

UNTERSUCHUNGSKONZEPT PFC- UNTERSUCHUNGEN FLUGPLATZ MANCHING

LIEGENSCHAFTSNUMMER: 643019

MAßNAHMENNUMMER: 40213 A 0001

DATUM: 30. NOVEMBER 2016

AUFTRAGGEBER:

Staatliches Bauamt
Ingolstadt



STAATLICHES BAUAMT INGOLSTADT

ELBRACHTSTR. 20

85049 INGOLSTADT

AUFTRAGNEHMER:



GEOLOGEN + INGENIEURE GMBH & CO. KG

DEICHSLERSTRASSE 25

D - 90489 NÜRNBERG

PROJEKTLEITER:

PROJEKTNR. GIBS: 099-G-16/080

AUSFERTIGUNG:



INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorbemerkungen	4
2	Untersuchungskonzept	5
2.1	Detailuntersuchung gemäß Phase IIb	5
2.1.1	KVF 066: Feuerlöschübungsbecken (1)	5
2.1.2	KVF 104: Alte Feuerwache (2)	6
2.1.3	KVF 105: Südbahn westlich (3)	7
2.2	Orientierende Untersuchung gemäß Phase IIa.....	7
2.2.1	Westlich alte Feuerwache (4)	8
2.2.2	Landbahnschäumungen (5), (6), (10), (11), (12)	9
2.2.3	Zustrom alte Feuerwache (DP 40, DP 41, DP 42) (7)	10
2.2.4	Übungsfläche 1 östl. Seitenentwässerungskanal (8).....	11
2.2.5	Übungsfläche 2 östl. Seitenentwässerungskanal (9).....	11
2.2.6	Standplätze Feuerwehr-KfZ (13), (14), (15), (18).....	12
2.2.7	Lager-/Umschlagfläche Schaummittel (16)	13
2.2.8	Zentraler Bereich (Umgriff DP 38, DP 39 und GWM-008) (17).....	13
2.3	Untersuchungen außerhalb der Liegenschaft	14
3	Weitere Empfehlungen	15
4	Zusammenstellung der Leistungen.....	16



ANLAGEN

Anlage 1: Pläne



1 Vorbemerkungen

Das vorliegende Untersuchungskonzept berücksichtigt die wasserwirtschaftliche Wertungen/Empfehlungen, die das [REDACTED] zur Detailuntersuchung Phase IIb zur PFC-Belastung auf dem Flugplatz Ingolstadt/Manching formuliert hat.

Das Konzept soll nach Vorgabe des AG in drei getrennte Untersuchungskonzepte (inkl. Kostenschätzung) getrennt werden:

- **Pos. 1: Detailuntersuchung gemäß Phase IIb** zur abschließenden Gefährdungsabschätzung in den folgenden Bereichen mit nachgewiesenen PFC-Kontaminationen
 - (1) Feuerlöschübungsbecken (KVF 066)
 - (2) Alte Feuerwache (KVF 104)
 - (3) Südbahn westlich (KVF 105)
- **Pos. 2: Orientierende Untersuchung gemäß Phase IIa** in den folgenden Bereichen mit vermuteten PFC-Kontaminationen
 - (4) Westlich alte Feuerwache
 - (5) Löschschaumteppich Flugzeugabsturz PA 200
 - (6) Löschschaumteppich Flugzeugabsturz C 172
 - (7) Zustrom alte Feuerwache (DP 40, DP 41, DP 42)
 - (8) Übungsfläche 1 östl. Seitenentwässerungskanal
 - (9) Übungsfläche 2 östl. Seitenentwässerungskanal
 - (10) Südbahn Landebahnschäumung 1
 - (11) Südbahn Landebahnschäumung 2
 - (12) Südbahn Landebahnschäumung 3
 - (13) Standplatz 1 FLKfz
 - (14) Standplatz 2 FLKfz
 - (15) Standplatz 3 FLKfz
 - (16) Lager-/Umschlagfläche Schaummittel
 - (17) Zentraler Bereich (Umgriff DP 39, DP 40 und GWM-008)
 - (18) Standplatz 4 FLKfz
- **Pos. 3: Konzept zur Ermittlung von Ausdehnung und Konzentrationsverteilung der PFC-Fahne im Grundwasser außerhalb der Liegenschaft**



2 Untersuchungskonzept

In Anlage 1 sind ein Übersichtsplan und Detailpläne der einzelnen Untersuchungsbereiche mit der Lage der Untersuchungspunkte dargestellt. Die Pläne stellen die vorläufige Lage der Untersuchungspunkte dar. Die endgültige Festsetzung der Untersuchungspunkte kann erst nach einer Ortsbegehung inkl. Spartenklärung erfolgen.

