

25. Mai 2022

Altstandort „Flughafen Salzburg – Feuerlösch- übungsgelände“

Gefährdungsabschätzung und Prioritätenklassifizierung



Flughafen Salzburg – Feuerlöschübungsgelände (© Umweltbundesamt)

Zusammenfassung

In einem für Feuerlöschübungszwecke genutzten Teil des Salzburger Flughafens ist es durch die jahrzehntelange Verwendung von Löschschäumen zu einer erheblichen Kontamination des Untergrundes mit per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS), vornehmlich Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), gekommen. Das erheblich kontaminierte Untergrundvolumen umfasst zwei Schadensbereiche mit einem Volumen von in Summe mehr als 50.000 m³. Ausgehend von dieser Untergrundkontamination hat sich eine ca. 3,5 km lange Schadstofffahne im Grundwasserabstrom ausgebildet. Die im Grundwasser transportierte PFAS-Fracht ist als sehr groß zu beurteilen. Aufgrund der Eigenschaften der Schadstoffgruppe der PFAS und der (hydro-)geologischen Rahmenbedingungen ist mittelfristig weder mit einer Verringerung des Schadstoffeintrags aus der Quelle noch mit einer Rückbildung der Schadstofffahne zu rechnen. Von der Grundwasserverunreinigung sind private Nutzwasserbrunnen und -quellen, darunter auch ein zeitweise für Trinkwasserzwecke genutzter Hausbrunnen, betroffen. Entsprechend den Kriterien für die Prioritätenklassifizierung ergibt sich für den Altstandort die Priorität 1.

1 LAGE DES ALTSTANDORTES UND DER ALTLAST

1.1 Lage des Altstandortes

Bundesland: Salzburg
Bezirk: Salzburg
Gemeinde: Salzburg (50101)
Katastralgemeinden: Maxglan (56531), Wals II (56556)
Grundstücksnummern: KG Maxglan: 1173/20, 1173/21, 1173/70, 1173/71, 1173/75, 1173/80, 1173/93, 1173/96, 1175/1, 1183/3, 1453/10, 1453/11, 1512/4, 1513/2, 1513/6, 1513/7
KG Wals II: 1783, 1784, 1790, 1796/2, 1796/10, 2620/1, 2622/3

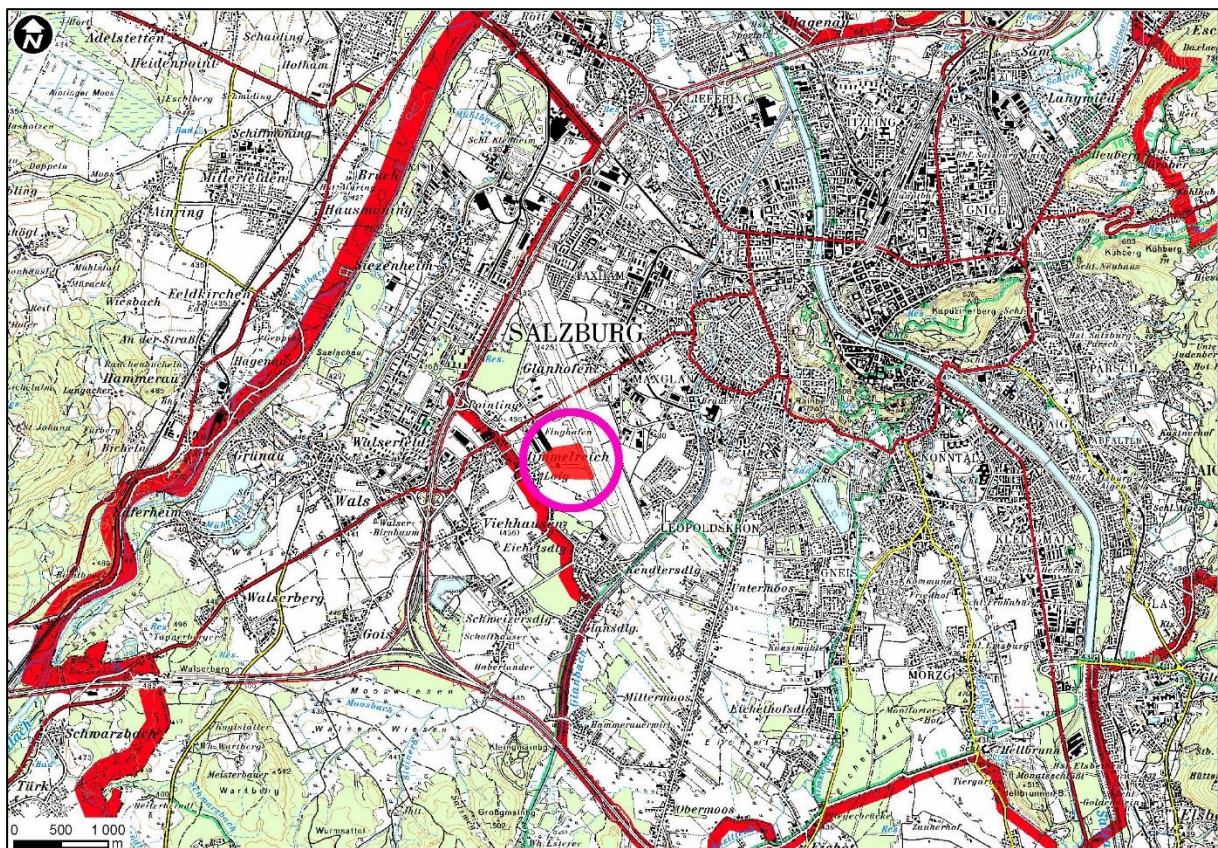


Abbildung 1: Übersichtslageplan (Datenquelle: basemap.at, BEV; © Umweltbundesamt)

1.2 Lage der Altlast

Bundesland: Salzburg
Bezirk: Salzburg
Gemeinde: Salzburg (50101)
Katastralgemeinde: Maxglan (56531)
Grundstücksnummern: KG Maxglan: 1173/21, 1173/70, 1173/71, 1173/75,
1173/96, 1183/3

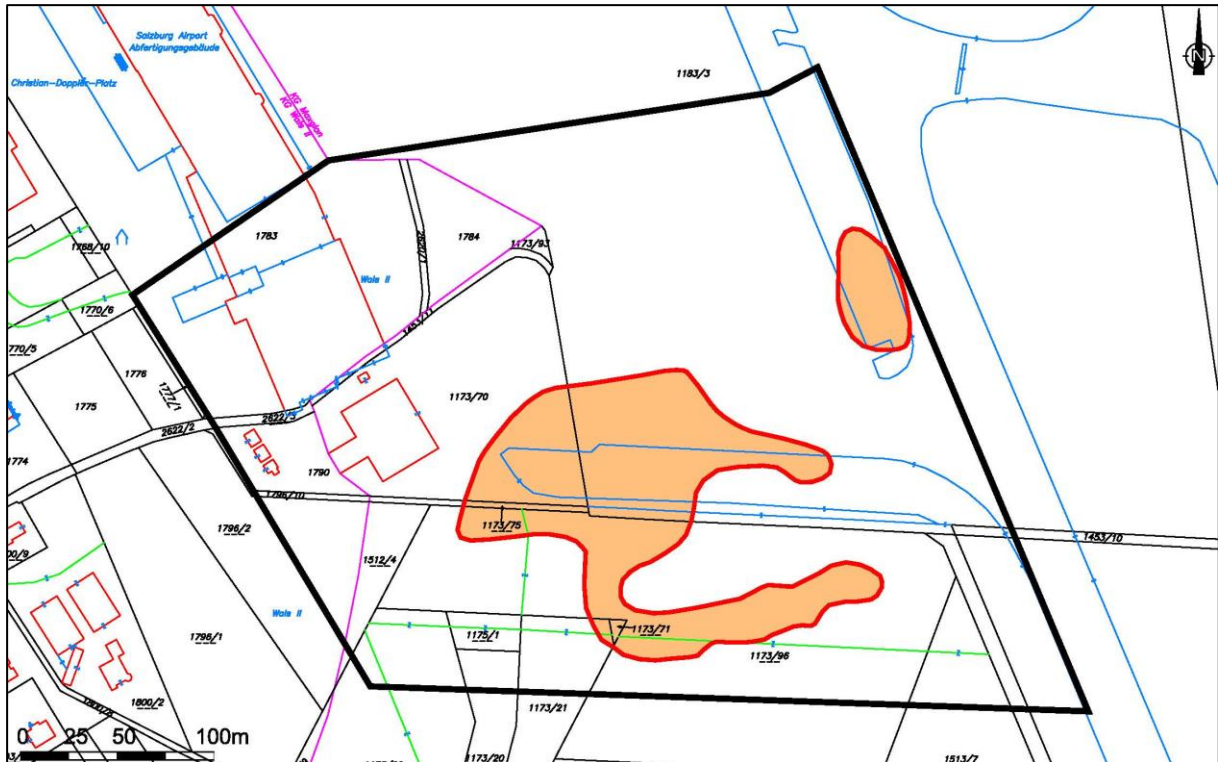


Abbildung 2: Lage des Altstandortes (schwarz) und der Altlast (rot) im Katasterplan (Datenquelle: basemap.at, BEV; © Umweltbundesamt)

2 BESCHREIBUNG DER STANDORTVERHÄLTNISSE

2.1 Betriebliche Anlagen und Tätigkeiten

Der Salzburger Flughafen befindet sich im Stadtteil Maxglan etwa 3 km südwestlich des Stadtzentrums von Salzburg. Die Start- und Landebahn des Flughafens („Piste“) erstreckt sich in Nordwest-Südost-Richtung über etwa 3 km beidseits der in diesem Bereich unterflur verlaufenden Innsbrucker Bundesstraße. Die meisten der Betriebsgebäude inkl. der beiden Terminals befinden sich westlich der Flughafenpiste (siehe Abbildung 3).

Im Bereich des heutigen Flughafens befand sich Anfang des 20. Jahrhunderts noch ein militärisches Übungsgelände mit den dazugehörigen Gebäuden („Maxglaner Exerzierfeld“). Ein Teil des Areals wurde bereits in den 1920er-Jahren als „Notlandeplatz“ genutzt. Offiziell eröffnet wurde der Salzburger Flughafen im Jahre 1926. Ein erstes größeres Flughafengebäude und Tanklager wurden 1929/1930 errichtet. Eine betonierte Start- und Landebahn – damals noch in West-Ost-Richtung verlaufend – sowie befestigte Rollwege und weitere Hangars folgten erst gegen Ende des 2. Weltkrieges.

In den 1960er-Jahren erfolgten zahlreiche Erweiterungen und Modernisierungen, u. a. wurden eine neue Piste, ein Terminal und weitere Hangars errichtet. Anfang der 1990er-Jahre wurde die Piste verbreitert, im Nordwestteil entstanden neue Hangars. Ab den 2000er-Jahren wurde der Flughafen erneut erweitert und modernisiert (Terminal, Tower, Piste, Hangars).

