154,1	2,3

Tab. 9.10: Einfluss der Al^{3+} - Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L); (pH = 4)

Ionenkonz. [mmol · L ⁻¹]	T_1 [s]	Std.abw. [s]
0,0	0,311	0,007
0,1	0,315	0,006
0,5	0,314	0,007
1,0	0,317	0,009
1,5	0,314	0,004
2,0	0,308	0,011

Tab. 9.11: Einfluss der Al^{3+} - Ionenkonzentration auf die Halbwertsbreite des C-5 Man Signals einer EPS-Lösung (7,5 g/L); (pH = 7)

Ionenkonz. [mmol · L ⁻¹]	Linienbr._{hH} [Hz]	Std.abw. [Hz]
0,0	123,4	1,9
0,1	122,6	1,8
0,5	122,6	1,8
1,0	125,5	1,9
1,5	121,7	1,8
2,0	124,1	1,9

Tab. 9.12: Einfluss der Al^{3+} - Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Mannuronsignals einer EPS- Lösung (7,5 g/L); (pH = 7)

Ionenkonz. [mmol · L⁻¹]	T_1 [s]	Std.abw. [s]
0,0	0,312	0,010
0,1	0,321	0,009
0,5	0,309	0,007
1,0	0,311	0,013
1,5	0,316	0,007
2,0	0,312	0,012

Tab. 9.13: Zeitabhängige Änderung der Linienbreite der C-5 Mannuronatlinie im Spektrum eines nativen Biofilms von *P. aeruginosa* SG81 unter Einfluss von Stressfaktoren (Nährstoff- und Sauerstoffknappheit)

Zeit [d]	Linienbr._{hH} [Hz]	Std.abw. [Hz]
0	190,8	2,9
1	185,9	2,8
2	179,6	2,7
14	165,4	2,5
20	165,2	2,5
25	166,9	2,5
27	166,2	2,5
30	165,4	2,5
150	156,8	2,3

