



R & H Umwelt GmbH

Zentrale Nürnberg

Schnorrstraße 5a

90471 Nürnberg

Telefon 0911 86 88-10

Telefax 0911 86 88-111

info@rh-umwelt.de

www.rh-umwelt.de

Liegenschaftsamt Stadt Fürth

PFAS-Untersuchungen in Boden und Grundwasser

Mühlstraße 21 – 31 in Fürth

Gutachten

Auftraggeber

Stadt Fürth Liegenschaftsamt

Königsplatz 1

90762 Fürth

Projektstandort

Areal Wolfsgrubermühle

Mühlstraße 21 – 31

Fürth

Angebotsdatum

17.03.2021

Auftragsdatum

29.03.2021

Projektleiter

Christine Pechmann

Dipl.-Geoökol.

Angebotsnummer

20A1024

Auftragsnummer

ohne

Ort, Datum

Nürnberg, den 06.09.2021

Umfang

14 Berichtsseiten

11 Anlagen

Übergabe

AG (digital)

R & H (1-fach)

Geschäftsführer:

Peter Swoboda

Dr. Alexander Poser

R & H Umwelt GmbH

Tel: 0911 86 88-10

Fax: 0911 86 88-111

info@rh-umwelt.de

www.rh-umwelt.de

Amtsgericht: Nürnberg HRB: 8225

Ust.-IdNr. DE133511000

Steuer-Nr. 241/115/22045

Sparkasse Nürnberg

IBAN: DE42 7605 0101 0001 2265 22

SWIFT-BIC: SSKNDE77XXX

Inhaltsverzeichnis

1.	Anlass und Auftrag	5
2.	Standortbeschreibung	5
3.	Untersuchungsgrundlagen.....	6
3.1	Ergebnisse vorheriger Untersuchungen	6
3.2	Untersuchungskonzept, Probenahmeplan	6
4.	Durchgeführte Untersuchungen	6
4.1	Untersuchungen der ungesättigten Bodenzone	6
4.2	Untersuchungen des Grundwassers	8
5.	Untersuchungsergebnisse der Boden- und Grundwasseruntersuchungen.....	8
5.1	Ergebnisse der Bodenuntersuchungen.....	8
5.2	Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen.....	9
6.	Bewertung der Ergebnisse	10
6.1	Bewertungsgrundlagen	10
6.2	Bewertung gemäß den LfU-Leitlinien	10
6.3	Orientierende abfallrechtliche Bewertung der Ergebnisse	11
7.	Empfehlung weitergehende Maßnahmen	12

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Übersichtsplan M 1 : 25.000
Anlage 2	Geologische Karte M 1 : 25.000
Anlage 3	Übersichtslageplan der Bohrungen M 1 : 500
Anlage 4	Grundwassergleichenplan vom 30.04.2021
Anlage 5	Bohrprofile
Anlage 6	Übersicht entnommene Bodenproben
Anlage 7	Grundwasser-Probenahmeprotokolle
Anlage 8	Analysenergebnisse
Anlage 8.1	Ergebnisse der Bodenproben
Anlage 8.1.1	Prüfberichte Bodenanalysen
Anlage 8.1.2	Bewertete Analysenergebnisse Bodenproben
Anlage 8.2	Ergebnisse der Grundwasserproben
Anlage 8.2.1	Prüfberichte Grundwasseranalysen
Anlage 8.2.2	Bewertete Analysenergebnisse Grundwasserproben
Anlage 8.3	Analysenergebnisse der Bodenproben - abfallrechtlich
Anlage 9	PFAS-Belastung Boden und Grundwasser M 1 : 500
Anlage 10	Abfallrechtliche Bewertung von Bodenmischproben
Anlage 11	Boden- und Grundwassermanagementkonzept

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Eckdaten Rammkernsondierungen.....	7
Tabelle 2:	Zusammenstellung der Mischproben	11
Tabelle 3:	Orientierende abfallrechtliche Bewertung der Mischproben.....	11

1. Anlass und Auftrag

Die Stadt Fürth ist Eigentümer des Grundstücks Mühlstraße 21 – 31 (Wolfsgrubermühle) in Fürth. Grundwasseruntersuchungen auf der Liegenschaft in 2019/2020 haben eine Verunreinigung mit PFAS aufgezeigt. Die Ursache und Herkunft sind unbekannt. Mit Schreiben des WWA Nürnberg vom 26.10.2020 wurde die Klärung der Ursache und Herkunft der festgestellten PFAS-Belastungen gefordert. Ziel der orientierenden Untersuchungen ist es, durch Bodenuntersuchungen im Umfeld der Messstellen GWM3 und GWM4 einen direkten Eintragsherd der PFAS-Schadstoffe in den Untergrund aufzufinden.