Auf dem Areal des Flughafens wurden seit 1965 von der Flughafenfeuerwehr an mehreren Stellen – und insbesondere im Bereich der südlichen Abstellflächen und deren Umgebung– zahlreiche Feuerlöschübungen durchgeführt. Zur Anwendung kamen dabei auch synthetische Löschmittel, sogenannte Aqueous Film Forming Foams (AFFF), die einen wasserhaltigen Film zwischen Schaum und brennbarer bzw. brennender Flüssigkeit ausbilden. Diese Löschschäume enthielten per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS), wobei Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) in den meisten dieser Löschschäume die Hauptkomponente darstellte. Die am Flughafen Salzburg verwendeten Produkte enthielten bis Anfang der 1990er-Jahre 9,5 g/l PFOS, danach 4,5 g/l. Von 2006 bis 2018 wurde ein Produkt eingesetzt, das nur mehr 0,1 µg/l PFOS enthielt.

Entsprechend den Vorgaben der Zivilluftfahrtbehörde dürften die Übungen zumindest vierteljährlich, teilweise auch monatlich durchgeführt worden sein, wobei aber nicht immer AFFF-Löschschäume zum Einsatz kamen. Auf Basis der vorhandenen Unterlagen und Aufzeichnungen der Flughafenfeuerwehr kann die verwendete Menge an Löschschaum mit rund 200 l pro Jahr grob abgeschätzt werden.

Das Areal, auf dem regelmäßig Feuerlöschübungen stattgefunden haben, umfasst auf einer Fläche von ca. 110.000 m² die Hauptabstellfläche des Flughafens westlich der Piste („Vorfeld“), deren südliche Umgebung sowie die Betriebsgebäude im Südwesten.

2.2 Untergrundverhältnisse

Der Salzburger Flughafen liegt auf einer Seehöhe von ca. 431 m ü. A. bis 433 m ü. A. und befindet sich im Bereich des Salzburger Beckens, dessen spät- und postglaziale Sedimentfüllung Mächtigkeiten von bis zu 250 m erreicht.

Im Bereich des Altstandortes stehen unter dem Bodenhorizont bzw. der Oberflächenbefestigung oft schluffig-tonige Sedimente bis maximal 2,5 m Tiefe an, die stellenweise von maximal 1 m mächtigen künstlichen Anschüttungen überlagert werden. Unter den feinkörnigen Sedimenten folgen (stark) kiesige Sande. In etwa 20 m Tiefe befindet sich die Oberfläche des bis zu mehr als 80 m mächtigen Salzburger Seetons (schluffige Tone bis Sande).

In den kiesig-sandigen Sedimenten ist ein in Richtung Nordost bis Nordnordost gerichteter Grundwasserstrom ausgebildet. Der Salzburger Seeton bildet den Grundwasserstauer. Im Bereich des

Flughafens treten Grundwasserspiellagen von ca. 425 m ü. A. bis 427 m ü. A. auf. Der Grundwasserflurabstand liegt demgemäß zwischen 5 m und 7 m.

Das Grundwassergefälle beträgt lokal ca. 2,5 ‰ bis 3,5 ‰, die hydraulische Durchlässigkeit kann auf Basis von Pumpversuchen mit $2,5 \cdot 10^{-3}$ m/s abgeschätzt werden. Bei Annahme einer durchschnittlichen Grundwassermächtigkeit von 13 m lässt sich daraus ein spezifischer Grundwasserdurchfluss von rund 8 m^3 pro Tag und Querschnittmeter abschätzen. Das Verdünnungspotential des Grundwasserstroms gegenüber dem Sickerwasser im Bereich von nicht versiegelten oder bebauten Flächen kann unter Berücksichtigung der lokalen meteorologischen Verhältnisse grob mit etwa 10:1 abgeschätzt werden.

2.3 Schutzgüter und Nutzungen

Der Altstandort wird im Westen und Norden von versiegelten Betriebsflächen sowie den Terminals und weiteren Betriebsgebäuden und im Osten von Grünflächen und der Pistenanlage begrenzt. Der südlich anschließende Bereich wird landwirtschaftlich genutzt (siehe Abbildung 3).

Der Altstandort liegt im Grundwasserkörper „Unteres Salzachtal“ und befindet sich in keinem Grundwasserschutz- oder Grundwasserschongebiet. Das Brunnenfeld Bischofswald mit zwei Trinkwasserbrunnen befindet sich ca. 300 m westlich des nördlichen Pistenabschnitts, ca. 700 m vom Altstandort entfernt in dessen seitlichem Grundwasserabstrom (siehe Abbildung 4). Das Brunnenfeld ist von einem Grundwasserschutzgebiet umgeben.



Abbildung 3: Lage des Altstandortes im Luftbild von 2020 (Datenquelle: basemap.at, BEV; © Umweltbundesamt)

Etwa 3,5 km grundwasserstromabwärts des Altstandortes speist das Grundwasser eine Reihe von Quellen, die an einer Terrassenkante entlang des Fischerwirtsbaches entspringen. Auch der Bach selbst wird vom Grundwasser dotiert. Der Fischerwirtsbach mündet in den Lieferinger Mühlbach, der wiederum über die Altglan und die Glan in die Salzach entwässert (siehe Abbildung 4). Das gesamte Gewässernetz wird fischereiwirtschaftlich genutzt, der Fischerwirtsbach dient dabei als Aufzuchtgewässer, das jährlich mit Jungfischen besetzt wird.

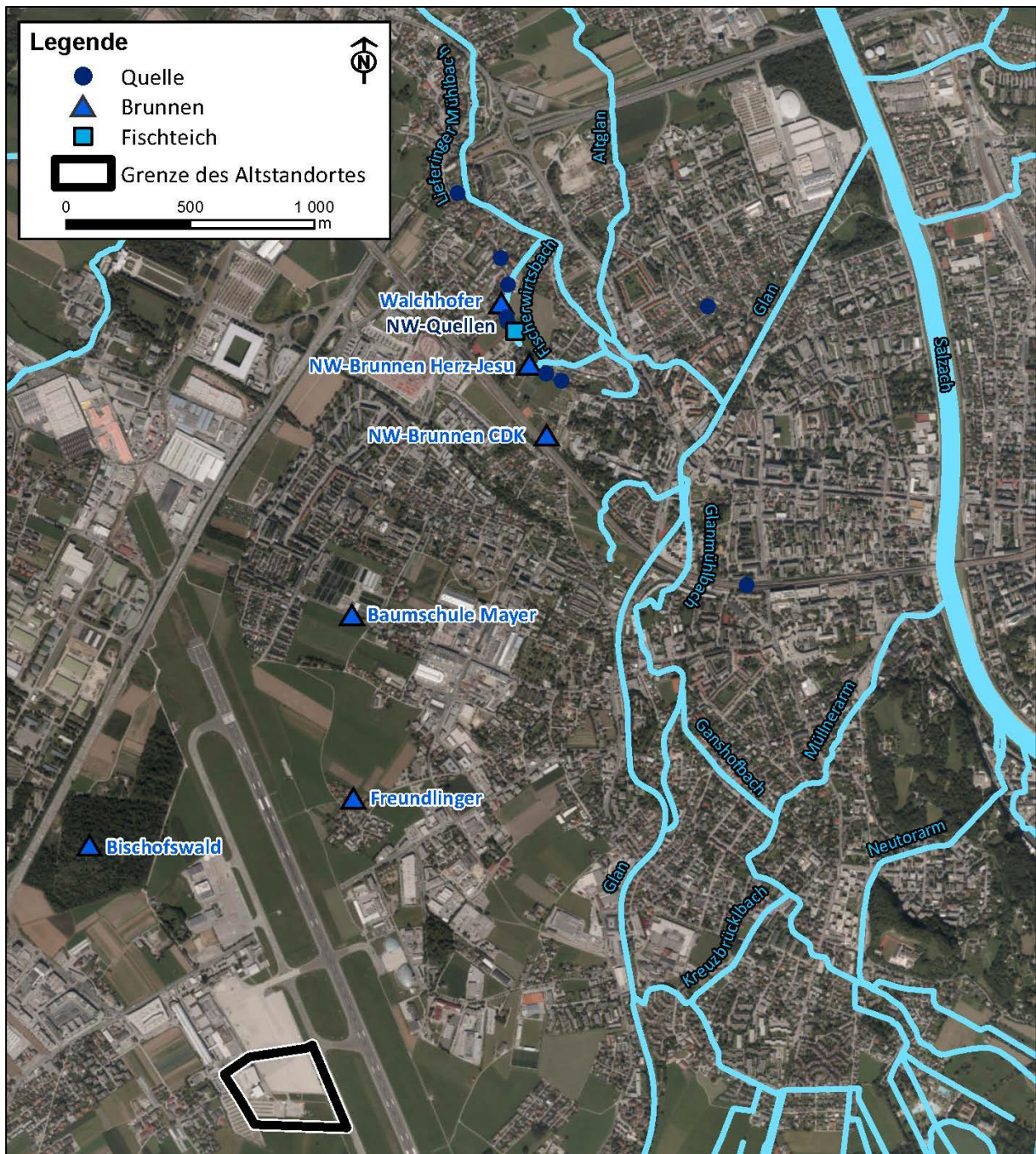


Abbildung 4: Gewässernetz, Quellaustritte und sensible Wassernutzungen im Grundwasserabstrom des Flughafens (Datenquelle: SA-GIS; © Umweltbundesamt)

Das Grundwasser ist im Bereich des Flughafens über mehrere Nutzwasserbrunnen, z. B. für Kühlzwecke, erschlossen (siehe „FH N1“ etc. in Abbildung 7). Im weiteren Grundwasserabstrom befinden sich rund 75 weitere Brunnen sowie die oben erwähnten Quellen, unter denen folgende sensible Wassernutzungen identifiziert werden konnten (Lage: siehe Abbildung 4):

- Brunnen „Freundlinger“: Hausbrunnen zur Bewässerung von Gemüsepflanzen
- Brunnen „Walchhofer“: Hausbrunnen; nicht dauerhaft genutzter Trinkwasserbrunnen
- Nutzwasserbrunnen „Christian-Doppler-Klinik“ („NW CDK“): Bewässerung von Gemüsepflanzen
- Nutzwasserquellen („NW-Quellen“) und Brunnen („NW-Brunnen Herz-Jesu“) im Bereich Fischerwirtsbach

Ebenfalls im Bereich des Fischerwirtsbaches befindet sich ein privat genutzter Fischteich (siehe Abbildung 9).

Die übrigen Wassernutzungen dienen Kühl-, Wasch-, Sportplatzbewässerungs-, Wärmenutzungs- oder Löschwasservorhaltungszwecken. Bei einigen Entnahmestellen handelt es sich um Hausbrunnen, deren Wasser derzeit nicht genutzt wird. Das Grundwasser aus dem Brunnen der Baumschule Mayer sowie zweier weiterer Gärtnereien wird zur Bewässerung von nicht als Lebensmittel genutzten Pflanzen herangezogen. Eine über eine Quelle gespeiste Fischkalteranlage im Bereich des Fischerwirtsbaches ist nicht mehr in Verwendung.

3 UNTERSUCHUNGEN

3.1 Untergrunduntersuchungen

Im Zeitraum von September 2019 bis März 2022 wurde der Altstandort und seine Umgebung in mehreren Untersuchungskampagnen mit in Summe 73 Baggerschürfen bis 5 m Tiefe, 27 Rammkernbohrungen bzw. -sondierungen (DN 80-DN100) bis maximal 8 m Tiefe sowie drei Kernbohrungen bis 20 m Tiefe erkundet. Die Lage der Untergrundaufschlüsse ist in Abbildung 5 dargestellt.