2.1 Detailuntersuchung gemäß Phase IIb

Mit der Durchführung der Detailuntersuchung soll eine abschließende Gefährdungsbeurteilung der Kontaminationsverdachtsflächen erzielt werden. Für die Detailuntersuchung sind an allen drei Standorten eingrenzende Untersuchungen in der ungesättigten Bodenzone sowie im Grundwasser vorgesehen.

Zur Eingrenzung der Belastungen in der ungesättigten Bodenzone hat sich nach bisherigen Erfahrungen bei den örtlichen Gegebenheiten die Erkundung mittels Liner-Verfahren bewährt. Durch das Verfahren bleibt der ursprüngliche Schichtenverbund erhalten, was bei den örtlichen Untergrundverhältnissen (Kiese/Sand) von großem Vorteil ist. Des Weiteren sind Beprobungstiefen bis in die gesättigte Bodenzone angedacht, was durch die Verwendung des Liner-Verfahrens ebenfalls realisierbar ist. Die Sondierungen werden schicht- bzw. meterweise beprobt. Die Analytik erfolgt gemäß den LfU-Leitlinien auf PFC im S4-Eluat.

Zur Eingrenzung der PFC-Belastungen im Grundwasser sollten aus Sicht des Gutachters im Zuge der Detailerkundung vollkommen ausgebaute 5"-Grundwassermessstellen (DN 125) errichtet werden. Die Messstellen sind so zu positionieren, dass der Anstrom und der Abstrom der jeweiligen KVF erfasst werden. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen sollten bei der Positionierung der Messstellen berücksichtigt und ggf. an die örtliche Belastungssituation angepasst werden. Im Bereich des Flugplatzes ist mit dem Erreichen der stauenden Schichten bei ca. 8 – 10 m u. GOK zu rechnen. Aus den neu errichteten Grundwassermessstellen sollten, aus Gründen der Repräsentativität, mindestens zwei Grundwasserproben entnommen werden und diese auf PFC gemäß den LfU-Leitlinien analysiert werden. Die Grundwasseruntersuchungen sollten erst nach Abschluss aller Aufschlussarbeiten gemeinsam im Zuge zweier Beprobungsrunden im Abstand von ca. zwei bis drei Monaten durchgeführt werden. Dabei sollten auch die Bestandsmessstellen mituntersucht werden.

2.1.1 KVF 066: Feuerlöschübungsbecken (1)

Im Bereich des Feuerlöschübungsbeckens (siehe Anlage 1, Blatt 2) wurden im Zuge mehrerer Erkundungsphasen der Verdacht auf einen Eintrag von PFC-haltigen Schaummitteln in die ungesättigte und gesättigte Bodenzone und damit der



Altlastenverdacht bestätigt. Eine vollständige laterale Abgrenzung der Kontaminationsfläche konnte bislang nicht erzielt werden. Dies soll durch die geplanten Untersuchungen erreicht werden.

