

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	X
Definitionen	XIV
1 Einleitung und Problemstellung	1
2 Perfluoralkylverbindungen	5
2.1 Chronologie der Nomenklatur	5
2.2 Die Substanzklasse	6
2.3 Herstellung	12
2.3.1 Elektrochemische Fluorierung (ECF)	12
2.3.2 Fluortomerisierung	14
2.4 Geschätzte Produktions- und Emissionsmengen	15
2.5 Eintrag und Verteilungswege von PFAS in der Umwelt	16
2.6 Eintrag und Vorkommen von PFAS in Lebewesen	19
2.7 Toxikologie von PFAS	22
3 Material, Methoden und Validierungsdaten	25
3.1 Hochleistungsflüssigkeitschromatographie gekoppelt mit Tandem-Massenspektrometrie (LC-MS/MS)	25
3.1.1 Prinzip der LC-MS/MS	25
3.1.2 Prinzip des internen Standards	29
3.1.3 Prinzip der Flüssig-/Fest-Extraktion und der Flüssig-/Flüssig-Extraktion	30
3.1.4 Prinzip der Festphasenextraktion	31
3.2 Eingesetzte Standards, Chemikalien und Geräte	33
3.3 Zielanalyten	35
3.4 Verfahren zur Bestimmung von PFAS im Umgebungswasser aquatischer Organismen	38
3.4.1 Messmethode zur Bestimmung von PFAS in wässrigen Matrices	38
3.4.2 Kalibrierung	40
3.4.3 Probenvorbereitung zur Bestimmung von PFAS in Wasser	42
3.4.4 Validierungsdaten - wässrige Matrices	43
3.5 Verfahren zur Bestimmung von PFAS in Geweben aquatischer Organismen	44
3.5.1 Messmethode zur Bestimmung von PFAS in Geweben aquatischer Organismen	44
3.5.2 Kalibrierung	49
3.5.3 Optimierung der Probenvorbereitungsmethode	53
3.5.4 Optimierung der Flüssig-/Flüssig-Extraktion	54
3.5.5 Optimierung der Festphasenextraktion	63

3.5.6	Optimierte Probenvorbereitungsmethode - Gewebe aquatischer Organismen	71
3.5.7	Validierungskennndaten - Gewebe aquatischer Organismen	72
3.6	Qualitätssicherung	77
3.6.1	Interne Qualitätssicherung	77
3.6.2	Externe Qualitätssicherung	80
3.7	Datenauswertung	81
4	Vorkommen von PFAS in Fischen und Meeresfrüchten	87
4.1	Fische und Meeresfrüchte aus dem Lebensmittelhandel	87
4.2	Fische aus hessischen Binnengewässern	89
4.3	Fische aus Gewässern mit bekannten punktuellen Eintragsquellen	94
4.4	Diskussion der Ergebnisse zum Vorkommen von PFAS in Fischen und Meeresfrüchten	99
5	Fütterungsstudie: Anreicherung von PFAS in Regenbogenforellen (<i>Onchorhynchus mykiss</i>) nach Applikation über das Futter (Biomagnifikation)	107
5.1	Studiendesign und Haltung	107
5.2	Probennahme	110
5.3	Probenvorbereitung	111
5.4	Ergebnisse	112
5.5	Diskussion der Ergebnisse der Fütterungsstudie	130
6	Hälterungsversuch: Anreicherung von PFAS in Spiegelkarpfen (<i>Cyprinus carpio</i>) nach Aufnahme aus dem Umgebungswasser (Biokonzentration)	137
6.1	Studiendesign und Haltung	137
6.2	Probennahme	139
6.3	Probenvorbereitung	140
6.4	Ergebnisse	140
6.5	Diskussion der Ergebnisse des Hälterungsversuches	145
7	Freiwasserstudie: Anreicherung von PFAS in Barschen (<i>Perca fluviatilis</i>) in Abhängigkeit des Alters (Bioakkumulation)	149
7.1	Studiendesign	149
7.2	Probennahme	149
7.3	Probenvorbereitung	152
7.4	Ergebnisse	153
7.5	Diskussion der Ergebnisse der Freiwasserstudie	164

8	Hälterungsstudie: Untersuchung des Anreicherungs-verhaltens von PFAS in der großen Teichmuschel (<i>Anodonta cygnea</i>) nach Aufnahme aus dem Umgebungswasser - Test ihrer Eignung als möglicher Bioindikator für die Gewässergüte in Bezug auf die PFAS-Belastung	169
8.1	Studiendesign, Hälterung und Probennahme	170
8.2	Probenvorbereitung	170
8.3	Ergebnisse	171
8.4	Diskussion der Ergebnisse der Hälterungsstudie von Teichmuscheln	172
9	Zusammenfassende Diskussion und Ausblick	175
10	Zusammenfassung	181
11	Summary	183
12	Literaturverzeichnis	185
	Veröffentlichungen	195
	Tagungsbeiträge	197
	Erklärung	198