Anhang B - Abbildungsanhang

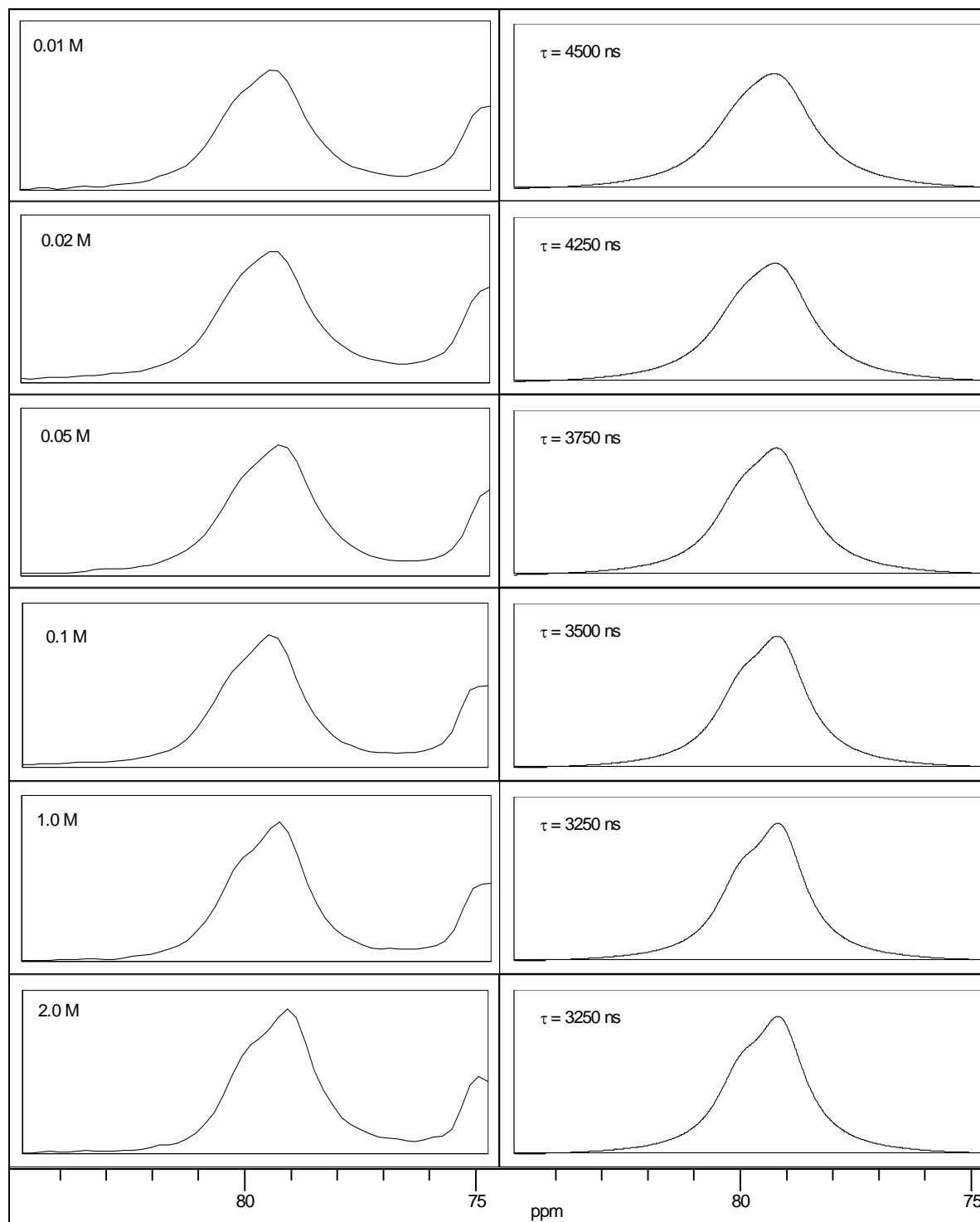


Abb. 9.1: Gegenüberstellung experimenteller Alginatspektren (Li^+ - Konzentrationsreihe, links) mit simulierten Spektren (isotrope Rotationsdiffusion, rechts) der C-5 Mannuronatresonanzlinie; Anisotropietensor der inneren Kohlenstoffe von Ammoniumtartrat: $(\text{NH}_4)_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ($\sigma_{11} = \sigma_{\text{iso}} + 13\text{ppm}$, $\sigma_{22} = \sigma_{\text{iso}} + 7\text{ppm}$, $\sigma_{33} = \sigma_{\text{iso}} - 20\text{ppm}$)

Anhang C - Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1:	Spannweite mikrobieller Existenz nach <i>Flemming</i> [2].....	4
Tab. 2.2:	Beispiele für bakterielle Infektionen, die im Zusammenhang mit Biofilmen stehen [29].....	7
Tab. 2.3:	Übersicht über die Funktionalität der EPS innerhalb von Biofilmen.....	12
Tab. 2.4:	Zusammensetzung der EPS einer Laborkultur von <i>Pseudomonas aeruginosa</i> SG81 bezogen auf 10^9 Zellen.....	15
Tab. 5.1:	Temperaturabhängige Änderung der Halbwertsbreite [Hz] der C-5 Man u. Gul Resonanzlinien.....	61
Tab. 6.1:	Verschiebungswerte der Resonanzsignale [ppm] für <i>P. aeruginosa</i> und <i>L. digitata</i> in der Gegenüberstellung.....	90
Tab. 6.2:	Sequenzanalyse und Bestimmung des M/G- Verhältnisses für <i>P. aeruginosa</i> SG81 und <i>L. digitata</i>	91
Tab. 9.1:	Einfluss der Li^+ - Ionenkonzentration auf die relative spektrale Linienbreite des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L).....	131
Tab. 9.2:	Einfluss der Li^+ - Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L).....	131
Tab. 9.3:	Einfluss der Li^+ - Ionenkonzentration auf die relative spektrale Linienbreite des C-5 Man Signals einer Alginatlösung (10 g/L).....	132
Tab. 9.4:	Einfluss der Li^+ - Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer Alginatlösung (10 g/L).....	132
Tab. 9.5:	Einfluss der Mg^{2+} - Ionenkonzentration auf die Halbwertsbreite des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L).....	132
Tab. 9.6:	Einfluss der Mg^{2+} - Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L).....	133
Tab. 9.7:	Einfluss der Ca^{2+} - Ionenkonzentration auf die Halbwertsbreite des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L).....	133
Tab. 9.8:	Einfluss der Ca^{2+} - Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L).....	133
Tab. 9.9:	Einfluss der Al^{3+} - Ionenkonzentration auf die Halbwertsbreite des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L); (pH = 4).....	134

