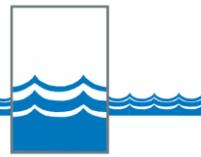




PFAS aus A3F Löschschäumen im Boden und Grundwasser unter dem Salzburger Flughafen

Ein Erfahrungsbericht

Dr. Thomas Hanauer – MuP Umwelttechnik



Übersicht



Historie



Erkundungsmaßnahmen



Auswirkungen auf das Grundwasser



Auswirkungen auf die Nahrungskette



Sanierungsmaßnahmen – Phase 1

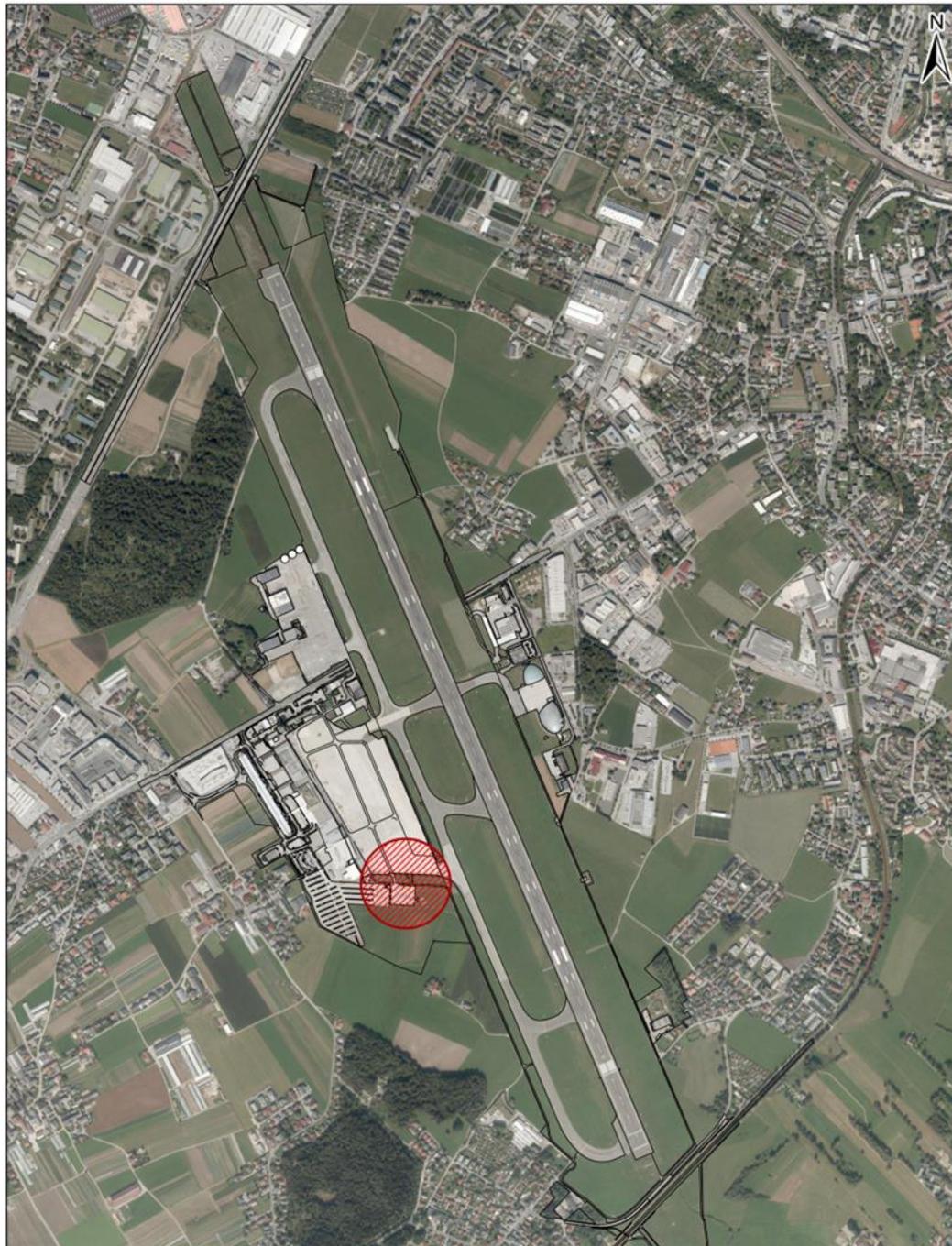


Sanierungsmaßnahmen – Phase 2



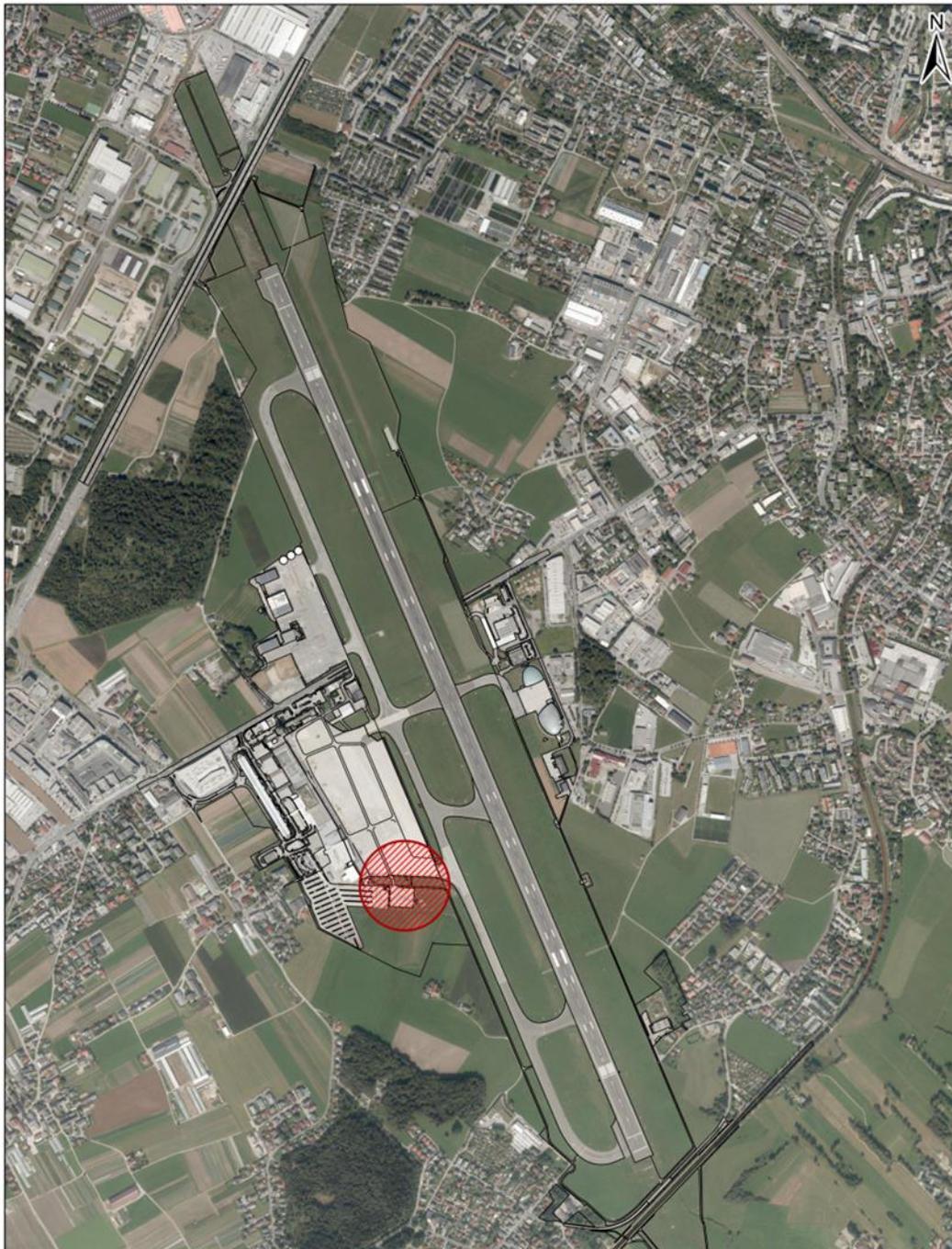
Historie

- Ende August 2018 wurde der Flughafen vom Land Salzburg darüber informiert, dass im Rahmen des Sondermessprogrammes „Spurenstoffe im Grundwasser“ im Grundwasser-Abstrom des Flughafens erhöhte PFAS-Werte festgestellt wurden.
- Ursache für die Verunreinigung sind A3F- Löschschäume. Es gab keine Flugunfälle oder sonstige Vorkommnisse mit Bränden am Flughafengelände.
- Ausschließlich Durchführung von gesetzlich vorgeschriebenen Funktionstests und Übungen der Feuerwehr ab den 1960er-Jahren bis zum Herbst 2018.
- Der Flughafen agierte zu jeder Zeit rechtskonform, alle geltenden Vorschriften und Auflagen wurden stets eingehalten. Löschübungen an Flughäfen waren und sind international vorgeschrieben.



Historie

- Seit 2019 wurden umfangreiche Untersuchungen des Grundwassers am Flughafen und im weiteren Grundwasserabstrom sowie der Böden im Bereich von Übungs- und Umgangsflächen mit Löschsäumen veranlasst. Parallel wurde der Einsatz der Löschmittel aus den Einsatzberichten der Flughafenfeuerwehr recherchiert.
- Im Herbst 2022 wurde eine Planung zur Bewältigung der Boden- und Grundwasserverunreinigung den Behörden zur Prüfung vorgelegt und darauf aufbauend ein 2-stufiges Sanierungskonzept bewilligt.
- Im Herbst 2023 wurde eine Grundwassersanierungsanlage auf dem Flughafengelände errichtet und am 1. Januar 2024 in Betrieb genommen. Damit wurde die Phase 1 des Sanierungskonzeptes begonnen.