Aus den Aufschlüssen wurden tiefengestaffelt Feststoffproben entnommen, aus diesen Eluate mit einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 10:1 bzw. 2:1 (ausgewählte Proben) hergestellt und diese in Hinblick auf folgende Parameter untersucht:

- Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) unter besonderer Berücksichtigung der 20 Einzelsubstanzen der EU-Trinkwasserrichtlinie

An einigen Proben wurden neben PFAS-Einzelsubstanzen auch folgende PFAS-relevanten Summenparameter im 10:1-Eluat bestimmt:

- Adsorbierbare organische Fluorverbindungen (AOF): 8 Proben
- Total Oxidizable Precursors (TOP-Assay): 6 Proben

Darüber hinaus wurden 80 ausgewählte Proben auch auf folgende Parameter im Gesamtgehalt analysiert:

- Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)
- Kohlenwasserstoff-Index (KW-Index)
- Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTEX)
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK; 16 Substanzen gem. US EPA)

Ausgewählte Ergebnisse der PFAS-Untersuchungen an Feststoffproben sind in Abbildung 5 und Tabelle 1 zusammengefasst, wobei in der Abbildung jeweils der aufschlussbezogene Maximalgehalt über alle analysierten Tiefenstufen dargestellt ist.

In den untersuchten Bereichen wurden in zahlreichen Proben PFAS im Eluat festgestellt ($> 0,01 \mu\text{g/l}$). Eine zusammenhängende Fläche mit erhöhten PFAS-Konzentrationen war im südlichen Vorfeld bis zur „Geräteabstellfläche Süd“ sowie südlich und östlich derselben festzustellen (siehe Abbildung 5). Aus dem Großteil der dort hergestellten Aufschlüsse ließen sich Proben gewinnen, deren maximaler PFAS-Gehalt über alle untersuchten Tiefenstufen im Eluat $0,3 \mu\text{g/l}$ überstieg. Dieser Bereich („Schadensbereich I“) umfasst eine Fläche von ca. 15.000 m^2 . Innerhalb dieser Fläche traten die höchsten PFAS-Belastungen im nördlichen Teil, i. e. in den beiden Grünflächen am südlichen Rand des Vorfeldes, auf. Dort lagen die PFAS-Konzentrationen im Eluat durchwegs über $10 \mu\text{g/l}$, das Maximum betrug $64 \mu\text{g/l}$ (siehe Abbildung 5 und Tabelle 1).

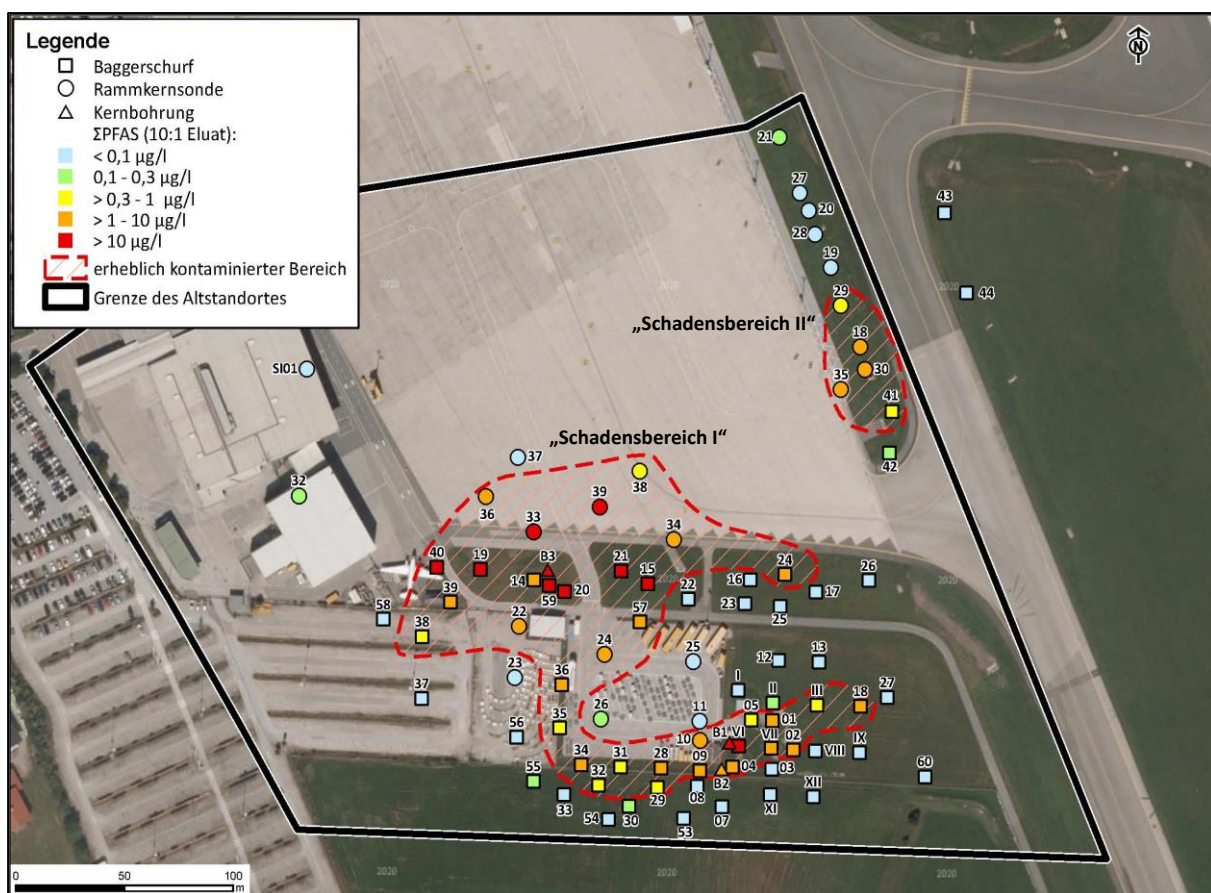


Abbildung 5: PFAS-Konzentrationen im 10:1-Eluat von Untergrundproben (Datenquelle: basemap.at, BEV; MuP Umwelttechnik GmbH; © Umweltbundesamt)

Im südlichen Teil von „Schadensbereich I“ lagen die mittleren PFAS-Konzentrationen im Eluat deutlich niedriger. Dennoch waren auch hier in ca. 10 Aufschlüssen Maximalkonzentrationen über $1 \mu\text{g/l}$ festzustellen.

Der mittlere PFAS-Gehalt in den Eluaten aller Proben aus „Schadensbereich I“ betrug $2,4 \mu\text{g/l}$ (Median; siehe Tabelle 1). Dieser Wert liegt um den Faktor 24 über dem vom Grenzwert der EU-Trinkwasserrichtlinie abgeleiteten Prüfwert von $0,1 \mu\text{g/l}$ im Eluat für die Summe aus 20 Einzelsubstanzen.

Tabelle 1 Statistische Auswertung der Ergebnisse aller Feststoffanalysen in „Schadensbereich I“

	PFOS Eluat 10:1	PFOS Eluat 2:1	PFOS Feststoff	Σ PFAS Eluat 10:1
Anzahl Analysen	117 Stk	25 Stk	29 Stk	117 Stk
	[µg/l]	[µg/l]	[µg/kg]	[µg/l]
Maximum	61	120	700	64
Minimum	<0,01	<0,01	<5	<0,01
Median	0,96	1,8	60	2,4
Mittelwert	5,2	13	125	6,7
Prüfwert*	-	-	-	0,1
Richtwert**	-	-	-	0,3
<small>*entspricht dem Trinkwassergrenzwert in der EU-Trinkwasserrichtlinie für 20 Einzelsubstanzen</small>				
<small>**Richtwert für erhebliche Belastung (standortbezogen)</small>				

Darüber hinaus traten hohe PFAS-Konzentrationen von mehr als 0,3 µg/l auch in einem schmalen Streifen zwischen dem Vorfeld und dem Rollweg etwa 150 m nordöstlich der „Geräteabstellfläche Süd“ auf („Schadensbereich II“; siehe Abbildung 5). Dieser Bereich umfasst eine Fläche von etwa 2.000 m².

Als dominierende Einzelsubstanz erwies sich in fast allen Proben Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), deren Anteil am PFAS-Gehalt im Eluat im Durchschnitt rund 70 % betrug. Der mittlere Anteil von Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) lag bei etwa 12 %, untergeordnet traten darüber hinaus Perfluoroctansäure (PFOA), Perfluorheptansäure (PFHpA), Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS), Perfluoronansäure (PFNA) und Perfluoroctansulfonat (H4PFOS) auf.

In beiden Schadensbereichen blieben die hohen PFAS-Konzentrationen fast ausschließlich auf die ungesättigte Untergrundzone, d. h. auf eine Tiefe von maximal 5 m bis 6 m, beschränkt. In Abbildung 6 sind die PFOS-Mittelwerte aller untersuchten Proben tiefenspezifisch dargestellt. Auf dieser Basis ist innerhalb der ungesättigten Zone keine Tiefenzonierung in Hinblick auf die Höhe der PFOS-Belastungen erkennbar, wenngleich bei Betrachtung der einzelnen Aufschlüsse die höchsten Konzentrationen tendenziell innerhalb des obersten Meters auftraten.

Das Verhältnis der Konzentrationen der 2:1-Eluate zu den 10:1-Eluaten betrug im Mittel etwa 3:1, was grundsätzlich auf eine eher verfügbarkeitslimitierte Schadstofffreisetzung hindeutet.

Die Untersuchungen hinsichtlich des Auftretens von Vorläufersubstanzen („Precursors“) mittels TOP-Assay ergaben eine gute Übereinstimmung mit der Summe der analysierten Einzelsubstanzen. Es ist daher davon auszugehen, dass keine Vorläufersubstanzen in relevanten Konzentrationen in den Eluaten vorhanden waren. Die Ergebnisse der AOF-Analytik waren hingegen sehr unspezifisch, auch die Anwesenheit bekannter PFAS-Substanzen wurde nur unzureichend abgebildet.

Grundsätzlich waren in Proben mit hohen PFAS-Gehalten im Eluat auch hohe PFAS-Gesamtgehalte festzustellen. Eine eindeutige Korrelation war jedoch nicht abzuleiten. Die höchsten Konzentrationen lagen deutlich über 100 µg/kg (Maximum: 700 µg/kg).

In Hinblick auf die anderen in 80 Untergrundproben untersuchten Parameter ergab sich folgendes Bild: Der Parameter KW-Index im Gesamtgehalt lag an rund 30 % der entnommenen Proben über der Bestimmungsgrenze. In lediglich vier Proben war eine den Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 von 200 mg/kg überschreitende Konzentration feststellbar (Maximum: 1.500 mg/kg; zweithöchster Wert: 340 mg/kg). Die Gesamtgehalte der Parameter BTEX und PAK lagen fast durchwegs unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze. In fünf Proben wurden BTEX nachgewiesen, der Maximalgehalt lag bei 0,16 mg/kg. PAK waren in vier Proben detektierbar. Das Ergebnis nur einer Probe lag mit 13 mg/kg knapp über dem Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 von 10 mg/kg.

