

# PFC UNTERSUCHUNGEN IN MANNHEIM NORD

## Kurzbericht zur fünften Untersuchungskampagne

- Untersuchung von 12 Verdachtsflächen sowie Untersuchung des Kompostwerks und der Coleman Kaserne-

Auftraggeber:  
Stadt Mannheim  
Altlasten-, Bodenschutz- und Wasserbehörde  
Sachgebiet Altlasten, Abfall und Bodenschutz  
Collinistr. 1  
68161 Mannheim

15. MAI 2019



## Kontakt

PROJEKTLEITER:

Dr. Michael Reinhard

PROJEKTINGENIEUR

M.Sc. Christopher Schenkel

### **Arcadis Germany GmbH**

Griesbachstraße 10  
76185 Karlsruhe  
Deutschland  
0721 98580-0

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)

Projekt-Nr. DE0115.000675.0120

# INHALT

<b>1</b>	<b>VERANLASSUNG</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG BISHERIGER ERGEBNISSE</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE DER GRUNDWASSERUNTERSUCHUNG (BEREGNUNGSBRUNNEN)</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>VERDICHTETE UNTERSUCHUNG VON ZWÖLF AUSGEWÄHLTEN HOCHBELASTETEN FLÄCHEN</b>	<b>5</b>
4.1	Untersuchungsumfang	5
4.2	Ergebnisse und Bewertung der Flächenuntersuchungen 2018	6
<b>5</b>	<b>UNTERSUCHUNGEN AUF DEM GELÄNDE DER COLEMAN KASERNE</b>	<b>6</b>
5.1	Hintergrund	6
5.2	Ergebnisse und Bewertung	7
<b>6</b>	<b>UNTERSUCHUNG AUF DEM GELÄNDE EINES KOMPOSTWERKS IM MANNHEIMER NORDEN</b>	<b>8</b>
6.1	Hintergrund	8
6.2	Ergebnisse und Bewertung	8
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND WEITERES VORGEHEN</b>	<b>10</b>

## TABELLEN

Tabelle 1	Auswahl der 12 Untersuchungsflächen	5
-----------	-------------------------------------	---

## ABBILDUNGEN

Abbildung 1	Prozentuale Verteilung der PFC-Parameter im Eluat der Coleman	7
Abbildung 2	Prozentuale Verteilung der PFC-Parameter exemplarischer Ackerflächen	7
Abbildung 3	Vergleich der prozentualen Schadstoffverteilung im Abstrom der Kaserne mit exemplarischen Beregnungsbrunnen von Ackerflächen	8
Abbildung 4	prozentuale Schadstoffverteilung am Beispiel einer Sondierung im Bereich der Lager- und Umschlagfläche für Papierabfälle eines Kompostwerkes im Mannheimer Norden.	9
Abbildung 5	prozentuale Schadstoffverteilung am Beispiel einer Ackerfläche	9

## ANLAGEN

Anlage 1	Lageplan mit Ergebnissen	
----------	--------------------------	--

## 1 **Veranlassung**

In Mannheim - Sandhofen kam im Jahr 2015 der Verdacht auf, dass Ackerflächen mit Poly- und Perfluorierten Chemikalien (PFC) verunreinigt worden waren. Die PFC sollen durch die Ausbringung von Komposten mit Anteilen von Abfällen aus der Papierherstellung, die über das Kompostwerk Mannheim bezogen wurden, eingetragen worden sein.

Seither erfolgten vier Untersuchungskampagnen auf insgesamt rund 317 ha Ackerfläche. Davon sind rund 75% (rd. 237 ha) belastet, d.h. die Quotientensumme von 1 wird überschritten. Die Ergebnisse zeigen, dass eine größere Ausdehnung der Flächenbelastung vorliegt, als dies nach den vorhergehenden Recherchen zu vermuten war.

Zur weiteren Erkundung wurde durch die behördliche Bewertungskommission am 26.10.2017 beschlossen, dass an zwölf hochbelasteten Flächen tiefergehende Untersuchungen durchgeführt werden sollen. Hierfür wurden auf diesen ausgesuchten Flächen folgende Untersuchungen bzw. Recherchen durchgeführt.

