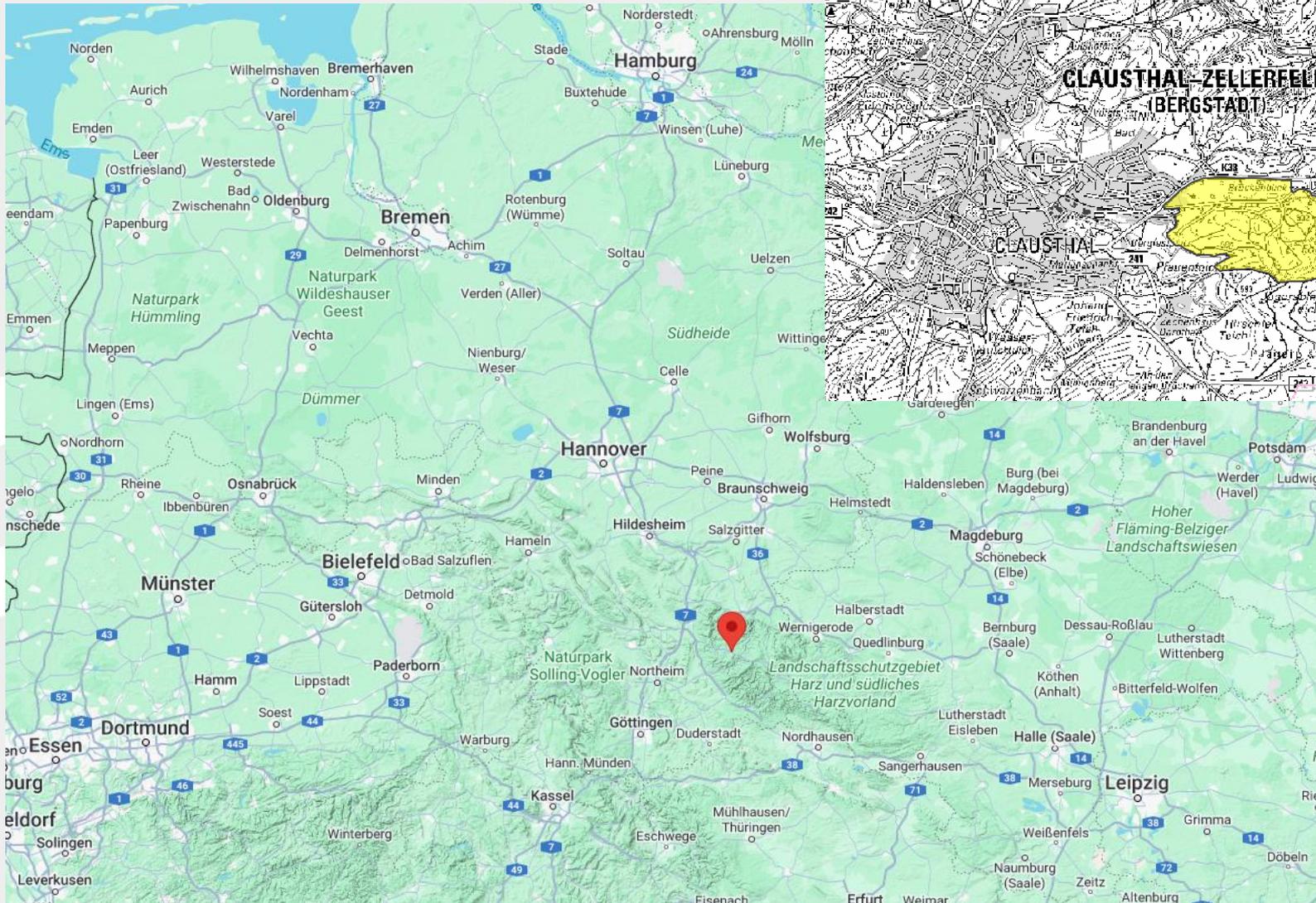


Sanierung einer Rüstungsaltnlast mittels Constructed Wetlands: Ehem. Sprengstoffwerk „Tanne“ im Oberharz



Sanierung einer Rüstungsaltnlast mittels Constructed Wetlands: Ehem. Sprengstoffwerk „Tanne“ im Oberharz

