

PFC-Schadensfälle und Ursachen

Workshop am 4.12.2013



Inhalt

- PFC allgemein
 - Begrifflichkeiten
 - Eigenschaften
 - Umweltverhalten und -gefährdung
 - Verwendung

- Schadensfälle
 - Überblick
 - Fallbeispiele: Flughafen, Flugplatz, Löscheinsatz bei LKW-Brand
 - Kosten für Sanierung, Löschmittelentsorgung

Begrifflichkeiten

- PFC: Per- und polyfluorierte Chemikalien
= organische Verbindungen, an deren Kohlenstoffgerüst mehrere H-Atome (polyfluoriert) oder alle H-Atome (perfluoriert) durch F-Atome ersetzt sind
- PFT: Perfluorierte Tenside
- Fluortelomere: auch perfluorierte Tenside (→Herstellungsverfahren)
- PFOS: Perfluoroktansulfonsäure

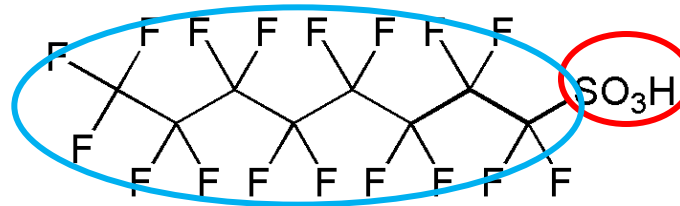
Begrifflichkeiten

Bekannteste Vertreter

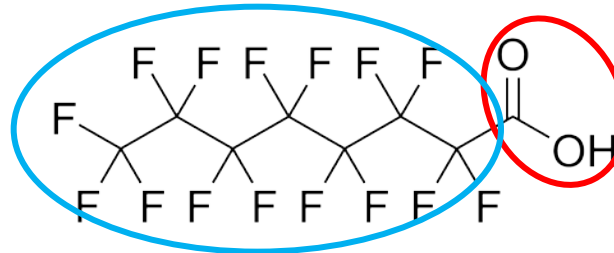
hydrophob/
lipophob

hydrophil / lipophob

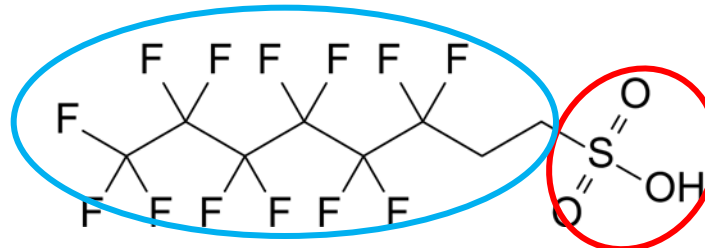
PFOS
Perfluorooctansulfonsäure



PFOA
Perfluorooctansäure



6:2 FTS
6:2 Fluortelomersulfonat



Eigenschaften

- anthropogene Spurenstoffe
- schmutz-, farb-, fett-, öl- und wasserabweisenden
- gut wasserlöslich
- C-F Bindung ist sehr stabil
- Nicht flüchtig
- Vielzahl verschiedener Einzelverbindungen

Umweltverhalten

- hohe Mobilität
 - weltweite Verteilung
 - Nachweis in allen
Umweltkompartimenten
 - hohe therm., chem. u. biolog.
Stabilität
- kein/ kaum natürlicher Abbau
- hohe Langlebigkeit

Toxikologische Eigenschaften

- Anreicherung in Lebewesen
- fortpflanzungsschädigend
- krebsfördernd / krebserregend

Verwendung

Besondere Eigenschaften aus Anwendungssicht:

- chemisch extrem inert und widerstandsfähig
- hohe thermische Stabilität
- hohe biologische Stabilität

Einsatzbereich

- Textilindustrie
- Fotoindustrie
- Antihafbeschichtungen
- Papierveredelung
- Galvanik
- Feuerlöschschäumen

Verwendung in Löschschäumen

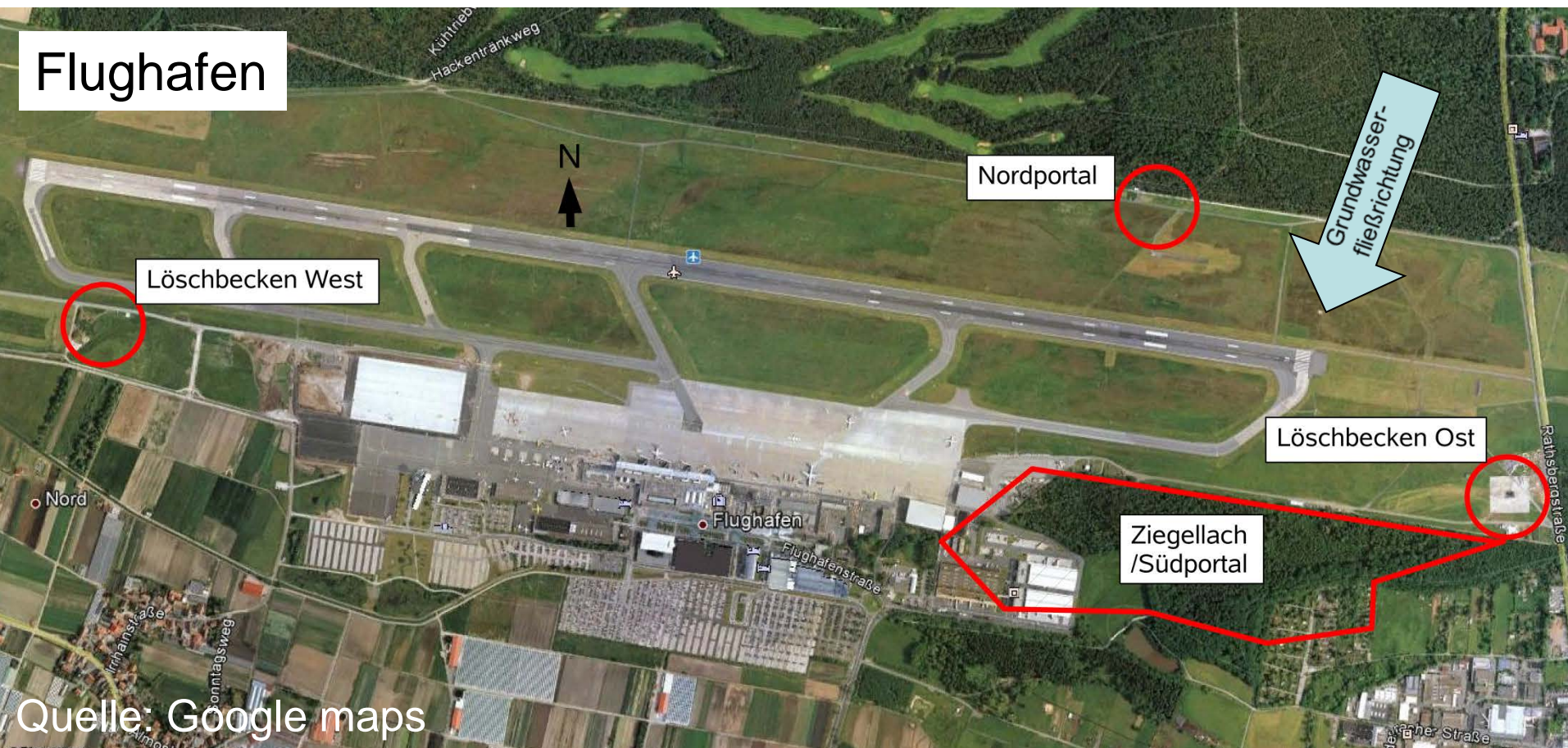
- Wirkung → verbesserte Löschwirkung

- PFC-haltiges Löschwasser
 - Verunreinigung von Boden, Grundwasser, Oberflächengewässer
- Hauptkontaminanten: PFOS, PFHxS, 6:2 FTS

Schadensfälle - Überblick

- In Bayern aktuell 13 größere Schadensfälle mit Boden- und Gewässerbelastungen, davon:
 - 1 durch Abwassereinleitung (kleiner Vorfluter, große Kläranlage)
 - 1 durch Fluorpolymerproduktion (Gendorf)
 - 1 durch unbekannte Ursache (Flughafen München)
 - 10 durch Einsatz von AFFF-Löschschäumen
- 80 Kläranlagen über Richtwert belastet (i.d.R. durch industrielle Einleitungen)
- 1 Schadensfall (Entsorgung Löschwasser) abgeschlossen
- noch keine laufende Sanierung