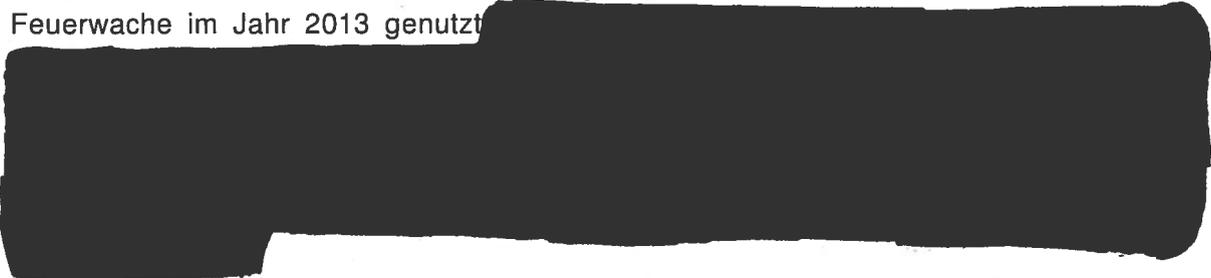
An der KVF 066 wurden bis 1989 regelmäßige Übungen mit PFC-haltigem Löschmittel durchgeführt. Bei der heute bewachsenen Fläche handelte es sich früher um ein Freigelände. Bei den Übungen, die mindestens einmal pro Monat abgehalten wurden, wurde Wasser ins Becken eingelassen und anschließend Kerosin darauf verteilt. Der Schaum ist durch das Löschen auch im Umkreis des Beckens zu finden. Nach Angaben der Feuerwehr wurde das Becken meistens von Westen angefahren. Die Feuerwehrfahrzeuge (FW-KFZ) begannen ca. 100 m vor dem Becken das Schaummittel anzustellen. Dabei wurde das Wurfrohr jedoch zunächst auf den Boden gerichtet, um einen Schaumteppich zum Schutz des FW-KFZ zu bilden. Kurz vor Erreichen des Übungsbeckens wurde das Wurfrohr aufgerichtet. Nähere Informationen sind nicht bekannt. Die Durchführung folgender Untersuchungen wird empfohlen:

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 10 Ansatzpunkten** (im weiteren Umgriff der bislang bekannten Kontaminationsfläche und im vermuteten Anfahrbereich der Feuerwehr-KfZ, **Bezeichnung FÜB-L14 – FÜB-L23**) zur Eingrenzung der Belastungen im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von 3 Grundwassermessstellen (DN 125, GWM-019 - GWM-021) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Abgrenzung der Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

2.1.2 KVF 104: Alte Feuerwache (2)

Im Bereich der „Alten Feuerwache“ (siehe Anlage 1, Blatt 3) wurden deutliche PFC-Belastungen in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone festgestellt, die weitere Untersuchungen zur abschließenden Gefährdungsabschätzung erforderlich machen.

Das Gebäude wurde in den 60er Jahren gebaut und bis zur Fertigstellung der neuen Feuerwache im Jahr 2013 genutzt





Durch die geplanten Untersuchungen sollen die PFC-Belastungen sowohl in der gesättigten als auch in der ungesättigten Bodenzone abschließend abgegrenzt werden. Die Durchführung folgender Untersuchungen wird empfohlen:

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 13 Ansatzpunkten** (im weiteren Umgriff der bislang bekannten Kontaminationsfläche, **Bezeichnung AFW-L12 – AFW-L24**) zur Eingrenzung der Belastungen im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von 4 Grundwassermessstellen (DN 125, GWM-022 - GWM-025) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Abgrenzung der Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

2.1.3 KVF 105: Südbahn westlich (3)

Durch das [REDACTED] wurden im Bereich der KVF 105 (siehe Anlage 1, Blatt 4) Feststoffuntersuchungen des Oberbodenmaterials auf PFC durchgeführt und dabei PFC-Belastungen im Feststoff ermittelt. Weitere Bodenuntersuchungen erbrachten eine diffuse Kontaminationsverteilung, die weitere Maßnahmen zur abschließenden Gefährdungsabschätzung notwendig macht. Die Durchführung folgender Untersuchungen wird empfohlen:

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 5 Ansatzpunkten** (im weiteren Umgriff der bislang bekannten Kontaminationsfläche, **Bezeichnung DPL-L05 – DPL-L09**) zur Eingrenzung der Belastungen im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von 3 Grundwassermessstellen (DN 125, GWM-026 - GWM-028) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Abgrenzung der Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

2.2 Orientierende Untersuchung gemäß Phase IIa

Mit der Durchführung der Orientierenden Untersuchung soll der bestehende Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung bzw. einer erheblichen Grundwasserverunreinigung durch PFC überprüft werden. An den insgesamt 15 Verdachtsflächen sind hierfür orientierende Untersuchungen in der ungesättigten Bodenzone sowie im Grundwasser angedacht.