Tab. 9.10:	Einfluss der Al^{3+} - Ionenkonzentration auf die Spin – Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L); (pH = 4).....	134
Tab. 9.11:	Einfluss der Al^{3+} - Ionenkonzentration auf die Halbwertsbreite des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L); (pH = 7).....	134
Tab. 9.12:	Einfluss der Al^{3+} - Ionenkonzentration auf die Spin – Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L); (pH = 7).....	135
Tab. 9.13:	Zeitabhängige Änderung der Linienbreite der C-5 Mannuronatlinie im Spektrum eines nativen Biofilms von <i>P. aeruginosa</i> SG81 unter Einfluss von Stressfaktoren (Nährstoff- und Sauerstoffknappheit).....	135

Anhang D - Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: „Microbial mats“ im Yellowstone Nationalpark (USA).....	5
Abb. 2.2: Entstehung und Evolution eines Biofilms in einem Wassersystem.....	9
Abb. 2.3: Darstellung der Biofilmstruktur in einem Fließwassersystem.....	10
Abb. 2.4: Aufbau eines N-acyl- L-Homoserinlacton Autoinduktors.....	11
Abb. 2.5: Schematische Darstellung der physikalischen und chemischen Prozesse innerhalb eines Biofilms [56].....	14
Abb. 2.6: Schematische Darstellung der unterschiedlichen Wechselwirkungskräfte innerhalb der EPS- Matrix.....	15
Abb. 2.7: Häufige Monomerbausteine in Polysacchariden (Teil I)[60].....	18
Abb. 2.8: Häufige Monomerbausteine in Polysacchariden (Teil II)[60].....	19
Abb. 2.9: Darstellung der Beweglichkeit der glycosidischen Bindung anhand dreier Beispiele.....	20
Abb. 2.10: Monosaccharidische Grundbausteine des Alginats: D- Mannuronat und L- Guluronat.....	21
Abb. 2.11: Ausschnitt aus einem Alginatmolekül bakterieller Herkunft.....	22
Abb. 2.12: Grundzüge der Biosynthese bakterieller Alginate.....	23
Abb. 2.13: Das "Egg-box" Modell für Calcium- Alginatgele nach <i>Yalpani</i> [80].....	25
Abb. 3.1: Darstellung der Spinverteilung im thermischen Gleichgewicht im Laborkoordinatensystem.....	26
Abb. 3.2: Darstellung des Wachstums des makroskopischen Magnetisierungsvektors M_z für ein Spinsystem mit $T_1 = 20$ s.....	28
Abb. 3.3: Schema eines <i>Inversion Recovery</i> - Experiments.....	29
Abb. 3.4: Impulsfolge zur Bestimmung der Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 von ^{13}C - Kernen.....	30
Abb. 3.5: Darstellung der zeitlichen Abnahme der Quermagnetisierung M_y	31
Abb. 3.6: Darstellung der Abnahme des Magnetisierungsvektors M_{xy} in der x,y- Ebene für ein Spinsystem mit $T_2 = 3$ s.....	32
Abb. 3.7: Schema der Auswirkungen einer <i>Carr-Purcell-Maiboom-Gill</i> - Sequenz zur Bestimmung der Spin - Spin Relaxationszeit T_2	33
Abb. 3.8: Schematische Darstellung eines CPMG- Spektrums in der Zeitdomäne.....	34

