

Perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) bei der Bioabfallverwertung

In Baden-Württemberg sind in 2014 auf bestimmten landwirtschaftlichen Flächen erhöhte Gehalte an PFC-Verbindungen festgestellt worden. Im Fokus stehen Papierfaserschlämme, die in den Jahren 2005 bis 2008 zusammen mit Komposten aus der Bioabfallverwertung aufgebracht wurden. Die Bundesgütegemeinschaft Kompost (BGK) hat den Vorgang zum Anlass für ein [Themenpapier zu PFC](#) genommen.

Das Themenpapier PFC der BGK beleuchtet die Stoffgruppe unter verschiedenen Aspekten und gibt eine Einschätzung über die Relevanz bei der ordnungsgemäßen Verwertung von Bioabfällen. Nicht nur im aktuellen PFC-Vorfall, auch bei früheren Vorfällen war und ist in der Presse schnell von 'Kompost' als vermeintliche Ursache von Umweltbelastungen die Rede. Wenn sich die Mutmaßungen bei der weiteren Ursachenforschung dann nicht bestätigen, ist die Rufschädigung für die gesamte Warengruppe trotzdem gegeben. Entgegenwirken kann man dem nur mit Transparenz, Daten und Fakten.

Was sind PFC und PFT?

Perfluorierte organische Verbindungen sind eine Stoffklasse, an deren Kohlenstoffgerüst die Wasserstoffatome vollständig durch Fluoratome ersetzt sind. Dadurch verfügen diese Verbindungen über äußerst hohe chemische wie thermische Stabilität. Eine Gruppe innerhalb dieser Stoffklasse, die Perfluortenside (PFT), umfasst oberflächenaktive Substanzen, die aus einer hydrophoben Kohlenstoffkette und einer hydrophilen Kopfgruppe bestehen. Die beiden bekanntesten und zugleich verbreitetsten Vertreter der PFC bzw. PFT sind Perfluoroctansulfonat (PFOS) und Perfluoroctansäure (PFOA).

Wegen ihrer oberflächenaktiven Eigenschaften (wasser-, fett- und schmutzabweisend) werden PFT-Verbindungen in zahlreichen Industrie- und Konsumprodukten verwendet. So werden sie in der Textilindustrie beispielsweise zur Herstellung atmungsaktiver Jacken und in der Papierherstellung zur Produktion von schmutz-, fett- und wasserabweisenden Papieren eingesetzt. Die langjährige industrielle Nutzung sowie die hohe Persistenz der Stoffe haben dazu geführt, dass PFT-Verbindungen mittlerweile in allen Umweltkompartimenten (Boden, Wasser, Luft) anzutreffen sind. Sie weisen eine lange Persistenz im menschlichen und tierischen Organismus auf, stehen im Verdacht kanzerogen zu sein und werden als fortpflanzungsgefährdend eingestuft.

Grenzwerte für Düngemittel

Nach § 3 Abs. 1 Nr. 3 der Düngemittelverordnung (DüMV) vom 05.12.2012 gilt für Düngemittel der in Anlage 2 Tabelle 1.4 DüMV genannte PFT-Grenzwert (hier: Summe aus PFOA und PFOS) von 100 µg/kg TM (= 0,1 mg/kg TM). Zugrunde liegt ein Maßnahmewert von jeweils 50 µg/kg TM für die Einzelsubstanzen PFOA und PFOS (in der Summe daher 100 µg/kg TM).

Der Grenzwert gilt auch für jeden einzelnen Ausgangsstoff, der nach Anlage 2 Tabellen 6 bis 8 DüMV für die Herstellung des Düngemittels eingesetzt wird.

Für das Inverkehrbringen von Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln sowie für Wirtschaftsdünger (soweit diese nicht als Düngemittel in Verkehr gebracht werden) gelten die vorgenannten Bestimmungen nach § 4 Abs. 1 Nr. 3 gleichermaßen.

Ab Gehalten von 50 µg/kg TM ist für alle vorgenannten Stoffe die Summe der perfluorierten Tenside (PFOA + PFOS) zu kennzeichnen. Die vorgenannten Grenzwertregelungen sind in Tabelle 1 veranschaulicht.

Gehalte in Stoffen aus der Kreislaufwirtschaft

In Kompost aus der getrennten Sammlung von Bioabfällen können PFT bei Untersuchungen mit der für Feststoffe üblichen Bestimmungsgrenze von 10 µg/kg TM nicht gefunden werden (Tabelle 2). Die Ergebnisse basieren auf Untersuchungen der Bundesgütegemeinschaft Kompost (BGK) sowie der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Danach finden sich keine Anhaltspunkte, dass bei ordnungsgemäßer Bioabfallverwertung in Kompost der Grenzwert der Düngemittelverordnung (DüMV) auch nur annähernd erreicht werden kann.

