



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL)



Accident en lien avec de l'essence à Zurich-Affoltern, 8 mars 1994

Revue et perspectives

Dr. Jörg Egestorff (AWEL) et Lukas Gasser (Arcadis Suisse SA)



Historique de l'accident



Historique de l'accident

- Cause de l'accident: boîte d'essieu défectueuse
- 600'000 litres d'essence ont fui, ont brûlé, se sont infiltrés, ont été aspirés.
- 62'000 litres ont été séparés dans la station d'épuration de Glatt.
- 20'000 litres ont été séparés dans le bassin d'eau d'extinction de Werdhölzli, 100'000 litres (estimation des CFF) se sont infiltrés dans le sol et ont été en grande partie récupérés par aspiration des vapeurs du sol.
- 600'000 litres d'eau d'extinction avec une faible concentration d'essence ont été aspirés et renvoyés au processus de traitement des eaux usées.

Premières mesures

- 08h10** Rapport d'incident aux pompiers professionnels et à la police
- 08h20** Début de la lutte contre l'incendie
- 08h25** Information de la population par radio
- 08h35** La centrale d'interventions pour l'assainissement des eaux urbaines réagit et oriente la station d'épuration de Glatt
- 09h06** Explosion du bassin de rétention des eaux de pluie de Reckenholz et du réseau de canalisations qui y conduisent
- 09h20** L'état-major en cas de catastrophes de la ville coordonne
 - informations des autorités
 - évaluations permanentes de la situation
 - dispositif en cas de catastrophes (professionnalisé en 1993)
- ...** Camion d'aspiration, barrages pour huiles, coussins gonflants pour obturer les canalisations, etc..

Feuerwehr
Dietikon

SCHADENBERICHT

RD	Adm	GK	WE	AW
GB/FaBo		GU	WV	<u>JA</u>
AGW	16. März 1994			
	Behandlung Erledigung	Besprechung Akten		

1. SCHADENOBJEKT Eisenbahnunglück (Chemieunfall)
Ort, Adresse Bahnhof Affoltern - Zürich
Eigentümer Eisenbahnzysteren beladen mit Benzin

Mieter/Pächter

Assekuranz-Nr.

SCHADENEREIGNIS/UNFALL

z.B. Auto-Nr.

Fahrzeuglenker

Fahrzeughalter

Autobahn-km

Gemeindegebiet

2. ALARMIERUNG

Dienstag, 8. März 1994 / 10.40 Uhr
Datum/Tag/Zeit Mittwoch, 9. März 1994 / 10.00 Uhr

Ausfahrt Feuerwehr 10.46/10.05 Uhr
Entlassung 8.3.94 15.40 Uhr
9.3.94 12.00 Uhr

Aufgebotene Gruppen Einzelaufruf
Ausgerückter Bestand 9/4 Mann

Parties concernées et impliquées

Office de la protection des eaux + construction hydraulique (AWEL)

CFF

Bureaux d'experts

Entreprises d'assainissement

Inspectorat cantonal du travail (prévention accidents)



Propriétaires fonciers et résidents

Assureur des bâtiments

Pompiers professionnels Zurich

Ville de Zurich

- Police municipale, police des constructions
- Office santé et environnement (hygiène de l'air)
- Service d'assainissement des eaux urbaines de Zurich
- Service psychologique

AWEL – Rapport intermédiaire 11.03.1994

Biens protégés / Focus

- Eaux souterraines
- Captages d'eau potable
- Eaux de surface
- Station d'épuration des eaux usées de Glatt
- Canalisations
- Déchets

Bases légales 1991/1992

- Loi sur la protection des eaux (LEaux)
- Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM)
- Ordonnance sur le traitement des déchets (OTD)