Erkundungsmaßnahmen



- Bodenuntersuchungen
 - 120 Bodenschürfe
 - 50 Kleinbohrungen
 - 15 zusätzliche Grundwassermessstellen
 - 1.800 Bodenproben wurden gewonnen
 - ca. 800 Bodenanalysen auf PFAS wurden beauftragt
- Grundwasseruntersuchungen
 - Zusätzlich wurden 40 Grundwassermessstellen untersucht
 - ca. 600 Grundwasserproben wurden seit 2018 auf PFAS analysiert
- Konzentrationen erreichen nur wenige µg/l (Eluat 1:10)
- Geschätzte Schadstoffmasse: rd. 120 kg

Summe PFAS-Konzentrationen in Bodeneluaten



Legende

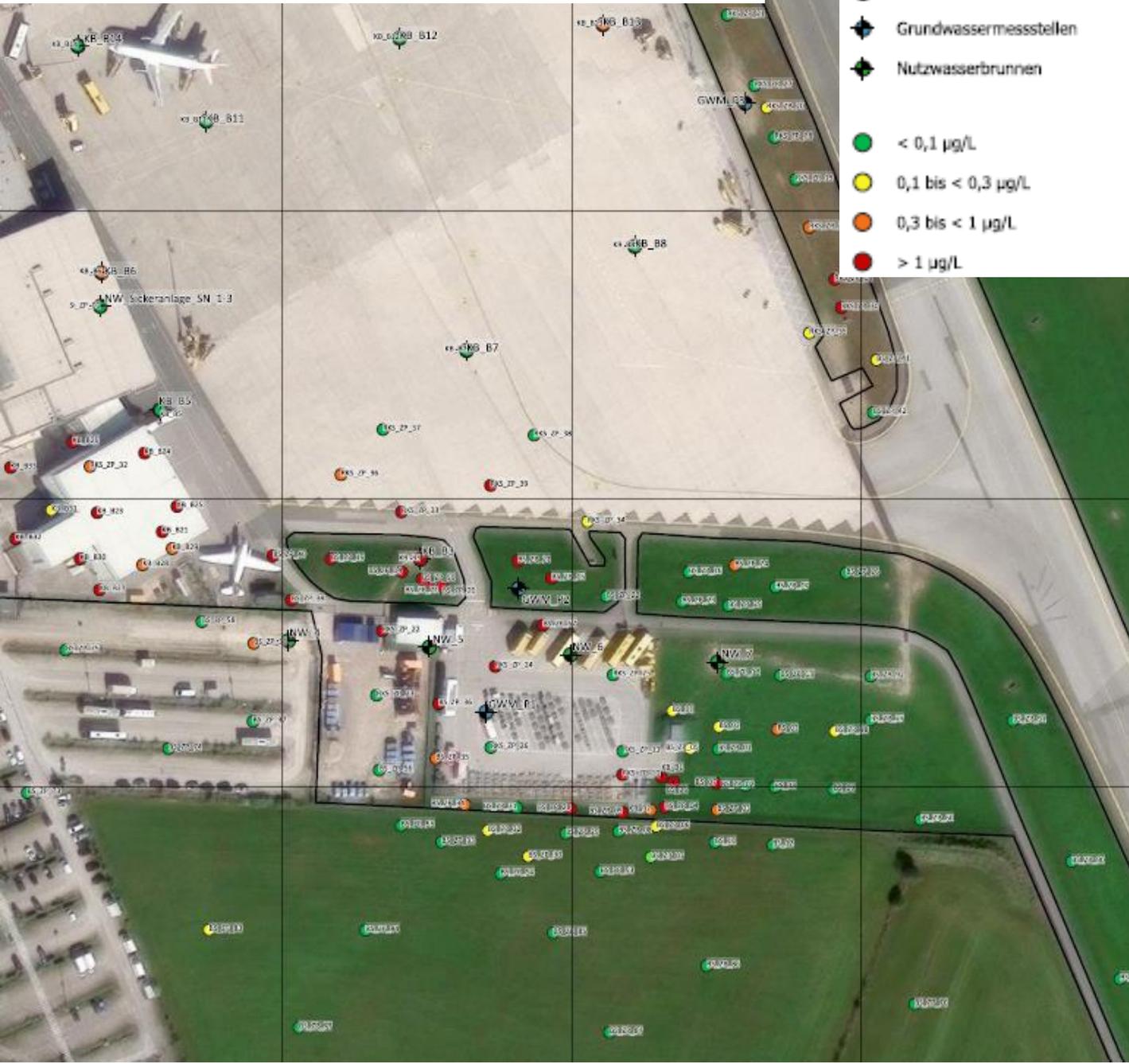
-  Grundwassermessstellen 3-fach
-  Grundwassermessstellen
-  Nutzwasserbrunnen

Messpunkte Σ PFAS Stand März 2024

-  < 0,1 µg/L
-  0,1 bis < 0,3 µg/L
-  0,3 bis < 1 µg/L
-  > 1 µg/L

- Der Eintrag der Löschmittel erfolgte am Südrand des Vorfeldes und im Bereich der Fahrzeugabstellfläche.
- Durch Erweiterungen des Flughafens seit 1960 liegen heute PFAS-Belastungen teilweise unter befestigten Flächen

PFOS-Konzentrationen in Bodeneluaten



- Der Hauptkontaminant ist PFOS mit einem Anteil von etwa 70%.
- Auch im Grundwasser ist PFOS der Hauptkontaminant
- Nebenkontaminant ist die Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS).
- Die weiteren relevanten Einzelstoffe sind:
 - PFOA (Perfluorooctansäure)
 - PFHpA (Perfluorheptansäure)
 - PFHpS (Perfluorheptansulfonsäure)
 - PFNS (Perfluornonansäure)