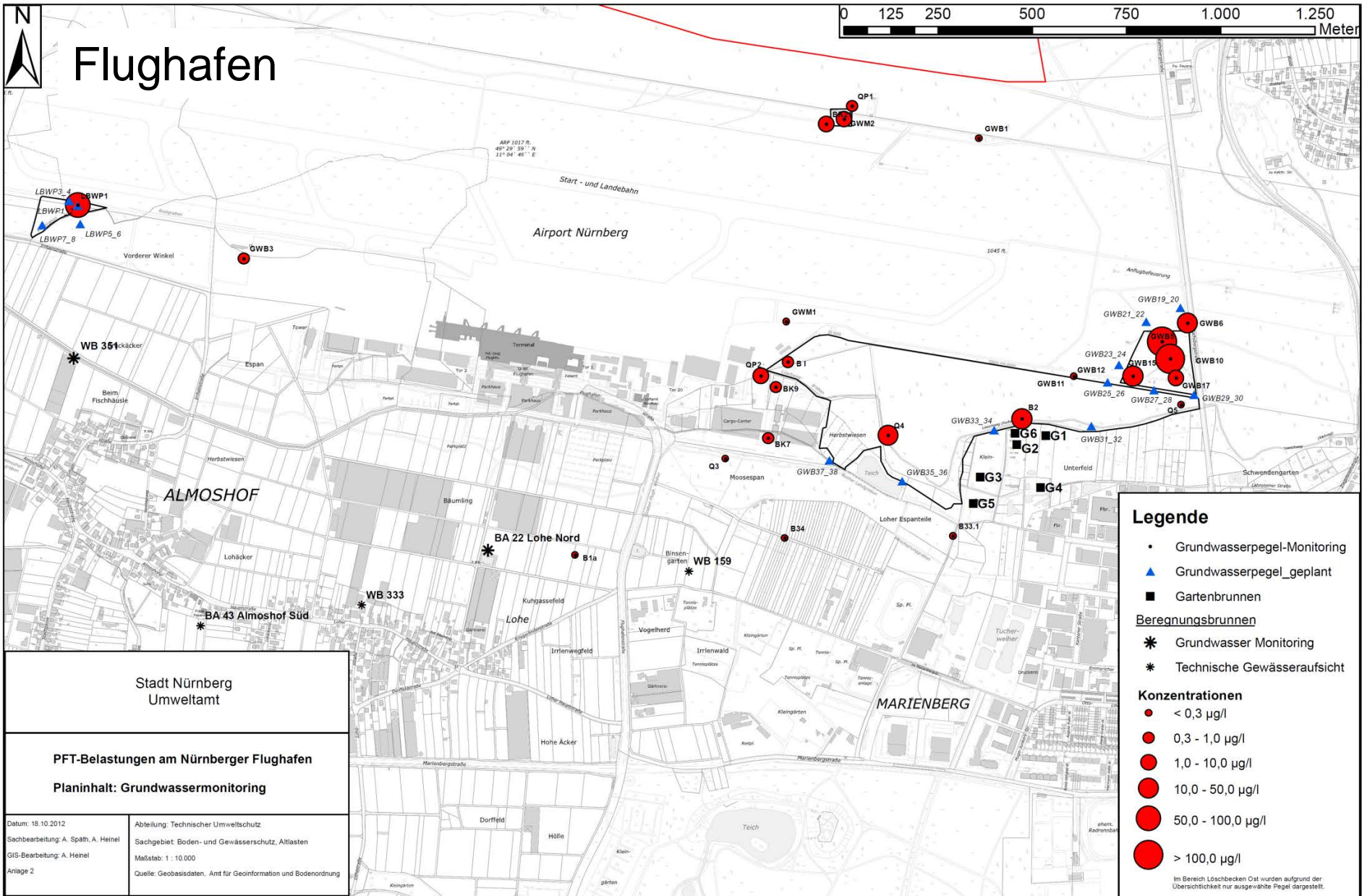
Flughafen



Quelle: Google maps

- langjähriger Einsatz von PFC-haltigen Löschschäumen bei Löschübungen
- Verunreinigung von Boden, Grundwasser und Oberflächengewässer mit PFC
- aber auch: LHKW, BTEX, (C₅-C₁₀-KW, PAK, MKW)

PFC-Schadensfälle und Ursachen



Flughafen

Stadt Nürnberg
Umweltamt

PFT-Belastungen am Nürnberger Flughafen
Planinhalt: Grundwassermonitoring

Datum: 18.10.2012
Sachbearbeitung: A. Späth, A. Heinel
GIS-Bearbeitung: A. Heinel
Anlage 2

Abteilung: Technischer Umweltschutz
Sachgebiet: Boden- und Gewässerschutz, Altlasten
Maßstab: 1 : 10.000
Quelle: Geobasisdaten, Amt für Geoinformation und Bodenordnung

Legende

- Grundwasserpegel-Monitoring
- ▲ Grundwasserpegel_geplant
- Gartenbrunnen

Beregnungsbrunnen

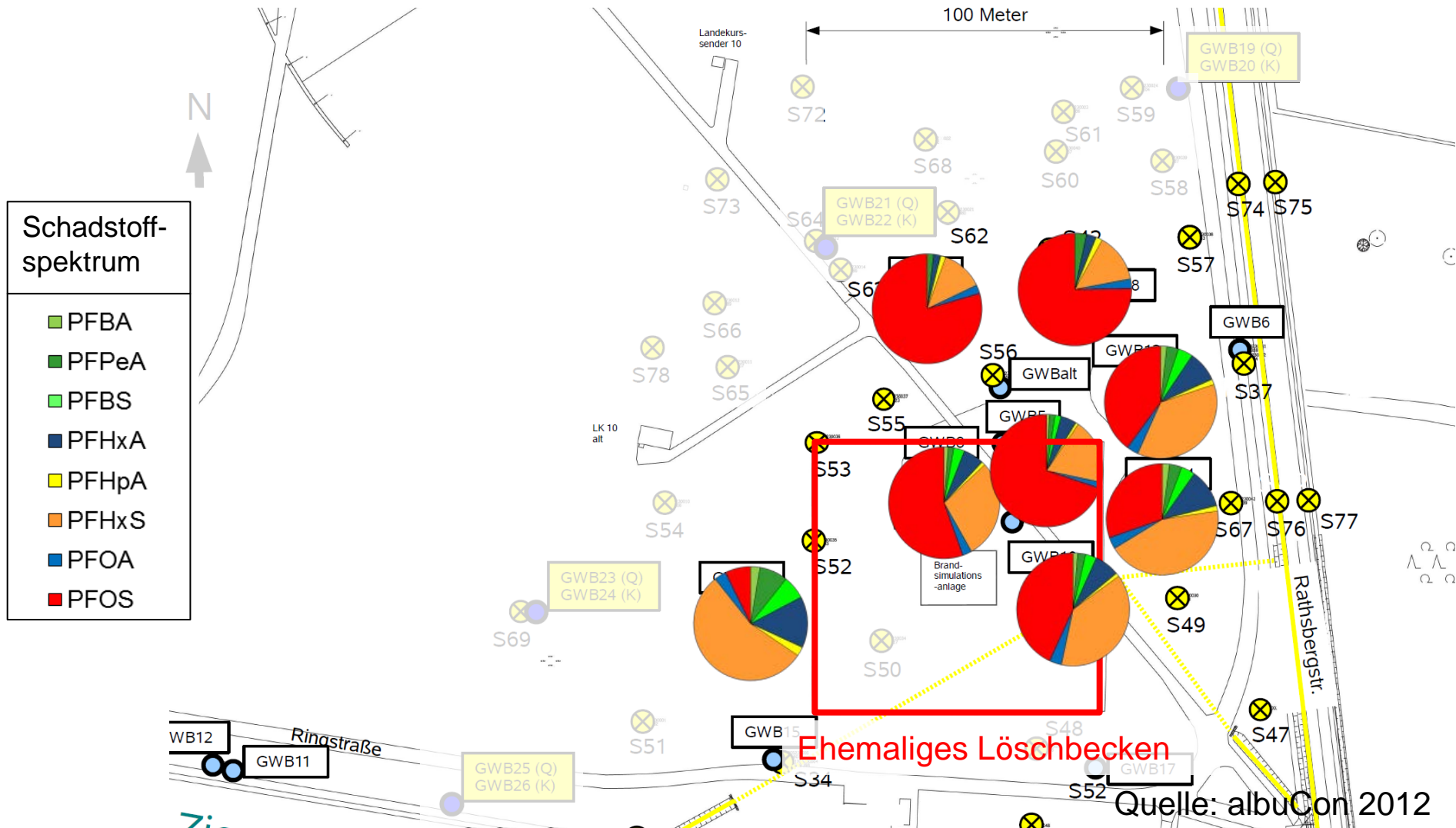
- * Grundwasser Monitoring
- * Technische Gewässeraufsicht