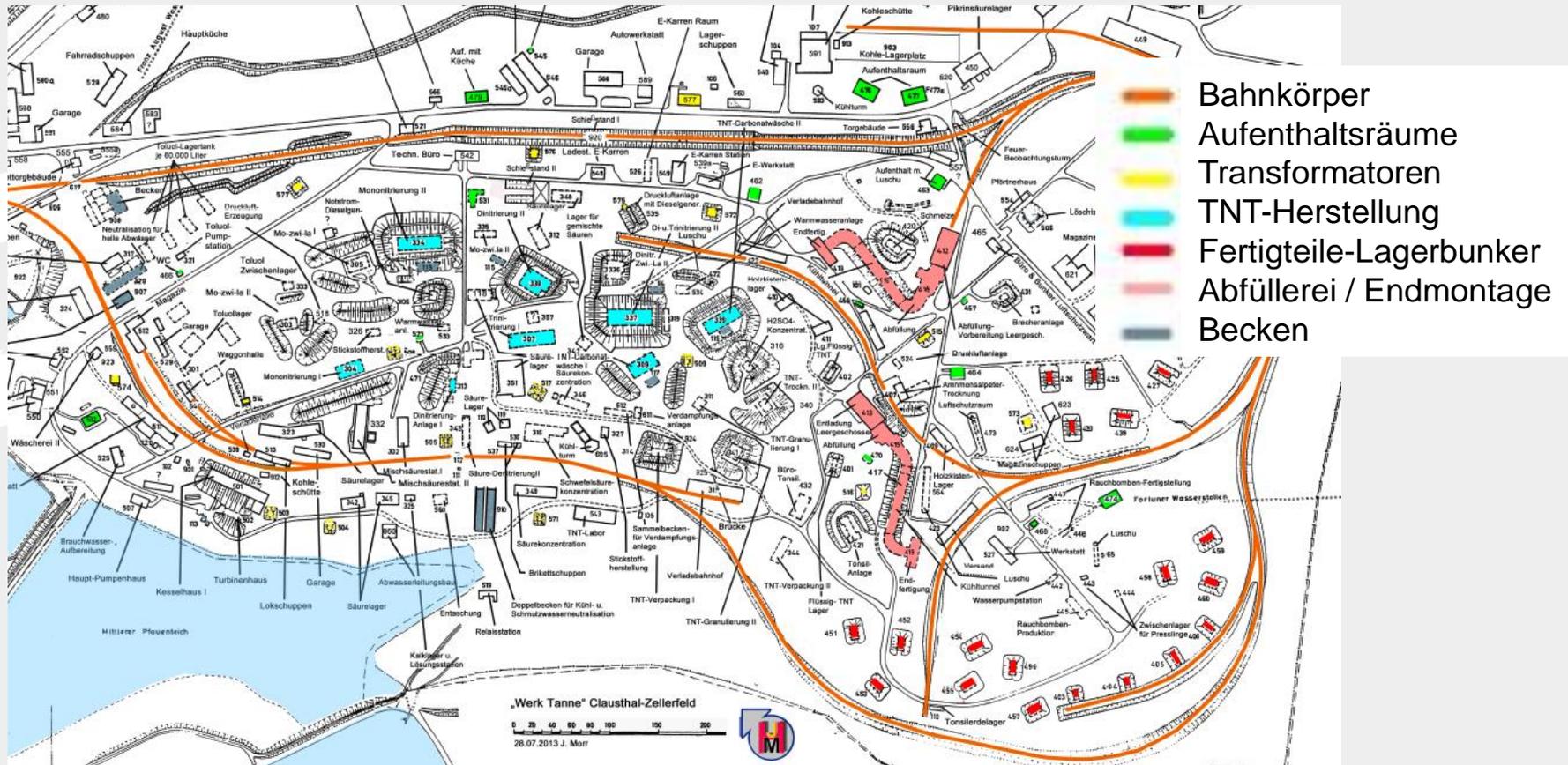
- Standortbeschreibung
- Historie
- Kontamination und Gefährdungssituation
- Sanierung
- Funktionsweise der Wetlands
- Erfahrungen und Anpassung



Flächengröße 117 ha, angrenzend an die Pfauenteichkaskade,
überwiegend bewaldet



- Als sog. Schläferwerk von 1934 bis 1936 errichtet, um im Kriegsfall Sprengstoff zu produzieren
- 1938 weiterer Ausbau; Redundanz jeder Produktionseinheit



- 1939 Aufnahme des Betriebs
- 1939 – 1945 Produktion von rund 100.000 t TNT; Abfüllung in Bomben, Granaten, Minen