Bei Untersuchungen nach der DüMV werden i.d.R. allerdings nur die beiden PFT-Leitsubstanzen (PFOA und PFOS) untersucht. Um zu prüfen, ob auch andere PFC-Verbindungen relevant sein könnten, haben die Bundesgütegemeinschaft Kompost und die Gütegemeinschaft Kompost Region Süd (Baden-Württemberg) in 2015 weitergehende Untersuchungen auf insgesamt 18 PFC-Verbindungen veranlasst. Darüber hinaus wurden in 10 Proben von Kompost aus Baden-Württemberg die Untersuchungen der 18 PFC-Verbindungen mit einer niedrigeren Bestimmungsgrenze von nur 1 µg/kg TM analysiert. Die Ergebnisse sind im o.g. BGK-Themenpapier dokumentiert. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass sich in Komposten aus der Bioabfallverwertung auch bei Ausweitung der Analytik auf 18 PFC-Verbindungen keine Anhaltspunkte für erhöhte Gehalte an PFC-Verbindungen finden.

Auch bei den Gärprodukten (flüssig) sind Gehalte an PFT (gem. DüMV) nicht nachweisbar (86 % der Proben). 14 % der Proben weisen für die Summe von PFOA und PFOS im Mittel einen Gehalt von 21 µg/kg TM (Tabelle 3). Der Grenzwert der Düngemittelverordnung wird regelmäßig unterschritten.

Im Bereich der Klärschlammverwertung können PFC durch Indirekteinleiter oder durch Freisetzung aus Produkten, die PFC enthalten, in das Abwasser und damit in die Gewässer und Schlämme gelangen. Tabelle 4 enthält eine Zusammenstellung von Ergebnissen

Tabelle 1: Grenzwert und Kennzeichnungsschwelle für PFT in Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenschutzmitteln nach DüMV

Grenzwerte der Düngemittelverordnung (DüMV) für PFT (Summe PFOA + PFOS)	
Grenzwert	Kennzeichnungsschwelle
100 µg/kg TM	50 µg/ /kg TM

Tabelle 2: PFC-Verbindungen in Komposten aus der Bioabfallverwertung

Substrat	PFOA µg/kg TM	PFOS µg/kg TM	Summe PFT µg/kg TM	Grenzwert PFT µg/kg TM
Biogutkompost (n=37)	< 10	< 10	< 10	100
Grüngutkompost (n=25)	< 10	< 10	< 10	
Kompost (n=62)	< 10	< 10	< 10	
Bestimmungsgrenze 10 µg/kg TM				

Tabelle 3: PFC-Verbindungen in flüssigen Gärprodukten aus der Bioabfallverwertung.

Substrat	PFOA µg/kg TM	PFOS µg/kg TM	Summe PFT µg/kg TM	Grenzwert Summe PFT µg/kg TM
Gärprodukt flüssig < BG (n=60)	< 10	< 10	< 10	100
Gärprodukt flüssig > BG (n=10)	19	19	21	
5. Perzentil	3,65	2,94	6,99	
95. Perzentil	67,7	30,3	70,5	
< BG: Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze von 10 µg/kg TM				
> BG: detektierbare Werte im Messbereich über der Bestimmungsgrenze von 10 µg /kg TM				

Tabelle 4: PFC-Verbindungen in Klärschlämmen

Substrat	PFOA µg/kg TM	PFOS µg/kg TM	Summe PFT µg/kg TM	Grenzwert Summe PFT µg/kg TM
Klärschlamm < BG (n=121)	< 10	< 10	< 10	100
Klärschlamm > BG (n=320)	3,70	15,4	13,0	
5. Perzentil	1,55	3,00	2,70	
95. Perzentil	16,0	180	74,5	
< BG: Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze von 10 µg/kg TM				
> BG: detektierbare Werte im Messbereich über der Bestimmungsgrenze von 10 µg /kg TM				

des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfL) und der RAL-Gütesicherung 'AS-Düngung' für Abwasserschlämme. Danach sind Gehalte an PFT (gem. DüMV) in 27 % der Proben nicht nachweisbar.

73 % der Proben enthalten für die Summe von PFOA und PFOS im Mittel 13 µg/kg TM. Bei PFOS liegen einzelne Werte über dem Grenzwert der DüMV von 100 µg/kg TM. Bei der Zusammenstellung wurden jedoch auch Klärschlämme erfasst, die nicht landwirtschaftlich verwertet werden.

Nimmt man die 247 Analysen der Klärschlämme, die der RAL-Gütesicherung 'AS-Düngung' unterliegenden, so weisen 42 % von diesen keinen messbaren Gehalt an PFT und 58 % der Proben im Mittel einen Gehalt von 9 µg/kg TM auf. Das

5 %-Perzentil liegt bei 2,73 µg/kg TM, das 95 %-Perzentil bei 23 µg/kg TM (Summe PFOA und PFOS).

