

Verordnung (EU) 2020/741 vom 25. Mai 2020 über Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung

Ergebnis der gemäß Artikel 7 Absatz 1 durchgeführten Überprüfungen der Einhaltung der Bedingungen für das Jahr 2024:

Bewertung der nachgereichten Bodenuntersuchungen im Beregnungsgebiet

Die geforderten Bodenuntersuchungen wurden am 26.02.2025 durchgeführt und auf Schwermetalle (Quecksilber, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel und Zink), Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), die Spurenstoffe Carbamazepin und Diclofenac sowie per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) in Feststoff und Schütteleluat analysiert. Die Analysenergebnisse sind angehängt.

Die Vorsorgewerte für Schwermetalle in Böden (BBodSchV) wurden an allen vier Probenahmepunkten nicht überschritten (Tabelle 1).

Die in den Bodenproben untersuchten 16 PAK konnten an allen Probenahmepunkten nicht nachgewiesen werden (Werte < 0,05 µg/kg). Die Spurenstoffe Carbamazepin und Diclofenac lagen ebenfalls unterhalb der Bestimmungsgrenze (Werte < 0,010 µg/kg).

Die Konzentrationen der PFAS-Einzelverbindungen Perfluorooctansäure (PFOA), Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) und Perfluorononansäure (PFNA) liegen in allen Bodenproben unterhalb der Bestimmungsgrenze (< 0,5 µg/kg). Der Stoff Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) ist mit Werten zwischen 1 und 2,5 µg/kg nachgewiesen (Tabelle 1).

Weiterhin wurde für die Untersuchung der Bodenproben zur Beurteilung des Sickerwassers das Schüttelverfahren nach DIN 19529 mit einem Wasser-Feststoff-Verhältnis von 2:1 angewendet (Tabelle 2). Die Eluate wurden direkt auf 27 PFAS-Einzelverbindungen analysiert und durch TOP-Assay (Total Oxidizable Precursor) auf vorhandene Vorläuferverbindungen untersucht.

Von 27 gemessenen PFAS-Einzelverbindungen vor Oxidation wurden insgesamt acht PFAS nachgewiesen. Bei sieben dieser Stoffe liegen die gemessenen Konzentrationen unterhalb der Geringfügigkeitsschwellenwerte (GFS) und Gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW). PFOS überschreitet den Prüfwert von 0,1 µg/L in allen vier Proben.

Im Rahmen des TOP-Assay wurden nach der Oxidation erhöhte Konzentrationen gemessen, was das Vorhandensein von nicht direkt identifizierbaren Vorläuferverbindungen im PFAS-Gemisch nachweist.

Die nachgewiesenen PFOS-Werte induzieren eine weitere Prüfung. Deren Ursache liegt nicht in der aktuellen Wiederverwendung des gereinigten Wassers, dessen Belastung mit PFAS und Vorläufersubstanzen deutlich geringere Konzentrationen aufweist, die unter den Prüfwerten liegen. Der Ursache für die Bodenbelastung wird weiter nachgegangen.

gez.

Romey

Leiter der Abteilung Gewässer- und Bodenschutz der Stadt Braunschweig

Anlagen:

Tabelle 1: Feststoffanalytik

Tabelle 2: PFAS aus 2:1 Schütteleluat

Probenahme vom 26.02.2025

Tab 1: Feststoffanalytik **Vorsorgewert** **BAB 7502** **Okerlandbau 2513** **Busse 5701** **Okerlandbau 3208**

Schwermetalle	[µg/kg]	[µg/kg TM]			
Quecksilber	0,2	0,0501	0,11	0,0701	0,0601
Blei	40	8,73	21,2	14,4	17,5
Cadmium	0,4	0,301	0,314	0,277	0,361
Chrom	30	7,36	10,6	12,8	10,7
Kupfer	20	7,2	9,21	10,7	8,51
Nickel	15	3,3	5,5	6,18	6,6
Zink	60	28,2	51,5	40,1	49

PAK		[µg/kg TM]			
Acenaphthen		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Anthracen		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benz(a)anthracen		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)pyren	0,3	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(b)fluoranthen		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(g,h,i)perylen		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(k)fluoranthen		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Chrysen		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Dibenzo(a,h)anthracen		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoranthen		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Indeno(1,2,3-c,d)pyren		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Naphthalin		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pyren		< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
PAK 16, Summe nach EPA	3	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Vorsorgewert nach BBodSchV
Anlage 1