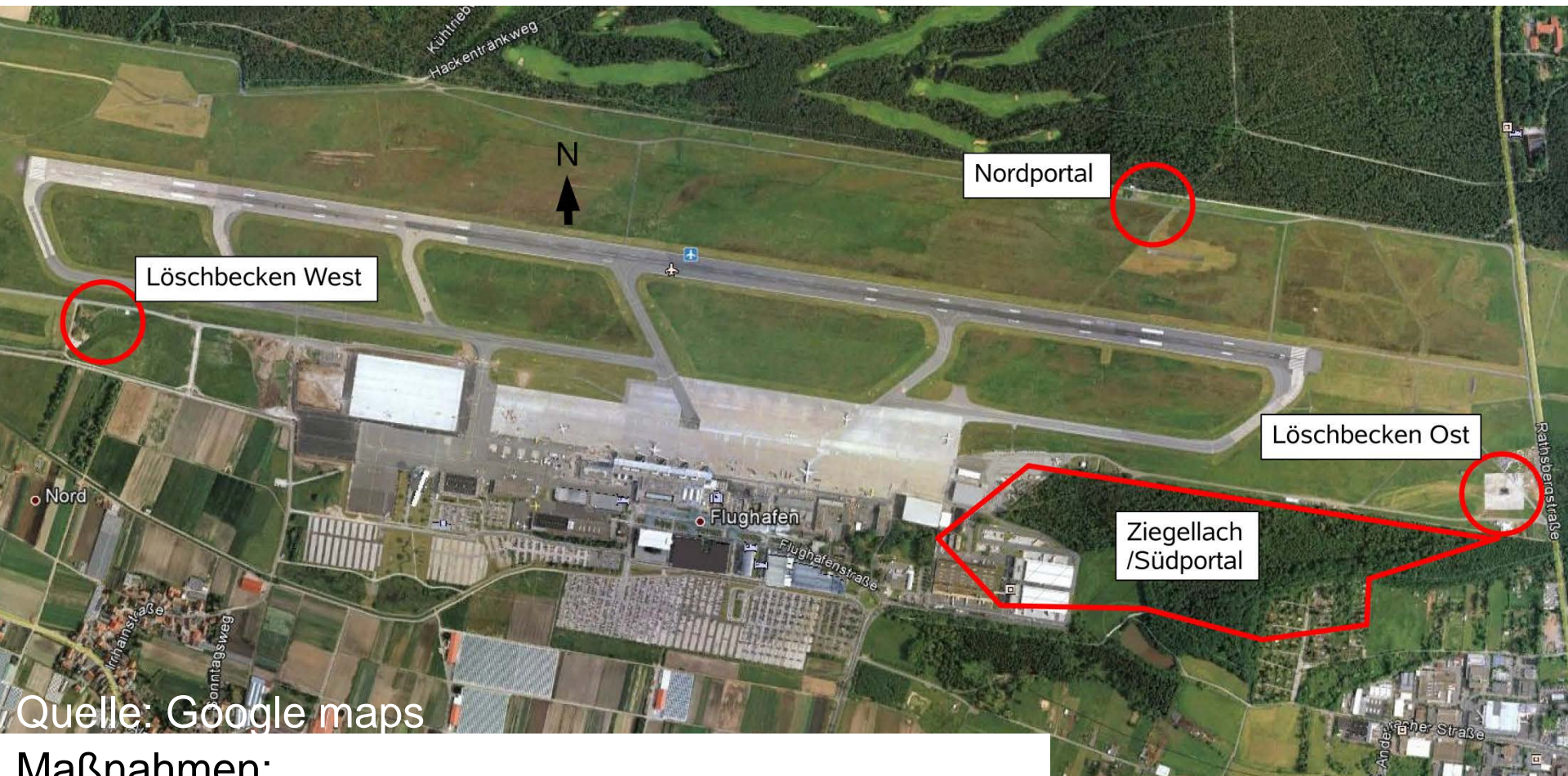
Konzentrationen

- < 0,3 µg/l
- 0,3 - 1,0 µg/l
- 1,0 - 10,0 µg/l
- 10,0 - 50,0 µg/l
- 50,0 - 100,0 µg/l
- > 100,0 µg/l

Im Bereich Löschecken Ost wurden aufgrund der Überschreitung nur ausgewählte Pegel dargestellt.

Flughafen – ehemaliges Löschbecken Ost





Quelle: Google maps

Maßnahmen:

- Auskoffierung am ehemaligen Löschbecken West
- Grundwassersanierung am Löschbecken Ost
- Brandsimulationsanlage