Auf dem Gelände ist der Neubau des Schliemann-Gymnasiums geplant. Im Zuge dessen gilt es, die PFAS-Verunreinigung im Grundwasser in die Planung und Baudurchführung mit einzubeziehen. Dies betrifft auch die abfall- und entsorgungsrelevanten Belange hinsichtlich des geplanten Aushubs.

2. Standortbeschreibung

Das Grundstück liegt aktuell brach und ist zum Teil stark bewachsen. Es weist ein nahezu ebenes Relief auf und umfasst eine Fläche von ca. 8.000 m². Es wird im Norden durch eine Grünfläche und im Süden und Westen durch die Mühlstraße begrenzt. Im Osten fließt direkt die Pegnitz.

Die standorttypischen Eigenschaften hinsichtlich Hydrologie, Hydrogeologie sowie Geologie wurden bereits in den vorausgehenden Gutachten ^{/1/-/3/} beschrieben. Auf diese wird hiermit verwiesen. Im Anschluss eine Kurzzusammenfassung der wichtigsten Daten.

Im Untergrund des Untersuchungsgebiets stehen laut Geologischer Karte von Bayern Nr. 6531, Blatt Fürth, auf dem Gelände im Südwesten der Blasensandstein des mittleren Keupers an. Bei den Schichten des mittleren Keupers handelt es sich um eine Gesteinsschicht, die aus rotbraunen bis grünlichgrauen Sandsteinen mit zwischengeschalteten roten, grünen und violetten Letten besteht. Nach Nordosten zur Pegnitz wird der Blasensandstein von pleistozänen Kiesen und Sanden der Hauptterrasse überlagert. Unmittelbar an der Pegnitz stehen Talböden aus dem Holozän (Alluvium) an. Unter dem Blasensandstein stehen die Lehrbergschichten an, die von schluffigen Tonsteinen bzw. tonigen Schluffsteinen aufgebaut werden.

Auf dem Gelände wird das Grundwasser durch vier Grundwassermessstellen (GWM1-GWM4) erschlossen. Die Daten dieser Grundwassermessstellen sind im Gutachten der R&H Umwelt ^{/2/} einzusehen. Der Grundwasserflurabstand beträgt ca. 2,7 m u. GOK (GWM2) bis max. 4,2 m u. GOK (GWM3).

Der Standort wird hydrogeologisch von der Pegnitz, dem direkt angrenzenden Vorfluter, beeinflusst. Die großräumige Grundwasserfließrichtung ist Ost-Nord-Ost zur Talau der Pegnitz gerichtet und wurde im Rahmen einer Stichtagsmessung am 30.04.2021 erfasst. Die Grundwasserverhältnisse in 2021 sind im Grundwassergleichenplan der Anlage 4 dargestellt. Es befinden sich keine Trinkwasser- oder Heilquellenschutzgebiete in unmittelbarer Nähe abstromig zum Untersuchungsgebiet. In ca. 750 m Entfernung südwestlich liegt im Anstrom das Trinkwasserschutzgebiet der infra Fürth-Rednitztal.

3. Untersuchungsgrundlagen

3.1 Ergebnisse vorheriger Untersuchungen

Es wurden in 2017 bereits Altlastenuntersuchungen durchgeführt. So wurden mittels Kleinbohrungen sowie errichteten Grundwassermessstellen der Boden sowie das Grundwasser im Zuge von orientierenden Untersuchungen sowie Detailuntersuchungen untersucht. Weiterhin fanden im Anschluss diverse Grundwasseruntersuchungen statt.

Die Bodenuntersuchungen zeigten eine flächendeckende anthropogene Auffüllung mit schwankenden Mächtigkeiten (1 – 4,5 m) aus sandig, tonigem Schluff mit Kiesbestandteilen und Ziegelresten, Bauschutt sowie untergeordnet Glasscherben, Textilresten, Metallen und verkohltem Holz. Die Parameter Arsen, Quecksilber, Kupfer, Blei und Zink wurden in erhöhten Konzentrationen (> Hilfswert 1) in der Auffüllung nachgewiesen. Der Parameter PAK wurde teilweise stark erhöht (> Hilfswert 2) vorgefunden. Der natürlich anstehende Boden zeigte generell deutlich geringere Schadstoffgehalte als die Auffüllung.