- Rammkernsondierung (Liner) zur Bestimmung der Tiefenverlagerung der PFC
- Bau von temporären Grundwassermessstellen zur Erfassung des An- und Abstroms auf einer Fläche
- Recherche zum Wechsel der Bewirtschafter,
- Recherche zu Änderungen der Flurstücksgrenzen und
- Recherche zur Art und Umfang der Aufbringung von Komposten

Weiterhin wurden Boden- und Grundwasseruntersuchungen auf dem Gelände eines Kompostwerks im Mannheimer Norden sowie auf dem Gelände der Coleman Kaserne durchgeführt.

Im Rahmen eines bisher jährlich stattfindenden Grundwasseruntersuchung wurden insgesamt 55 Beregnungsbrunnen im Untersuchungsgebiet untersucht. Auf Grundlage dieser Ergebnisse werden vom Landwirtschaftsamt Sinsheim Empfehlungen bzw. Einschränkungen für die Bewässerung der Ackerflächen ausgesprochen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen wurde in dem 5. Zwischenbericht zur orientierenden Untersuchung dargestellt. Der vorliegende Kurzbericht stellt eine Zusammenfassung dieser Ergebnisse dar.

## 2 **Zusammenfassung bisheriger Ergebnisse**

Von insgesamt rd. 317 ha untersuchter Fläche aller verdächtigen Ackerschläge wird bei rd. 237 ha Fläche die Quotientensumme von 1 überschritten.

Ursprünglich wurde vermutet, dass der relevante Ausbringungszeitraum von PFC-haltigem Kompost in den Jahren 2006 bis 2008 lag. Die Jahre 2006 bis 2008 konnten mit den bisherigen Untersuchungen als alleiniger Ausbringungszeitraum von PFC-haltigem Kompost allerdings nicht bestätigt werden.

Im Jahr 2017 wurden zur Identifizierung von bisher unbekanntem PFC-Einträgen im Zustrom belasteter Beregnungsbrunnen eine Rasterbeprobung durchgeführt. In diesen Bereichen gab es bis dato keine Hinweise auf einen PFC-haltigen Kompostauftrag. Es wurden weder Kompostaufbringungen gemeldet, noch waren in den vorhandenen Unterlagen Kompostaufbringungen dokumentiert. Von den dabei untersuchten rd. 110 ha Ackerfläche wurden auf rd. 107 ha eine PFC-Belastung (Quotientensumme >1) festgestellt.

Die bisherigen Untersuchungen, insbesondere auch die der Rasterbeprobungen zeigen eine wesentlich größere Ausdehnung der Flächenbelastung, als bisher angenommen. Das bedeutet, dass die bisherigen Auswahlkriterien zur Erhebung der PFC-verdächtigen Ackerflächen nicht ausreichend sind und machen erweiterte Untersuchungen erforderlich.

### 3 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchung (Beregnungsbrunnen)

Von den 55 untersuchten Brunnen wurden 2018 bei 47 Brunnen PFC nachgewiesen. Die PFC-Konzentrationen lagen zwischen 0,001 µg/l und max. 10,112 µg/l. Im Grundwasser sind vorwiegend kurzkettige PFC (PFBA, PFPeA, PFHxA) vorhanden.

Die Quotientensumme von 1 wurde gemäß neuem PFC-Erlass vom 21.08.2018 bei 3 Brunnen (FB1, FB41, FB18) überschritten. Bei drei weiteren Brunnen (FB54, FB14, FB50) mit QS <1 werden die vorläufigen GFS-Werte (Geringfügigkeitsschwellenwerte) überschritten. Es sind somit sechs von insgesamt 55 Brunnen als belastet einzustufen.

Im Vergleich zu den im Jahr 2017 erfolgten Untersuchungen lässt sich kein eindeutiger Trend einer Verbesserung oder Verschlechterung der Grundwassersituation erkennen. Die Ergebnisse sind im Lageplan zum Kurzbericht dargestellt.

### 4 Verdichtete Untersuchung von zwölf ausgewählten hochbelasteten Flächen

#### 4.1 Untersuchungsumfang

Es wurden die folgenden zwölf Ackerflächen ausgewählt. Die Flächen sind über das gesamte Untersuchungsgebiet verteilt (vgl. Lageplan).