AMT FUER GEWAESSERSCHUTZ UND WASSERBAU	Zürich, 11.3.94 JS
Sachbearbeiter Dr. J. Suter Tel. intern 39 40	
Zwischenbericht zum Schadenfall vom 8. März 1993 - Vorbemerkung: Die Zuständigkeiten des AGW beschränken sich in diesem Störfall auf die Bereiche Grundwasser, Abfall inkl. Bodensanierung, die Glatt, die Trinkwasserfassungen der Unterliegergemeinden, die Orientierung der Unterliegergemeinden und Kantone.	
- Ort: Bahnhof Zürich- Affoltern	
- Anlageeigentümer: SBB	
- Art des Schadenereignisses: Entgleisung von Zisternenwagen mit Benzin	
1. Oertliche Situation der Anlage Das betroffene Bahnhofareal befindet sich auf einem unbefestigten Gelände. Entlang der Geleise liegt der Mischwasserkanal zwischen der Zehntenhausstrasse und der Fussgängerunterführung Kunzweg, welcher zur ARA Glatt entwässert.	
Unter dem Bahnschotter liegt eine ca. 100 cm mächtige Schicht mit Feinmaterial (Lehm) über 7 m Schotter. In diesem Schotter fliesst ein sehr geringmächtiges Grundwasser, welches nicht genutzt wird. Unter dem Schotter folgt Moränenmaterial.	
2. Zum Zeitpunkt der Berichterstattung Beteiligte	
- SBB	
- von der SBB beauftragte Firmen	
- Eberhard Recycling AG: Aushub, Abbruch, Bodenbehandlung	
- Geologisches Büro Dr. H. Jackli AG: Geologie	
- SIUM AG: Analytik vor Ort	
- GEMAG: Bodengasmessungen	
- Z-design: Bodenluftsanierung	
- Greuter AG: Sondierbohrungen	
- Stadtentwässerung	
- von der Stadtentwässerung beauftragte Firmen	
- Stadtpolizei inkl. Seepolizei	
- Berufsfeuerwehr Zürich	
- AGW	
3. Schadenereignis, einschliesslich Auswirkungen Benzin/Löschwasser wurde einerseits der ARA Glatt und andererseits dem Chatzenbach zugeführt. Im Chatzenbach führte dies zu einem Fischsterben. Die ganzen Fliesswege des Benzins und Löschwassers sind jedoch noch unklar. Die Explosion im Regenbecken Reckenholz zerstörte das Becken vollkommen, ebenso die rückwärtige Kanalisation über mehrere hundert Meter. Vom Brand wurden auch drei Wohnhäuser entlang der Geleise betroffen und vollständig zerstört.	
n.z. drei Kernbohrungen abgeteufelt. Die erste reicht, war aber trocken. Aufgrund der Bodenarten werden, dass allfälliges Grundwasser kon-	
der Gemeinden Oberglatt, Niederglatt, Bülach fliesen ergaben keine Beeinträchtigung. Am obung statt	
Glatt und der Leutschenbach vor dem Einlauf in permanente Oelsperre in Hochfeldern vorsorglich in nträchtigung registriert. Vom 8. bis 11.3.94 beauftragt der ARA Glatt. Weitere Sperren befinden	
r vom Störfall höchstens unwesentlich betroffen einer Vorsorgemassnahme das Wehr am Greidie Wasserzufuhr zu erhöhen. Eine weitere Geahrscheinlich	
bis gegen den 20.3.94 dauern. Der Holderbach lie beschädigte Schmutzwasserkanalisation. Seit jeder über den unteren Dorfbach dem Chatzenh Wasser erhält	
Am 8./9.3.94 brach die Nitrifikation zusammen, urde Schlamm mit Benzin aus den Klärbecken d die Werte am Auslauf der ARA wieder weitge-	
inter der Leitung der Stadtentwässerung ausgen fliesst das Abwasser in einem offenen Graben. Bei normalen Abflussverhältnissen und sogar bei g des Chatzenbaches mehr zu erwarten. Bei den Chatzenbach statt. Es ergeben sich damit dem Bau des Regenbeckens im Jahre 1988.	
8.3.94 25 m ³ Benzin bei der ARA abgesogen T. isierung dem Kanton ein 4 Kompartimente aufwei- m ³ fasst. Bis am 11.3.94 wurden 350 m ³ Lösch- ihr Dietikon mit einem Schaumteppich abgedeckt. Löschwassers statt. Das Benzinkonzentrat wird	
asser der ARA kontrolliert zugeleitet	
dedeponie, Wettswil sowie das /orgehalten. Seit dem 10.3.94 wird lung der Recyclinganlage Eberhard in fauser soll später auf das Schlacken- nicht ausgehobene Teil des belasteten igen (BRD) belüftet bzw. die Ben-	
Bülach und Glattfelden orientiert, 1.3.94 wurden die Gemeinden über itere vorsorgliche Bepröbung statt-	
-Stadt, die Abteilung Umweltschutz alidshut informiert.	
allenfalls belastetes Material auf die	
g informiert, dass belastetes Material rd. Die Gemeinde Rümlang ist über rell informiert, dass solches Material	
AMT FUER GEWAESSERSCHUTZ UND WASSERBAU ibt. Abfallwirtschaft er Leiter:	
/GB	