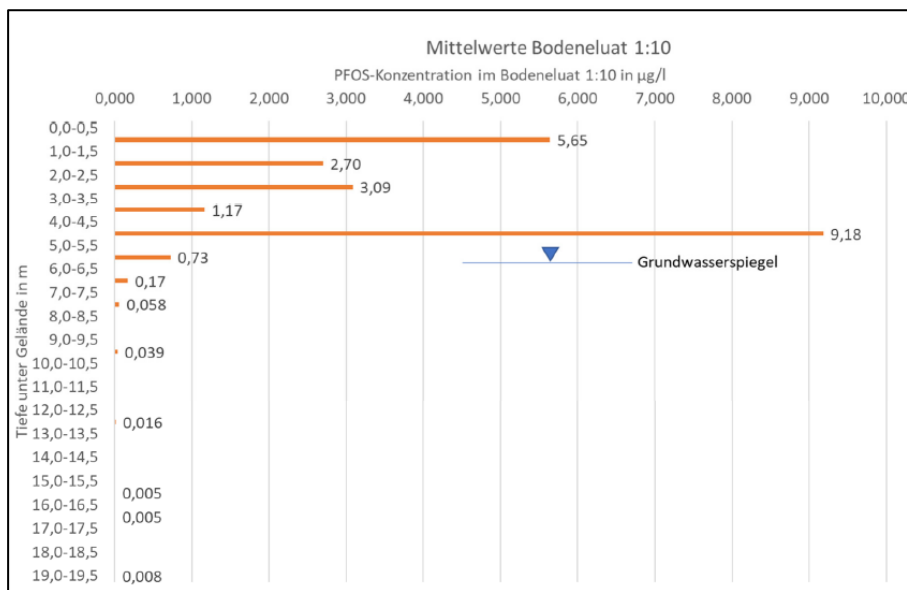


Abbildung 6: Meterweise gemittelte PFOS-Konzentrationen im 10:1-Eluat von Untergrundproben (© MuP Umwelttechnik GmbH)

3.2 Grundwasseruntersuchungen

Die ersten Grundwasseruntersuchungen in Hinblick auf die Schadstoffgruppe der PFAS fanden im Grundwasserabstrom des Flughafens im Rahmen des vom BMK (vormals BMNT) veranlassten GZÜV-Sondermessprogramms „Spurenstoffe im Grundwasser“ statt. Damals wurden im Brunnen „Freundlinger“ (siehe Abbildung 7), der auch als GZÜV-Messstelle fungiert, PFOS-Konzentrationen über 1 µg/l festgestellt. In der Folge wurden beginnend im Oktober 2018 an zahlreichen Messstellen und Brunnen im Abstrom des Flughafens in regelmäßigen Intervallen (zumeist vierteljährlich) Untersuchungen des Grundwassers auf PFAS durchgeführt. Die höchsten PFAS-Konzentrationen waren in den ersten Durchgängen mit mehr als 2 µg/l an der Messstelle P3 zwischen dem Rollweg und der Hauptabstellfläche (siehe Abbildung 7) nachzuweisen.

Das Messstellennetz wurde von sechs Messstellen im Oktober 2018 kontinuierlich erweitert, zuletzt umfasste es bis zu 35 Grundwassermessstellen und Brunnen, deren Lage Abbildung 10 zu entnehmen ist. Bis April 2022 wurde aus diesen Messstellen und Brunnen an 23 Terminen rund 200 Grundwasserproben entnommen und analysiert.

Von Oktober 2018 bis März 2021 wurden folgende 13 perfluorierte Einzelsubstanzen analysiert:

- Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)
- Perfluordecansäure (PFDA)
- Perfluorheptansäure (PFHpA)
- Perfluorhexansäure (PFHxA)
- Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)
- Perfluoronansäure (PFNA)
- Perfluoroctansäure (PFOA)
- Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)
- Perfluorbutansäure (PFBA)
- Perfluorpentansäure (PFPeA)
- 1H,1H,2H,2H-Perfluorhexansulfonsäure (H4PFHxS)
- 1H,1H,2H,2H-Perfluoroctansulfonsäure (H4PFOS)

- 1H,1H,2H,2H-Perfluordecansulfonsäure (H4PFDS)

Danach wurde der Untersuchungsumfang auf 16 Substanzen erhöht und ab September 2021 die 20 Einzelsubstanzen gemäß der EU-Trinkwasserrichtlinie (RL (EU) 2020/2184) bestimmt:

- Perfluorbutansäure (PFBA)
- Perfluorpentansäure (PFPeA)
- Perfluorhexansäure (PFHxA)
- Perfluorheptansäure (PFHpA)
- Perfluoroctansäure (PFOA)
- Perfluornonansäure (PFNA)
- Perfluordecansäure (PFDA)
- Perfluorundecansäure (PFUnDA)
- Perfluordodecansäure (PFDoDA)
- Perfluortridecansäure (PFTrDA)
- Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)
- Perfluorpentansulfonsäure (PFPeS)
- Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)
- Perfluorheptansulfonsäure (PFHpS)
- Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)
- Perfluornonansulfonsäure (PFNS)
- Perfluordecansulfonsäure (PFDS)
- Perfluorundecansulfonsäure
- Perfluordodecansulfonsäure
- Perfluortridecansulfonsäure

An zwei Messterminen wurde in der zweiten Jahreshälfte 2019 der Parameterumfang um folgende Parameter erweitert:

- Parameterblock 1 gemäß Anlage 15, GZÜV
- Summe Kohlenwasserstoffe (IR) und KW-Index

Im April und Mai 2021 wurde zusätzlich zu den 20 PFAS Einzelsubstanzen, dem KW-Index und dem Parameterblock 1 gemäß Anlage 15, GZÜV, die nachstehenden Parameter bestimmt:

- TOP-Assay und AOF (3 Messstellen)
- BTEX
- PFOS-Ersatzstoffe: Capstone A, Capstone B, GenX

Zur orientierenden Untersuchung wurden zudem ab 2021 aus ausgewählten Kleinrammsondierungen bzw. -bohrungen Schöpfproben von der Grundwasseroberfläche entnommen und in Hinblick auf PFAS analysiert.

In Abbildung 7 und Abbildung 10 sind die jeweiligen Maximalwerte für die Summe der PFAS-Verbindungen an den einzelnen Messstellen und Brunnen dargestellt.

Aus der Verteilung der Messergebnisse ist ersichtlich, dass im Grundwasserabstrom des Flughafens eine ausgedehnte PFAS-Verunreinigung vorhanden ist. Die höchsten Konzentrationen waren in der Messstelle P3 festzustellen, die etwa 200 m NNE vom „Schadensbereich I“ entfernt liegt. Die

Summe der analysierten 20 PFAS-Substanzen aus der EU-Trinkwasserrichtlinie lag in dieser Messstelle an mehreren Terminen über 10 µg/l (Maximum: 13 µg/l) und überschritt somit den Trinkwassergrenzwert der EU-Richtlinie von 0,1 µg/l z. T. um mehr als das 100-Fache. Die PFAS-Konzentrationen in P3 unterlagen einem ausgeprägten Jahresgang mit Maxima im Winter und Minima im Sommer, die sich um den Faktor 3-5 unterschieden (siehe Abbildung 8). In den Messstellen weiter südlich (P1, P2, B1) lagen die PFAS-Konzentrationen in etwa zwischen 0,3 µg/l und 3 µg/l. Auch in diesen Messstellen waren schwankende Konzentrationen in Abhängigkeit von der Jahreszeit festzustellen (siehe Abbildung 8).

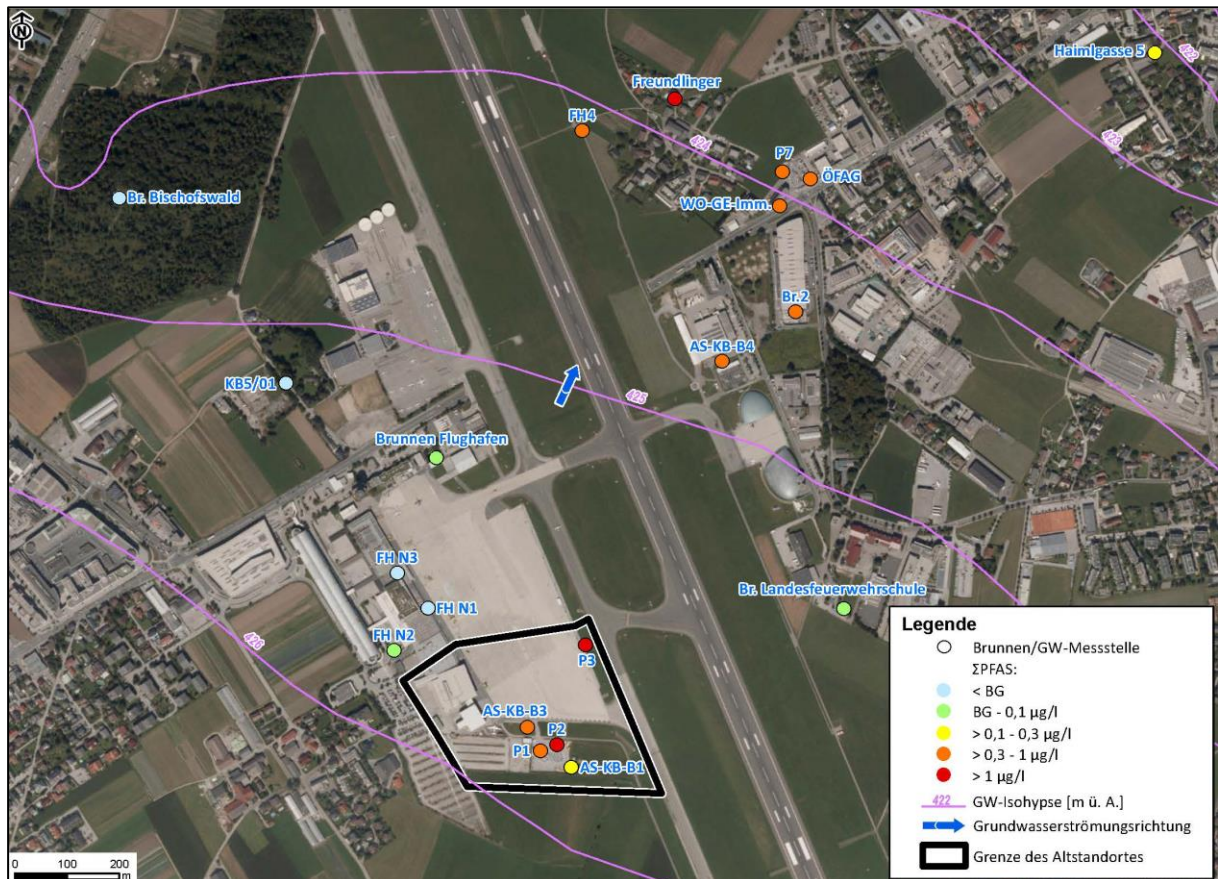


Abbildung 7: Lage der Messstellen und Ergebnisse der Wasseruntersuchungen im näheren Abstrom des Flughafens (Datenquelle: basemap.at, BEV; Hydrologische Untersuchungsstelle Salzburg; © Umweltbundesamt)

Ausgehend von den hohen PFAS-Belastungen im unmittelbaren Bereich des Flughafens ließen sich Maximalkonzentrationen über 0,1 µg/l in zahlreichen Messstellen und Brunnen in Grundwasserfließrichtung bis zum Fischerwirtsbach bzw. zum Quellaustrittshorizont entlang des Baches feststellen. Die Schadstofffahne ist damit ca. 3,5 km lang und erreicht eine Breite von maximal 1,7 km (siehe Abbildung 10). Im Gegensatz zu den schadensherdnahen Messstellen waren im weiteren Grundwasserabstrom die PFAS-Konzentrationen im zeitlichen Verlauf vergleichsweise konstant. Als dominierende Einzelsubstanz erwies sich auch im Grundwasser PFOS. In der am höchsten belasteten Messstelle P3 betrug der Anteil von PFOS an der Summe der 20 PFAS-Substanzen im Mittel 70 %, jener von PFHxS rund 15 % und jener von PFHxA rund 5 %. Daneben waren v. a.