Die Grundwasseruntersuchungen zeigten in Zusammenfassung der Untersuchungen in allen vier Pegeln erhöhte LHKW- sowie PFAS-Konzentrationen. Die LHKW-Gehalte lagen in den Untersuchungen von 2019/2020 an GWM1-GWM3 stets über dem Stufe-1-Wert, an GWM2 stets über dem Stufe-2-Wert von 40 µg/l. Die PFAS-Konzentrationen lagen seit 2019 an GWM3 sowie GWM4 für die beiden Parameter PFOA sowie H4PFOS über den jeweiligen vorläufigen Schwellenwerten.

3.2 Untersuchungskonzept, Probenahmeplan

Ursache und Herkunft der PFAS ist derzeit nicht bekannt. Zur Lokalisation eines möglichen Eintragspfades der PFAS auf dem Grundstück in den Untergrund wurden im unmittelbaren Umfeld der beiden am höchsten belasteten Messstellen GWM3 und GWM4 entlang der südlichen Grundstücksgrenze Kleinbohrungen durchgeführt. Direkt an das Grundstück grenzt im Süden ein Standort der Freiwilligen Feuerwehr Fürth an.

Die Sondieransatzpunkte wurden in regelmäßigen Abständen entlang der Grundstücksgrenze gelegt, siehe Anlage 3. Die Bodenproben wurden meterweise bzw. bei Schichtwechsel entnommen.

An allen 4 Grundwassermessstellen wurde eine Stichtagsmessung der Wasserstände zur Ermittlung des GW-Fließrichtung durchgeführt sowie jeweils Grundwasserproben entnommen. Die Analytik erfolgte sowohl für die Boden- als auch Grundwasserproben auf die 13 PFAS-Einzelparameter gem. LFU-Leitlinie^{5/}.

4. Durchgeführte Untersuchungen

4.1 Untersuchungen der ungesättigten Bodenzone

Gemäß dem mit dem WWA Nürnberg abgestimmten Untersuchungskonzept wurden insgesamt sieben Rammkernsondierungen (Son1 – Son7) bis in eine maximale Tiefe von 4,0 m u. GOK in den Grundwasserschwankungsbereich abgeteuft. Die Bohransatzpunkte wurden im Vorfeld durch die Kampfmittelräumung freigesessen und deren Lage eingemessen. Die Lage der Bohransatzpunkte der Untersuchung ist in Anlage 3 dargestellt. Grund- bzw. Schichtwasser wurde während der Bohrarbeiten in ca. 3,5 m u. GOK angetroffen.

Tabelle 1: Eckdaten Rammkernsondierungen

Bezeichnung Bohrung	Endteufe (m u. GOK)	Tiefenbereich der Auffüllungen (m u. GOK)	Mächtigkeit der Auffüllung (m)	Grundwasseranschnitt (m u. GOK)
Son1	4,0	0-3	3,0	3,6
Son2	4,0	0-2	2,0	3,5
Son3	4,0	0,05-2,5	2,45	3,5
Son4	4,0	0-2,5	2,5	3,0
Son5	4,0	0-2	2,0	-
Son6	4,0	0-1	1,0	3,5
Son7	4,0	0-2	2,0	3,6
Spotka Son1	4,0	0-2,3	2,3	-
Behringer B3	6,0	0-6	6,0	-

Aus den Rammkernsondierungen und den Bohrungen der Baugrunduntersuchungen wurden die in Anlage 6 aufgeführten Bodenproben entnommen. Aus den Bohrungen Spotka Son1 sowie Behringer B3 der Baugrunduntersuchungen wurden ebenfalls Bodenproben für die altlastenrelevanten Fragestellungen entnommen. Die Bodenproben der Bohrung Behringer B4 wurden für die orientierende abfallrechtliche Untersuchung verwendet.