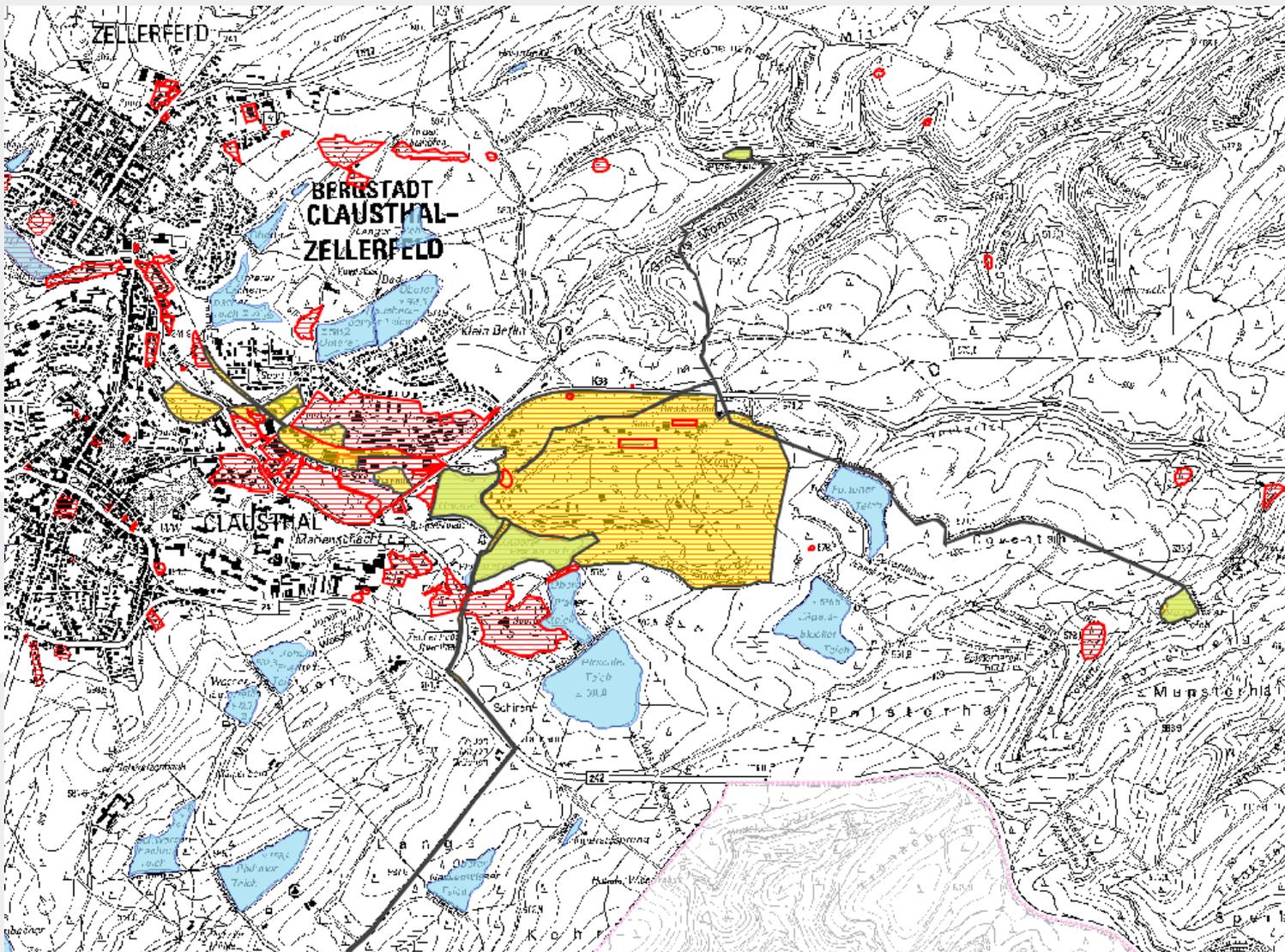
Explosion der Trinitritierung 1940



- großflächige, über das Gelände verteilte Bodenbelastung mit sprengstofftypischen Verbindungen (STV)
- einige Hotspots
- Kontamination ist entstanden durch:
 - Handhabungs- und Rohrleitungsverluste bei Produktion
 - Explosionen während Produktionszeit
 - Bombenangriff, Sprengung, Demontage
 - Problem der Abwasserbeseitigung

Problem der Abwasserbeseitigung:

- Bei TNT-Produktion fallen großen Mengen aggressiven, giftigen Abwassers an (bis zu 70.000 m³ pro Monat)
- Keine nennenswerte Aufbereitung, abgesehen von Neutralisation mit Kalk
- Versenkung im Oberharz aussichtslos
- Speicherkapazitäten in Teichen und Senken nicht ausreichend
- Ableitung über Vorfluter führte zu Fischsterben und Beschwerden
- Letztendlich Versenkung in den Zechsteinkarst am Harzrand bei Osterode über eine 19 km lange Leitung