Tabelle 1 Auswahl der 12 Untersuchungsflächen

Fläche	Datum	Oberbodenproben vorangegangenen Kampagnen	
		Max. Feststoffgehalte [µg/kg]	Max. Eluatkonzentration [µg/l]
BB 02	04.05.2015	147,00	10,940
BB7	02.11.2015	92,2	13,537
BI MP1	21.01.2015	244,00	12,503
E50 (06 ,05, 04, 02)	18.09.2015	191,40	25,801
FÖW 1	12.04./20.05.2016	111,20	19,880
FÖW 2	12.04.2016	133,20	16,330
GE 62 (-1)	23.10.2015	98,90	15,172
Gr MP3; MP4; MP2	21.01.2015	179,00	24,562
HF (02)	20.05.2016	94,20	8,68
Mi MP1, MP2	21.01.2015	244,00	28,126
NAW	12.04.2016	235,80	18,000
Wi MP1, MP2	21.01.2015	256,00	64,030

Für die verdichtete Untersuchung der 12 Flächen wurde je Untersuchungsfläche eine Rammkernsondierung (RKS)-Linerbohrung bis zur Tiefe von rd. 4 m gebohrt und die Bodenproben auf PFC im Feststoff und Eluat untersucht.

Zusätzlich zu den RKS wurde pro Untersuchungsfläche sowohl eine temporäre Anstrom- wie eine Abstrommessstelle (Rammpegel mit 1,5 Zoll Durchmesser) gebaut. Aus diesen wurden Grundwasserproben

entnommen, welche auf PFC analysiert wurden. Anhand dieser Untersuchungen wurde der jeweilige PFC-Eintrag der einzelnen Flächen in das Grundwasser ermittelt.

Von jeder der zwölf untersuchten Flächen wurde eine Bodenprobe auf den Summenparameter EOF (extrahierbares organisch gebundenes Fluor) sowie auf die di-PAP Verbindungen (6:2 di-PAP und 8:2 di-PAP) untersucht. Bei den di-PAP-Verbindungen handelt es sich um polyfluorierte Verbindungen, die aufgrund ihrer amphiphilen Eigenschaften als fettabweisendes Beschichtungsmaterial von Papieren in der Papierindustrie Anwendung finden. di-PAP-Verbindungen können durch mikrobielle Transformation in natürlichen Umweltmedien (Boden/Grundwasser) zu Perfluorcarbonsäuren transformiert werden.

## 4.2 Ergebnisse und Bewertung der Flächenuntersuchungen 2018

- Die primäre Schadstoffquelle befindet sich in den oberen Bodenhorizonten von 0,0 m bis max. 0,8 m Tiefe. Der Schadstoffaustrag durch das Sickerwasser kann durch die Eluatanalysen teilweise bis zum Grundwasser erfüllten Bereich verfolgt werden.
- Zur Bestimmung des gesamten im Boden enthaltenen Fluoranteils wurde der Summenparameter EOF analysiert. Für die Proben der zwölf untersuchten Flächen wurden EOF- Gehalte von 69 µg/kg bis 1600 µg/kg bestimmt. Anhand dieser Ergebnisse der 12 Ackerflächen ist ersichtlich, dass ein hoher Anteil (66 % bis nahezu 100 %) an unbekanntem fluorierten Verbindungen vorliegt.
- Bei zehn der zwölf dichter untersuchten Flächen konnte di-PAP vorgefunden werden. Die analysierten Gehalte sind zwischen 13 µg/kg und 27 µg/kg für 6:2 di-PAP sowie und zwischen 5,3 µg/kg und 140 µg/kg für 8:2 di-PAP.
- Bei vier der Ackerflächen (BB02, Bi, FÖW2 und Wi) hat der Sickerwasseraustrag bereits jetzt eine Grundwasserverunreinigung verursacht. Die hierbei ermittelten Quotientensummen liegen zwischen 2,3 und 5,1.
- Bei acht der Ackerflächen (BB07, E50, FÖW1, GE62, Gr, HF02, Mi und NAW) werden die PFC noch innerhalb der im Untersuchungsgebiet weitgehend vorhandenen Schluffschicht in der ungesättigten Bodenzone sorbiert. Es kommt daher aktuell nur zu einem geringen Sickerwasseraustrag. Bei den im Abstrom der Fläche liegenden temporären Grundwassermessstellen wurde daher die Quotientensumme von 1 noch nicht überschritten. Von den Flächen wird aktuell noch keine Grundwasserverunreinigungen verursacht.
- Mittels einer qualitativen Sickerwasserprognose wurde allerdings berechnet, dass aufgrund der Tiefenverlagerung der PFC mit dem Sickerwassers zukünftig mit einer schädlichen Bodenveränderung am Ort der Beurteilung (Übergang ungesättigte zu gesättigte Bodenzone) zu rechnen ist.
- Durch die Überschreitung der QS im Eluat und Grundwasser sowie die prognostizierte zukünftige Überschreitung der QS von 1 am Ort der Beurteilung (Sickerwasserprognose) besteht für alle 12 Flächen ein hinreichender Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung im Sinne des § 9 Abs. 2 Satz 1 des BBodschG.