Aufgrund der chemisch-physikalischen Eigenschaften der PFAS können Bodenproben problemlos über mehrere Monate als Rückstellproben gelagert werden (BlmA: PFC-Leitfaden für Liegenschaften des Bundes - Anlage A-8.2 der Baufachlichen Richtlinien Boden- und Grundwasserschutz, 2018). Daher wurden im Rahmen der Sondierarbeiten 26 Bodenproben entnommen und davon insgesamt 19 Proben rückgestellt. Zunächst wurden die Proben der ersten beiden Bohrmeter jeder Rammkernsondierung 0-1 m sowie 1-2 m analysiert. Zudem wurde stets der Grundwasserschwankungsbereich zwischen 3-4 m ebenfalls analytisch untersucht. Alle weiteren Proben wurden rückgestellt. Aufgrund des um mehrere Meter höheren Bohransatzpunktes der Bohrung Behringer B3, wurden hier die Proben der Bodenschichten 4-5 m sowie 5-6 m untersucht. Detaillierte Angaben zu den Probenahmen, insbesondere die genaue Beschreibung des Bohrgutes, sind den Schichtenverzeichnissen (Anlage 5) zu entnehmen. Bei der Bodenprobenahme wurde sichergestellt, dass eine Querkontamination der Proben durch Verschleppung von PFAS unter den Sondieransatzpunkten durch angepasstes Probenahmeregime und Reinigen der Bohrausrüstung vermieden wurde.

Die Proben zur Analyse wurden dunkel und kühl transportiert und dem DAkkS akkreditierten Analytik Institut Rietzler (AIR) in Fürth überstellt. Die Bestimmungsmethoden der einzelnen Parameter sind jeweils den Analysenprotokollen zu entnehmen (Anlage 8). Zur Bestimmung der PFAS-Konzentration im Boden wurde entsprechend den Vorgaben in den LfU-Leitlinien PFC, Stand April 2017, das S4-Eluat (DIN EN 12457-4:2003-

01, Ersatz der DIN 38414-S4; Wasser-Feststoff-Verhältnis 10:1) erstellt und dieses analysiert. Zum Vergleich wurden ausgesuchte Proben auf PFAS im 2:1-Eluat (Wasser-Feststoff-Verhältnis 2:1, Schütteleluat gem. DIN 19529:2009-01) untersucht, siehe Anlage 8.1.2. Die Untersuchung im 2:1-Eluat beruht auf einer Empfehlung des LfU (Schreiben vom 11.12.2020), entspricht jedoch nicht den Vorgaben der LfU-Leitlinien 04/2017. Aufgrund der geringeren Verdünnung als im S4-Eluat (Wasser-Feststoff-Verhältnis 10:1) ist bei den 2:1-Eluaten mit höheren Konzentrationen zu rechnen. Nach Verabschiedung der Mantelverordnung wird das Elutionsverfahren laut WWA Nürnberg auf das 2:1-Eluat umgestellt. Um dann vergleichbare Konzentrationen zur Verfügung zu haben, wurden ausgewählte Proben mit dem 2:1-Eluat untersucht.

4.2 Untersuchungen des Grundwassers

Die Untersuchung der gesättigten Bodenzone erfolgte mittels Beprobung der vier bereits vorhandenen Grundwassermessstellen auf dem Gelände.

Die Proben zur Analyse wurden dunkel und kühl transportiert und dem DAkKS akkreditierten Analytik Institut Rietzler (AIR) in Nürnberg/Fürth überstellt. Die zur Bestimmung der einzelnen Parameter verwendeten Nachweisverfahren sind den Analysenprotokollen zu entnehmen (Anlage 8). Die PFAS-Konzentrationen in den Grundwasser-Proben wurden gemäß der in den LfU-Leitlinien PFAS, Stand April 2017 vorgegebenen DIN 38407-F42:2011-03* analysiert. Eingehende Angaben zu den Probenahmen (verwendete Pumpe, Förderleistung, etc.) sind den Probenahmeprotokollen (Anlage 7) zu entnehmen.

Bei der Grundwasserprobenahme wurde sichergestellt, dass eine Querkontamination der Probe durch PFAS-haltiges Probenahmeequipment (Teflon-Schläuche, beschichtete Funktionskleidung etc.) durch angepasstes Probenahmeregime und das Tragen von Einweghandschuhen, die vor jeder PN gewechselt wurden, vermieden wurde.