Wie in Kapitel 2.1 erläutert, empfiehlt sich bei den örtlichen Untergrundverhältnissen zur Untersuchung der ungesättigten Bodenzone die Verwendung des Liner-Verfahrens.

Aus Sicht des Gutachters sind bereits im Zuge der Phase-IIa-Untersuchungen Untersuchungen der gesättigten Bodenzone zielführend und konform mit der standardisierten Vorgehensweise gemäß LfU-Merkblatt 3.8/1. Erfahrungsgemäß sind die PFC-Einträge durch Löschschaumeinsätze vor allem in der ungesättigten Bodenzone oftmals heterogen verteilt. Durch Untersuchungen im Grundwasser können diese PFC-Einträge integraler erfasst werden. Weiterhin könnte durch Untersuchungen der gesättigten Zone zum jetzigen Zeitpunkt eine Kosten- /Zeitersparnis (Synergien mit den Liner-Verfahren) erzielt werden, was auch in Hinsicht auf den Flugbetrieb (vor allem entlang der Start-/Landebahnen) große Vorteile mit sich bringt.

Zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser sind aus Sicht des Gutachters im Zuge der Orientierenden Erkundung aus wirtschaftlichen Gründen unvollkommen ausgebaute Piezometer (2"-Grundwassermessstellen) zielführend. Diese können mittels Direct-Push-Technik errichtet werden. Hierbei wird eine Verrohrung mit einem Maximaldurchmesser von 3,25" und einer verlorenen Spitze in den Untergrund vorgetrieben, Filter- und Vollrohrmaterial eingebaut und anschließend die Hilfsverrohrung wieder gezogen. Die Messstellen werden oberhalb der Filterstrecke mit einer Bentonitsuspension abgedichtet. Aus Sicht des Gutachters sollte die Messstellentiefe ca. 7 m betragen und die Filterstrecke von ca. 2 m u. GOK bis zur Endtiefe reichen. Analog zu den Detailuntersuchungen wird auch an den 2"-Grundwassermessstellen empfohlen, mindestens zwei Grundwasserproben zu entnehmen und diese auf PFC gemäß LfU-Leitlinien analysieren zu lassen. Neben der Kontaminationsverteilung im Grundwasser können wichtige hydrogeologische Erkenntnisse durch die Grundwasseraufschlüsse gewonnen werden.

2.2.1 Westlich alte Feuerwache (4)

Westlich der „Alten Feuerwache“ (siehe Anlage 1, Blatt 3) wurde auf dem dort verlaufenden Taxiway für Übungszwecke ein 150 m langer Löschschaumteppich gelegt.

Die Durchführung folgender Untersuchungen wird empfohlen:

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 8 Ansatzpunkten** (je vier auf beiden Seiten des Weges, **Bezeichnung WAFW-L01 – WAFW-L08**) zur Überprüfung des Kontaminationsverdachts im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von 6 Piezometern (2"-Messstellen, P01 - P06) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.



2.2.2 Landebahnschäumungen (5), (6), (10), (11), (12)

Auf dem Flugplatz Ingolstadt/Manching befinden sich zwei Start-/Landebahnen, die als Nordbahn bzw. Südbahn bezeichnet werden. Beide Start-/Landebahnen wurden in den letzten Jahren erneuert (Nordbahn 2009, Südbahn 2010/2011).

Für die Festlegung der Ansatzpunkte sollte die Lage bzw. Oberflächenentwässerung vor Erneuerung der Start-/Landebahnen und evtl. in diesem Zuge stattgefundenener Bodenaustausch / Bodenumlagerung mit einbezogen werden. Die Durchführung folgender Untersuchungen wird empfohlen:

Löschschaumteppich Flugzeugabsturz PA 200 (5)

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 4 Ansatzpunkten** (je zwei auf beiden Seiten der Landebahn, siehe Anlage 1, Blatt 3, Bezeichnung LTN-1-L01 – LTN-1-L04) zur Überprüfung des Kontaminationsverdachts im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von einem Piezometer (2“-Messstellen, P25) im potenziellen Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien. Im Anstrombereich befindet sich die KVF 104 „Alte Feuerwache“, an der das Grundwasser bereits durch Messstellen erschlossen ist.