## 5 Untersuchungen auf dem Gelände der Coleman Kaserne

### 5.1 Hintergrund

Das Gelände der Coleman Kaserne wird seit 1945 durch die US Streitkräfte genutzt. Grundsätzlich besteht bei militärischen Anlagen mit Flugbetrieb durch die mögliche Verwendung von PFC-haltigen Löschschäumen der Verdacht einer PFC-Belastung.

Auf dem Kasernengelände wurden PFC-haltige Löschschäume zur Brandbekämpfung, für Sicherungsmaßnahmen und zu Übungszwecken vorgehalten. Es wurden und werden ausschließlich gesetzlich zugelassene Feuerlöschschäume eingesetzt. Dies gilt auch für die damals zugelassenen AFFF-Schäume (u.a. PFOS-haltig), die bis zum Auslaufen ihrer Zulassung 2011 verwendet wurden.

Vor diesem Hintergrund wurde der Frage nachgegangen, ob belastetes Bodenmaterial beispielsweise durch Verwehungen auf landwirtschaftliche Flächen gelangt sein könnte. Hierzu wurden im Randbereich der Kaserne Boden- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt. Die Lage der Flächen ist dem Lageplan 1 zu entnehmen.

## 5.2 Ergebnisse und Bewertung

Die Untersuchungen zeigen, dass auf den Randflächen der Coleman-Kaserne geringe PFC-Bodenbelastungen (max. Eluat-Gesamtkonzentration 0,5 µg/l bei Col 4) vorliegen. Ebenfalls zeigen die Randflächen gegenüber den Ackerflächen eine deutlich unterschiedliche Zusammensetzung der PFC (vgl. Abbildung 1 und Abbildung 2) sowie eine deutlich geringere Belastung als direkt angrenzende Ackerflächen (bspw. Eluat-Gesamtkonzentration 15,1 bei GE62 oder 6,49 bei KG30). Es ist im Vergleich zu dem PFC-Spektrum der Ackerflächen eine unterschiedliche Zusammensetzung mit einem deutlich höheren Anteil an PFOS im Boden vorhanden.