Tab 1: Feststoffanalytik	Vorsorgewert	BAB 7502	Okerlandbau 2513	Busse 5701	Okerlandbau 3208
PFAS		[µg/kg] in der Originalsubstanz			
Perfluorooctansäure (PFOA)		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)		2,5	1	1,7	1,5
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Perfluornonansäure (PFNA)		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Summe PFAS (PFOA+PFOS+PFHxS+PFNA)		2,5	1	1,7	1,5
Spurenstoffe		[µg/kg] in der Originalsubstanz			
Carbamazepin		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Diclofenac		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Tab. 2: PFAS aus 2:1 Schütteleluat	Prüfwert	BAB 7502	Okerlandbau 2513	Busse 5701	Okerlandbau 3208
	[µg/L]	[µg/L]			
Trockenmasse [%]		88,6	85,4	87,9	87
Perfluorbutansäure (PFBA)	10	0,017	0,014	0,014	0,02
Perfluorpentansäure (PFPeA)	3	0,013	< 0,010	< 0,010	0,014
Perfluorhexansäure (PFHxA)	6	0,017	0,014	0,011	0,014
Perfluorheptansäure (PFHpA)	0,3	0,016	0,02	0,01	0,012
Perfluoroctansäure (PFOA)	0,1	0,039	0,059	0,036	0,034
Perfluornonansäure (PFNA)	0,06	0,019	0,018	0,021	0,016
Perfluordecansäure (PFDeA)	0,1	0,014	< 0,010	0,019	0,014
Perfluorundekansäure (PFUnA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluordodekansäure (PFDoA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluortridekansäure (PFTrA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluortetradekansäure (PFTA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Summe 11 PFT (Carbonsäuren)		0,14	0,13	0,11	0,12
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	6	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluorpentansulfonsäure (PFPeS)	1	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	0,1	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)	0,3	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)	0,1	0,17	0,13	0,21	0,13
Perfluoroctansulfonamid (PFOSA)	0,1	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,014
Perfluordecansulfonsäure (PFDS)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
1H,1H,2H,2H-Perfluorhexansulfonsäure (4:2 FTS)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
1H,1H,2H,2H-Perfluordecansulfonsäure (8:2FTS)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonsäure (H4PFOS)	0,1	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansäure (H4PFUnA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
2H,2H-Perfluordecansäure (H2PFDA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
7H-Dodekanfluorheptansäure (HPFHpA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluor-3,7-dimethyloktansäure (PF-3,7-DMOA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Tab. 2: PFAS aus 2:1 Schütteleluat	Prüfwert	BAB 7502	Okerlandbau 2513	Busse 5701	Okerlandbau 3208
Capstone Produkt A		< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Capstone Produkt B		< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
PFAS nach Oxidation					
Perfluorbutansäure (PFBA)	10	0,04	0,025	0,027	0,027
Perfluorpentansäure (PFPeA)	3	0,056	0,026	0,03	0,026
Perfluorhexansäure (PFHxA)	6	0,061	0,038	0,035	0,031
Perfluorheptansäure (PFHpA)	0,3	0,069	0,044	0,035	0,033
Perfluoroctansäure (PFOA)	0,1	0,1	0,099	0,079	0,063
Perfluornonansäure (PFNA)	0,06	0,041	0,029	0,033	0,023
Perfluordecansäure (PFDeA)	0,1	0,027	0,014	0,027	0,018
Perfluorundekansäure (PFUnA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluordodekansäure (PFDoA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluortridekansäure (PFTrA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluortetradekansäure (PFTA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Summe 11 PFT (Carbonsäuren)		0,39	0,28	0,27	0,22
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	6	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluorpentansulfonsäure (PFPeS)	1	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	0,1	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)	0,3	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)	0,1	0,19	0,15	0,22	0,15
Perfluoroctansulfonamid (PFOSA)	0,1	< 0,10 ¹⁾	< 0,010	< 0,010	< 0,010 ²⁾
Perfluordecansulfonsäure (PFDS)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
1H,1H,2H,2H-Perfluorhexansulfonsäure (4:2 FTS)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
1H,1H,2H,2H-Perfluordecansulfonsäure (8:2FTS)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonsäure (H4PFOS)	0,1	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansäure (H4PFUnA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
2H,2H-Perfluordecansäure (H2PFDA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010

Tab. 2: PFAS aus 2:1 Schütteleluat	Prüfwert	BAB 7502	Okerlandbau 2513	Busse 5701	Okerlandbau 3208
7H-Dodekanfluorheptansäure (HPFHpA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Perfluor-3,7-dimethyloktansäure (PF-3,7-DMOA)		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Capstone Produkt A		< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Capstone Produkt B		< 0,015	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Summe 11 PFT (TOP) / 11 PFT		2,9	2,2	2,4	1,8
Anmerkungen:		1) Die Bestimmungsgrenze musste aufgrund von Matrixeffekten erhöht werden. Die Bestimmungsgrenze musste laborseitig erhöht werden. 2) Die Bestimmungsgrenze musste aufgrund von Matrixeffekten erhöht werden.			