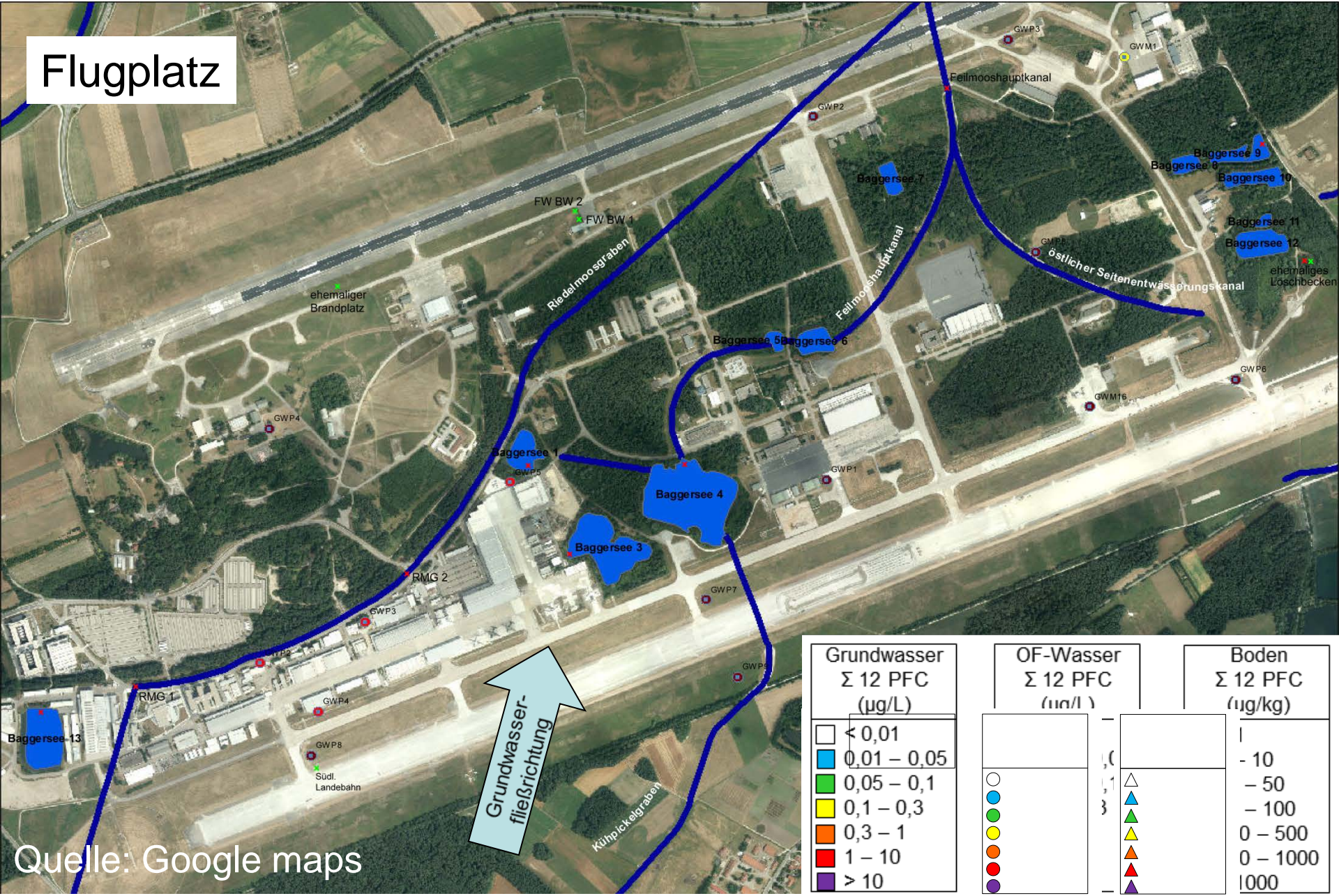
Flughafen - Brandsimulationsanlage

- Verzicht auf den Einsatz von Löschschaum bei Löschübungen

PFC-Schadensfälle und Ursachen



Flugplatz

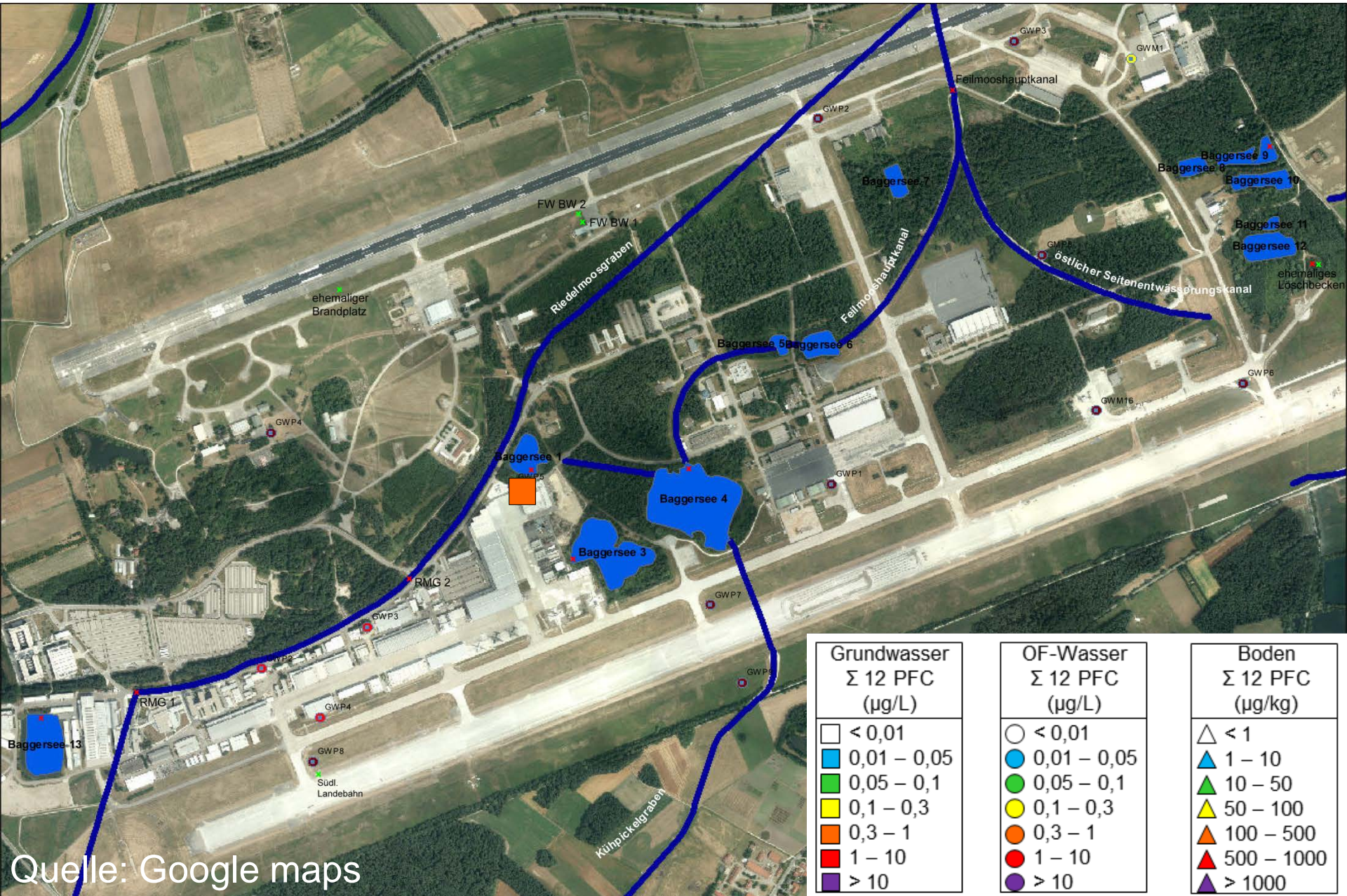


Grundwasser-
fließrichtung

| Grundwasser Σ 12 PFC (µg/L) | OF-Wasser Σ 12 PFC (µg/l) | Boden Σ 12 PFC (µg/kg) |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| □ < 0,01 | ○ | □ < 10 |
| ■ 0,01 – 0,05 | ● | □ 10 – 50 |
| ■ 0,05 – 0,1 | ● | □ 50 – 100 |
| ■ 0,1 – 0,3 | ● | □ 100 – 500 |
| ■ 0,3 – 1 | ● | □ 500 – 1000 |
| ■ 1 – 10 | ● | □ 1000 |
| ■ > 10 | ● | |

Quelle: Google maps

PFC-Schadensfälle und Ursachen



Grundwasser
Σ 12 PFC
(µg/L)

| | |
|---|-------------|
| □ | < 0,01 |
| ■ | 0,01 – 0,05 |
| ■ | 0,05 – 0,1 |
| ■ | 0,1 – 0,3 |
| ■ | 0,3 – 1 |
| ■ | 1 – 10 |
| ■ | > 10 |

OF-Wasser
Σ 12 PFC
(µg/L)

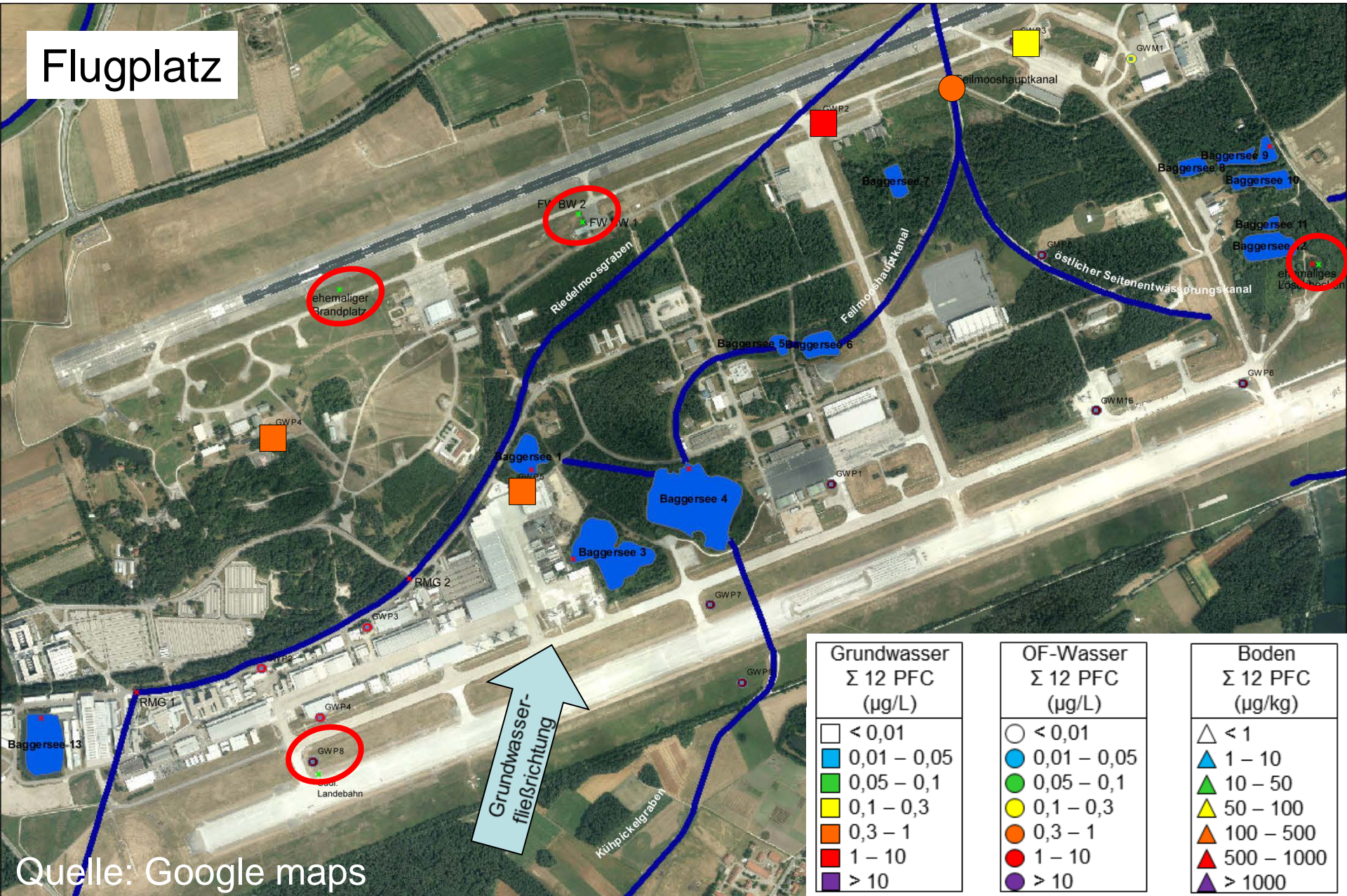
| | |
|---|-------------|
| ○ | < 0,01 |
| ● | 0,01 – 0,05 |
| ● | 0,05 – 0,1 |
| ● | 0,1 – 0,3 |
| ● | 0,3 – 1 |
| ● | 1 – 10 |
| ● | > 10 |