PFNA-Konzentrationen in Bodeneluaten

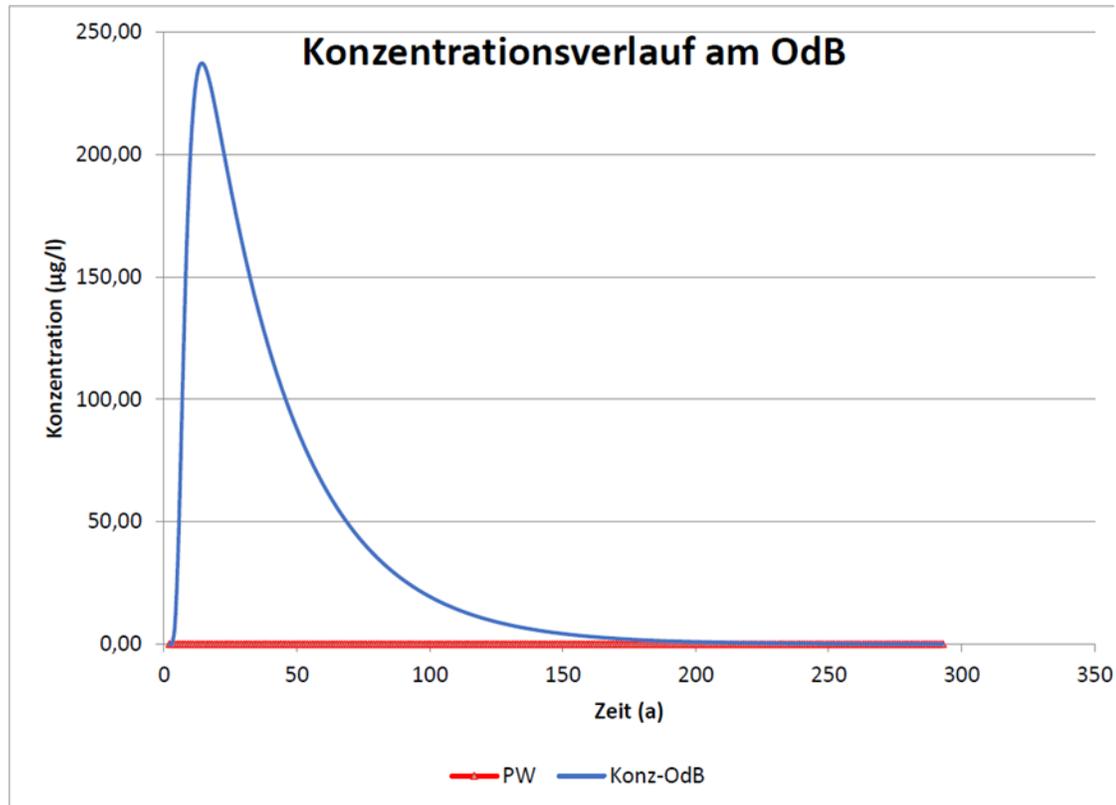


Legende

- Grundwassermessstellen 3-fach
- Grundwassermessstellen
- Nachwassermessstellen

- < 0,1 µg/L
- 0,1 bis < 0,3 µg/L
- 0,3 bis < 1 µg/L
- > 1 µg/L

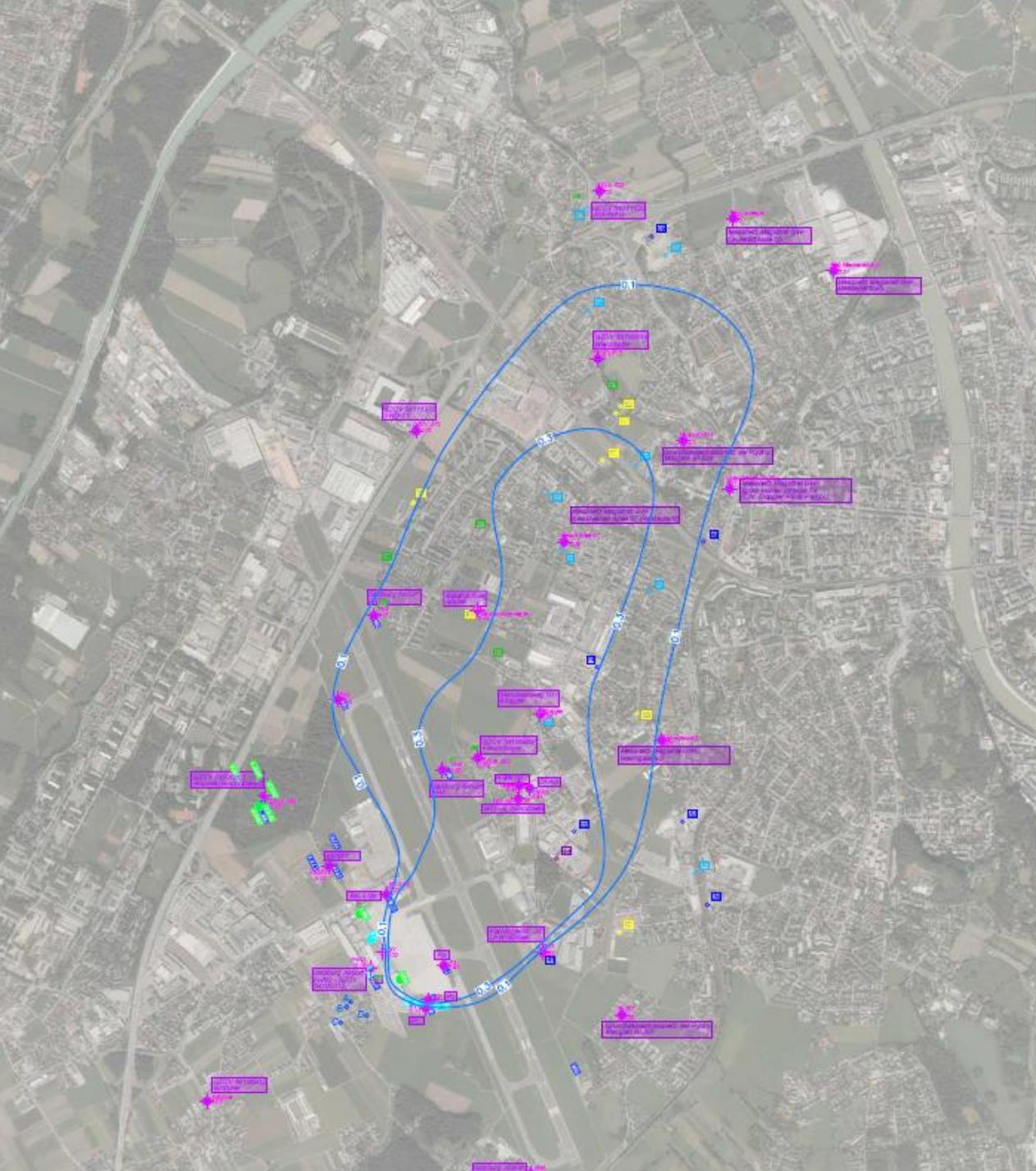
- Im Zuge der Bodenuntersuchungen wurde im Bereich des Hangar 2 ein separater Eintragsbereich mit einem relevanten Anteil an PFNA festgestellt.
- Die maximalen Konzentrationen erreichen in diesem Bereich für die Summe 20 PFAS maximal rd. 32 µg/l. Die Hauptkomponente PFNA erreicht bis zu 26 µg/l im Eluat 1:10.



PFOS-Konzentrationsverlauf am OdB im Referenz-Profil KB_B2 (Sand/Kies) beim Einsatz von 500l „Light Water FC-602 ATC Plus“.