PFOA und PFPeA von Relevanz. Die als Alternative zu PFOS in Löschschäumen eingesetzte Substanz Capstone B war in der Messstelle P3 in Konzentrationen bis zu 1,9 µg/l nachzuweisen, während die Ersatzstoffe Capstone A und GenX nicht detektiert werden konnten.

In Bezug auf die in 0 beschriebenen Grundwassernutzungen ergaben sich folgende Ergebnisse:

- Brunnen „Freundlinger“: 1,0 µg/l bis 1,5 µg/l PFAS
- Brunnen „Walchhofer“: 0,30 µg/l bis 0,35 µg/l PFAS
- Brunnen „Christian-Doppler-Klinik“: 0,5 µg/l PFAS

Im Brunnenfeld „Bischofswald“ lagen die Konzentrationen der PFAS-Einzelsubstanzen unter den Nachweisgrenzen.

Der Anteil von PFOS am PFAS-Gesamtgehalt lag über die gesamte Fahnenlänge betrachtet zwischen 50 % und 80 %, derjenige von PFHxS zwischen 10 % und 25 %, wobei in den am weitesten entfernten Messstellen tendenziell der PFOS-Anteil zugunsten des PFHxS-Anteils zurückging.

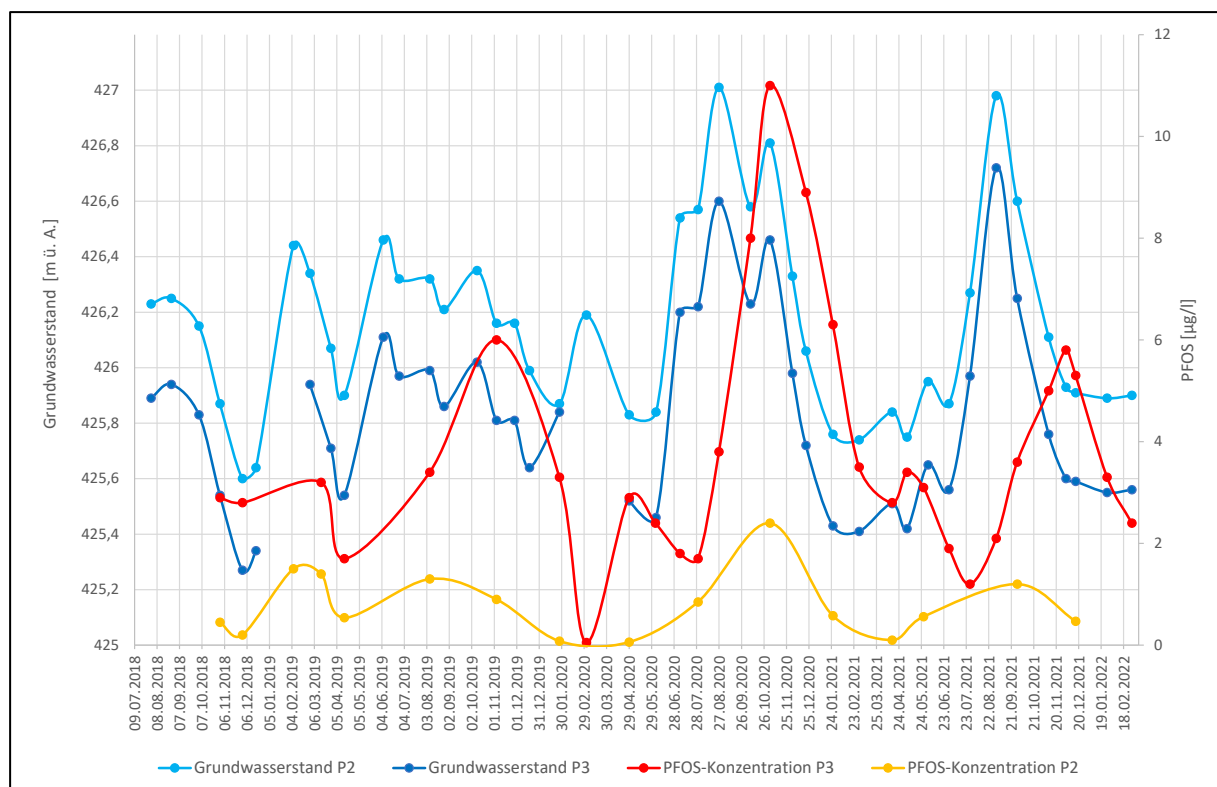


Abbildung 8: PFOS-Konzentrationen und Grundwasserstände in den Messstellen P2 und P3 (Datenquelle: Hydrologische Untersuchungsstelle Salzburg; © Umweltbundesamt)

Ähnlich wie im Falle der Eluatuntersuchungen (siehe 3.1) ergaben die Untersuchungen der TOP-Assays eine gute Übereinstimmung mit den Summen der PFAS-Einzelsubstanzen, sodass davon ausgegangen werden kann, dass keine relevanten Mengen an Vorläufersubstanzen im Grundwasser vorhanden sind.

Im Dezember 2021 wurde an der zu einer Grundwassermessstelle ausgebauten Bohrung KB B3 im unmittelbaren Abstrom von „Schadensbereich I“ ein Pumpversuch über 72 Stunden mit einer maximalen Entnahmemenge von 5,5 l/s durchgeführt. Die dabei auftretenden PFAS-Konzentrationen erwiesen sich als vergleichsweise niedriger und lagen zwischen 0,2 µg/l und 0,3 µg/l.

Die aus Rammkernsondierungen zu orientierenden Zwecken entnommenen Schöpfproben bestätigten im Wesentlichen die Schadstoffverteilung in den Schadenszentren. Es waren durchwegs Konzentrationen $> 0,1 \mu\text{g/l}$ PFAS zu beobachten. Die höchsten Konzentrationen traten in den Sondierungen 27 ($10 \mu\text{g/l}$), 22 ($3 \mu\text{g/l}$), 33 ($2,2 \mu\text{g/l}$), 24 ($2 \mu\text{g/l}$), 34 ($1,6 \mu\text{g/l}$) und 28 ($1,2 \mu\text{g/l}$) auf.

Generell war das Grundwasser im Bereich des Flughafens und dessen Abstrom mit pH-Werten zwischen 7,0 und 7,9 leicht basisch, die elektrische Leitfähigkeit lag zwischen $740 \mu\text{S/cm}$ und $840 \mu\text{S/cm}$. Insbesondere im Bereich der Messstelle P3 waren hohe Ammoniumgehalte bis $> 10 \text{ mg/l}$ und erhöhte Eisengehalte bis $> 1 \text{ mg/l}$ festzustellen. Die anderen analysierten Parameter des Parameterblocks 1 gemäß Anlage 15, GZÜV, waren unauffällig.

Die Konzentrationen der Parameter BTEX und KW-Index lagen in allen Messstellen durchwegs unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze.

3.3 Weitere Untersuchungen

3.3.1 Oberflächen- und Quellwasseruntersuchungen

Ende 2021 und Anfang 2022 wurden Glan, Altglan, Lieferinger Mühlbach und Fischerwirtsbach sowie die Quellen „Christian-Doppler-Klinik“ und „Fischkalter“ (unter „NW-Quellen“ zusammengefasst) beprobt und auf die 20 PFAS-Einzelstoffe gemäß der EU-Trinkwasserrichtlinie untersucht (Lage der Messstellen: siehe Abbildung 9).

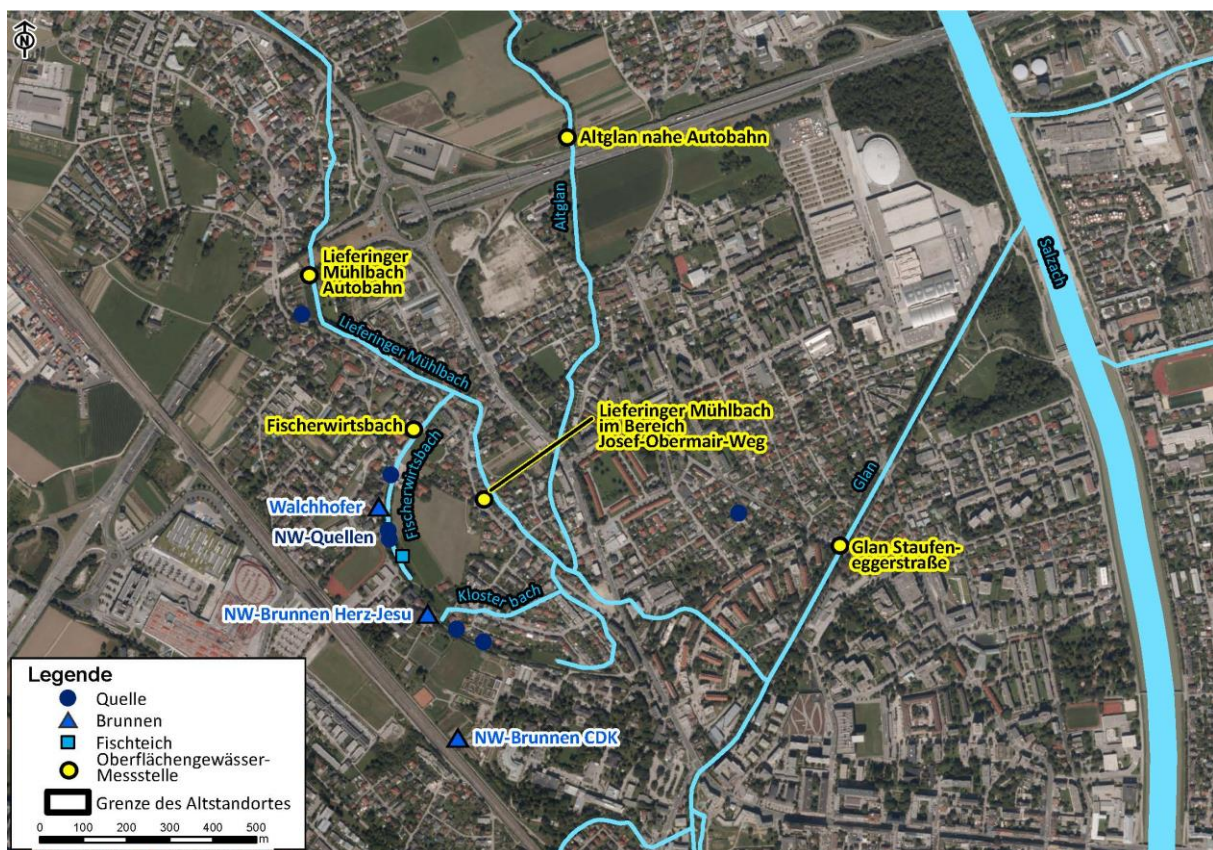


Abbildung 9: Lage der Oberflächenwasser- und Quellprobenahmepunkte (= nördlicher Ausschnitt von Abbildung 4; Datenquelle: Hydrologische Untersuchungsstelle Salzburg; SAGIS; © Umweltbundesamt)