Boden
Σ 12 PFC
(µg/kg)

| | |
|---|------------|
| △ | < 1 |
| ▲ | 1 – 10 |
| ▲ | 10 – 50 |
| ▲ | 50 – 100 |
| ▲ | 100 – 500 |
| ▲ | 500 – 1000 |
| ▲ | > 1000 |

Quelle: Google maps

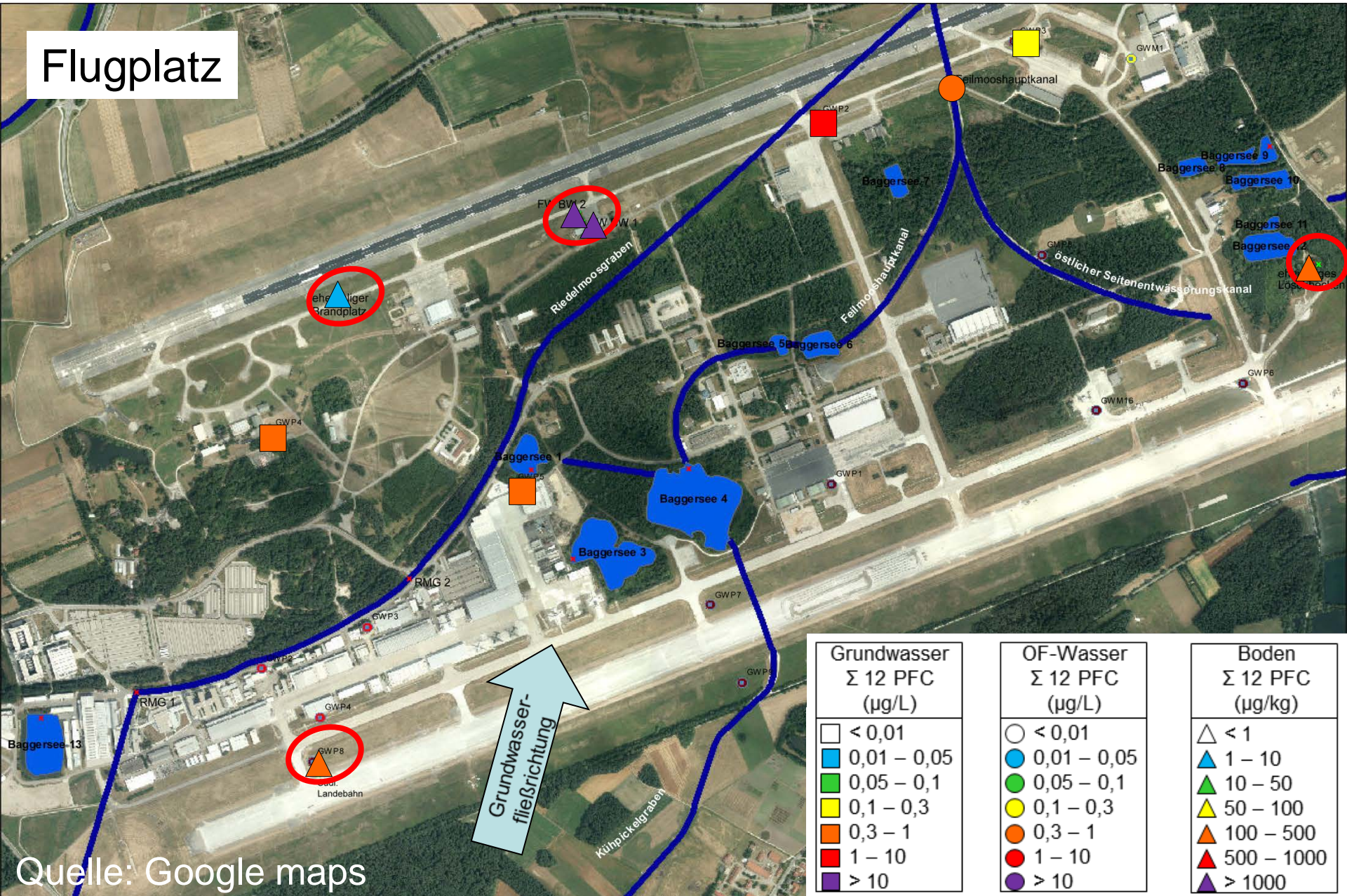
Flugplatz



Grundwasser-
fließrichtung

| Grundwasser Σ 12 PFC (µg/L) | OF-Wasser Σ 12 PFC (µg/L) | Boden Σ 12 PFC (µg/kg) |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| □ < 0,01 | ○ < 0,01 | △ < 1 |
| ■ 0,01 – 0,05 | ● 0,01 – 0,05 | ▲ 1 – 10 |
| ■ 0,05 – 0,1 | ● 0,05 – 0,1 | ▲ 10 – 50 |
| ■ 0,1 – 0,3 | ● 0,1 – 0,3 | ▲ 50 – 100 |
| ■ 0,3 – 1 | ● 0,3 – 1 | ▲ 100 – 500 |
| ■ 1 – 10 | ● 1 – 10 | ▲ 500 – 1000 |
| ■ > 10 | ● > 10 | ▲ > 1000 |