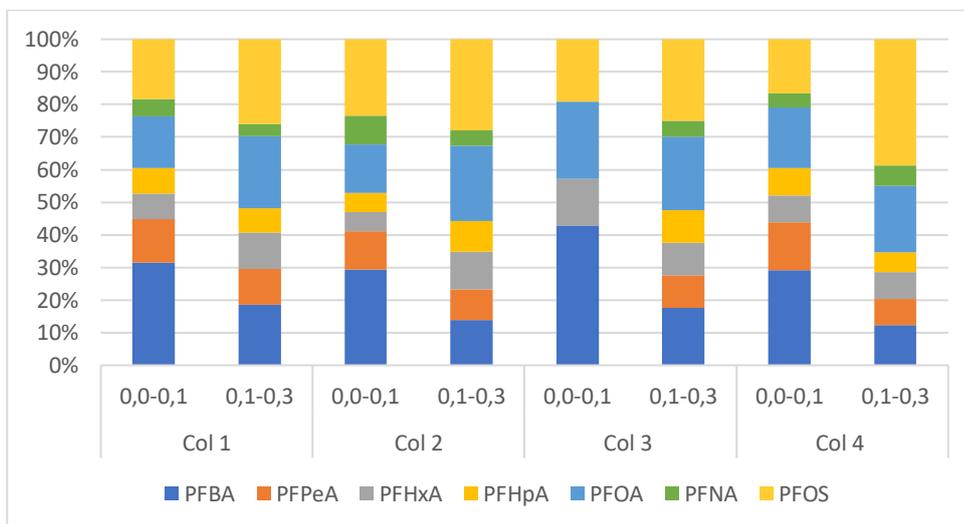


Abbildung 1 Prozentuale Verteilung der PFC-Parameter im Eluat der Coleman

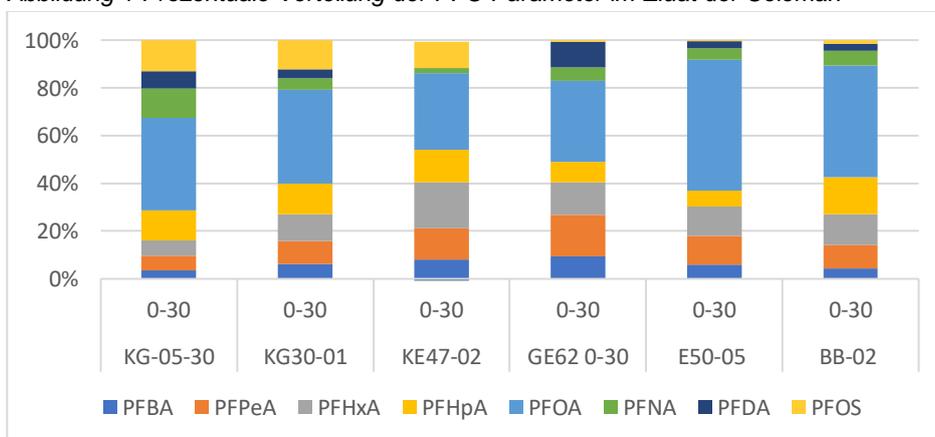


Abbildung 2 Prozentuale Verteilung der PFC-Parameter exemplarischer Ackerflächen

Dies zeigt, dass die PFC-Belastung der Ackerflächen und die der Randflächen innerhalb der Kaserne unterschiedlicher Herkunft sind.

Im Grundwasser wird die QS von 1 einzig von der temporären und daher oberflächennahen GWM P4 im Abstrom der Kaserne mit einem Wert von 1,2 knapp überschritten. Bei dem Vergleich der Schadstoffzusammensetzung im Grundwasser zeigt sich auch hier aufgrund der Dominanz der Sulfonsäure PFHxS ein gegenüber den Grundwasserproben aus den Ackerflächen bzw. den Beregnungsbrunnen deutlich abweichendes PFC-Spektrum (vgl. Abbildung 3).

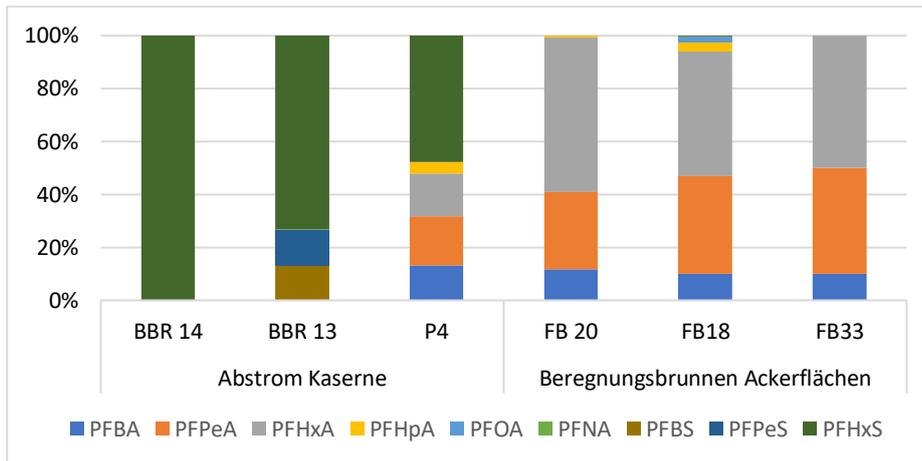


Abbildung 3 Vergleich der prozentualen Schadstoffverteilung im Abstrom der Kaserne mit exemplarischen Beregnungsbrunnen von Ackerflächen