Abb. 3.9: Darstellung der Halbwertsbreite an einem simulierten Resonanzsignal (Lorentzkurve).....	35
Abb. 3.10: Direkte Kopplung von Elektronen- und Kernspin.....	37
Abb. 3.11: Kerne in der näheren Umgebung eines ungepaarten Elektrons erfahren fluktuierende Magnetfelder in der x,y- Ebene.....	38
Abb. 5.1: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ -NMR Spektrum (statisch) eines nativen Biofilms von <i>P. aeruginosa</i> SG81.....	45
Abb. 5.2: ^{13}C - CP-NMR Spektrum (statisch) eines nativen Biofilms von <i>P. aeruginosa</i> SG81.....	46
Abb. 5.3: ^{13}C - CP-NMR Spektrum eines nativen Biofilms von <i>P. aeruginosa</i> SG81, Ausschnittsvergrößerung der Hydroxylkohlenstoffresonanzen.....	47
Abb. 5.4: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ -NMR Spektrum von partiell abgebautem und deacetyliertem Alginat von <i>P. aeruginosa</i> SG81 bei T = 333 K.....	48
Abb. 5.5: Ausschnittsvergrößerung des Bereichs der anomeren Kohlenstoffatome.....	49
Abb. 5.6: Ausschnittsvergrößerung des Resonanzbereichs der Hydroxylkohlenstoffe.....	49
Abb. 5.7: Zuordnung der ^{13}C - Signale der M-2, M-3 und G-3 Ringkohlenstoffe zu einzelnen Triadensequenzen.....	50
Abb. 5.8: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ -NMR Spektrum (statisch) eines ^{13}C - angereicherten Biofilms von <i>P. aeruginosa</i> SG81.....	52
Abb. 5.9: Ausschnittsvergrößerung des Resonanzbereichs der Hydroxylgruppen- kohlenstoffe eines ^{13}C - angereicherten Biofilms von <i>P. aeruginosa</i>	53
Abb. 5.10: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ -NMR Spektrum (statisch) einer wässrigen, ^{13}C - angereicherten Lösung (7,5 g/L) von EPS.....	54
Abb 5.11: Resonanzbereich der Hydroxylgruppenkohlenstoffe einer wässrigen EPS - Lösung (7,5 g/L).....	55
Abb 5.12: Resonanzbereich der Hydroxylgruppenkohlenstoffe einer wässrigen Alginat - Lösung (10,0 g/L).....	56
Abb. 5.13: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ -NMR Spektrum (statisch) einer EPS- Lösung bei unterschied- lichen pH- Werten.....	57
Abb. 5.14: 5×5 µm Ausschnitte einer AFM- Aufnahme von einer getrockneten EPS- Lösung auf Mica.....	58

Abb. 5.15: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren einer wässrigen EPS- Lösung (7,5 g/L) in Abhängigkeit von der Temperatur.....	60
Abb. 5.16: Darstellung der Veränderung der Linienbreite des C-5 Man Resonanzsignals in Abhängigkeit von der Temperatur.....	61
Abb. 5.17: Darstellung der Veränderung der Linienbreite des C-5 Gul Resonanzsignals in Abhängigkeit von der Temperatur.....	62
Abb. 5.18: Abhängigkeit der apparenten Viskosität η_{app} einer 3,6%igen PVA, einer 20,2%igen PAS und einer EPS- Lösung von der LiCl- Ionenstärke.....	63
Abb. 5.19: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren einer wässrigen EPS – Lösung (7,5 g/L) in Abhängigkeit von der LiCl- Ionenstärke.....	64
Abb. 5.20: Einfluss der Li^+ - Ionenkonzentration auf die relative spektrale Linienbreite des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L).....	65
Abb. 5.21: Einfluss der Li^+ - Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung.....	65
Abb. 5.22: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren der Hydroxylgruppen in einer wässrigen Alginatlösung (10 g/L) in Abhängigkeit von der Li^+ - Konzentration.....	67
Abb. 5.23: Einfluss der Li^+ - Ionenkonzentration auf die relative spektrale Linienbreite des C-5 Man Signals einer Alginatlösung (10 g/L).....	68
Abb. 5.24: Einfluss der Li^+ - Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer Alginatlösung (10 g/L).....	68
Abb. 5.25: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren der Hydroxylgruppenresonanzlinien in einer wässrigen EPS- Lösung (7,5 g/L) in Abhängigkeit von der Mg^{2+} - Konzentration.....	71
Abb. 5.26: Darstellung der Veränderung der Linienbreite des C-5 Man Resonanzsignals in Abhängigkeit von der Mg^{2+} - Konzentration in einer EPS- Lösung (7,5 g/L).....	72
Abb. 5.27: Einfluss der Mg^{2+} - Ionenkonzentration auf die Spin – Gitter Relaxation T_1 des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L).....	72
Abb. 5.28: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren der Hydroxylgruppenresonanzlinien in einer wässrigen EPS- Lösung (7,5 g/L) in Abhängigkeit von der Ca^{2+} - Konzentration.....	74