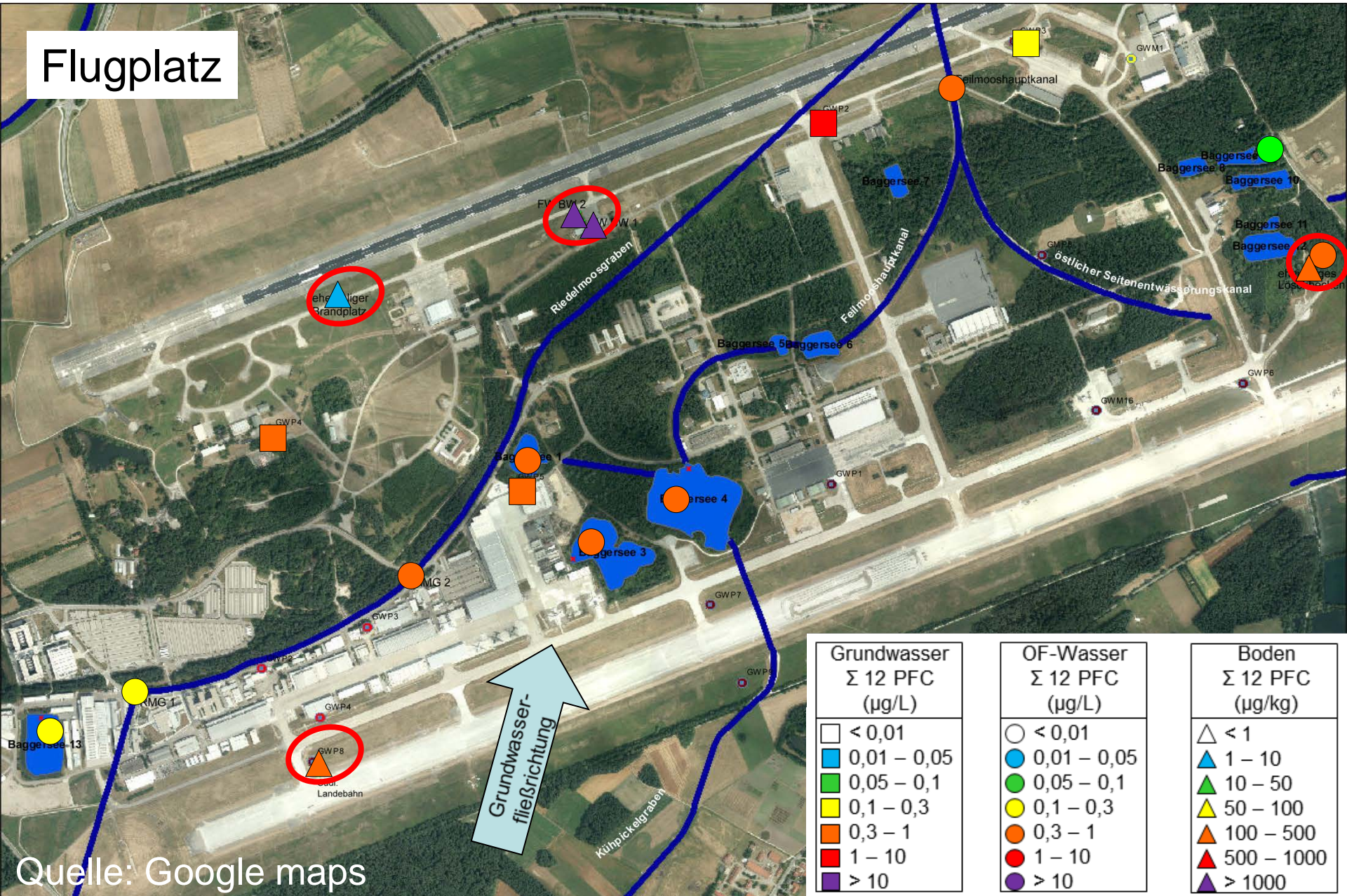
Flugplatz



Grundwasser-
fließrichtung

| Grundwasser Σ 12 PFC (µg/L) | OF-Wasser Σ 12 PFC (µg/L) | Boden Σ 12 PFC (µg/kg) |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| □ < 0,01 | ○ < 0,01 | △ < 1 |
| ■ 0,01 – 0,05 | ● 0,01 – 0,05 | ▲ 1 – 10 |
| ■ 0,05 – 0,1 | ● 0,05 – 0,1 | ▲ 10 – 50 |
| ■ 0,1 – 0,3 | ● 0,1 – 0,3 | ▲ 50 – 100 |
| ■ 0,3 – 1 | ● 0,3 – 1 | ▲ 100 – 500 |
| ■ 1 – 10 | ● 1 – 10 | ▲ 500 – 1000 |
| ■ > 10 | ● > 10 | ▲ > 1000 |

Flugplatz



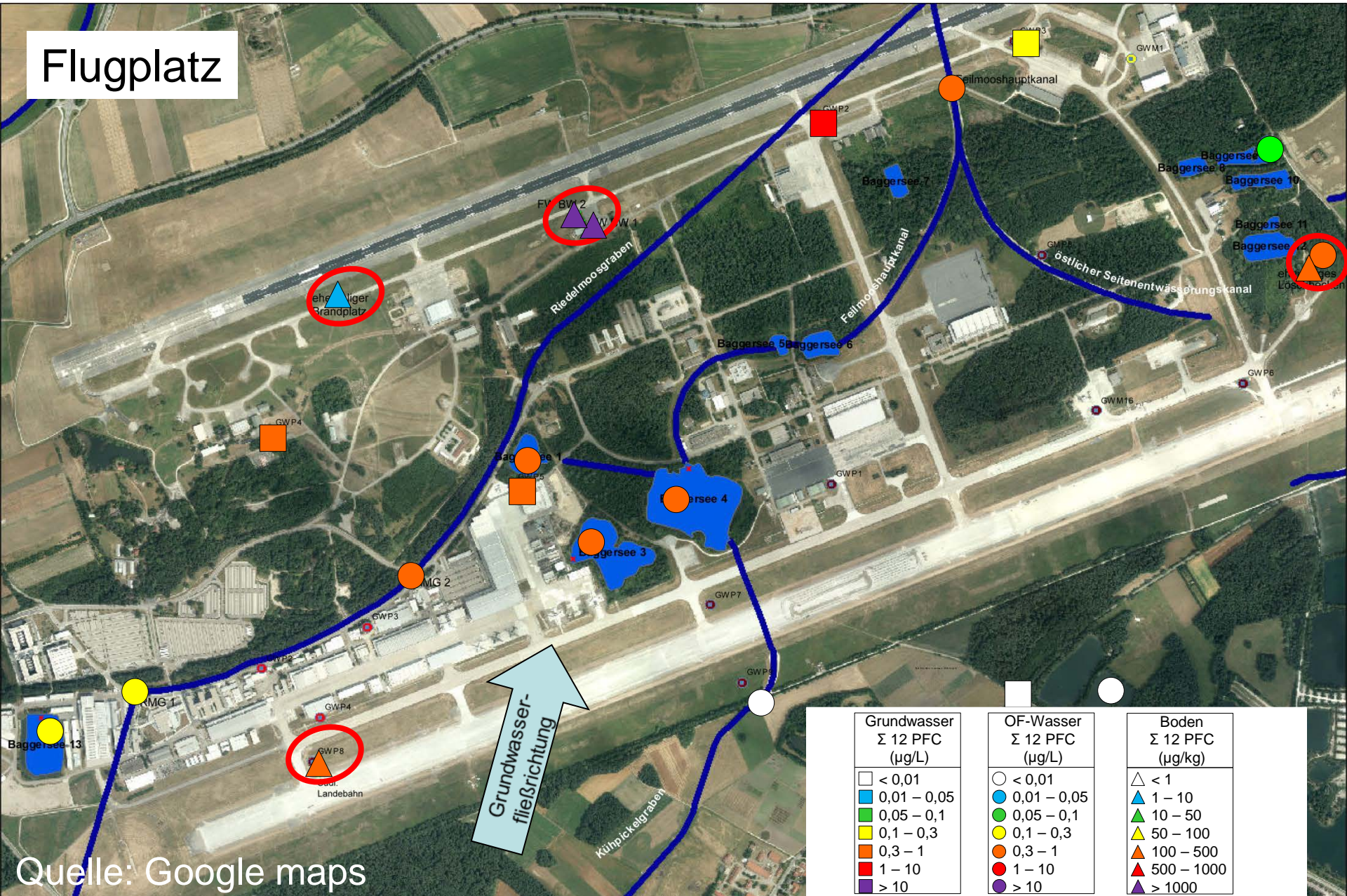
Grundwasser-
fließrichtung

| Grundwasser Σ 12 PFC (µg/L) | OF-Wasser Σ 12 PFC (µg/L) | Boden Σ 12 PFC (µg/kg) |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| □ < 0,01 | ○ < 0,01 | △ < 1 |
| ■ 0,01 – 0,05 | ● 0,01 – 0,05 | ▲ 1 – 10 |
| ■ 0,05 – 0,1 | ● 0,05 – 0,1 | ▲ 10 – 50 |
| ■ 0,1 – 0,3 | ● 0,1 – 0,3 | ▲ 50 – 100 |
| ■ 0,3 – 1 | ● 0,3 – 1 | ▲ 100 – 500 |
| ■ 1 – 10 | ● 1 – 10 | ▲ 500 – 1000 |
| ■ > 10 | ● > 10 | ▲ > 1000 |