Da beim Thema PFC der Fokus derzeit auf Papierfaserschlämme gerichtet ist, sind in Tabelle 5 Untersuchungsergebnisse von Frischfaserschlämmen aus der Weißpapierherstellung sowie von (unzulässigen) Faserschlämmen aus der Recyclingpapierherstellung zusammengestellt. In beiden Fällen liegen die Gehalte unter dem Grenzwert der Düngemittelverordnung von 100 µg/kg TM, in der Regel auch unter der Bestimmungsgrenze von 10 µg/kg TM. Ob die in den Jahren 2005 bis 2008 in Mittelbaden ausgebrachten Schlämme aus der Recyclingpapierherstellung höhere PFC-Belastungen aufgewiesen haben, konnte bisher nicht sicher nachvollzogen werden.

Tabelle 5: PFC-Verbindungen in Papierfaserschlämmen				
Substrat	PFOA µg/kg TM	PFOS µg/kg TM	Summe PFT µg/kg TM	Grenzwert Summe PFT µg/kg TM
Frischfaserschlämme aus der Weißpapierherstellung (n=11)	< 10 bis 11	< 10	< 10 bis 11	100
Faserschlämme aus Papierherstellung mit Altpapier (n=8)	< 10	< 23	< 10 bis 23	
Bestimmungsgrenze 10 µg/kg TM				

Hinweise, welche Arten von Papierschlämmen nach der geltenden Düngemittelverordnung bei der Herstellung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenschutzmitteln aus Haupt- oder Nebenbestandteile eingesetzt werden dürfen, ist dem [BGK-Themenpapier](#) zu entnehmen. Im Ergebnis gelten für die flächenbezogene Verwertung stark einschränkende Bestimmungen, die nicht eben trivial sind und bezüglich der Voraussetzungen einen genauen Prüfbedarf erfordern.

Bisherige PFC-Vorfälle

Werden Stoffe auf Flächen aufgebracht, die nach den Vorgaben der abfall- und düngerechtlichen Bestimmungen unzulässig sind, kann es zu erhöhten Einträgen an PFC kommen.

Ein Beispiel dafür ist der PFC-Vorfall 2006 in Nordrhein-Westfalen. In den Flüssen Ruhr und Möhne wurden seinerzeit erhöhte Gehalte an perfluorierten Tensiden (PFT) festgestellt. Ursache war der illegale Einsatz von rund 6.700 Tonnen Bodenhilfsstoffen auf insgesamt 50 landwirtschaftlichen Flächen. Die als 'Bioabfallgemisch' deklarierten Materialien enthielten hohe Rückstände an perfluorierten Chemikalien. Diese stammten aus Abwasserschlämmen aus der Nahrungsmittelindustrie, die aus Belgien eingeführt worden sind und denen Schlämme aus der photochemischen Industrie untergemischt waren, die ursprünglich in einer Müllverbrennungsanlage hätten beseitigt werden sollen.

In Baden-Württemberg stehen aktuell unzulässige Papierfaserschlämme aus der Altpapieraufbereitung in Verdacht, die in der Vergangenheit allein oder zusammen mit Kompost auf

Flächen aufgebracht wurden. Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM-BW) hat eine Arbeitsgruppe mit dem Auftrag der "Prüfung und Bewertung von Randbedingungen und Optionen zur Verwertung von Papierschlämmen" eingerichtet. Zusammengefasst ergeben sich aus den Ergebnissen der Datenerhebung bislang aber keine Anhaltspunkte, dass Papierschlämme oder gar Kompost die Ursache für die PFC-Verunreinigungen sein könnten. Die zuständigen Stellen prüfen daher auch mögliche andere Quellen, etwa mögliche Aufbringungen von Klärschlamm oder Einflüsse des Flughafens Baden-Airpark.

Schluss

Perfluorierte Chemikalien (PFC) werden aufgrund ihrer besonderen stofflichen Eigenschaften seit 50 Jahren in Industrie- und Konsumprodukten eingesetzt. Ihre Verbreitung in Umweltmedien ist inzwischen ubiquitär. So ist auch bei der Verwertung von Bioabfällen nicht auszuschließen, dass PFC-Verbindungen in der Größenordnung unvermeidbarer Hintergrundgehalte festgestellt werden können.

Bei der Erzeugung von Dünge- und Bodenverbesserungsmitteln aus der Kreislaufwirtschaft dürfen nur Stoffe verwendet werden, die nach den abfall- und düngerechtlichen Vorschriften zulässig, d.h. nützlich und grundsätzlich unbedenklich sind.

Derzeit liegen keine Anhaltspunkte vor, dass mit zulässigen Ausgangsstoffen oder daraus erzeugten Komposten oder Gärprodukten höhere Mengen an PFC-Verbindungen in Böden eingebracht werden könnten. Hohe Einträge an PFC-Verbindungen stehen bei festgestellten Kontaminationen vielmehr mit illegalen Aufbringungen unzulässiger Stoffe in Verbindung. Klare Erkenntnisse, welche dies im aktuellen PFC-Vorfall in Baden-Württemberg sein könnten, liegen bislang leider noch nicht vor.

Quelle: H&K aktuell 05/2015, Seite 3-5: Dr. Bertram Kehres (BGK e.V.)