Löschschaumteppich Flugzeugabsturz C 172 (6)

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 6 Ansatzpunkten** (je drei auf beiden Seiten der Landebahn, siehe Anlage 1, Blatt 5, Bezeichnung LTN-2-L01 – LTN-2-L06) zur Überprüfung des Kontaminationsverdachts im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von 4 Piezometern (2“-Messstellen, P09 – P12) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

Südbahn Landebahnschäumung 1 (10)

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 8 Ansatzpunkten** (je vier auf beiden Seiten der Landebahn, siehe Anlage 1, Blatt 8, Bezeichnung LTS-1-L01 - LTS-1-L08) zur Überprüfung des Kontaminationsverdachts im Boden bis in die



wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.

- **Errichtung von 6 Piezometern (2“-Messstellen, P07, P08, P35, P36, P41, P42) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

Südbahn Landebahnschäumung 2 (11)

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 4 Ansatzpunkten** (je zwei auf beiden Seiten der Landebahn, siehe Anlage 1, Blatt 8, Bezeichnung LTS-2-L01 - LTS-2-L04) zur Überprüfung des Kontaminationsverdachts im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von 2 Piezometern (2“-Messstellen, P37 – P38) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

Südbahn Landebahnschäumung 3 (12)

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 8 Ansatzpunkten** (je drei auf beiden Seiten der Landebahn, siehe Anlage 1, Blatt 9, Bezeichnung LTS-3-L01 - LTS-3-L08) zur Überprüfung des Kontaminationsverdachts im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von 6 Piezometern (2“-Messstellen, P45 – P50) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

2.2.3 Zustrom alte Feuerwache (DP 40, DP 41, DP 42) (7)

Im Zustrom der „Alten Feuerwache“ (siehe Anlage 1, Blatt 6) wurden im Bereich der (temporären) Grundwasseraufschlüsse DP40, DP41 und DP42 erhöhte PFC-Konzentrationen erkundet, die keiner konkreten Verdachtsfläche zugeordnet werden können. Die Durchführung folgender Untersuchungen wird empfohlen:

- **Errichtung von 6 Piezometern (2“-Messstellen, P19 – P24) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur



Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

2.2.4 Übungsfläche 1 östl. Seitenentwässerungskanal (8)

Im östlichen Bereich des Flugplatzes, in der Nähe der Grundwassermessstelle GWP-05, befindet sich heute ein Munitionslager (siehe Anlage 1, Blatt 7). Vor dieser Zeit wurden hier Löschübungen (zur Systemprüfung der Fahrzeugteile sowie zu

Übungsfläche durchgeführt.

Die Durchführung

folgender Untersuchungen wird empfohlen:

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 8 Ansatzpunkten** (zwei Reihen im Abstand von ca. 10 m mit je vier Sondierungen vom Standplatz des Feuerwehr-KFZ beginnend im Abstand von ca. 20 m in Richtung Westen dem vermuteten Verlauf des Schaumteppichs folgend, Bezeichnung ÜF-1-L01 – ÜF-1-L08) zur Überprüfung des Kontaminationsverdachts im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von 4 Piezometern (2"-Messstellen, P27 – P30) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

2.2.5 Übungsfläche 2 östl. Seitenentwässerungskanal (9)

Laut Angabe der Feuerwehr gab es eine weitere Übungsfläche (siehe Anlage 1, Blatt 7), an der analog zur Übungsfläche 1 Löschschaumübungen durchgeführt wurden. Diese befand sich ca. 300 m südöstlich der Übungsfläche 1. Die vermutete Übungsfläche ist im Lageplan eingezeichnet, wobei für diese keine weiteren Angaben von der Feuerwehr (Wurfrichtung, Standplatz Feuerwehr-KfZ, Art/Anzahl der Übungen) bekannt sind. In dem vermuteten Übungsbereich befinden sich aktuell Lagerflächen. Vor einer genauen Festlegung des Untersuchungskonzeptes für orientierende Untersuchungen sollte eine weitere Befragung der Feuerwehr durchgeführt werden. Die Durchführung folgender Untersuchungen wird empfohlen:

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 7 Ansatzpunkten** (genaue Festlegung unter Berücksichtigung weiterer Erkenntnisse oder orientierend über die bekannte Fläche verteilt, Bezeichnung ÜF-2-L01 – ÜF-2-L06) zur Eingrenzung der Belastungen im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.