Abb. 5.29: Darstellung der Veränderung der Linienbreite des C-5 Man Resonanzsignals in Abhängigkeit von der Ca^{2+} - Konzentration in einer EPS- Lösung (7,5 g/L).....	75
Abb. 5.30: Einfluss der Ca^{2+} - Ionenkonzentration auf die Spin - Gitter Relaxationszeit T_1 des C-5 Man Signals einer EPS- Lösung (7,5 g/L).....	76
Abb. 5.31: Änderung der Linienbreite auf halber Signalhöhe (Hz) nach Regenerierung der EPS mittels Kationenaustauscher DOWEX.....	77
Abb. 5.32: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren der Hydroxylgruppenresonanzlinien in einer wässrigen EPS- Lösung (7,5 g/L) in Abhängigkeit von der Al^{3+} - Konzentration (pH = 4,0).....	79
Abb. 5.33: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren der Hydroxylgruppenresonanzlinien in einer wässrigen EPS- Lösung (7,5 g/L) in Abhängigkeit von der Al^{3+} - Konzentration (pH = 7,0).....	80
Abb. 5.34: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren der Hydroxylgruppenresonanzlinien in einer wässrigen EPS- Lösung (7,5 g/L) in Abhängigkeit von der Mn^{2+} - Konzentration.....	82
Abb. 5.35: Zeitabhängige Änderung der Linienbreite der C-5 Mannuronatlinie im Spektrum eines nativen Biofilms von <i>P. aeruginosa</i> SG81 unter Einfluss von Stressfaktoren (Nährstoff- und Sauerstoffknappheit).....	84
Abb. 5.36: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren eines ^{13}C - angereicherten nativen Biofilms von <i>P. aeruginosa</i> SG81.....	85
Abb. 5.37: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren eines Biofilms von <i>P. aeruginosa</i> 48 h nach der Entnahme.....	86
Abb. 5.38: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren eines Biofilms von <i>P. aeruginosa</i> nach 150 Tagen Lagerung unter Sauerstoff- und Nährstoffarmut.....	87
Abb. 5.39: Einzelkolonieausstrich des Biofilms nach Abschluß des Dauerversuchs.....	87
Abb. 5.40: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren abgebauter Biofilme.....	88
Abb. 6.1: $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$ - NMR Spektren eines unmarkierten und eines ^{13}C - markierten Biofilms.....	93
Abb. 6.2: Darstellung der Monomereinheiten innerhalb bakteriellen Alginats und ihrer Isotopenmarkierung.....	94
Abb. 6.3: Gegenüberstellung der Hydroxylkohlenstoffresonanzlinien von a) nativem Biofilm und b) einer EPS- Lösung (7,5 g/L).....	96

Abb. 6.4: Schematische Darstellung der „crankshaft motion“ anhand eines Ausschnitts aus einem Alginatmolekül.....	97
Abb. 6.5: Gegenüberstellung von intra- und intermolekularen Wechselwirkungen in Polymeren.....	98
Abb. 6.6: Gegenüberstellung experimenteller Alginatspektren mit simulierten Spektren der C-5 Mannuronatresonanzlinie.....	104
Abb. 6.7: Schematische Darstellung der Konformationsänderung eines Alginatmoleküls in Abhängigkeit von der Li^+ - Ionenstärke.....	105
Abb. 6.8: Schematische Darstellung zwischen Mg^{2+} - Ionen und bakteriellem Alginat...	107
Abb. 6.9: Vergleich der Hydroxylgruppenresonanzen einer a) undotierten EPS- Lösung (7,5 g/L) und b) EPS- Lösung mit 1,6 mmol/L Ca^{2+}	109
Abb. 6.10: Schematische Darstellung zwischen Ca^{2+} - Ionen und bakteriellem Alginat...	110
Abb. 6.11: Darstellung einer möglichen Konformation eines Ca – Man – Gul Dimerkomplexes.....	111
Abb. 6.12: Schematische Darstellung der Lokalisierung des Mn^{2+} - Ions innerhalb der Alginatkette.....	114
Abb. 6.13: Enzymatischer Abbau von Alginat nach <i>Gacesa</i> [124].....	117
Abb. 6.14: Ausschnitt der Methin- und. Methylenkohlenstoffresonanzen eines 25 d alten Biofilms.....	118
Abb. 9.1: Gegenüberstellung experimenteller Alginatspektren (Li^+ - Konzentrationsreihe, links) mit simulierten Spektren (isotrope Rotationsdiffusion, rechts) der C-5 Mannuronatresonanzlinie.....	136

