

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung.....	1
1.1	Wirkung von Aluminiumspezies im Waldökosystem.....	4
1.1.1	Aluminiumorganyle.....	4
1.1.1.1	Humusdynamik .....	4
1.1.1.2	Störungen der Humusdynamik durch Aluminium .....	7
1.1.2	Anorganische Aluminiumspezies.....	9
1.1.3	Phytotoxizität des Aluminiums .....	11
1.2	Ziel der Aluminiumspeziesierung in Waldbodensickerwässern.....	14
1.3	Bisheriger Stand der Aluminiumspeziesanalytik .....	15
2	Entwicklung der Speziesierungsverfahren.....	21
2.1	Einsatz der ICP-MS als Detektor in Speziesierungsverfahren .....	21
2.2	Trennung anorganischer und organischer Aluminiumspezies über Kationenaustausch .....	27
2.3	Nachweis polymerer Aluminiumhydroxide .....	32
2.3.1	Size-Exclusion-Chromatographie .....	33
2.3.2	Kompexbildung mit Pyrocatechol-Violett .....	35
2.4	Größenfraktionierung der Aluminiumorganyle mit SEC-ICP-MS-Kopplung .....	41
2.4.1	SEC mit der Säule Toyopearl HW-50S.....	42
2.4.2	SEC mit den Säulen Superdex-75-HR 10/30 und Superdex-Peptide-HR 10/30.....	44
2.5	Beschreibung und Validierung der Verfahren zur Aluminiumspeziesanalytik in Waldbodensickerwässern.....	48
3	Analyse von Sickerwasserproben der Fallstudie Zierenberg von Februar bis Juli 1997.....	51
3.1	Das Untersuchungsgebiet Zierenberg.....	51
3.2	Saisonale Veränderungen in den Sickerwasserproben der Studie Zierenberg .....	52
3.3	Klimatische Gegebenheiten im Untersuchungszeitraum.....	57
3.4	Systematik der eigenen Untersuchungen.....	58
3.5	Gesamtkonzentration an Aluminium in unterschiedlicher Bodentiefe .....	60
3.5.1	Bodentiefe: 20 cm .....	60

3.5.2 Bodentiefe: 60 cm .....	61
3.5.3 Bodentiefe: 100 cm .....	62
3.5.4 Zusammenfassende Darstellung.....	62
3.6 Anorganische und Organische Aluminiumspezies in unterschiedlicher Bodentiefe.....	63
3.6.1 Bodentiefe: 20 cm .....	63
3.6.2 Bodentiefe: 60 cm .....	65
3.6.3 Bodentiefe: 100 cm .....	67
3.6.4 Zusammenfassende Darstellung.....	68
3.7 Polymere Aluminiumhydroxide .....	69
3.8 Größenfraktionierung der Aluminiumorganyle in unterschiedlicher Bodentiefe..	69
3.8.1 Bodentiefe: 20 cm .....	70
3.8.2 Bodentiefe: 60 und 100 cm .....	71
3.8.3 Zusammenfassende Darstellung.....	73
3.9 Bestimmung des DOC in unterschiedlicher Bodentiefe.....	74
3.9.1 Bodentiefe: 20 cm .....	75
3.9.2 Bodentiefe: 60 cm .....	78
3.9.3 Bodentiefe: 100 cm .....	80
3.9.4 Zusammenfassende Darstellung.....	80
3.10 Einfluß der Aluminiumkonzentration auf die Komplexbildung organischer Bestandteile.....	81
3.11 Zusammenfassende Darstellung des Verhaltens von Aluminium in den Sickerwässern der Studie Zierenberg.....	84
4 Zusammenfassung .....	87
5 Experimenteller Teil.....	90
5.1 Verwendete Chemikalien und Geräte.....	90
5.2 Trennung organischer und anorganischer Aluminiumspezies über Kationenaustausch .....	91
5.2.1 Überführung der Ionenaustauscher in die Na <sup>+</sup> -Form.....	91
5.2.2 Bestimmung der relativen Feuchtigkeit des Ionenaustauschers Dowex 50WX8-400 .....	92
5.2.3 Aufnahme der Durchbruchkurven .....	92

5.2.4 Ermittlung des Spülvolumens der Säule Dowex 50WX8-400 .....	93
5.3 Nachweis polymerer Aluminiumhydroxide .....	93
5.3.1 Herstellung der synthetischen Aluminiumproben .....	93
5.3.1.1 Herstellung unterschiedlich stark hydrolysierter Aluminiumsalzlösungen .....	93
5.3.1.2 Herstellung der Al <sub>13</sub> -Lösung .....	94
5.3.2 Trennung und Nachweis polymerer Aluminiumhydroxide mit SEC-ICP-MS.....	94
5.3.3 Trennung und Nachweis polymerer Aluminiumhydroxide mit Pyrocatechol- Violett .....	95
5.3.3.1 Herstellung der Stammlösungen .....	95
5.3.3.2 Herstellung der Al-PCV-Lösung .....	96
5.3.3.3 Komplexbildung monomerer und polymerer Aluminiumhydroxide mit Pyrocatechol-Violett .....	96
5.4 Größenfraktionierung der Aluminiumorganyle mit Size-Exclusion- Chromatographie.....	97
5.4.1 Packen der Säule Toyopearl HW-50S .....	97
5.4.2 Größenfraktionierung der Aluminiumorganyle mit SEC-ICP-MS .....	97
5.4.3 Molmassenkalibrierung der SEC-Säulen .....	98
5.5 Analyse von Sickerwasserproben.....	100
5.5.1 Probennahme .....	100
5.5.2 Probenvorbereitung und Probenlagerung.....	101
5.5.3 Analyse der Gesamtkonzentration an Aluminium mit Hilfe der ICP-MS (Elan 5000).....	101
5.5.4 Analyse der Aluminiumgesamtkonzentration mit Hilfe der ICP-AES (ISA JY 70 Plus) .....	103
5.5.5 Speziierung organischer und anorganischer Aluminiumspezies durch Kationenaustausch .....	104
5.5.6 Größenfraktionierung der Aluminiumorganyle mit SEC-ICP-MS .....	106
5.5.7 Nachweis polymerer Aluminiumhydroxide mit PCV .....	107
5.5.8 Bestimmung der DOC-Werte.....	107
6 Literaturverzeichnis .....	109