Quelle: Google maps



Flugplatz



Grundwasser-
fließrichtung

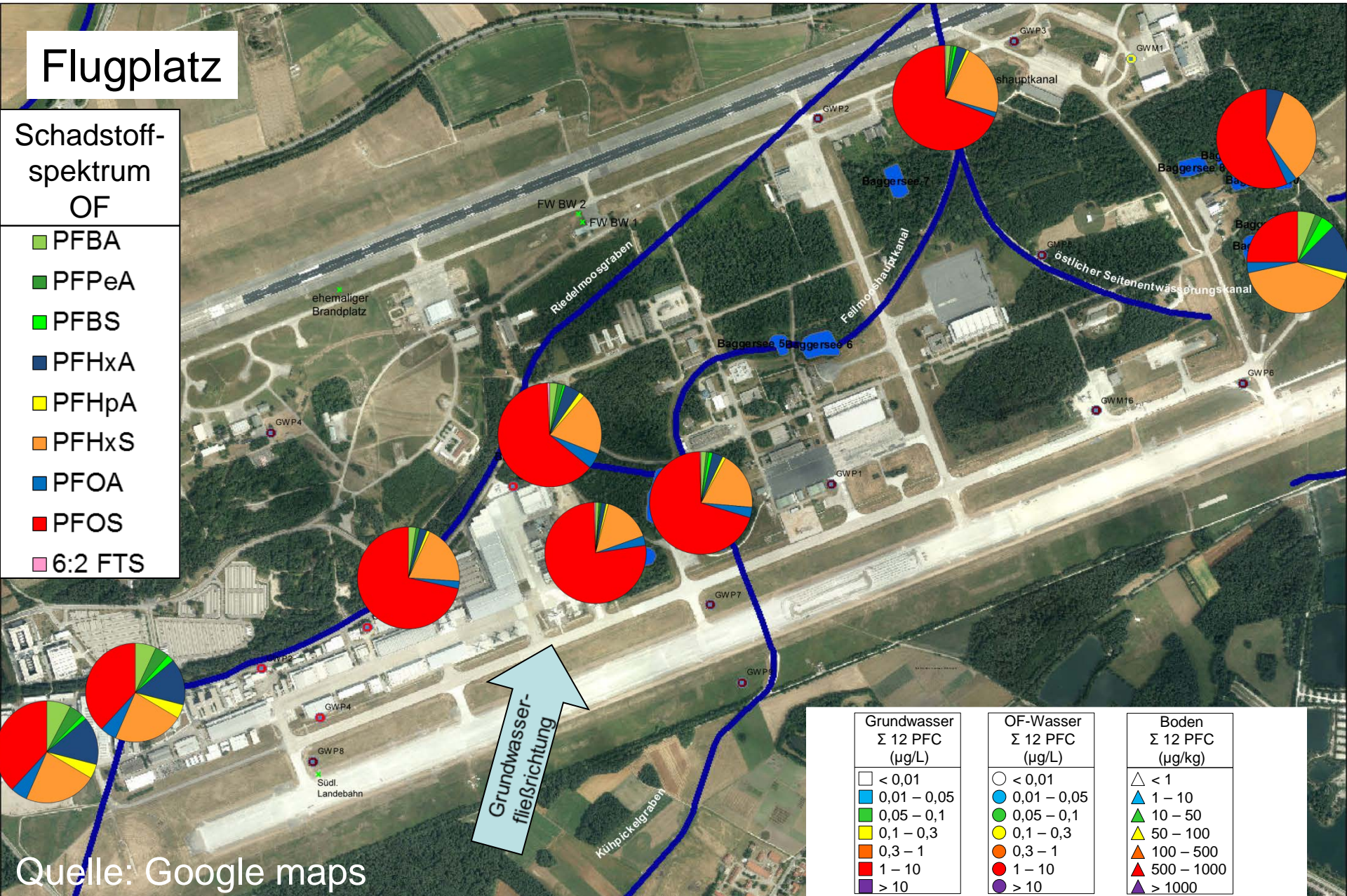
Quelle: Google maps

| Grundwasser Σ 12 PFC (µg/L) | OF-Wasser Σ 12 PFC (µg/L) | Boden Σ 12 PFC (µg/kg) |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| □ < 0,01 | ○ < 0,01 | △ < 1 |
| ■ 0,01 – 0,05 | ● 0,01 – 0,05 | ▲ 1 – 10 |
| ■ 0,05 – 0,1 | ● 0,05 – 0,1 | ▲ 10 – 50 |
| ■ 0,1 – 0,3 | ● 0,1 – 0,3 | ▲ 50 – 100 |
| ■ 0,3 – 1 | ● 0,3 – 1 | ▲ 100 – 500 |
| ■ 1 – 10 | ● 1 – 10 | ▲ 500 – 1000 |
| ■ > 10 | ● > 10 | ▲ > 1000 |

Flugplatz

Schadstoffspektrum OF

- PFBA
- PFPeA
- PFBS
- PFHxA
- PFHpA
- PFHxS
- PFOA
- PFOS
- 6:2 FTS



Grundwasserfließrichtung

Quelle: Google maps

| Grundwasser Σ 12 PFC (µg/L) |
|---|
| □ < 0,01 |
| ■ 0,01 – 0,05 |
| ■ 0,05 – 0,1 |
| ■ 0,1 – 0,3 |
| ■ 0,3 – 1 |
| ■ 1 – 10 |
| ■ > 10 |

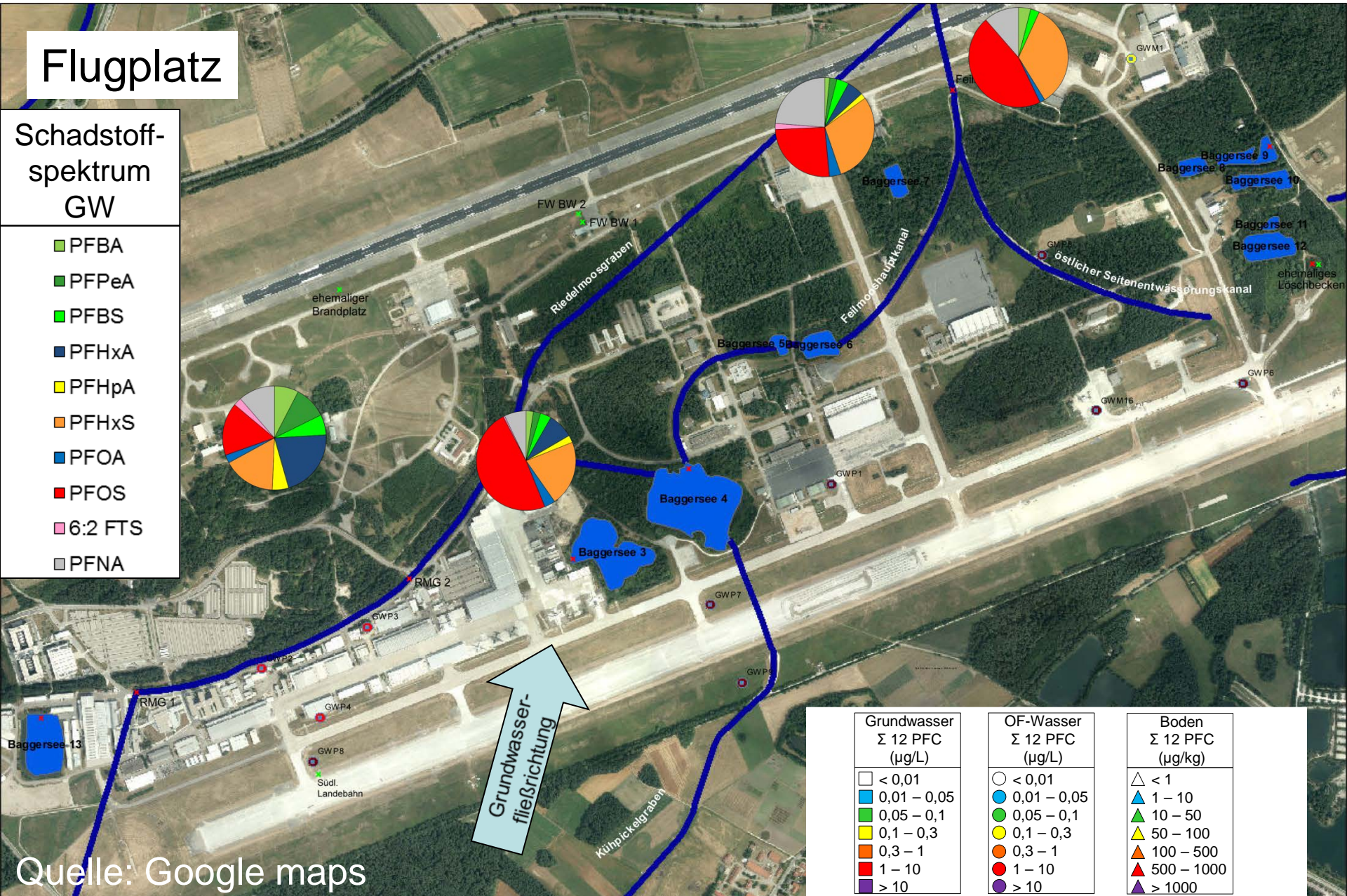
| OF-Wasser Σ 12 PFC (µg/L) |
|---|
| ○ < 0,01 |
| ○ 0,01 – 0,05 |
| ○ 0,05 – 0,1 |
| ○ 0,1 – 0,3 |
| ○ 0,3 – 1 |
| ○ 1 – 10 |
| ○ > 10 |

| Boden Σ 12 PFC (µg/kg) |
|---|
| △ < 1 |
| △ 1 – 10 |
| △ 10 – 50 |
| △ 50 – 100 |
| △ 100 – 500 |
| △ 500 – 1000 |
| △ > 1000 |