AWEL – Prise de mesures d'urgence

- **Déchets solides : Excavation de 1 m de terres polluées. Élimination, traitement y compris surveillance des transports. Partiellement mise en décharge.**
- **Déchets liquides: Aspiration de l'essence dans la station d'épuration de Glatt. Transfert des eaux d'extinction d'incendie vers la STEP du Werdhölzli (bassin spécifique)**
- **Mesures**
 - a. Eaux souterraines (carottages, extension des points de mesure des eaux souterraines)**
 - b. Analyses de l'air interstitiel**
 - c. Eaux de surface**

Les mesures de remise en état

- Installations ferroviaires et matériel roulant CFF Fr. 8 mio.
- Système canalisations + bassin d'épuration des eaux de pluie de Reckenholz Fr. 15 mio.
- Démolition des bâtiments incendiés Fr. 5 mio.
- Dépenses en temps du service d'assainissement des eaux urbaines de la ville et des autorités Fr. 0.4 mio.
- 1358 wagons-citernes ont été contrôlés par les CFF jusqu'au début 1995

Collaboration des autorités

Échange étroit entre AWEL (eaux souterraines, sites pollués, stations d'épuration ...) avec l'Office de la santé et de l'environnement, l'hygiène de l'air (aujourd'hui Grün Stadt Zürich) ainsi que les CFF, les experts et les entreprises spécialisées dans les assainissements.

L'AWEL a posé les questions suivantes:

- Quelles sont les conditions environnementales pour la reconstitution des biens immobiliers "Im Grund" en tant que zone résidentielle ?**
- Des restrictions d'utilisation sont-elles nécessaires ?**
- Quelles sont les mesures techniques de remédiation envisageables ?**
- Quel est le délai de libération réaliste ?**