5. Untersuchungsergebnisse der Boden- und Grundwasseruntersuchungen

5.1 Ergebnisse der Bodenuntersuchungen

Die Untersuchungsergebnisse der Bodenproben befinden sich in tabellarischer und bewerteter Form in der Anlage 8.1.2. Überschreitungen des Stufe-1-Wertes für den entsprechenden Einzelparameter wurden durch eine gelbe Hinterlegung des Prüfergebnisses kenntlich gemacht. Überschreitungen des jeweiligen Stufe-2-Wertes wurden rot hinterlegt.

An einem der sieben Aufschlüsse ist eine Überschreitung des vorläufigen Stufe-1-Wertes für PFOS festzustellen. So wird der Stufe-1-Wert für PFOS in der Son4 (0-1 m) mit 0,2 µg/l im Eluat überschritten. In allen weiteren Bodenproben sind keine Stufen-Wert-Überschreitungen zu verzeichnen.

Generell zeigt sich bei den Analysenergebnissen, dass für die Sondierungen Son1 bis Son5 sowie Son7 die PFAS-Gehalte in der obersten Bodenschicht (0-1m) im Vergleich zu den tieferliegenden Bodenhorizonten höher liegen, siehe Anlage 9.

Die Analysenergebnisse zeigen für die Son4 mit 0,494 µg/l die höchsten PFAS-Gehalte in der obersten Bodenschicht von 0 – 1 m. In die Tiefe nehmen die PFAS-Gehalte an Son4 auf 0,252 µg/l (1-2 m) und 0,054 µg/l (3-4 m) ab. Mit zunehmender horizontaler Entfernung (Richtung Nordwest sowie Südost) von Son4 nehmen auch die PFAS-Gehalte in der obersten Bodenschicht ab. An Son5 sind 0,178 µg/l, an Son6 0,05 µg/l sowie an Son7 0,093 µg/l nachgewiesen worden. An Son5 und Son6 sowie teilweise Son7 wurden auch in den

Bodenschichten von 1-2 m und 3-4 m PFAS-Gehalte gefunden. Jedoch ebenfalls mit geringeren Konzentrationen als in der obersten Bodenschicht von 0-1 m.

Die Bodenproben der Bohrung Spotka Son1 zeigen für die obersten beiden Meter keine PFAS-Gehalte. Die Bodenprobe aus dem Grundwasserschwankungsbereich (3-4 m) zeigt mit 0,049 µg/l PFAS-Rückstände, die wahrscheinlich aus dem Grundwasser stammen. Dies ist ebenso bei der Bohrung Behringer B3 zu vermuten. Diese beiden Bohrungen liegen im Randbereich der Untersuchungsfläche.

Das PFAS-Spektrum in den Bodenproben ist unterschiedlich ausgeprägt. An Son4 dominiert in der obersten Bodenschicht der Parameter PFOS (ca. 40 %), danach folgen PFPeA mit 20 %, H4PFOS sowie PFHxA. PFOA, PFBA sowie PFHpA waren nur untergeordnet nachweisbar. An Son4 in 1-2 m Tiefe war PFOS nicht nachweisbar. Hier dominiert der Parameter PFPeA (ca. 44 %), danach folgt PFHxA mit 32 % sowie in geringeren Gehalten PFOA, PFBA sowie PFHpA. Im Grundwasserschwankungsbereich von Son4 waren die beiden Parameter PFPeA mit 57 % sowie PFHxA mit 43 % nachweisbar. An Son5 zeigt sich in Bezug auf das PFAS-Spektrum eine ähnliche Zusammensetzung, jedoch mit veränderter Gewichtung der Einzelparameter.

Bei Bewertung der Ergebnisse der 2:1-Eluate zeigt sich für die Sondierung 4 im obersten Bohrmeter für den Parameter PFOS eine Überschreitung des vorl. Stufe-2-Wertes sowie für H4PFOS eine Überschreitung des vorl. Stufe-1-Wertes. In der darunter liegenden Bodenschicht (1-2 m) wird für PFOS der vorl. Stufe-1-Wert überschritten.

5.2 Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen

Die Analysenergebnisse der entnommenen Grundwasserproben der jeweiligen Grundwassermessstellen sind in Anlage 8.2.2 in tabellarischer und bewerteter Form dargestellt. Die Prüfberichte können Anlage 8.2.1 entnommen werden. Überschreitungen der vorläufigen Grundwasser-GFS für den entsprechenden Einzelparameter wurden durch eine rote Hinterlegung des vorläufigen GFS kenntlich gemacht.