Auswirkungen auf das Grundwasser

- Vertikal reichen die Belastungen nur bis in den Grundwasserschwankungsbereich.
- Modellierung der vertikalen Stoffausbreitung mit Altex 1D
- Schadenseintritt nach wenigen Jahren.
- „Tailing“ kann Jahrzehnte dauern.
- Nachweis, dass der Großteil des Gesamteintrags bereits abgeströmt ist



Auswirkungen auf das Grundwasser

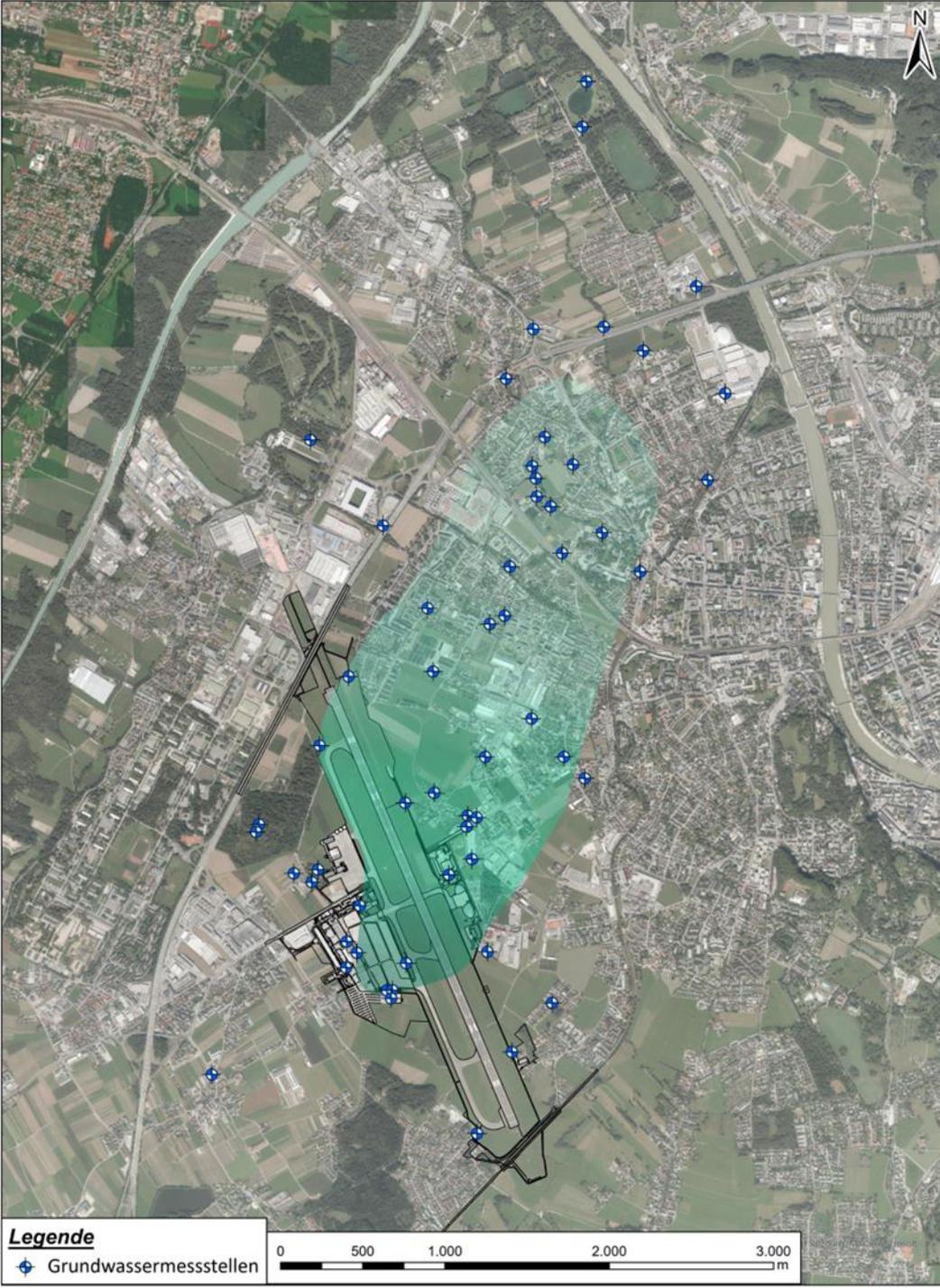
- PFAS-verunreinigter Grundwasserbereich („Fahne“) ist erfasst und abgegrenzt
- PFAS-Konzentrationen im Grundwasser außerhalb des Flughafens liegen überwiegend unter $1 \mu\text{g/l}$
- Die Grundwassersituation wird durch regelmäßige Untersuchungen weiter beobachtet