AWEL – Exigences

—————→ **Conditions sur le site de l'accident
et dans la zone d'écoulement**

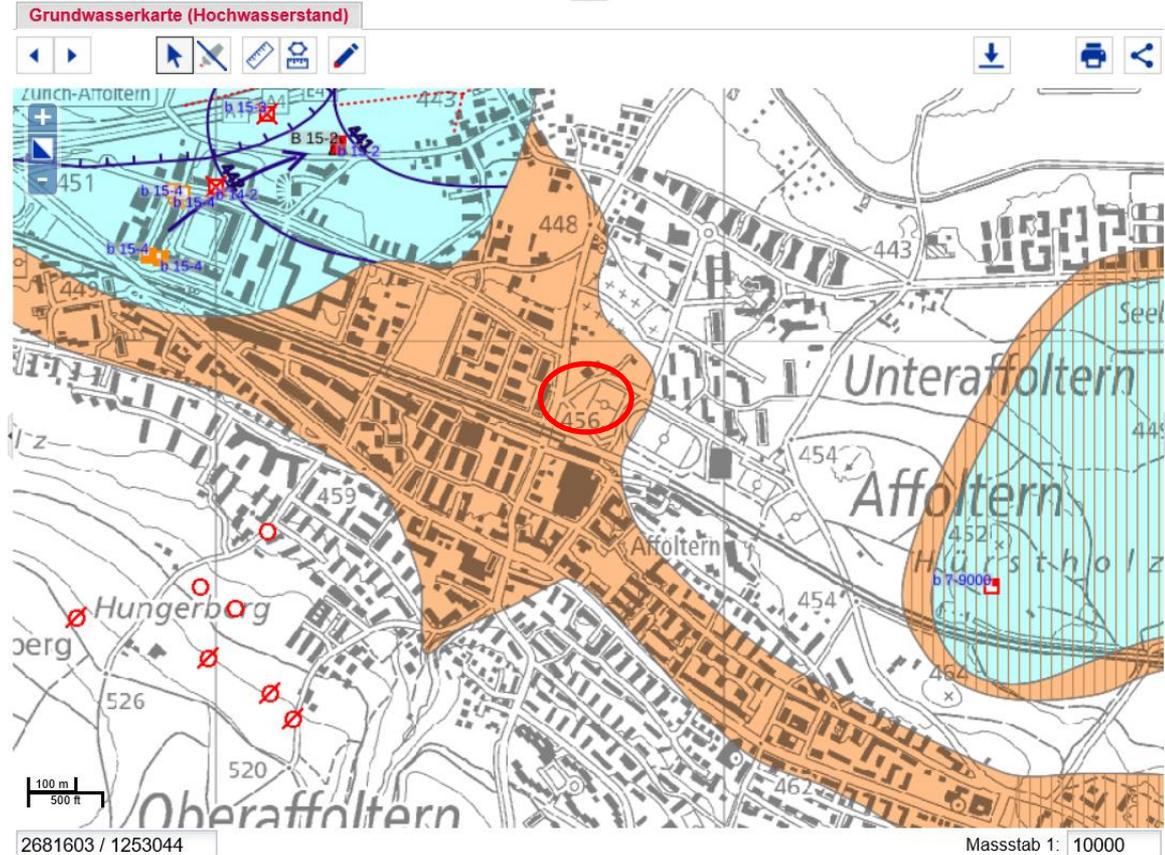
- a. Études géologiques et hydrogéologiques
- b. Pollution du sous-sol

—————→ **Évaluation des risques requise**

- a. Identification des dangers
- b. Évaluation toxicologique des substances polluantes
- c. Analyse de l'exposition
- d. Caractérisation des risques

Situation environnementale générale

- Zone de protection des eaux A_u (pas de zone de protection)
- Utilisation des eaux souterraines non pertinente
- Zone résidentielle
- Occupation des sols dans la zone ferroviaire