Verdachtsflächen im Zusammenhang mit Abwasser

- Direktpfad Boden – Mensch: Einzäunung des Geländes erforderlich, nur eingeschränkte Nutzung möglich (Jagd und Forstwirtschaft)
- Pfad Boden – Gewässer: Austrag der Schadstoffe über Sickerwasser = Hauptproblem
- Sickerwasser gelangt größtenteils in angrenzende Pfauenteiche → Zellbach → Innerste
- Bei Wasserknappheit Überleitung von Innerstetalsperre in Granetalsperre (Trinkwasser)
- Dekontamination aufgrund breitflächig, diffuser Schadstoffverteilung nicht möglich

→ **Sanierungsprinzip: Fassung und Reinigung der belasteten Sickerwässer**

Sanierung bisher

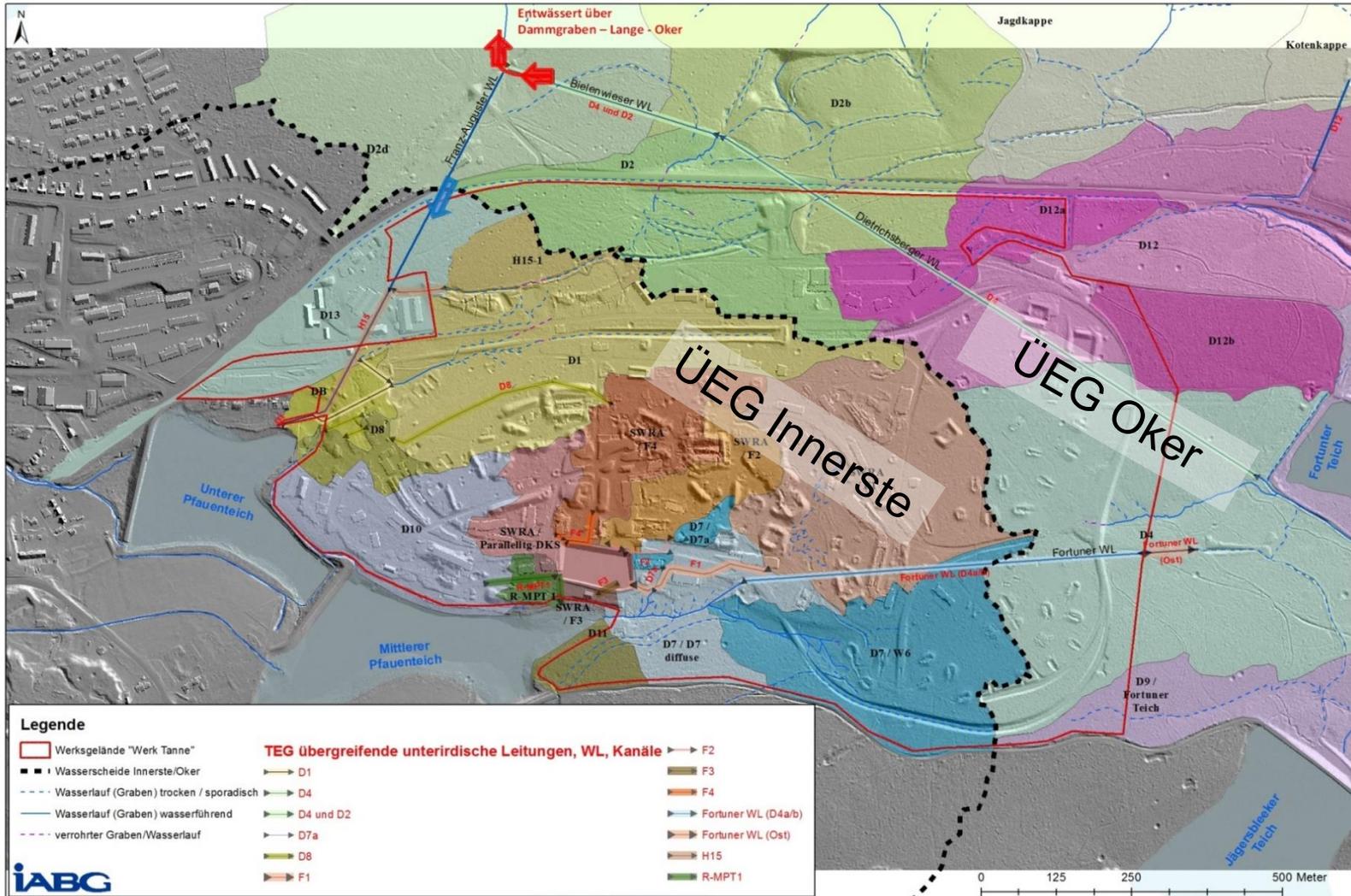
- 1995 Inbetriebnahme einer **Sickerwasserreinigungsanlage** (SWRA) mit zwei Aktivkohle-Filtereinheiten
- 2012 Fertigstellung eines **Pufferbeckens** zum Auffangen von Niederschlagsspitzen
- Dekontamination Pfauenteichen