Auswirkungen auf die Nahrungskette

- Vielzahl an Nutzern (Gartenbewässerung, Fischzucht, Viehtränke)
- Speziesabhängig lassen sich PFAS in Nahrungsmitteln nachweisen
- Die in Gemüsen und Obst nachgewiesenen Gehalte liegen im Spurenbereich und sind unkritisch
- In den Fischteichen an den Quellaustritten des betroffenen Aquifers liegen dagegen relevant erhöhte PFAS-Konzentrationen vor, so dass Nutzungseinschränkungen ausgesprochen wurden
- Zwei Bauernhöfe im Untersuchungsgebiet hatten das Grundwasser zum Tränken von Rindern verwendet. Bei den betroffenen Tieren wurden erhöhte PFOS-Konzentrationen gefunden. Die Höfe wurden auf städtisches Trinkwasser umgestellt. Die daraufhin abnehmende Belastung wurde laufend überwacht und sichergestellt, dass in Verkehr gebrachte Lebensmittel gesetzlich gegebenen Normen entsprechen.

Probe	PFOA Perfluorooctan säure	PFNA Perfluornonan säure	PFHxS Perfluorhexan sulfonsäure	PFOS Perfluorooctan sulfonsäure
	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
Lollo Rosso	0,071	n.n.	n.n.	n.n.
Schnittlauch	n.n.	n.n.	< 0,05	n.n.
Salbei	0,088	0,085	0,82	0,17
Karotten	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Rosmarin	n.n.	n.n.	< 0,05	< 0,05