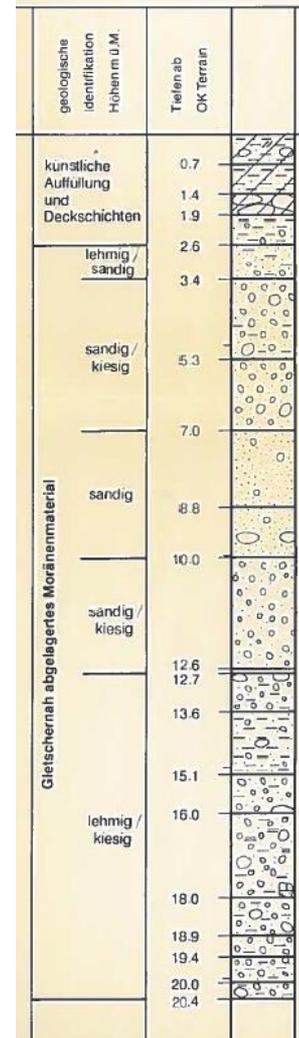


Conditions géologiques et hydrogéologiques

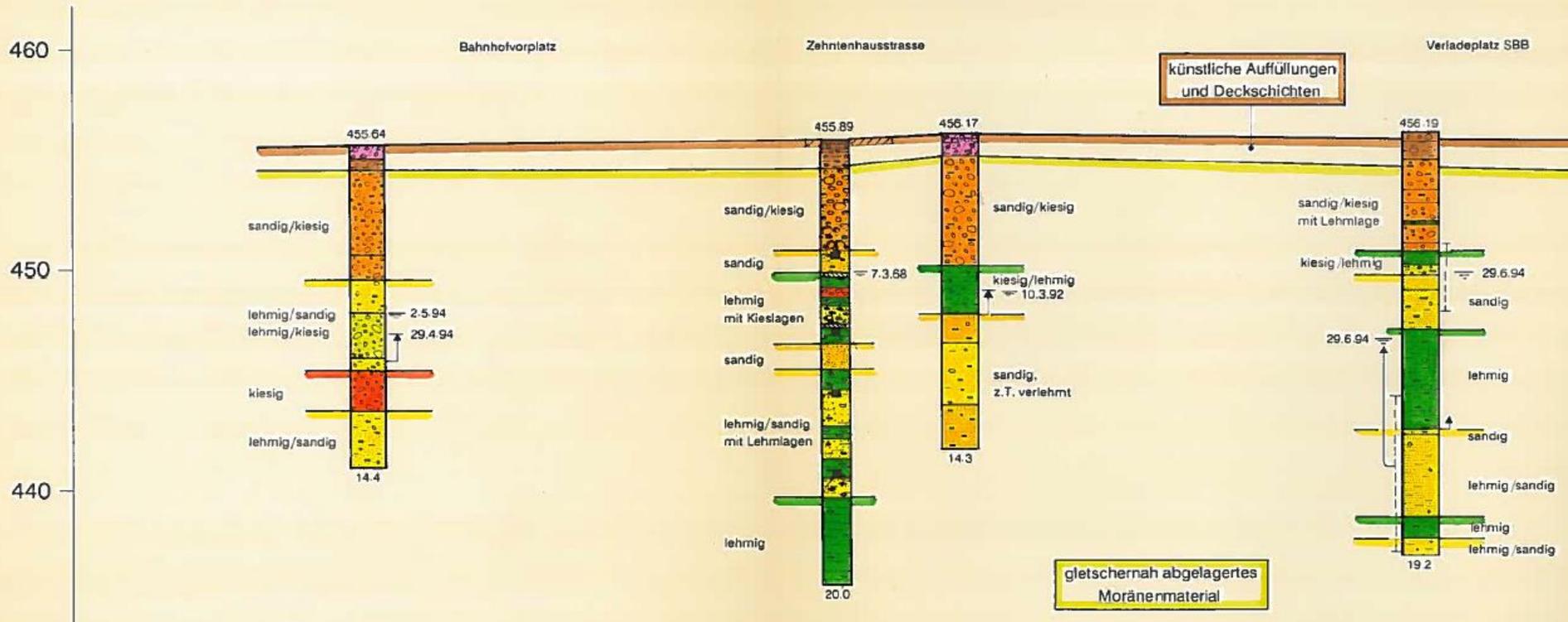
Une bonne connaissance de la situation géologique et hydrogéologique...

- est essentielle pour la compréhension du site (modèle conceptuel)
- sert de base à une évaluation des risques (chimiques)

- A) Remblais artificiels / surcouches (1.0-3.5 m)
- B) Dépôts glaciaires de composition hétérogène de gravier, de sable et d'argile (>20 m)
- C) Moraine (non forée)