Weitergehende Maßnahmen erforderlich, weil:

- Kapazität der SWRA nicht ausreichend
- Nur ein Teil der belasteten Sickerwässer gefasst und der SWRA zugeleitet

Werksgelände Teileinzugsgebiete (TEG)



Aktueller Sanierungsplan Einzugsgebiet Innerste

Kernelemente:

- Bau von zwei Rückhaltebecken sowie zwei Constructed Wetlands, zwischengeschaltet je ein Reaktionsbecken bestehend aus einer Eisen-Kies-Kulisse

Prinzip der Anlage:

- abiotische und biotische Transformation von Nitroaromaten unter gravitativer Wasserführung bei geringem Wartungsaufwand und geringen Betriebskosten

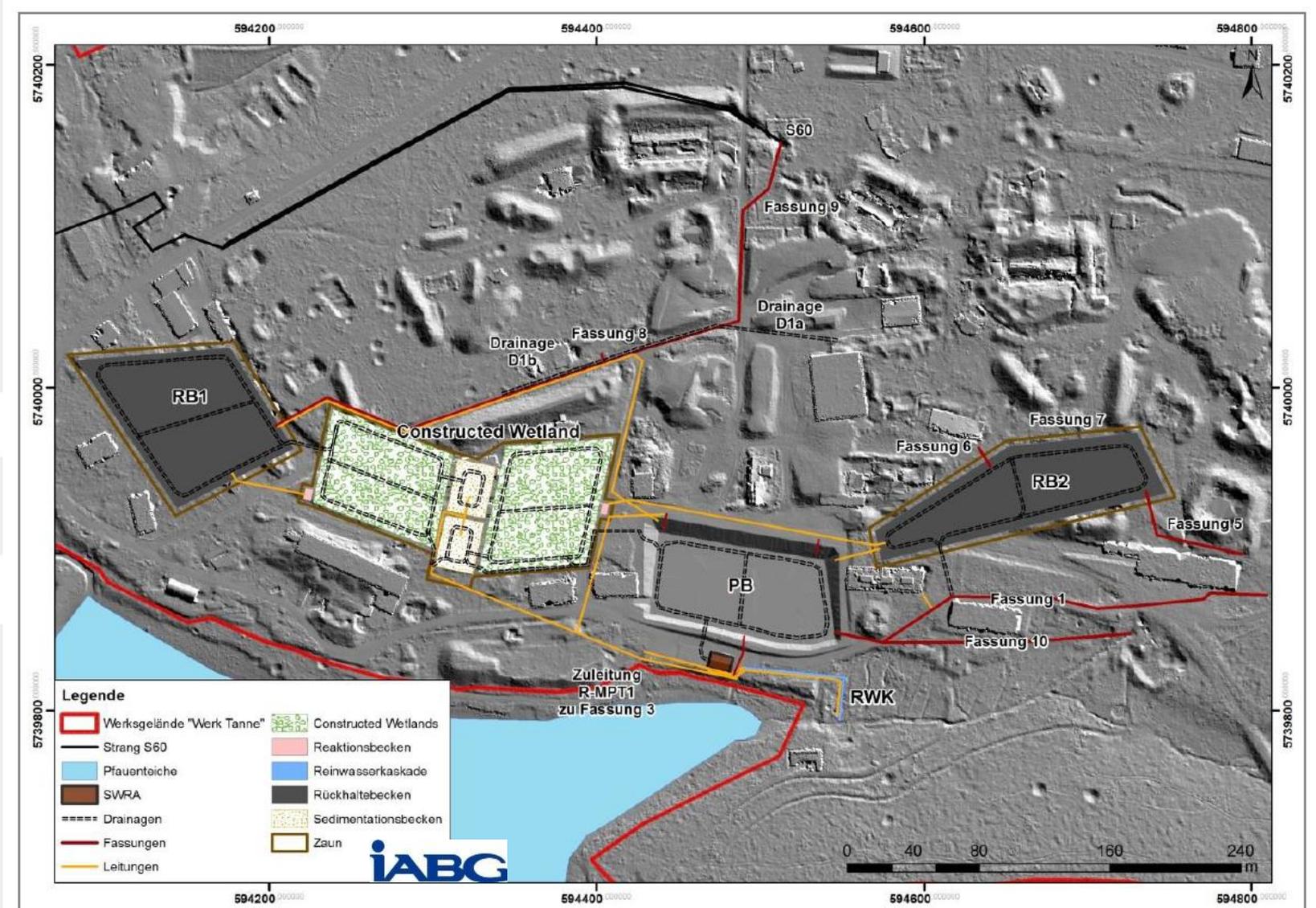
Sanierungsziele

Qualitativ:

- Fassung und Reinigung weiterer, hoch belasteter Sickerwässer des Einzugsgebiets Innerste

Quantitativ:

- Einhaltung der Einleitwerte (per Einleitgenehmigung vom zuständigen NLWKN festgelegt)



Rückhaltebecken

- Foliengedichtetes Erdbecken
- 8.600 m² Fläche
- 15.000 m³ Volumen
- Einstauhöhe max. 2 m
- Rechnerische Verweilzeit des Wassers: ca. ein Monat



Funktion:

- Pufferung von Niederschlagsspitzen
- Photolytischer Abbau von ca. 90 % der Schadstofffracht durch Sonne



Reaktionsbecken

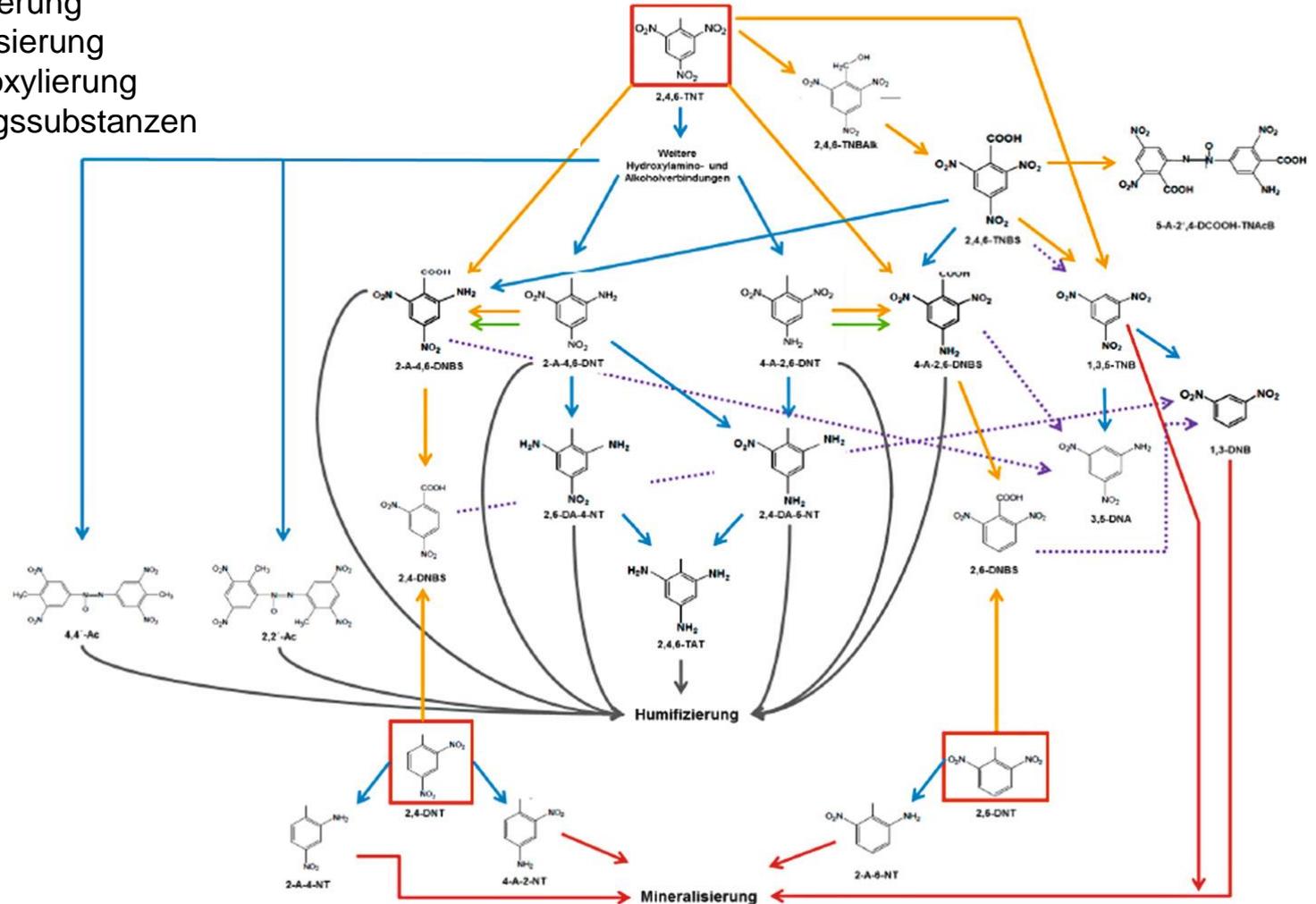
- Beton-Fertigkammer mit mittiger Tauchwand
- 6 x 3 m groß, 5,5 m tief
- gefüllt mit 36 m³ Eisengranulat und Kies
- durchflussabhängige Zudosierung von Melasse
- rechnerische Kontaktzeit 40 min



