



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	11
2. Literaturübersicht	15
2.1. Cadmium-Entzüge verschiedener Pflanzenarten	17
2.2. Abschätzung der zeitlichen Dauer einer Biodekontamination von Cd-belasteten Böden	20
2.3. Zink-Entzüge verschiedener Pflanzenarten	23
2.4. Abschätzung der zeitlichen Dauer einer Biodekontamination von Zink-belasteten Böden	25
2.5. Thallium-Entzüge durch Pflanzen	26
2.6. Abschätzung der zeitlichen Dauer einer Biodekontamination von Tl-belasteten Böden	27
2.7. Schlussfolgerungen und Ausblick	28
3. Versuchsfragen und Arbeitshypothesen	30
3.1. Schwermetallaufnahme durch Nahrungs- und Futterpflanzen	30
3.2. Phytoextraktion von Schwermetallen:	30
4. Versuchsansätze	32
4.1. Versuch zur Reduzierung der Schwermetallaufnahme von Nahrungs- und Futterpflanzen	32
4.2. Versuche zur Phytoextraktion schwermetallbelasteter Böden	33
4.2.1. Versuch mit Neckarbaggergut (NBG-Versuch)	33
4.2.2. Klärschlammversuch	33
4.2.3. Gefäßversuche zur Tl-Aufnahme von Sommerraps und Grünkohl	33
4.2.4. Gefäßversuch zum wiederholten Anbau von Grünkohl	33
4.2.5. Aufnahme und Verlagerung von radioaktiv markiertem Tl durch verschiedene Brassicaceen in Nährlösungskultur	34
5. Material und Methoden	35
5.1. Material	35
5.1.1. Verwendete Sorten	35
5.1.2. Methoden	39
5.1.2.1. Bodenanalysen	39
5.1.2.2. Pflanzenanalysen	39
5.1.3. Düngung	40
5.1.3.1. Düngung der Feldversuche	40
5.1.3.2. Düngung der Gefäßversuche	42
5.1.3.2.1. Düngung der Gefäßversuche zur Tl-Aufnahme von Sommerraps und Grünkohl	42
5.1.3.2.2. Düngung des Gefäßversuches zur Überprüfung der Entwicklung der Tl-Aufnahme von Grünkohl nach wiederholtem Anbau	43
5.2. Feld- und Gefäßversuche	44
5.2.1. Feldversuche	44
5.2.1.1. Klärschlammversuch	44
5.2.1.1.1. Versuchsaufbau und Durchführung	44
5.2.1.1.2. Schwermetallgehalte im Boden des Klärschlamm-Versuches	46
5.2.1.2. Neckarbaggergut-(NBG-)Versuch	48
5.2.1.2.1. Versuchsaufbau und Durchführung	49
5.2.1.2.2. Schwermetallgehalte im Boden des Neckarbaggergut-Versuches	52
5.2.1.3. Thallium-Versuch	54
5.2.1.3.1. Versuchsaufbau und Durchführung	54
5.2.1.3.2. Schwermetallgehalte im Boden des Thallium-Versuchs	57



5.2.2.	Gefäßversuche	59
5.2.2.1.	Gefäßversuche zur Ermittlung sortenspezifischer Unterschiede in der Tl-Aufnahme	59
5.2.2.2.	Gefäßversuch zur Überprüfung der Entwicklung der Tl-Aufnahme von Grünkohl nach wiederholtem Anbau	60
6.	Ergebnisse	62
6.1.	Thallium	62
6.1.1.	Genotypische Unterschiede in der Tl-Aufnahme ausgewählter Nahrungs- und Futterpflanzen	62
6.1.1.1.	Tl-Konzentrationen der von 1994-96 angebauten Pflanzenarten	62
6.1.1.2.	Tl-Transferfaktor für die angebauten Pflanzenarten	66
6.1.1.3.	Sortenunterschiede in der Tl-Aufnahme von Sommerraps und Grünkohl	67
6.1.2.	Phytoextraktion von Tl-belasteten Böden	70
6.1.2.1.	Überprüfung der Entwicklung der Tl-Aufnahme, TS-Produktion und Tl-Entzüge von Grünkohl nach wiederholtem Anbau	73
6.1.2.2.	Aufnahme und Verlagerung von radioaktiv markiertem Thallium durch verschiedene Brassicaceen	76
6.2.	Cadmium	78
6.2.1.	Genotypische Unterschiede in der Cd-Aufnahme	78
6.2.1.1.	Cd-Aufnahme in Nahrungs- und Futterpflanzen angebaut auf der Thallium-Versuchsfläche der Versuchsstation Hohenheim	78
6.2.1.2.	Cd-Aufnahme von Maislinien und –Hybriden angebaut auf der Neckarbaggergut-Versuchsfläche	84
6.2.1.3.	Steigerung der Cd-Entzüge von Mais durch zusätzliche Ernte der Wurzeln bzw. durch Anbau von Zwischenfrüchten auf der Klärschlammversuchsfläche	92
6.2.1.3.1.	Klärschlamm-Versuchsfläche	92
6.2.1.3.2.	Versuchsfläche „Neckarbaggergut“	93
6.3.	Zink	98
6.3.1.	Genotypische Unterschiede in der Zn-Aufnahme	98
6.3.1.1.	Zn-Aufnahme in Nahrungs- und Futterpflanzen angebaut auf der Thallium-Versuchsfläche der Versuchsstation Hohenheim	98
6.3.1.2.	Zn-Aufnahme von Maislinien und –Hybriden angebaut auf der Neckarbaggergut-Versuchsfläche	103
6.3.1.3.	Steigerung der Zn-Entzüge von Mais durch zusätzliche Ernte der Wurzeln bzw. durch Anbau von Zwischenfrüchten	110
6.3.1.3.1.	Versuchsfläche mit Neckarbaggergut	110
6.3.1.3.2.	Klärschlamm-Versuchsfläche	113
6.3.2.	Schwermetallgehalte und -Entzüge verschiedener Pflanzenarten auf der Neckarbaggergut-Versuchsfläche	124
7.	Diskussion	126
7.1.	Thallium	126
7.1.1.	Pflanzenartenunterschiede	126
7.1.2.	Sortenunterschiede:	127
7.1.3.	Reduzierung von Tl in der Nahrungskette	128
7.1.4.	Phytoextraktion auf Tl-belasteten Flächen	131
7.1.5.	Aufnahme von radioaktiv markiertem Thallium	131
7.2.	Cadmium	132
7.2.1.	Pflanzenartenunterschiede	132
7.2.2.	Sortenunterschiede	133
7.2.3.	Phytoextraktion	133



7.3. Zink	135
7.3.1. Pflanzenartenunterschiede	135
7.3.2. Sortenunterschiede	135
7.3.3. Phytoextraktion	136
8. Schlussbetrachtung	137
9. Zusammenfassung	139
10. Summary	142
11. Literatur	145
12. Lebenslauf	154
13. Danksagungen	155
14. Erklärung	156