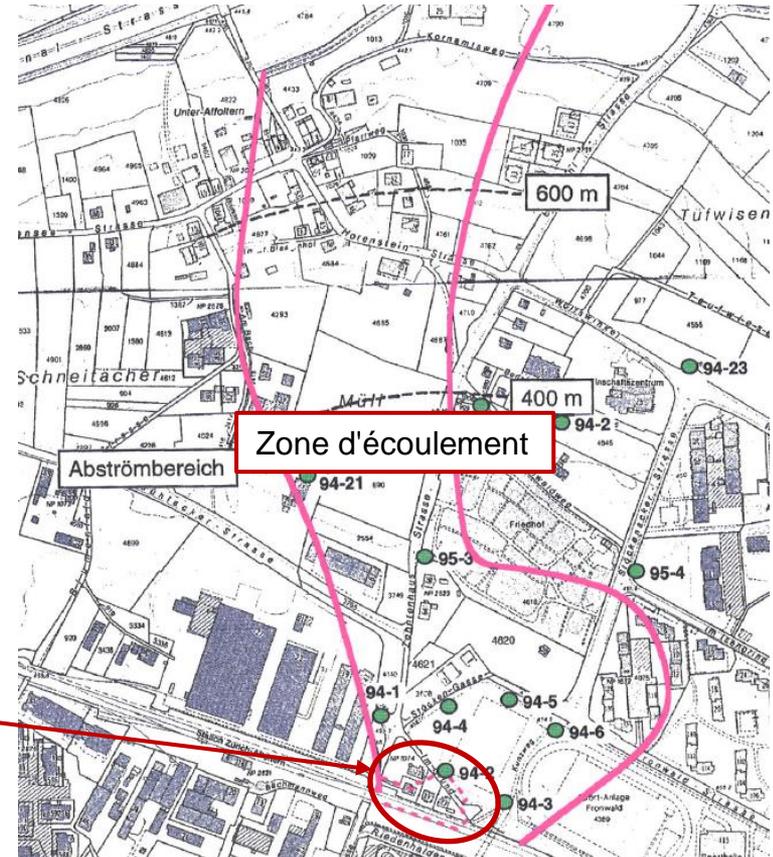
Conditions géologiques et hydrogéologiques



"...compliquées par les oscillations de la langue glaciaire..."

Conditions géologiques et hydrogéologiques

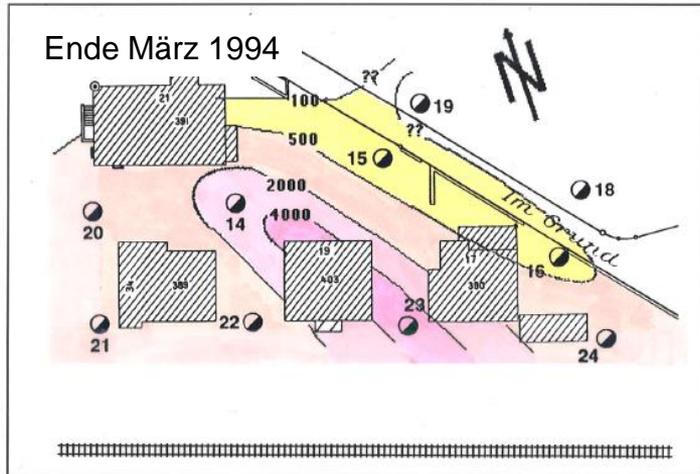
- Distance entre étages entre 7 et 13 m, vers le nord plus espacée
- Direction de l'écoulement N / N-O
- Voie d'écoulement Undere Dorfbach et Katzenbach
- Essais de brefs pompages
→ perméabilité hétérogène plutôt faible, chemins d'écoulement préférentiels