In der Altglan oberhalb der Einmündung des Lieferinger Mühlbaches und in der Glan unterhalb der Einmündung der Altglan lagen die Konzentrationen der 20 Einzelsubstanzen unter ihrer jeweiligen Bestimmungsgrenze von 0,01 µg/l bzw. 0,05 µg/l. Im Lieferinger Mühlbach waren oberhalb der Einmündung des Fischerwirtsbaches 0,02 µg/l PFAS und unterhalb 0,01 µg/l PFAS nachzuweisen. Der Fischerwirtsbach selbst wies eine PFAS-Belastung von 0,39 µg/l auf (PFOS: 0,19 µg/l; PFHxS: 0,10 µg/l). Auch die beiden Quellen waren mit PFAS belastet: Die Quelle „Christian-Doppler-Klinik“ mit 0,59 µg/l PFAS (PFOS: 0,33 µg/l; PFHxS: 0,11 µg/l) und die Quelle „Fischkalter“ mit 0,44 µg/l PFAS (PFOS: 0,20 µg/l; PFHxS: 0,12 µg/l). Zum Vergleich betragen die Umweltqualitätsnormen in der QZV Chemie Oberflächengewässer für PFAS („Perfluoroktansulfonsäure und ihre Derivate“) in Hinblick auf den Jahresdurchschnittswert 0,00065 µg/l und auf die zulässige Höchstkonzentration 36 µg/l.

3.3.2 Untersuchung von Gemüsepflanzen

Im November 2021 wurden in zwei Gärten, in denen das PFAS-verunreinigte Grundwasser für Bewässerungszwecke verwendet wird, 15 Proben von Gemüsepflanzen entnommen und in Hinblick auf folgende PFAS untersucht:

- Perfluorooctansäure (PFOA)
- Perfluorononansäure (PFNA)
- Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)
- Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)

Jahreszeitlich bedingt stand nur eine eingeschränkte Auswahl an Gemüsesorten zur Verfügung (Karotten, Petersilie(nwurzel), Zwiebel, Sellerie, Erdäpfel, Salat, diverse Kräuter sowie als Obstvertreter auch Äpfel). In den meisten Proben lagen die PFAS-Konzentrationen unter der Nachweisgrenze, in einigen Fällen unter der Bestimmungsgrenze. In relevanten Konzentrationen wurden PFAS in einer Petersilienwurzel mit maximal 0,22 ng/g und in Salbeiblättern mit 1,2 ng/g nachgewiesen (jeweils Summe der vier Einzelsubstanzen bezogen auf das Frischgewicht).

3.3.3 Untersuchung von Fischen

Im März und April 2022 wurden aus dem Fischerwirtsbach Kleinfische (6 Bachforellen, Mischprobe aus 2 Stichlingen) sowie aus einem Fischteich neben dem Fischerwirtsbach, der von einer Quelle gespeist wird, größere Fische (je 3 Lachsforellen und Saiblinge) entnommen. Die Kleinfische wurden als Ganzes und von den größeren Fischen die Filets auf die vier oben genannten PFAS analysiert.

In den Fischfilets waren PFAS-Konzentrationen zwischen 29 ng/g und 57 ng/g (Mittelwert: 42 ng/g) nachzuweisen. Die kleinen Bachforellen wiesen ein PFAS-Konzentration von durchschnittlich 77 ng/g und die Stichlingsmischprobe von 680 ng/g auf (jeweils Summe der vier Einzelsubstanzen bezogen auf das Nassgewicht).

4 GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG

Der im Jahre 1926 eröffnete Salzburger Flughafen befindet sich im Stadtteil Maxglan etwa 3 km südwestlich des Stadtzentrums von Salzburg. Insbesondere im Bereich der südlichen Abstellflächen wurden von der Flughafenfeuerwehr seit 1965 regelmäßig Feuerlöschübungen durchgeführt. Zur Anwendung kamen dabei auch synthetische Löschmittel, sogenannte Aqueous Film Forming Foams (AFFF), die einen wasserhaltigen Film zwischen Schaum und brennbarer bzw. brennender Flüssigkeit ausbilden. Diese Löschschäume enthielten relevante Mengen per- und polyfluorierter Alkylsubstanzen (PFAS), wobei Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) in den meisten dieser Löschschäume die Hauptkomponente darstellte.

Das Areal, auf dem regelmäßig Feuerlöschübungen stattgefunden haben, umfasst auf einer Fläche von ca. 110.000 m² die Hauptabstellfläche des Flughafens westlich der Piste („Vorfeld“), deren südliche Umgebung sowie die Betriebsgebäude im Südwesten.

Im Bereich des Altstandortes stehen unter dem Bodenhorizont bzw. der Oberflächenbefestigung oft schluffig-tonige Sedimente bis maximal 2,5 m Tiefe an. Unter den feinkörnigen Sedimenten folgen bis in eine Tiefe von ca. 20 m (stark) kiesige Sande, die vom „Salzburger Seeton“ (schluffige Tone bis Sande) als Grundwasserstauer unterlagert werden. In den kiesig-sandigen Sedimenten ist ein in Richtung Nordost bis Nordnordost gerichteter Grundwasserstrom ausgebildet. Der Grundwasserflurabstand liegt zwischen 5 m und 7 m, die hydraulische Durchlässigkeit etwa 2,5 E-03 m/s. Das Verdünnungspotential des Grundwassers gegenüber dem Sickerwasser kann grob mit 10:1 abgeschätzt werden.

Im Grundwasserabstrom des Flughafens befinden sich ein Hausbrunnen, der zeitweise für Trinkwasserzwecke genutzt wird, sowie ca. 75 weitere Nutzwasserbrunnen, die in zwei Fällen für die Bewässerung von privaten Gemüsegärten herangezogen werden. Das Brunnenfeld „Bischofswald“, das der kommunalen Trinkwasserversorgung dient, liegt nicht im direkten Abstrom etwa 700 m nordwestlich des Altstandortes entfernt. Etwa 3,5 km grundwasserstromabwärts des Altstandortes speist das Grundwasser eine Reihe von Quellen, die an einer Terrassenkante entlang des Fischerwirtsbaches entspringen. Auch der Bach selbst wird vom Grundwasser dotiert und dient als Aufzuchtgewässer für Jungfische.

Im Abstrom des Salzburger Flughafens wurden im Jahre 2018 im Rahmen eines vom BMK (vormals BMNT) veranlassten Sondermessprogramms hohe Konzentrationen per- und polyfluorierter Alkylsubstanzen (PFAS) im Grundwasser detektiert. In der Folge wurden beginnend im Oktober 2018 an zahlreichen Messstellen und Brunnen in regelmäßigen Intervallen Untersuchungen des Grundwassers auf PFAS durchgeführt. Auch an einer Messstelle zwischen dem Rollweg und der Hauptabstellfläche konnte insbesondere Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) bis zu einer Konzentration von mehr als 2 µg/l nachgewiesen werden. Zum Vergleich beträgt der Grenzwert in der EU-Trinkwasserrichtlinie (2020/2184) für 20 PFAS-Einzelsubstanzen, darunter PFOS, 0,1 µg/l.

Das Messstellennetz wurde seit Oktober 2018 kontinuierlich erweitert, zuletzt umfasste es bis zu 35 Grundwassermessstellen und Brunnen. Bis April 2022 wurde aus diesen Messstellen und Brunnen an 23 Terminen rund 200 Grundwasserproben entnommen und analysiert. Im Zeitraum von September 2019 bis März 2022 wurde der Altstandort und seine Umgebung in mehreren Untersuchungskampagnen mit in Summe 73 Baggerschürfen bis 5 m Tiefe, 27 Rammkernbohrungen bzw. -sondierungen bis maximal 8 m Tiefe sowie drei Kernbohrungen bis 20 m Tiefe erkundet. Aus den Aufschlüssen wurden Feststoffproben entnommen und die PFAS-Konzentrationen hauptsächlich im Eluat mit einem Wasser/Feststoffverhältnis von 10:1 untersucht.

Auf Basis der Untergrunduntersuchungen konnten im Umfeld des Vorfeldes zwei Bereiche mit deutlich erhöhten PFAS-Konzentrationen von über 0,3 µg/l im Eluat identifiziert werden. „Schadensbereich I“ reicht vom südlichen Vorfeld bis zur „Geräteabstellfläche Süd“ und umfasst ca. 15.000 m². Innerhalb dieser Fläche traten die höchsten Belastungen mit durchwegs über 10 µg/l im nördlichen Teil auf (Maximum: 64 µg/l). Der mittlere PFAS-Gehalt in den Eluaten aller Proben

aus „Schadensbereich I“ betrug 2,4 µg/l. Dieser Wert liegt um den Faktor 24 über dem vom Grenzwert der EU-Trinkwasserrichtlinie abgeleiteten Prüfwert von 0,1 µg/l im Eluat für die Summe aus 20 Einzelsubstanzen.

Darüber hinaus traten deutlich erhöhte PFAS-Konzentrationen von mehr als 0,3 µg/l auch in einem schmalen Streifen zwischen dem Vorfeld und dem Rollweg etwa 150 m nordöstlich der „Geräteabstellfläche Süd“ auf („Schadensbereich II“). Dieser Bereich umfasst eine Fläche von etwa 2.000 m².

Als dominierende Einzelsubstanz erwies sich in fast allen Proben Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), deren Anteil am PFAS-Gehalt im Eluat im Durchschnitt rund 70 % betrug. Daneben war v. a. Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) mit einem Anteil von ca. 12 % relevant. In beiden Schadensbereichen blieben die hohen PFAS-Konzentrationen fast ausschließlich auf die ungesättigte Untergrundzone, d. h. auf eine Tiefe von maximal 5 m bis 6 m, beschränkt. Bei Annahme einer schadstoffbelasteten Mächtigkeit von durchschnittlich 3 m kann das Volumen von „Schadensbereich I“ mit mindestens 45.000 m³ und jenes von „Schadensbereich II“ mit rund 6.000 m³ abgeschätzt werden. Aufgrund der Größe dieser Volumina und der Intensität der Verunreinigungen sind diese als erhebliche Kontamination des Untergrundes zu beurteilen.

Andere erhebliche Untergrundbelastungen (Mineralölkohlenwasserstoffe, PAK, BTEX) waren nicht festzustellen.