- **Errichtung von 3 Piezometern (2"-Messstellen, P32 – P34) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

2.2.6 Standplätze Feuerwehr-KfZ (13), (14), (15), (18)

Entlang der südlichen Start-/Landebahn befinden sich vier ausgewiesene Standplätze (siehe Anlage 1, Blatt 10) für Feuerwehr-KfZ. [REDACTED]
[REDACTED] Havarien oder sonstige Löschschaumeinsätze sind an diesen Standorten nicht bekannt. Wir empfehlen die Durchführung folgender Untersuchungen:

Standplatz 1 FLKfz (13)

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 4 Ansatzpunkten** (je zwei auf beiden Seiten der befestigten Standfläche, Bezeichnung SPF-1-L01 - SPF-1-L04) zur Überprüfung des Kontaminationsverdachts im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von 1 Piezometern (2"-Messstellen, P53) im potenziellen Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

Standplatz 2 FLKfz (14)

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 4 Ansatzpunkten** (je zwei auf beiden Seiten der befestigten Standfläche, Bezeichnung SPF-2-L01 - SPF-2-L04) zur Überprüfung des Kontaminationsverdachts im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von 2 Piezometern (2"-Messstellen, P39 – P40) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

Standplatz 3 FLKfz (15)

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 4 Ansatzpunkten** (je zwei auf beiden Seiten der befestigten Standfläche, Bezeichnung SPF-2-L01 - SPF-2-L04) zur



Überprüfung des Kontaminationsverdachts im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.

- **Errichtung von 2 Piezometern (2“-Messstellen, P43 – P44) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

Standplatz 4 FLKfz(18)

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 4 Ansatzpunkten** (je zwei auf beiden Seiten der befestigten Standfläche, genaue Lage mit Feuerwehr abstimmen, Bezeichnung SPF-4-L01 - SPF-4-L04) zur Überprüfung des Kontaminationsverdachts im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von 2 Piezometern (2“-Messstellen, P51 – P52) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

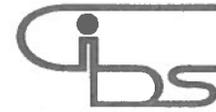
2.2.7 Lager-/Umschlagfläche Schaummittel (16)

Die Schaummittel wurden/werden zentral im Gebäude 609 (siehe Anlage 1, Blatt 11) gelagert. Dort lagern ca. 18.000 l Schaummittel in IBC-Containern. Die Durchführung folgender Untersuchungen wird empfohlen:

- **Bodenuntersuchungen (Liner-Sondierungen) an 4 Ansatzpunkten (genaue Festlegung unter Berücksichtigung der Oberflächenentwässerung vor Ort)** zur Überprüfung des Kontaminationsverdachts im Boden bis in die wassergesättigte Bodenzone. Schicht- bzw. meterweise Probenahme. Untersuchung ausgewählter Proben auf PFC gemäß LfU-Leitlinien im S4-Eluat.
- **Errichtung von 2 Piezometern (2“-Messstellen) im potenziellen An-/Abstrom der KVF** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

2.2.8 Zentraler Bereich (Umgriff DP 38, DP 39 und GWM-008) (17)

Im Nahbereich des o.g. Gebäudes 609 (siehe Anlage 1, Blatt 11) wurden in den Grundwasseraufschlüssen DP-38, DP39 und GWM-008 erhöhte PFC-Konzentrationen



(im Vergleich zum anströmig gelegenen Aufschluss DP-26) gemessen. Die Durchführung folgender Untersuchungen wird empfohlen:

- **Errichtung von 3 Piezometern (2"-Messstellen) im Anstrom der oben aufgeführten Messstellen** zur Ermittlung der hydrogeologischen Verhältnisse und zur Untersuchung der PFC-Belastungen im Grundwasser durch Entnahme von jeweils mindestens zwei Grundwasserproben inkl. Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien.

