

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	3
I. EINLEITUNG: Blei und Cadmium in der Umwelt	4
1. Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung	4
2. Emissions – und Immissions – Situation	6
3. Verteilung in Böden und Pflanzen	8
4. Aufnahme, Wirkungen und Toxizität bei Höheren Pflanzen	9
5. Belastung von Waldökosystemen	11
II. PROBLEMSTELLUNG und ZIELSETZUNG	13
III. MATERIAL und METHODEN	16
1. Pflanzenanzucht und Kulturbedingungen	16
2. Schwermetall – Applikation und Durchführung der Versuche	17
3. Probenaufbereitung	22
4. Analytik	23
5. Fehlerbetrachtung	25
6. Auswertung und Statistik	27
IV. ERGEBNISSE	30
A. Erstes Versuchsjahr 1983	30
1. Aufnahme und Verteilung von Pb und Cd	32
1.1. Blei	33
1.2. Cadmium	39
1.3. Kombinationseffekt	46
2. Einfluß von Pb und Cd auf den Mineralstoffhaushalt	49
2.1. Veränderungen von Bioelementgehalten in der Pflanze	49
2.1.1. Kalium	49
2.1.2. Calcium	54
2.1.3. Magnesium	59
2.1.4. Mangan	63
2.1.5. Eisen	68
2.1.6. Zink	73
2.1.7. Kupfer	77
2.2. Detailbetrachtung der Ionengehalte der Wurzeln	80
2.3. Kombinationseffekt von Pb und Cd	83
2.4. Zusammenfassender Vergleich aller Elementgehalte	91
B. Zweites Versuchsjahr 1984	95
1. Verlauf des Frühjahrsaustriebs	96
2. Veränderungen der Blattgröße	99

C. Drittes Versuchsjahr 1985	103
1. Schadensverlauf	103
1.1. Blattschäden Frühjahr 1985	104
1.2. Vitalitätszustand Herbst 1985	110
2. Veränderungen im Wachstum	120
2.1. Sproßachse	120
2.1.1. Längenwachstum	120
2.1.2. Dickenwachstum	126
2.1.3. Trockensubstanz – Produktion	128
2.2. Wurzeln	132
2.2.1. Trockensubstanz – Produktion	132
2.3. Sproß – Wurzel – Verhältnis	134
2.4. Zusammenfassung des Schwermetall – Einflusses auf das Wachstum	136
3. Aufnahme und Verteilung von Pb und Cd	142
3.1. Blei	142
3.2. Cadmium	145
3.3. Absolute Gehalte	148
3.4. Kombinations – Effekt	152
4. Veränderungen der Bioelementgehalte in den Blättern	154
4.1. Vergleich mit den Kontrollpflanzen	154
4.2. Korrelationen der Bioelementgehalte mit Pb und Cd	159
 V. DISKUSSION	 163
1. Zur Methodik und Versuchsdurchführung	163
2. Einflußgrößen der Pb – und Cd – Aufnahme durch Wurzeln	166
3. Aufnahmemechanismen und Festlegung von Pb und Cd	169
4. Translokation und Verteilung von Pb und Cd innerhalb der Pflanze	170
5. Zur Toxizität von Pb und Cd	174
1. Beeinträchtigungen des Wachstums	174
2. Wachstums – Stimulation unter Pb – und Cd – Einfluß	178
6. Kombinationseffekte von Pb und Cd	180
7. Schadsymptome der Blätter und Veränderung der Vegetationszeit	183
8. Einfluß von Pb und Cd auf die Bioelementgehalte	185
9. Abschließende Bewertung	193
 VI. ZUSAMMENFASSUNG	 195
 VII. SUMMARY	 198
 VIII. LITERATUR	 201
 IX. ANHANG: Tabellen	 211
ANHANG: Farbtafeln	217