Funktion:

- schafft reduzierende Bedingungen für weiteren Schadstoffabbau
- liefert „Futter“ für Mikroorganismen (Melasse als Kohlenstoffquelle)

-  Mikrobiell/ chemisch reduktive Transformation
-  Photolytisch oxidative Transformation
-  Mikrobiell/ chemisch oxidative Transformation
-  Humifizierung
-  Mineralisierung
-  Decarboxylierung
-  Ausgangssubstanzen



Wetland

- Foliengedichtetes Erdbecken, 3.630 m² Fläche
- 80 cm Kiesfilter mit 28.000 Schilf-Pflanzen
- ca. 10 cm Einstau oberhalb Kiesbett
- rechnerische Durchlaufzeit: ca. 2,3 Tage



Funktion:

- weiterer Abbau von STV und Umwandlungs-/Zwischenprodukten durch:
 - Mikrobielle Transformation (vornehmlich im Wurzelraum)
 - Bindung an mineralischer Matrix
 - Komplexbildung mit organischer Substanz

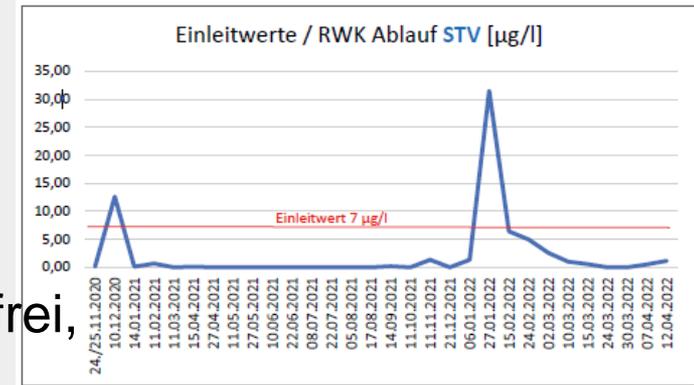
Reinwasserkaskade

- Kaskade von 27 Betonfertigbecken mit Tauchwand vor Einleitpunkt in den Pfauenteich
- zur Belüftung und mit Möglichkeit, ggf. Kompost einzubauen



Ergebnis Probebetrieb

- Anlagenbetrieb im Wesentlichen störungsfrei, mit wenigen Ausnahmen
- Reinigungsleistung gut:
 - ca. 90 % Schadstoffabbau bereits im Pufferbecken
 - zuverlässiger Abbau der Restgehalte im Wetland
 - Einleitwerte mit 2 Ausnahmen eingehalten
- **Im Mai 2022 Beginn der zweiten, baugleichen Anlagenstufe**



ABER:

Probleme mit Durchlässigkeit der Eisen-Kies-Kulisse

- Verockerung der Eisen-Kies-Füllung
- Dadurch Entstehung einer soliden, schlecht durchlässigen Masse
- Durchfluss von 5 l/sec (bei Vollast) sinkt auf < 1 l/sec
- Ab einer gewissen Einstauhöhe im Pufferbecken Überströmen der Tauchwand (damit Bypass des reaktionsfähigen Materials)

→ **Nachbesserung notwendig!**

Probleme mit Durchlässigkeit der Eisen-Kies-Kulisse

- manuelle Auflockerung mittels Presslufthammer nur kurzfristig erfolgreich
- letztendlich Entnahme der Füllung mittels Saugbagger, Änderung Mischungsverhältnis (weniger Eisenspäneanteil, Zumischen einer feineren Kiesfraktion als Stützkorn)
- aufgrund erneuten Nachlassens der Durchlässigkeit: Einbau von Druckluftlanzen zur Luftspülung





„Säulenversuche“ zur Optimierung
der Eisen-Kies-Mischung

Erkenntnisse zur Funktion des Reaktionsbeckens

- Gute Abbauleistung im Wetland auch bei Überströmen der Tauchwand → Anteil gelösten Eisens offensichtlich weniger wichtig als Melasse