Hauptsächlich ausgehend von den hohen PFAS-Belastungen in „Schadensbereich I“ war auch dessen näherer Abstrom hoch mit PFAS belastet. In der am höchsten belasteten Messstelle traten Konzentrationen bis über 10 µg/l auf. Den Grenzwert der EU-Trinkwasserrichtlinie von 0,1 µg/l überschreitende Konzentrationen ließen sich in zahlreichen Messstellen und Brunnen bis in ca. 3,5 km Entfernung von den Schadstoffeintragsstellen feststellen (siehe Abbildung 10). Die Schadstofffahne reicht bis zum Quellaustrittshorizont im Bereich des Fischerwirtsbaches und erreicht eine Breite von maximal 1,7 km. Der Quellaustrittshorizont dürfte eine natürliche Vorflut für einen erheblichen Teil des Grundwasserstroms darstellen.

Als dominierende Einzelsubstanz erwies sich auch im Grundwasser mit im Mittel 70 % Anteil an der PFAS-Gesamtbelastung PFOS. Der Anteil von PFHxS betrug rund 15 %, jener von Perfluorhexansäure (PFHxA) rund 5 %. Daneben war in der am höchsten belasteten Messstelle auch die als Alternative zu PFOS in Löschsäumen eingesetzte Substanz Capstone B mit Konzentrationen bis zu 1,9 µg/l nachzuweisen.

Im Grundwasseranstrom und grundwasserseitwärts waren einige Messstellen vorhanden, in denen keine der untersuchten PFAS-Substanzen nachzuweisen war – u. a. im Brunnenfeld „Bischofswald“. Im Umfeld des Flughafens scheint daher keine relevante regionale Hintergrundbelastung durch PFAS vorhanden zu sein.

Unter Heranziehung der in 2.2 beschriebenen hydraulischen Parameter sowie bei Annahme einer schadstoffbelasteten Grundwassermächtigkeit von 2 m und einer Abstrombreite von rund 300 m kann die im Grundwasser transportierte PFAS-Fracht grob mit 4 g/d abgeschätzt werden. Dieser Wert liegt um den Faktor 80 über der als erheblich zu bewertenden Fracht von 0,05 g/d und ist damit als sehr groß zu beurteilen.

Das Grundwasser aus dem zeitweise zu Trinkwasserzwecken genutzten Hausbrunnen wies PFAS-Konzentrationen zwischen 0,30 µg/l und 0,35 µg/l auf. Die Konzentrationen liegen damit signifikant über dem Grenzwert der EU-Trinkwasserrichtlinie von 0,1 µg/l. Höher belastet war das Wasser aus den zwei für die Bewässerung privater Hausgärten genutzten Brunnen (1,0 µg/l bis 1,5 µg/l bzw. 0,5 µg/l).

„Flughafen Salzburg – Feuerlöschübungsgelände“
 Gefährdungsabschätzung und Prioritätenklassifizierung

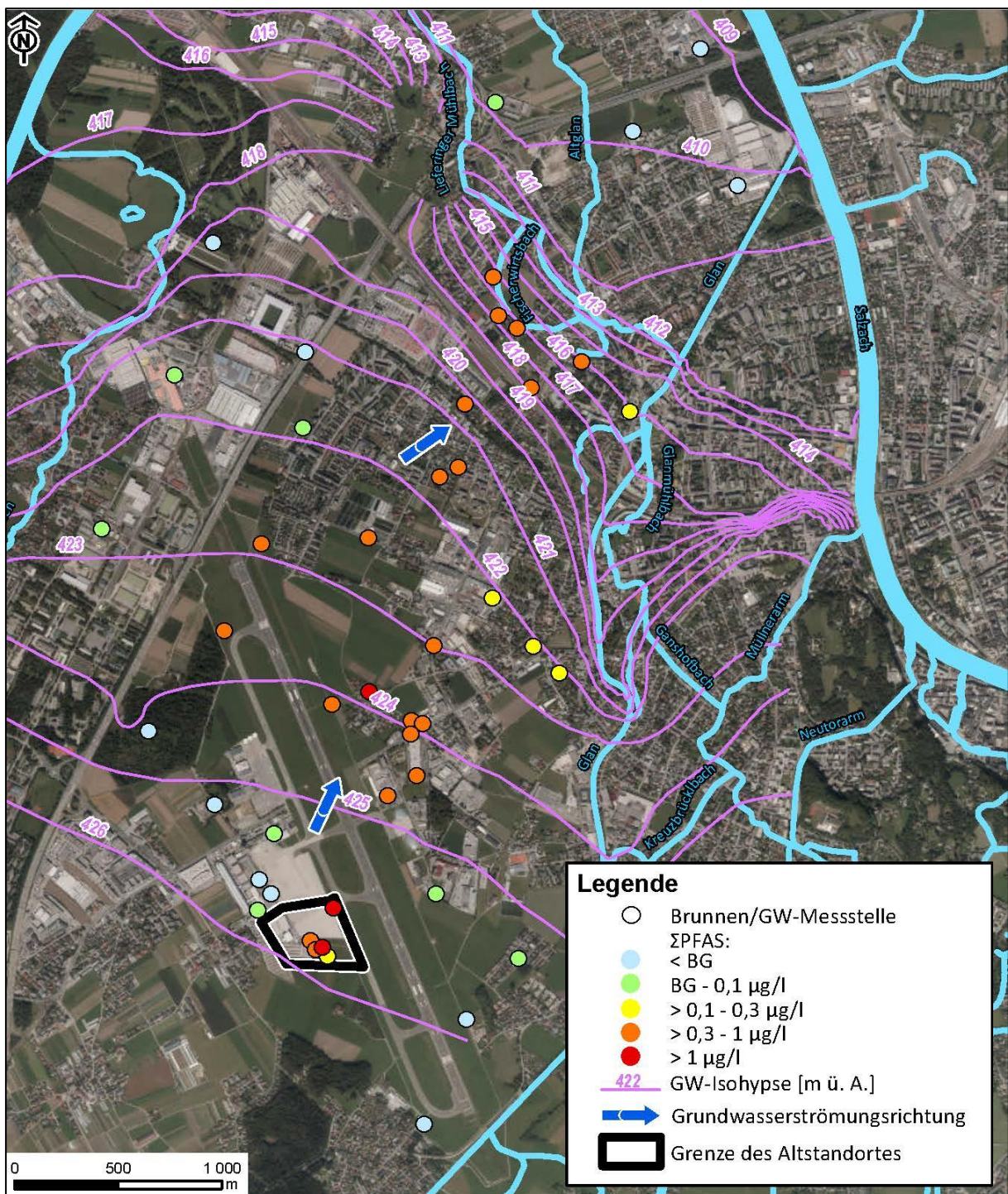


Abbildung 10: Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen im weiteren Abstrom des Flughafens (Datenquelle: basemap.at, BEV; Hydrologische Untersuchungsstelle Salzburg; © Umweltbundesamt)

In den aus diesen Gärten entnommenen Gemüseproben lagen die PFAS-Konzentrationen größtenteils unter den Nachweisgrenzen. In zwei Proben (Petersilienwurzel, Salbei) waren jedoch PFAS in erhöhten Konzentrationen nachzuweisen. Generell ist die Aussagekraft der Pflanzenuntersu-

chungen begrenzt, da jahreszeitlich bedingt nur wenige Gemüseproben untersucht werden konnten. Nichtsdestotrotz ist aufgrund der Ergebnisse aber anzunehmen, dass es durch Bewässerung mit verunreinigtem Grundwasser zu einem substantiellen PFAS-Transfer in Gemüsepflanzen (vermutlich v. a. Wurzelgemüse und Kräuter) kommen kann.

Die PFAS-Verunreinigung im Grundwasser bedingt auch eine Belastung der ca. 3,5 km abstromig an einer Terrassenkante zutage tretenden Quellen (0,44 µg/l bis 0,59 µg/l). Auch der aus Grundwasser gespeiste Fischerwirtsbach war mit PFAS belastet (0,39 µg/l). Der Lieferinger Mühlbach, in den der Fischerwirtsbach einmündet, wies oberhalb dessen Mündung eine PFAS-Konzentration von 0,02 µg/l und unterhalb 0,01 µg/l auf. In der Glan und der Altglan lagen die Konzentrationen der 20 PFAS-Einzelsubstanzen demgegenüber unter ihrer jeweiligen Nachweisgrenze. Zum Vergleich betragen die Umweltqualitätsnormen in der QZV Chemie Oberflächengewässer für PFAS in Hinblick auf den Jahresdurchschnittswert 0,00065 µg/l und auf die zulässige Höchstkonzentration 36 µg/l.

Sowohl aus dem als Fischaufzuchtgewässer genutzten Fischerwirtsbach als auch aus einem privat genutzten Fischteich in dessen unmittelbarer Nähe wurden Fische in Hinblick auf PFAS untersucht. In allen Proben waren erhöhte PFAS-Konzentrationen nachzuweisen. In Kleinfischen aus dem Fischerwirtsbach lag die mittlere PFAS-Konzentration bei rund 80 ng/g, in den Filets der größeren Fische aus dem Teich bei rund 40 ng/g. Der Einfluss der lokalen Gewässerbelastungen auf diese Ergebnisse kann derzeit nicht endgültig beurteilt werden.

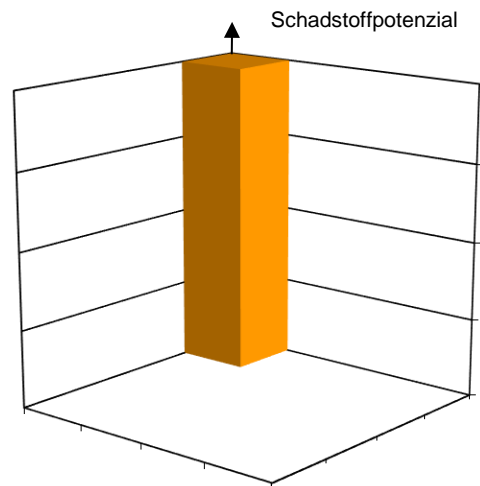
Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass es in einem für Feuerlöschübungszwecke genutzten Teil des Salzburger Flughafens durch die jahrzehntelange Verwendung von Löschsäumen zu einer erheblichen Kontamination des Untergrundes mit per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS), vornehmlich Perfluoroktansulfonsäure (PFOS), gekommen ist. Ausgehend von dieser Untergrundkontamination hat sich eine ca. 3,5 km lange Schadstofffahne im Grundwasserabstrom ausgebildet. Die im Grundwasser transportierte PFAS-Fracht ist als sehr groß zu beurteilen. Aufgrund der Eigenschaften der Schadstoffgruppe der PFAS und der (hydro-)geologischen Rahmenbedingungen ist mittelfristig weder mit einer Verringerung des Schadstoffeintrags aus der Quelle noch mit einer Rückbildung der Schadstofffahne zu rechnen. Von der Grundwasserverunreinigung sind private Nutzwasserbrunnen und -quellen, darunter auch ein zeitweise für Trinkwasserzwecke genutzter Hausbrunnen betroffen, nicht jedoch die kommunalen Trinkwasserbrunnen „Bischofswald“.