Die höchsten PFAS-Konzentrationen im Grundwasser wurden an den beiden Grundwassermessstellen GWM3 und GWM4 im Anstrom des Geländes mit 1,7 µg/l gemessen. Die zweithöchsten PFAS-Konzentrationen wies GWM1 mit 0,447 µg/l auf. In der GWM2 wurden die geringsten PFAS-Gehalte mit 0,05 µg/l festgestellt. An GWM3 wurden die vorläufigen Geringfügigkeitsschwellenwerte für die PFAS-Einzelparameter PFOS (0,11 µg/l), PFOA (0,25 µg/l) und H4PFOS mit 0,23 µg/l überschritten. Auch an GWM4 werden die vorläufigen Geringfügigkeitsschwellenwerte für PFOA mit 0,26 µg/l sowie für H4PFOS mit 0,28 µg/l überschritten. An den beiden GWM1 und GWM2 wurden keine Überschreitungen festgestellt.

Der Verlauf der PFAS-Konzentrationen an allen 4 Grundwassermessstellen zeigt über die letzten drei Jahre (2019 – 2021) eine steigende Tendenz. So stieg an GWM3 der PFAS-Gehalt von 0,988 µg/l in 2019 über 1,207 µg/l in 2020 auf jetzt 1,724 µg/l an. Diese steigende Tendenz zeigen auch die anderen Messstellen, wie in Anlage 8.2.2 einsehbar.

Die Grundwasserproben zeigen hinsichtlich der Anstrommessstelle und der Messstelle GWM2 deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Einzelparameter. So setzt sich das Spektrum an GWM3 und GWM4 hauptsächlich aus PFPeA (20 % bzw. 21 %), PFHxA (16 % bzw. 15 %) und PFOA (15 % bzw. 15 %) sowie H4PFOS (13 % bzw. 16 %) zusammen. An GWM1 zeigen sich bereits weniger Einzelparameter und es dominieren PFPeA (21 %), PFHxA (16 %) sowie PFOA (15 %). An GWM2 wurden noch 2 Einzelparameter, PFHxA mit 71 % und PFHxA mit 29 % nachgewiesen. PFOS war in GWM2 nicht nachweisbar.

6. Bewertung der Ergebnisse

6.1 Bewertungsgrundlagen

Zur Einstufung von PFAS-Belastungen werden in Bayern die vorläufigen Stufen- bzw. Geringfügigkeitsschwellenwerte des LfU-Bayerns gemäß den „Leitlinien zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden“ mit Stand April 2017 herangezogen. Für Trinkwasser, Oberflächengewässer, Abwasser oder Klärschlamm gelten die auf der LfU-Website veröffentlichten Richtwerte bzw. entsprechenden Veröffentlichungen (https://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/per_polyfluorierte_chemikalien/rechtliches/index.htm).

Böden

Die Bewertung analytisch-chemischer-Befunde von Bodenproben erfolgt anhand der in den LfU-Leitlinien definierten vorläufigen Stufe-1- und Stufe-2-Werte. Zur Gefährdungsabschätzung des Wirkungspfad Boden-Grundwasser werden die Eluatwerte aus dem S4-Eluat (1:10-Eluat) herangezogen. Die ermittelten Eluatkonzentrationen können gemäß den Ausführungen in den LfU-Leitlinien auf das Sickerwasser am „Ort der Beurteilung“ übertragen werden.

Grundwasser

Von der LAWA-LABO-Kleingruppe PFC wurden für die derzeit als prioritär eingestuften 13 PFAS-Einzelstoffe Geringfügigkeitsschwellenwerte für das Grundwasser (GFS-Werte) vorgeschlagen (LAWA –Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, 2017b).

Diese Werte wurden in den LfU-Leitlinien als vorläufige GFS-Werte für das Grundwasser übernommen. Laut den LfU-Leitlinien liegt bei Überschreitung dieser Werte im Grundwasser in der Regel eine schädliche Veränderung des Grundwassers im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) vor.

Gemäß den LfU-Leitlinien lässt sich anhand der GFS-Werte nur eine Aussage darüber treffen, ob eine schädliche Veränderung des Grundwassers vorliegt, oder nicht.

6.2 Bewertung gemäß den LfU-Leitlinien

Im Boden wurde in der orientierenden Bodenuntersuchung an einer der sieben Sondierungen (Son4) der vorläufige Stufe-1-Wert von 0,1 µg/l für PFOS mit 0,2 µg/l überschritten. Der vorläufige Stufe-2-Wert von 0,4 µg/l wurde nicht erreicht. In der darunterliegenden Bodenschicht wurde PFOS nicht mehr nachgewiesen. An keinem weiteren Standort wurden Stufe-1-Werte überschritten.