Flugplatz

Schadstoff- spektrum GW

- PFBA
- PFPeA
- PFBS
- PFHxA
- PFHpA
- PFHxS
- PFOA
- PFOS
- 6:2 FTS
- PFNA



Quelle: Google maps

| Grundwasser Σ 12 PFC (µg/L) |
|---|
| < 0,01 |
| 0,01 – 0,05 |
| 0,05 – 0,1 |
| 0,1 – 0,3 |
| 0,3 – 1 |
| 1 – 10 |
| > 10 |

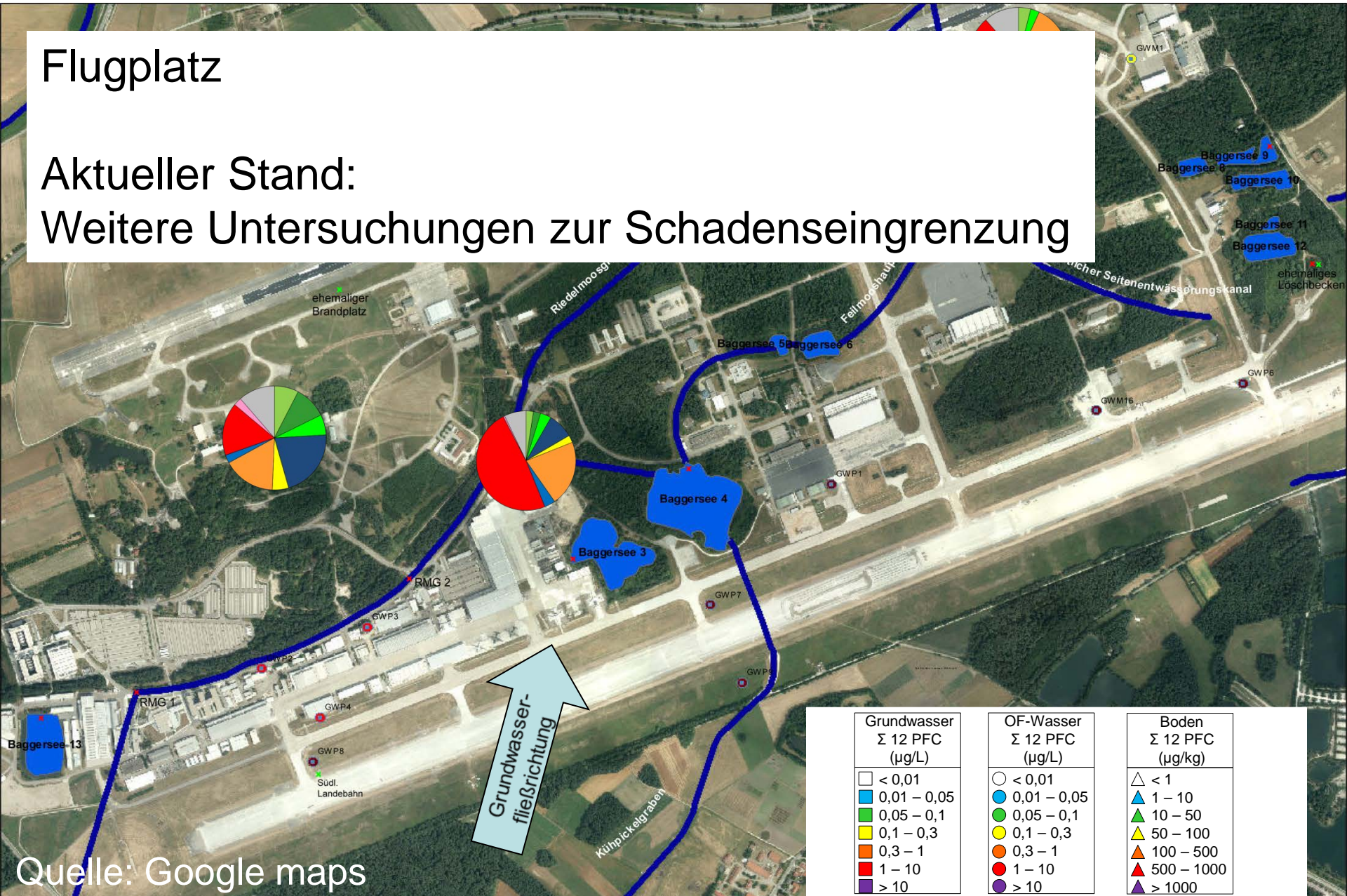
| OF-Wasser Σ 12 PFC (µg/L) |
|---|
| < 0,01 |
| 0,01 – 0,05 |
| 0,05 – 0,1 |
| 0,1 – 0,3 |
| 0,3 – 1 |
| 1 – 10 |
| > 10 |

| Boden Σ 12 PFC (µg/kg) |
|--|
| < 1 |
| 1 – 10 |
| 10 – 50 |
| 50 – 100 |
| 100 – 500 |
| 500 – 1000 |
| > 1000 |

Flugplatz

Aktueller Stand:

Weitere Untersuchungen zur Schadenseingrenzung



| Grundwasser Σ 12 PFC (µg/L) |
|-----------------------------------|
| □ < 0,01 |
| ■ 0,01 – 0,05 |
| ■ 0,05 – 0,1 |
| ■ 0,1 – 0,3 |
| ■ 0,3 – 1 |
| ■ 1 – 10 |
| ■ > 10 |

| OF-Wasser Σ 12 PFC (µg/L) |
|---------------------------------|
| ○ < 0,01 |
| ● 0,01 – 0,05 |
| ● 0,05 – 0,1 |
| ● 0,1 – 0,3 |
| ● 0,3 – 1 |
| ● 1 – 10 |
| ● > 10 |

| Boden Σ 12 PFC (µg/kg) |
|------------------------------|
| △ < 1 |
| ▲ 1 – 10 |
| ▲ 10 – 50 |
| ▲ 50 – 100 |
| ▲ 100 – 500 |
| ▲ 500 – 1000 |
| ▲ > 1000 |

Quelle: Google maps

Löscheinsatz bei LKW-Brand

- Einsatz von fluorhaltigen Löschmitteln: 50 m³ Löschschaum, davon ca. 20 m³ sichergestellt und ca. 30 m³ versickert
- Gut durchlässige Schotterfläche

Eingeleitete Sofortmaßnahmen:

- Absaugen des Löschwassers (Wiese und Drainageschacht)
- Beseitigung des auffälligen Bodens von der Oberfläche der Schotterfläche
- Abdeckung der Brandfläche, Böschung und Wiese mit Folie
- Abtrennung der Drainage

Löscheinsatz bei LKW-Brand

- Schadstoffkonzentrationen:
 - Drainagewasser: deutlich erhöhte 6:2 FTS Konzentrationen
erhöhte SM-Konzentrationen
 - Grundwasser: PFC nachweisbar
 - Oberflächengewässer: keine PFC nachweisbar
 - Boden: 6:2 FTS, PFHxA, PFPeA,
hohe MKW-Konzentration,
erhöhte SM-Konzentrationen
- Weiteres Vorgehen: weitere Probenahmen im Schadensherd
lokaler Bodenaushub wg. MKW
Aufbereitung Drainagewasser wg. SM

Schnelles Handeln → geringe Kontamination

Sanierungskosten

- Löschwasserentsorgung (ca. 500 m³) ca. 60.000,- €
- Bodenentsorgung (ca. 650 m³ Boden) ca. 250.000,- €
- Boden- und Grundwassersanierung
2 ha Fläche, Düngemittel 5.000.000,- €
- Flughafen Düsseldorf – 100.000.000 €

Kostenschätzung sehr schwer, da stark standortabhängig

Fazit

Einsatz PFC-haltiger Löschsäume:

- erhöhte PFC-Gehalte in Boden, Grund- und Oberflächengewässer
- Eingrenzung des Schadenherds meist schwierig
- Hauptkontaminanten: PFOS, PFHxS, 6:2 FTS → Abbau zu PFHxA

Schaden minimieren:

- Auswahl des geeigneten Löschmittels
- Verzicht auf Schaummittel bei Übungen
- Löschwasser auffangen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!