Konsequenz für zweiten Bauabschnitt

- Konzipierung des Beckens in offener Bauweise mit abnehmbarem Deckel
- Verzicht auf Bestückung mit Kies, stattdessen nur Baustahlmatten

Konfigurierung des neuen Reaktionsbeckens ggü. altem

- Masse des Eisenanteils erhöht, reaktive Oberfläche verringert
- Verweilzeit von 40 min auf ca. 3 h erhöht
- Hydraulische Optimierung durch Überlaufrinne als Zulauf über die gesamte Kammerbreite

Neues Reaktionsbecken



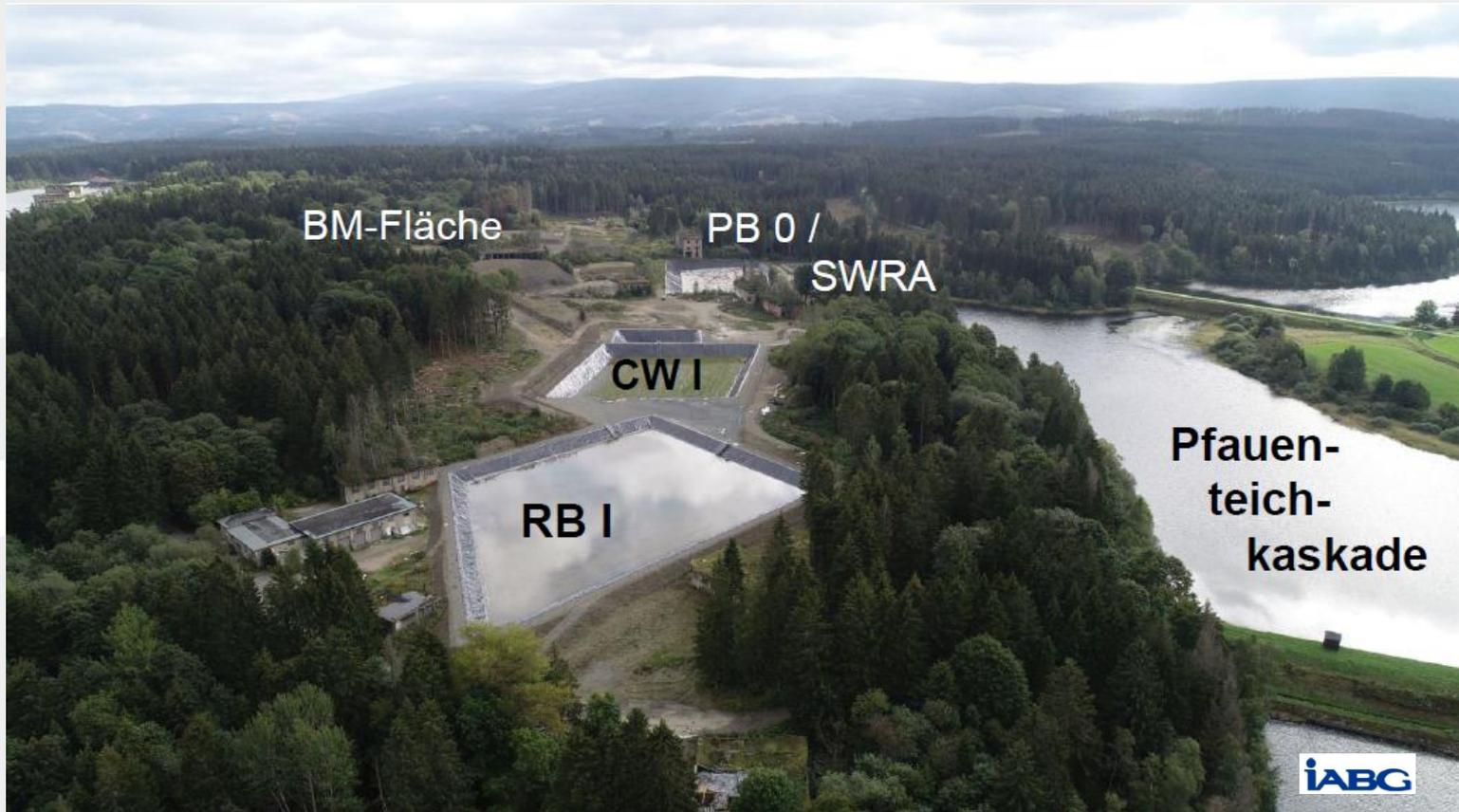


Bodenmanagement / Verwertung der Aushubmassen vor Ort



Feinplanum Pufferbecken 2, Mai 2024

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Baufeld West, September 2020