2.3 Untersuchungen außerhalb der Liegenschaft

Zur Bewertung der PFC-Belastungen außerhalb der Liegenschaft wurden bereits umfangreiche Maßnahmen (Monitoringprogramme des Grund- und Oberflächenwassers, Untersuchung der ungesättigten Bodenzone im Bereich bewässerter Rasenflächen/Kleingärten und landwirtschaftlicher Flächen, Erntegutuntersuchungen) durchgeführt, die nicht Bestandteil des vorliegenden Untersuchungskonzeptes sind.

Die nachfolgenden Untersuchungen dienen dazu, die PFC-Belastungen im Grundwasser außerhalb der Liegenschaft weiter einzugrenzen. Bereits bei derzeitigem Kenntnisstand kann von einer relativ guten Abgrenzung der PFC-Fahne außerhalb ausgegangen werden, sodass ein stufenweises Vorgehen unter Einbeziehung vorhandener Grundwasseraufschlüsse als zielführend erachtet wird. Die Durchführung folgender Untersuchungen wird empfohlen:

- Erhebung weiterer, bestehender Grundwasseraufschlüsse, die zur Abgrenzung der PFC-Belastung im Grundwasser herangezogen werden können.
- Beprobung geeigneter Grundwasseraufschlüsse und Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien
- Bewertung der Analyseergebnisse
- Falls keine geeigneten Grundwasseraufschlüsse zur Abgrenzung der PFC-Fahne vorhanden sind, sollten fünf weitere temporäre Grundwasseraufschlüsse mittels **Direct-Push-Technik (siehe Anlage 1, Blatt 1)** errichtet und einmalig beprobt und auf PFC gemäß LfU-Leitlinien analysiert werden. Die Errichtung von permanenten Grundwasseraufschlüssen auf Privatgrund außerhalb der Liegenschaft ist nicht zielführend.



3 Weitere Empfehlungen

Zu den oben aufgeführten Erkundungen werden folgende zusätzliche Untersuchungen empfohlen:

Im Zuge des **Oberflächenwasser-Monitorings** sollten weiterführende Untersuchungen an den Fließgewässern auf der Liegenschaft durchgeführt werden:

- Detaillierte Erfassung des Fließregimes, Vor-Ort-Besichtigung
- Einmessung der Gewässerhöhen zur Ermittlung des hydraulischen Gefälles an den Fließgewässern bzw. zur Ermittlung infiltrierender/exfiltrierender Verhältnisse
- Abflussmessungen am Riedelmoosgraben, Feilenmooshauptkanal und Seitenentwässerungskanal Ost, 2-malige Wiederholungsmessung
- Entnahme von Oberflächenwasserproben im Zuge der Abflussmessungen an den o.g. Stellen und Analytik auf PFC gemäß LfU-Leitlinien zur Durchführung weiterer Frachtbetrachtungen.

Weiterhin ergeht die Empfehlung, im Zuge der zweimaligen Beprobung aller neuen Grundwasseraufschlüsse die bereits bestehenden Messstellen mit zu untersuchen und an allen Aufschlüssen eine Stichtagsmessung zur Verifizierung der Grundwassergleichen durchzuführen.

Des Weiteren empfehlen wir, wie auch von behördlicher Seite gefordert, den PFC-Belastungen im Bereich des **Seitenentwässerungskanal Ost (bei der Grundwassermessstelle GWP-05)** nachzugehen und durch orientierende Untersuchungen (siehe Anlage 1, Blatt 7) weiter zu erkunden. Wir schlagen vor, durch zwei orientierende Bodenaufschlüsse (SekO-L01, SekO-L02) eventuellen Bodenbelastungen im Bereich der GWP-05 nachzugehen.

Zur Qualitätssicherung der Analysenergebnisse ergeht die Empfehlung, stichprobenartig ca. 5% der Wasserproben durch Doppel- und Parallelbeprobungen bzw. Blindproben zu verifizieren, was bei ca. 200 Wasserproben jeweils etwa zehn zusätzliche Beprobungen/Analysen bedeutet.