## 6 Untersuchung auf dem Gelände eines Kompostwerks im Mannheimer Norden

### 6.1 Hintergrund

Auf dem Gelände eines Kompost im Mannheimer Norden besteht der Verdacht, dass in der Vergangenheit PFC-haltige Papierschlämme angeliefert, mit Kompost vermischt wurden und auf die umliegenden Ackerflächen ausgebracht wurden.

Es wurden daher bereits im Jahr 2016 Bodenuntersuchungen auf dem Gelände im Bereich der ehemaligen Kompostumschlag- und Lagerfläche durchgeführt. Die Fläche ist zum heutigen Zustand asphaltiert. Die bisherigen Ergebnisse zeigten, dass auf der Betriebsfläche in der Vergangenheit mit PFC-haltigen Stoffen umgegangen wurde.

Zur Verifizierung der bisherigen Ergebnisse wurden weitere Bodenuntersuchungen durchgeführt. Hierzu wurden in verschiedenen Bereichen Rammkernsondierungen durchgeführt. Ebenso wurden im Zu- und Abstrom temporäre Grundwassermessstellen errichtet und Grundwasserprobenahmen durchgeführt.

### 6.2 Ergebnisse und Bewertung

Die Bodenuntersuchungen zeigen eine deutliche PFC-Belastung der ungesättigten Bodenzone bis in eine Tiefe von rund 2 m. Durch die Versiegelung der Fläche kommt es derzeit zu keiner Verlagerung der Schadstoffe durch einen fehlenden Sickerwassereintrag. Die Asphaltierung bewirkt hier zugleich eine weitgehende Sicherung der Schadstoffe in der ungesättigten Bodenzone. Im Grundwasserabstrom ist die PFC-Belastung daher nicht bestimmbar. Im Abstrom konnten nur geringe PFC-Konzentrationen bestimmt werden, welche die QS von 1 nicht überschreiten.

Im Bereich der bekannten ehemaligen Lager- und Umschlagfläche für Papierschlämme wurden die im Feststoff die höchsten Gehalte vorgefunden. Die QS von 1 wird mit 51,4 deutlich überschritten. Das PFC-Muster ist bei den Sondierungen in diesem Bereich mit dem der Ackerflächen vergleichbar (vgl. Abbildung 4 und Abbildung 5). Wie der Vergleich mit der prozentualen Schadstoffverteilung der Ackerflächen zeigt, ist vor allem bei der Verteilung der Carbonsäuren ein ähnliches PFC-Muster, mit PFOA als Hauptschadstoff vorhanden. Ebenfalls einheitlich ist beispielsweise die Zunahme von PFHxA zur Tiefe hin.