Da die vorgefundenen Böden im Untersuchungsgebiet zum Großteil aus sandigen Auffüllungen, sowie Sandstein mit gering mächtigen Zwischenlagen aus tonigen Böden bestehen, ist aus gutachterlicher Sicht keine nennenswerte hydraulische Schutzfunktion des Grundwassers durch die überlagernden Bodenschichten gegeben. Anhand der Bohrprofile lässt sich dennoch ein gewisses Rückhaltevermögen durch teilweise vorhandene tonige Bodenhorizonte des anstehenden Bodens erkennen. Die Fläche ist derzeit unversiegelt.

Bei den Untersuchungen des Grundwassers zeigte sich, dass in zwei der vier Grundwassermessstellen der vorläufige Geringfügigkeitsschwellenwert für die Einzelparameter PFOA sowie H4PFOS, sowie an GWM3 auch für PFOS überschritten wurde.

Zwischen Boden- und Grundwasserproben im Bereich von GWM3 und GWM4 ließ sich ein deutlicher Unterschied hinsichtlich des PFAS-Spektrums feststellen. Anhand von Studien konnte gezeigt werden, dass kurz-kettige PFAS-Verbindungen (PFBS, PFBA, PFPeA und PFHxA) relativ schnell aus den Bodenproben eluierten, sie sorbierten also nicht oder in geringerem Maße an die Bodensubstanz als PFOS, PFOA, PFHpA und

PFHxS. Ferner ist davon auszugehen, dass kurzkettinge Verbindungen schneller aus dem Boden ausgewaschen werden und das Grundwasser erreichen (BlmA Bundesanstalt für Immobilienaufgaben, 2018; LfU Bayern, 2019). Unter diesen Gesichtspunkten ist zu vermuten, dass das Schadensereignis noch nicht lange zurück liegt, da auch die kurzkettingen PFAS z.T. noch nicht aus den obersten Bodenschichten eluiert sind. Dafür spricht auch, dass generell die höchsten PFAS-Gehalte in den obersten Bohrmeter festgestellt wurden.

6.3 Orientierende abfallrechtliche Bewertung der Ergebnisse

Da durch die geplante Baumaßnahme Bodenaushub anfällt, wurde vorab anhand der entnommenen Bodenproben eine orientierende abfallrechtliche Bewertung der Auffüllung sowie des natürlich anstehenden Bodens des untersuchten Bereichs vorgenommen.

Aus den entnommenen Bodenproben wurden insgesamt 2 Mischproben erstellt. Die Zusammenstellung der Mischproben für die anthropogene Auffüllung sowie den natürlich anstehenden Boden ist in folgender Tabelle einzusehen.

Tabelle 2: Zusammenstellung der Mischproben

Mischprobe	Einzelproben (Tiefenbereiche in m u. GOK)
MP Auffüllungen	Son1 (0-2), Son3 (0-2), Son5 (0-2), Son6 (0-2), Spokta Son1, Behringer B4 (0-2)
MP Anstehendes	Son1 (3-4), Son2 (3-4), Son3 (3,5-4), Son4 (3-4), Son5 (3-4), Son6(3-4), Son7 (3-4), Spokta Son1 (3-4), Behringer B4 (2-4)

Die Ergebnisse der abfallrechtlichen Bewertung sind in Anlage 10 einzusehen. Zusammenfassend ergibt sich für die anthropogene Auffüllung die abfallrechtliche Einstufung gemäß LAGA M20 in die Zuordnungsklasse Z1.2, für den natürlich anstehenden Boden die Zuordnungsklasse Z1.1. Die Einstufung gem. DepV ergab für beide Mischproben die Deponieklasse DK0.