5 PRIORITÄTENKLASSIFIZIERUNG

Maßgebliches Schutzgut für die Bewertung des Ausmaßes der Umweltgefährdung ist das Grundwasser. Die maßgeblichen Kriterien für die Prioritätenklassifizierung können wie folgt zusammengefasst werden:

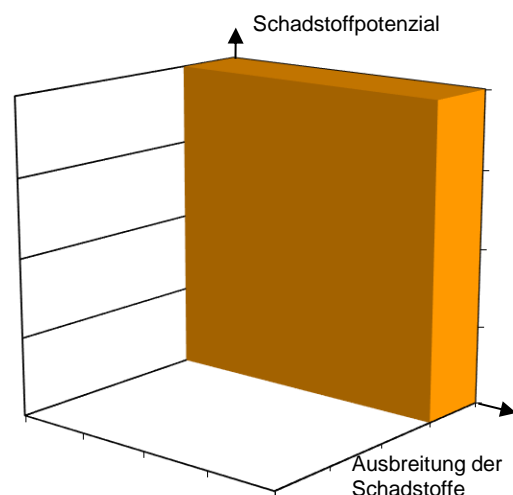
5.1 Schadstoffpotenzial: äußerst groß (4)

In einem für Feuerlöschübungszwecke genutzten Teil des Salzburger Flughafens ist es durch die jahrzehntelange Verwendung von Löschschäumen zu einer erheblichen Kontamination des Untergrundes mit per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) gekommen. Das erheblich kontaminierte Untergrundvolumen umfasst zwei Schadensbereiche mit einem Volumen von in Summe mehr als 50.000 m³. Leitparameter für die Verunreinigungen ist Perfluoroktansulfonsäure (PFOS). Aufgrund ihrer stofflichen Eigenschaften weist PFOS ein hohes Gefährdungspotential für das Grundwasser auf.



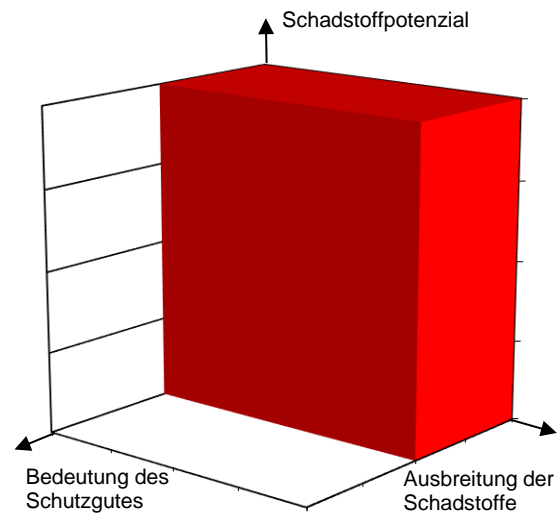
5.2 Schadstoffausbreitung: weitreichend (4)

Ausgehend von der Untergrundkontamination hat sich eine ca. 3,5 km lange Schadstofffahne im Grundwasserabstrom ausgebildet. Die im Grundwasser transportierte PFAS-Fracht ist als sehr groß zu beurteilen. Aufgrund der Eigenschaften der Schadstoffgruppe der PFAS und der (hydro-)geologischen Rahmenbedingungen ist mittelfristig weder mit einer Verringerung des Schadstoffeintrags in das Grundwasser noch mit einer Rückbildung der Schadstofffahne zu rechnen.



5.3 Schutzgut: gut nutzbar (2)

Der betroffene Grundwasserstrom ist grundsätzlich ergiebig. Im Grundwasserabstrom des Altstandortes sind zahlreiche Nutzwasserbrunnen und -quellen vorhanden, die teilweise von der Grundwasser-Verunreinigung durch PFAS betroffen sind. Unter den betroffenen Nutzungen befinden sich ein zeitweise für Trinkwasserzwecke genutzter Hausbrunnen, sowie zwei für die Bewässerung von Gärten genutzte Brunnen. In einer nahegelegenen kommunalen Trinkwasserversorgung waren hingegen keine PFAS nachzuweisen. Aufgrund ihrer Lage zum Altstandort ist dies auch zukünftig nicht zu erwarten.



5.4 Prioritätenklasse – Vorschlag: 1

Entsprechend der Beurteilung der vorhandenen Untersuchungsergebnisse, der Gefährdungsabschätzung und den im § 14 Altlastensanierungsgesetz festgelegten Kriterien ergibt sich die Prioritätenklasse 1.

6 HINWEISE ZUR NUTZUNG

Bei der Nutzung des Altstandortes und seiner Umgebung sind zumindest folgende Punkte zu beachten:

- Im Bereich des Altstandortes ist im Untergrund mit erheblichen Verunreinigungen durch per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) zu rechnen.
- Bei einer Änderung der Nutzung können sich durch kontaminiertes Material zusätzliche Gefahrenmomente ergeben.
- In Zusammenhang mit allfälligen zukünftigen Bauvorhaben bzw. der Befestigung oder Entsiegelung von Oberflächen ist zu berücksichtigen, dass in Abhängigkeit von der Art der Ableitung der Niederschlagswässer Schadstoffe mobilisiert werden können.
- Aushubmaterial im Bereich des Altstandortes kann erheblich kontaminiert sein.
- Das Grundwasser im Bereich des Altstandortes und in seinem näheren und weiteren Abstrom kann stark verunreinigt sein.
- Die Nutzungsmöglichkeiten des Grundwassers im Bereich der Schadstofffahne können eingeschränkt sein (z. B. hinsichtlich Trinkwasser oder Bewässerung).
- Die Eignung des Grundwassers im Bereich der Schadstofffahne zur Bewässerung von Gemüsepflanzen sollte im Einzelfall geprüft werden.
- Ob Gemüse, das mit Grundwasser aus dem Bereich der Schadstofffahne bewässert wird, zum Verzehr geeignet ist, sollte im Einzelfall geprüft werden.
- Die Eignung des Fischerwirtsbaches als Aufzuchtgewässer für Jungfische sollte geprüft werden.

- Ob Fische aus Gewässern, die von Grundwasser aus dem Bereich der Schadstofffahne gespeist werden, zum Verzehr geeignet sind, sollte geprüft werden.

7 HINWEISE ZUR SANIERUNG

7.1 Ziele der Sanierung

Im Bereich des Altstandortes „Flughafen Salzburg – Feuerlöschübungsgelände“ sind zwei Schadensbereiche mit einer Fläche von 15.000 m² bzw. 2.000 m² durch per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) verunreinigt. Die erheblich kontaminierten Untergrundvolumina belaufen sich grob geschätzt auf 45.000 m³ bzw. 6.000 m³. Die Verunreinigungen beschränken sich zum überwiegenden Teil auf die ungesättigte Untergrundzone, i. e. auf eine Tiefe von maximal 5 m bis 6 m.

Hauptsächlich ausgehend vom größeren Schadensbereich („Schadensbereich I“) sind im Grundwasserabstrom des Altstandortes bis in eine Entfernung von ca. 3,5 km erhöhte PFAS-Konzentrationen festzustellen. Von dieser Verunreinigung sind auch Brunnen und Quellen betroffen, deren Wasser z. B. für Bewässerungszwecke und – zumindest zeitweise – für Trinkwasserzwecke verwendet wird.

Aufgrund der Eigenschaften der Schadstoffe und der Standortverhältnisse sowie der wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen (gut nutzbarer, ergiebiger Grundwasserleiter) kann folgendes Sanierungsziel formuliert werden:

- Der Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser ist kurzfristig auf ein solches Maß zu reduzieren,
- dass es mittelfristig zu einer Rückbildung der Schadstofffahne im Grundwasser kommt und
- damit im weiteren Abstrom dauerhaft und uneingeschränkt eine Nutzung zu Trinkwasserzwecken gewährleistet werden kann.

7.2 Empfehlungen zur Variantenstudie

Bei der Durchführung einer Variantenstudie wird eine Berücksichtigung folgender Punkte empfohlen:

„Schadensbereich I“

- Die Ausdehnung von „Schadensbereich I“ in Richtung Norden ist vermutlich größer als bisher festgestellt wurde.
- Grundsätzlich sind sowohl Dekontaminations- als auch Sicherungsmaßnahmen bzw. eine Maßnahmenkombination zur Erreichung der Sanierungsziele geeignet.
- Aufgrund der Schadstoffverteilung und -intensität wären in Hinblick auf eine Verringerung des Schadstoffeintrages in das Grundwasser (Teil)aushübe von Hot-Spots im nördlichen Teil von „Schadensbereich I“ vermutlich sehr wirksam.
- In-situ-Dekontaminationsmaßnahmen sind in Anbetracht der Persistenz von PFAS grundsätzlich kritisch zu bewerten. Ihre Wirksamkeit wäre vorab im Labor- und im Feldmaßstab zu überprüfen.
- Zur Verhinderung einer weiteren Ausbreitung von Schadstoffen erscheinen klassische hydraulische Sicherungsmaßnahmen („Pump and Treat“) geeignet.
- Ob alleinige Versiegelungs- oder oberflächliche Abdichtungsmaßnahmen geeignet sind, den Schadstoffeintrag in das Grundwasser v. a. im nördlichen Teil von „Schadensbereich I“ in größerem Ausmaß zu unterbinden, wäre zu prüfen.

- Bei Umschließungsmaßnahmen ist die vergleichsweise tiefe Lage des Grundwasserstauers („Salzburger Seeton“) zu beachten sowie dessen Eignung in Hinblick auf seine hydraulischen Eigenschaften zu prüfen.

„Schadensbereich II“

- In Hinblick auf „Schadensbereich II“ wäre zu prüfen, ob Maßnahmen zur Verhinderung einer Ausbreitung von Schadstoffen im Grundwasser erforderlich sind oder ob Kontrolluntersuchungen zur Überwachung der zeitlichen Entwicklung der Emissionen ausreichen.

Begleitend zu den Sanierungs- bzw. Sicherungsmaßnahmen sollte das Grundwasser in Hinblick auf eine mögliche weitere Ausbreitung der Schadstofffahne regelmäßig überwacht werden.

Dr. Gernot Döberl e.h.

Anhang

Verwendete Unterlagen und Bewertungsgrundlagen

- Salzburger Flughafen GmbH. Erkundungsmaßnahmen 2019 bis März 2022, 3. Zwischenbericht. Ingolstadt, April 2022.
- Perfluorierte Verbindungen im Grundwasser im Bereich Flughafen Salzburg. Messprogramm Grundwasser – Bericht zu den Untersuchungsergebnissen 31.10. 2018 bis 31.12. 2021. Salzburg, April 2022.
- Flughafen Salzburg: Bericht über die Ergebnisse der Recherchen zum Löschmitteleinsatz. Salzburg, April 2022.
- EU-Trinkwasserrichtlinie: Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung).
- ÖNORM S 2088-1: Kontaminierte Standorte – Teil 1: Standortbezogene Beurteilung von Verunreinigungen des Grundwassers bei Altstandorten und Altablagerungen, 1. Mai 2018.
- QZV Chemie Oberflächengewässer: Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für Oberflächengewässer (QZV Chemie OG). BGBl. II Nr. 96/2006.

Die Untersuchungsergebnisse wurden dem Umweltbundesamt von der Liegenschaftseigentümerin zur Verfügung gestellt.