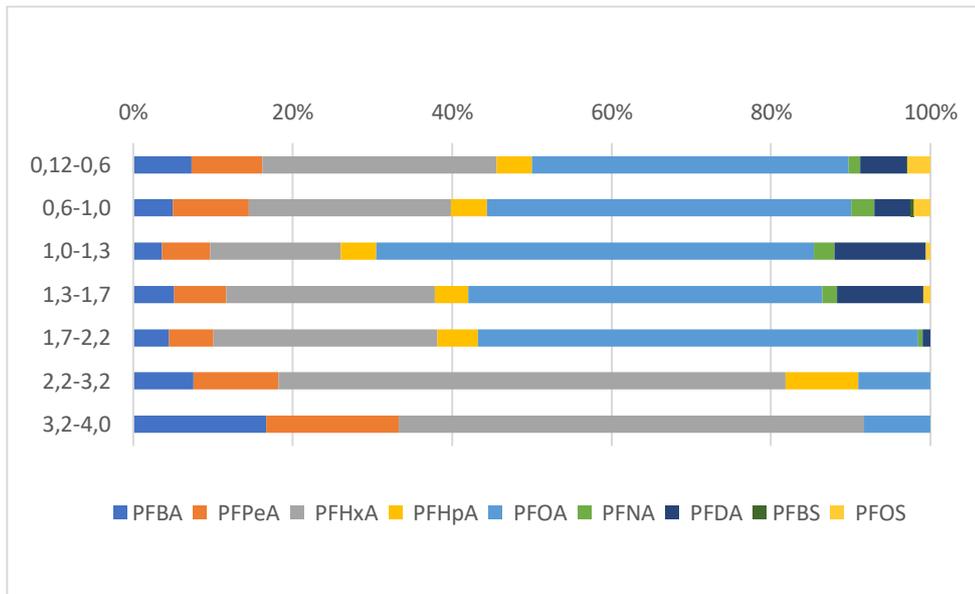


Abbildung 4 prozentuale Schadstoffverteilung am Beispiel einer Sondierung im Bereich der Lager- und Umschlagfläche für Papierabfälle eines Kompostwerkes im Mannheimer Norden.

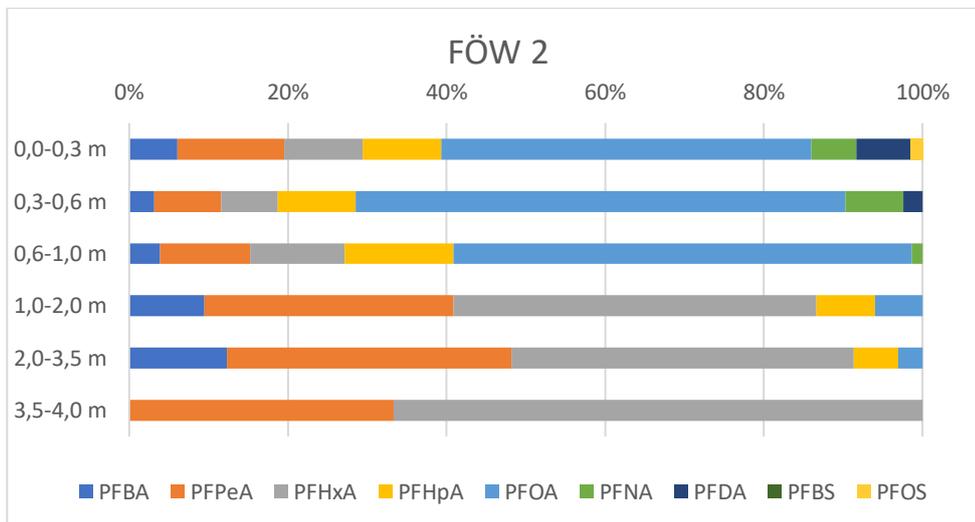


Abbildung 5 prozentuale Schadstoffverteilung am Beispiel einer Ackerfläche

## 7 Zusammenfassung und weiteres Vorgehen

- Für die 12 Flächen der erweiterten Orientierenden Untersuchung hat sich der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung bestätigt.
- Die Untersuchungsergebnisse lassen darauf schließen, dass die PFC-Belastung auf den untersuchten Äckern durch das Aufbringen von PFC-haltigen Papierabfällen/Kompostgemischen worden verursacht ist. Dies lässt sich insbesondere durch die Analyse der di-PAP Verbindungen sowie die Aussagen zu Kompostaufbringungen der Landwirte begründen. Durch eine durchgeführte Verursacheranalyse wurden weitere
- Andere Ursachen (wie z.B. ein Eintrag aus der Coleman-Kaserne) für die PFC-Belastungen haben sich auf den untersuchten Äckern als nicht maßgeblich herausgestellt haben.
- Die Bodenuntersuchungen im Bereich der ehemaligen Lager und Umschlagfläche für Papierabfälle eines Kompostwerkes im Mannheimer Norden lassen auf PFC-Einträge aus PFC-haltigen Papierabfällen schließen.
- Die flächige Ausdehnung der PFC-Belastung wurde noch nicht abgegrenzt. Vielmehr ist kein eindeutiges Verteilungsmuster erkennbar. Die belasteten Flächen sind über den gesamten Mannheimer Norden verteilt. Es ist daher eine flächendeckende Untersuchung der gesamten Ackerflächen in Mannheimer Norden empfehlenswert.