Anhang E - Abkürzungsverzeichnis

9.1 NMR- Abkürzungen

α, β	Energiezustände	MF	<u>M</u> olecular <u>F</u> rame
\vec{B}_0	externes Magnetfeld	N_α, N_β	Besetzungszahlen des
B_0	z- Komponente des Magnetfeldvektors \vec{B}_0	NMR	<u>N</u> uclear <u>M</u> agnetic <u>R</u> esonance
\vec{B}_1	Magnetfeld, erzeugt durch rf- Puls	PAS	<u>P</u> rincipal <u>A</u> xis <u>S</u> ystem
B_1	Betrag des Magnetfeldvektors \vec{B}_1	ppm	Einheit der chemischen Verschiebung (parts per million)
$b_{1/2}$	Halbwertsbreite	rf- Puls	Radiofrequenzimpuls
CP	<u>C</u> ross <u>P</u> olarisation (Kreuzpolarisation)	RF	<u>R</u> otor <u>F</u> rame
CPMG	<u>C</u> arr- <u>P</u> urcell- <u>M</u> eiboom- <u>G</u> ill Pulssequenz	σ_{iso}	isotroper Wert des Abschirmungstensors
DF	<u>D</u> irector <u>F</u> rame	σ_{ii}	Hauptachsenwerte des Abschirmungstensors im PAS
ΔE	Energiedifferenz zwischen α - und β - Niveau	τ	Zeitabschnitt
FID	<u>F</u> ree <u>I</u> nduction <u>D</u> ecay	τ_c	Korrelationszeit
h	Plank'sches Wirkungsquantum	τ_P	Pulslänge
I	Kernspinquantenzahl	t	Zeit
$I(t)$	Intensität zum Zeitpunkt t	T	Temperatur
I_0	Intensität zum Zeitpunkt t = 0	T_1	Spin-Gitter-Relaxationszeit
k_B	Boltzmann- Konstante	T_{1e}	longitudinale Elektronenspinrelaxationszeit
LF	<u>L</u> aboratory <u>F</u> rame	T_2	Spin-Spin- Relaxationszeit
$\vec{\mu}$	magnetisches Moment	T_{2e}	transversale Elektronenspinrelaxationszeit
\vec{M}	Magnetisierung	ω	Kreisfrequenz [rad/s]
M_0	Maximalwert der Magnetisierung	x', y', z'	Koordinatenachsen des rotierenden Koordinatensystems

9.2 Andere Abkürzungen

AFM	<u>A</u> tom <u>F</u> orce <u>M</u> icroscopy	HSL	Homoserinlacton
CF	<u>C</u> ystic <u>F</u> ibrosis	ISP	<u>I</u> ntracellular <u>S</u> torage <u>P</u> roducts
C _{org}	organisch gebundener Kohlenstoff	Man	Mannuronatmonomerbausteine
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure	NBA	<u>N</u> utrient <u>B</u> roth <u>A</u> gar
EPS	<u>E</u> xtracellular <u>P</u> olymeric <u>S</u> ubstances	PAS	Polyacrylsäure
g _n	Erdbeschleunigung	PIA	<u>P</u> seudomonas <u>I</u> solation <u>A</u> gar
Gul	Guluronatmonomerbausteine	PVA	Polyvinylalkohol
η_{app}	apparente Viskosität	THF	Tetrahydrofuran