4 Zusammenstellung der Leistungen

Nr.	KVf-Nr	Bezeichnung	Phase	Erkundung Grundwasser			Erkundung ungesättigte Bodenzone				
				Messstellentyp	Anzahl	Bohrmeter	Grundwasserbeprobungen/-analytik	Boden-aufschlüsse	Bohrmeter	entnommene Bodenproben	analyisierte Bodenproben
(1)	066	Feuerlöschübungsbecken	IIb	GWM (5'')	3	30	6	10	40	60	60
(2)	104	Alte Feuerwache	IIb	GWM (5'')	4	40	8	13	52	78	78
(3)	105	Südbahn westlich	IIb	GWM (5'')	3	30	6	5	20	30	30
(4)		Westlich alte Feuerwache	IIa	Piezometer (2'')	6	42	12	8	32	48	24
(5)		Löschschaumteppich Flugzeugabsturz PA 200	IIa	Piezometer (2'')	1	7	2	4	16	24	12
(6)		Löschschaumteppich Flugzeugabsturz C 172	IIa	Piezometer (2'')	4	28	8	6	24	36	18
(7)		Zustrom alte Feuerwache (DP 40, DP 41, DP 42)	IIa	Piezometer (2'')	6	42	12				
(8)		Übungsfläche 1 östl. Seitenentwässerungskanal	IIa	Piezometer (2'')	4	28	8	8	32	48	24
(9)		Übungsfläche 2 östl. Seitenentwässerungskanal	IIa	Piezometer (2'')	3	21	6	7	28	42	21
(10)		Südbahn Landebahnschäumung 1	IIa	Piezometer (2'')	6	42	12	8	32	48	24
(11)		Südbahn Landebahnschäumung 2	IIa	Piezometer (2'')	2	14	4	4	16	24	12
(12)		Südbahn Landebahnschäumung 3	IIa	Piezometer (2'')	6	42	12	8	32	48	24
(13)		Standplatz 1 FLKfz	IIa	Piezometer (2'')	1	7	2	4	16	24	12
(14)		Standplatz 2 FLKfz	IIa	Piezometer (2'')	2	14	4	4	16	24	12
(15)		Standplatz 3 FLKfz	IIa	Piezometer (2'')	2	14	4	4	16	24	12
(16)		Lager-/Umschlagfläche Schaummittel	IIa	Piezometer (2'')	2	14	4				
(17)		Zentraler Bereich (Umgriff DP 39, DP 40 und GWM-008)	IIa	Piezometer (2'')	3	21	6				
(18)		Standplatz 4 FLKfz	IIa	Piezometer (2'')	2	14	4	4	16	24	12
		Zweimalige Untersuchung bestehenden 29 GWMs					68				
		Erkundungen Seitenentwässerungskanal Ost						2	8	12	6
		Erkundungen außerhalb der Liegenschaft									
		Gesamt			65	475	193	99	396	594	381

Anmerkungen

- > 5''-Messstellen als vollkommene Brunnen
- > Piezometer im Direct-Push-Verfahren bis 7 m Entteufe
- > Bodenaufschlüsse bis in die gesättigte Bodenzone, angenommen ca. 4 m Tiefe, Entnahme von ca. 6 Proben/Aufschluss
- > Im Bereich bestätigter Kontaminationsflächen Untersuchung aller entnommener Bodenproben, bei orientierenden Untersuchung Analytik ausgewählter Proben, angenommen 3 Stück pro Ansatzpunkt
- > Außerhalb der Liegenschaft temporäre Grundwasseraufschlüsse mittels Direct-Push bis in die wasser-gesättigte Zone (ca. 5 m u. GOK) und einmalige Beprobung



Nürnberg, 30. November 2016



GEOLOGEN + INGENIEURE GMBH & CO. KG

DEICHSLERSTRASSE 25, D - 90489 NÜRNBERG

(Sachverständiger §18
BBodSchG)

(Fachbereichsleitung)

(Projektleitung)



Anlage 1:
Pläne