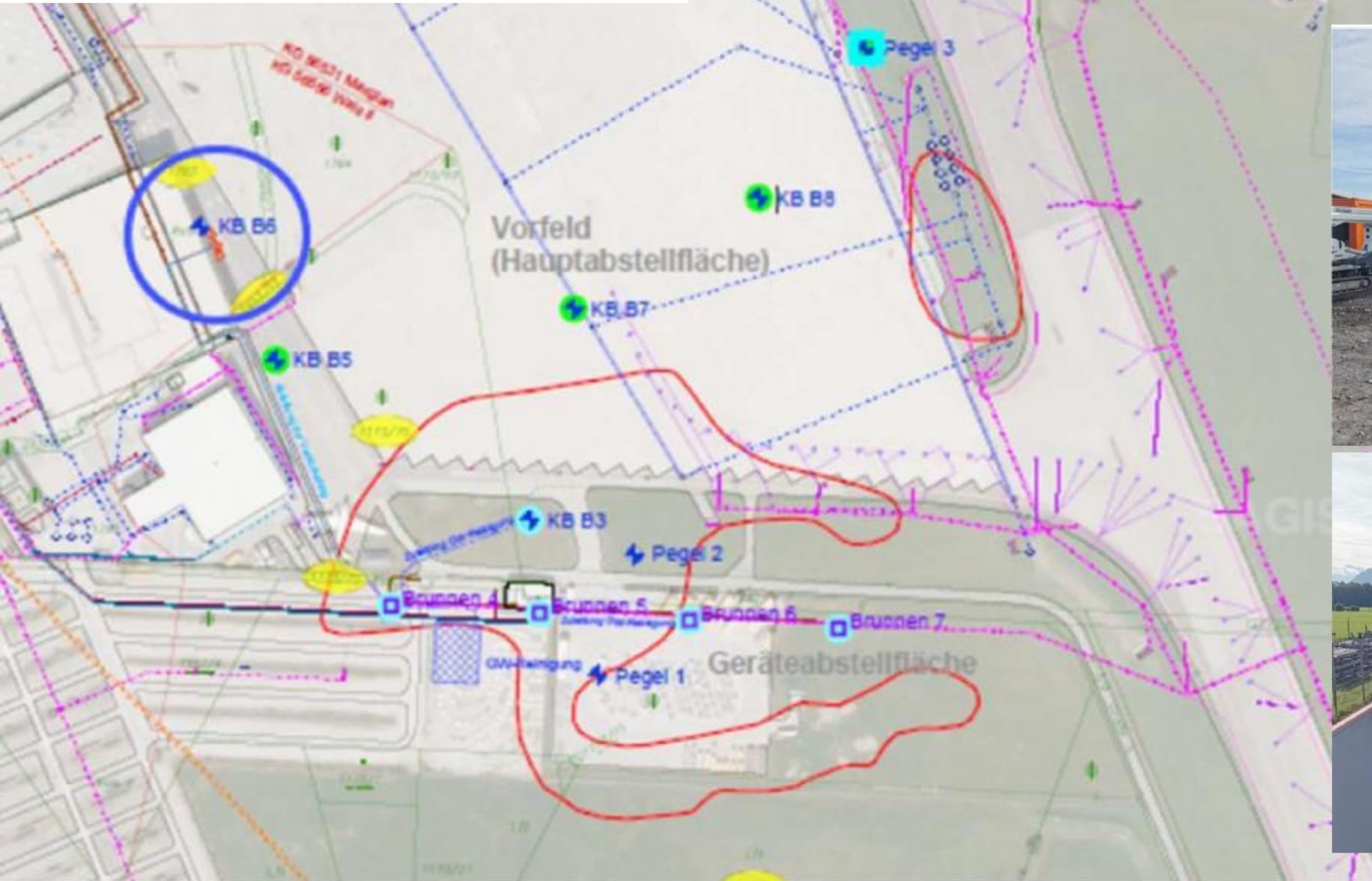


Sanierungsmaßnahmen – Phase 1

- 2022: Feststellung als Altlast durch das Umweltbundesamt
- 2023: Konzeption und Genehmigung einer stufenweisen Sanierung
- Ausschreibung und Vergabe einer hydraulischen Sicherung (Phase 1)
- 2024: Start der Phase 1 im Eintragsbereich:
 - Entnahme von Grundwasser aus bestehenden Messstellen und Bunnen
 - Abreinigung über eine mehrstufige Aktivkohleanlage
 - Versickerung am Westrand des Vorfeldes

Sanierungsmaßnahmen - Phase 1

- Geplante Pumpmenge: 25 l/s aus 7 Entnahmestellen





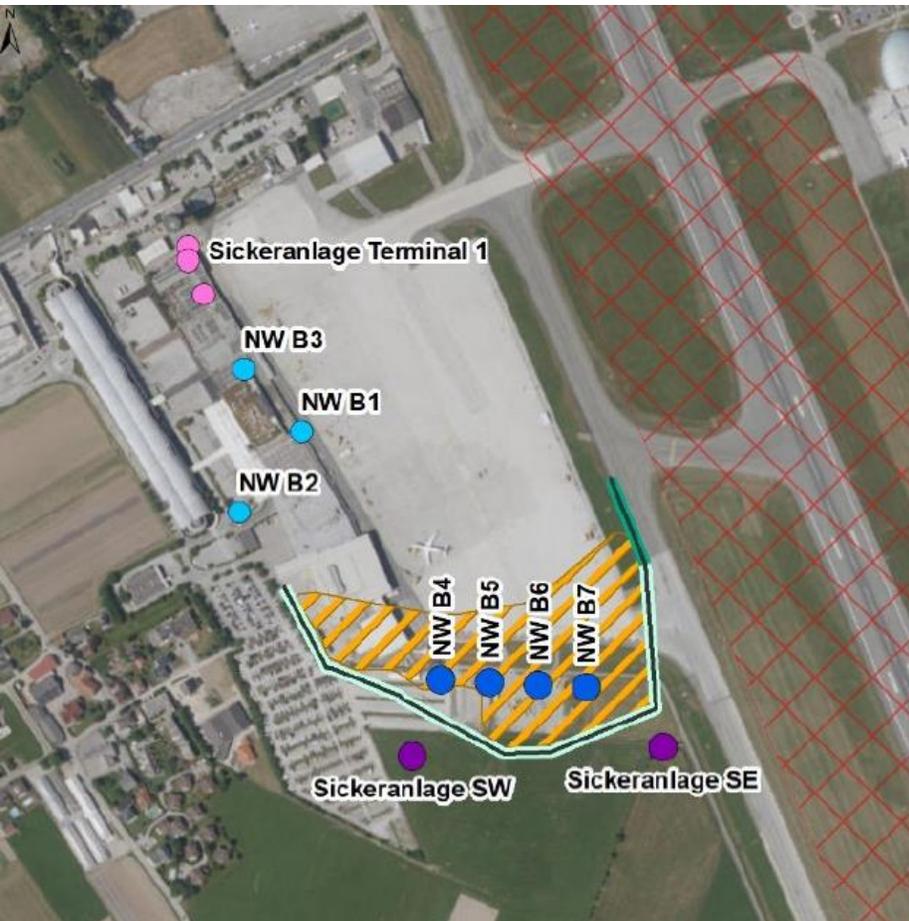
Betriebserfahrungen:

Die Verhältnisse am Standort sind herausfordernd:

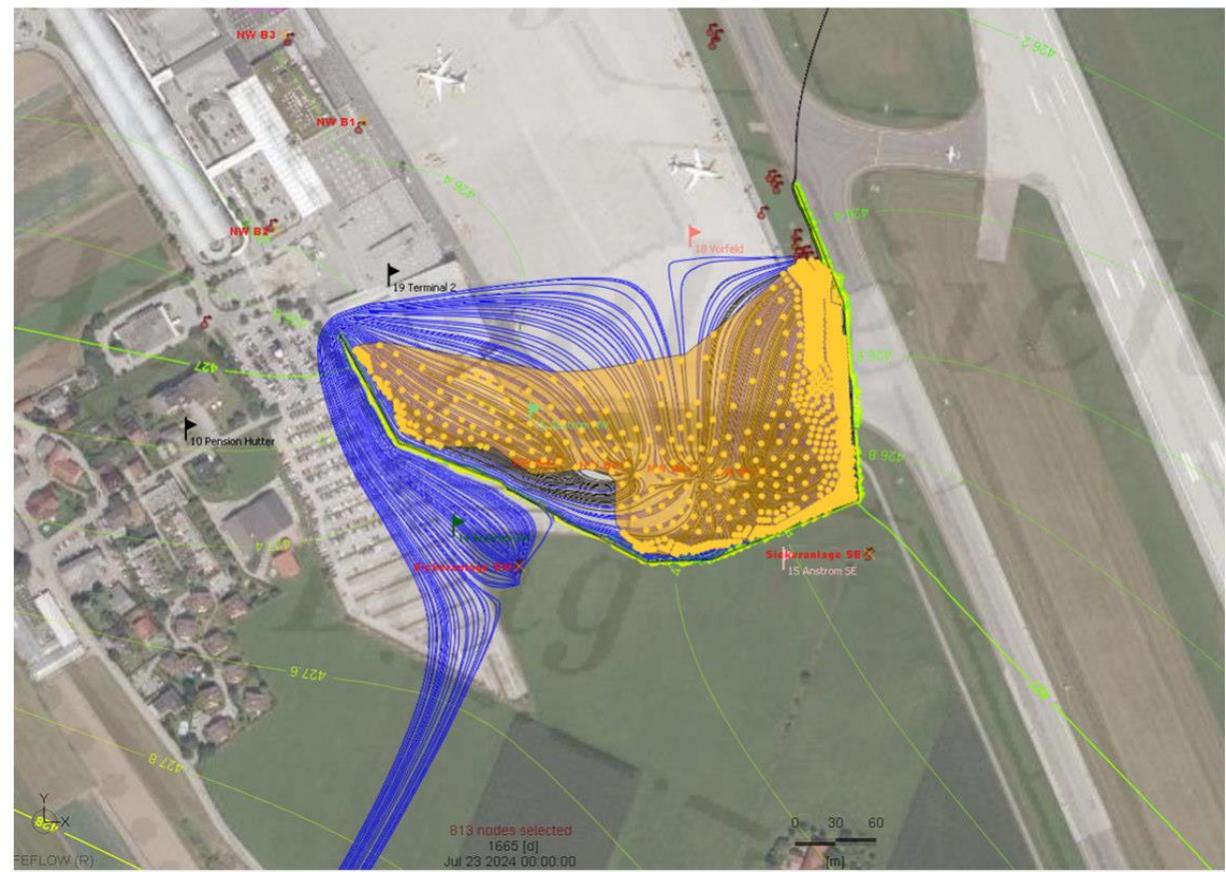
- heterogener sedimentologischer Aufbau
- zum Teil kolmationswirksame Feinanteile
- lokal hohe gelöste Eisen- und Mangangehalte (Verockerungsanfälligkeit)
- Brunnenbauwerke sowie Pumpen und Leitungen betroffen
- Im Bereich der Versickerung kam es zu Wassereintritten in einen Leitungstunnel
- Druckanstieg in den Aktivkohlefiltern aufgrund biologischer Aktivität infolge erhöhter DOC-Konzentrationen (Enteisungsmittel)

Sanierungsmaßnahmen Phase 2 - Ausblick

- Prüfung einer Teilumschließung mittels Dichtwand
- Reduzierung der notwendigen Fördermenge
- Prüfung der hydraulischen Auswirkungen auf benachbarte Nutzungen und Bauten



- Versickerung soll innerhalb der bestehenden „Fahne“ stattfinden
- Reduzierung auf < 10 l/s erscheint möglich
- Maßnahme ist aktuell in der Planungsphase





M&P Group

Engineering for a Better Tomorrow.