Tabelle 3: Orientierende abfallrechtliche Bewertung der Mischproben

Mischprobe	LAGA M20 Boden		DepV 2009	
	Einstufung	Einstufungsrelevanter Parameter	Einstufung	Einstufungsrelevanter Parameter
MP Auffüllungen	Z1.2	Quecksilber, PAK, Arsen im Eluat	DK0	-
MP Anstehendes	Z1.1	Kupfer	DK0	-

Hinsichtlich der Verwertung von Aushub, welcher mit PFAS verunreinigt ist, geben die Leitlinien des LfU ebenfalls Zuordnungswerte für das S4-Eluat vor. Die in den Bodeneinzelprouben der RKS analysierten PFAS-Gehalte liegen durchgehend im Bereich des Zuordnungswertes Z0. Lediglich für die Son4 zeigt sich hier aufgrund des erhöhten PFOS-Gehalts orientierend der Zuordnungswert Z2. Diese Einstufung hat orientierenden Charakter und kann nicht für eine Entsorgung/Verwertung von Material herangezogen werden.

Im Zuge des Bauvorhabens muss für eine abfallrechtlichen Deklaration des angefallenen Aushubmaterials eine Probenahme gem. LAGA PN 98 erfolgen sowie die entsprechende Analytik der geforderten Mischproben.

7. Empfehlung weitergehende Maßnahmen

Aus fachgutachterlicher Sicht besteht aufgrund der Überschreitung des Stufe-1-Wertes an Son4 sowie aufgrund der vertikalen Verteilung der PFAS an dieser Stelle ein Verdachtsmoment auf eine PFAS-Eintragsquelle. Daher sind an dieser Stelle weitere Sondierungen zur horizontalen und auch vertikalen Eingrenzung erforderlich um eine Eingrenzung der höher verunreinigten Bodenschichten festzustellen. Dies ist auch in Hinblick auf den geplanten Bodenaushub im Zuge der Errichtung des Heinrich-Schliemann-Gymnasiums von Vorteil, da so eine abfallrechtliche Trennung von höher belastetem Boden möglich ist. Dies ist auch in Hinblick auf die anfallenden Entsorgungskosten zu empfehlen.

Weiterhin sollte im Anstrom zur Liegenschaft eine bereits vorhandene Grundwassermessstelle (soweit vorhanden) beprobt und auf PFAS analysiert werden, um eine mögliche Vorbelastung mit PFAS im Anstrom untersuchen zu können. Hierdurch kann abgeschätzt werden, in welchem Umfang ein PFAS-Eintrag auf der Liegenschaft im untersuchten Bereich stattfindet.

Aufgrund der Lage der PFAS-belasteten GWM3 und GWM4 am westlichen Grundstücksrand besteht ein begründeter Verdacht, dass ein erheblicher Teil der Belastung vom Zustrom außerhalb des Untersuchungsareals herrührt. Um hier einen belastbaren Erkenntnisgewinn zu erhalten ist zu prüfen, ob nicht ggf. eine neue Grundwassermessstelle im Zustrom zu errichten ist (z.B. auf dem Gelände der westlich angrenzenden Feuerwehr). Dies ist mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

Die Empfehlungen für weitere Maßnahmen in Hinblick auf die geplante Errichtung des Heinrich-Schliemann-Gymnasiums sind zusammengefasst als Boden- und Grundwassermanagementkonzept in Anlage 11 beige-fügt.

Nürnberg, 06.09.2021

R & H Umwelt GmbH

ppa. Matthias Hahn

Bereichsleiter

i.A. Christine Pechmann

Dipl.-Geoökologin

Glossar/Abkürzungen

BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BBodSchV	Bundesbodenschutzverordnung
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol und höher alkylierte Aromaten
BV	Bauvorhaben
CKW	Chlorierte Kohlenwasserstoffe
GOK	Geländeoberkante
KMF	Künstliche Mineralfasern
LHKW	Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
TOC	Total organic Carbon
ü. NN	Über Normal Null

Literaturverzeichnis

/1/ R&H Umwelt GmbH: Orientierende Altlastenerkundung Mühlstraße 21-31 in Fürth, Gutachten vom 11.04.2017

/2/ R&H Umwelt GmbH: Detailerkundung Mühlstraße 21-31 in Fürth, Gutachten vom 31.08.2018

/3/ R&H Umwelt GmbH: Grundwassermonitoring Mühlstraße 21-31 in Fürth, Gutachten vom 07.02.2020

/4/ R&H Umwelt GmbH: Grundwasseruntersuchung auf den Summenparameter PFC an den Messstellen 1 bis 4 auf der Liegenschaft Mühlstraße 21-31 in Fürth, Kurzstellungnahme vom 24.09.2020

/5/ Bayerisches Landesamt für Umwelt: Leitlinien zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden. Stand: April 2017