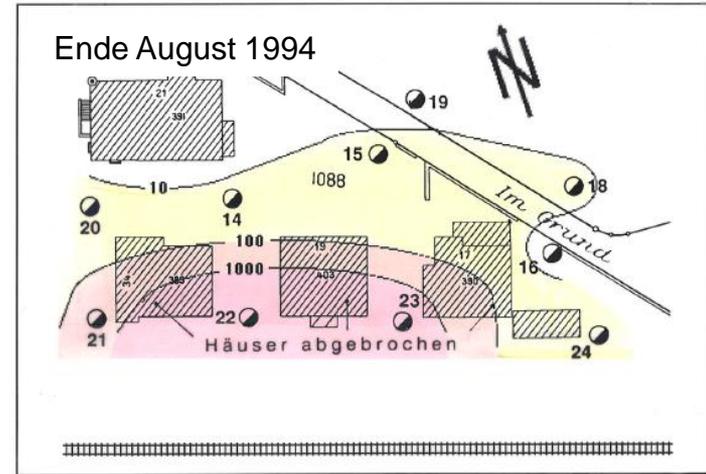
Zone d'accident composée des biens immobiliers "im Grund"
Zone des voies ferrées

Évaluation initiale de la pollution du sous-sol

- Mesures de l'air interstitiel pour l'évaluation de l'expansion spatiale
- Points de mesure (pdm) de 2 pouces sur 4 phases, au total 67 pdm.
- 3 m et 6 m, partiellement filtré plus en profondeur jusqu'à 12 m



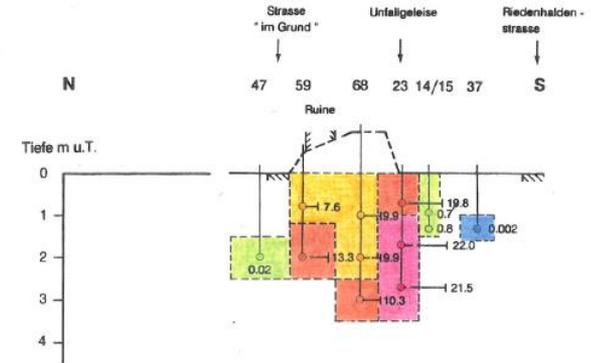
Concentration totale en HC dans l'air du sol à 3 m de profondeur à fin mars 1994
Abbildung 1: Gesamtkohlenwasserstoff-Gehalt in der Bodenluft in 3 m Tiefe auf der Liegenschaft "Im Grund" Ende März 1994



Concentration totale en HC dans l'air du sol à 3 m de profondeur à fin août 1994
Abbildung 2: Gesamtkohlenwasserstoff-Gehalt in der Bodenluft in 3 m Tiefe auf der Liegenschaft "Im Grund" Ende August 1994

Évaluation initiale de la pollution du sous-sol

- Sous-sol dans la zone des voies ferrées très humide à mouillé, saturé en eau et essence.
- Charges les plus élevées à 6 m de profondeur
- Pas de phase liquide d'essence sur l'eau



Qu'est-ce qu'une évaluation du risque chimique ?

"Estimation quantitative de la dispersion spatiale et de la variation dans le temps des émissions et immissions".

Que **peut-il se produire** ?

Que **peut-on laisser se produire** ?



Quelles **mesures** sont nécessaires ?

Qu'est-ce qu'une évaluation du risque chimique ?

Que **peut-il se produire** ?

- Identification de tous les modes de relâchement
- Estimation quantitative et spatio-temporelle des émissions (distribution des polluants) et des immissions pour l'utilisation actuelle et le scénario le plus défavorable (worst case)
- Considérations sur la sensibilité

Que **peut-on laisser se produire** ?

- Caractérisation des immissions et comparaison avec les critères (éco)toxicologiques
- Déduction des immissions tolérables
- Comparaison avec les exigences légales

Évaluation du risque chimique

"Zurich-Affoltern"

- Propriété "im Grund", quartier résidentiel
 - Zone d'accident en général
 - Zone d'écoulement
- a. Identification des dangers
 - b. évaluation toxicologique des polluants
 - c. Analyse de l'exposition
 - d. Caractérisation des risques

**Détermination des valeurs cibles de l'assainissement
et déduction de la nécessité d'agir**

Bases légales à l'époque

- Pas d'ordonnance sur les sites pollués, pas de valeurs limites... mais l'Office de la protection des eaux et de la construction hydraulique a déjà fait ses réflexions:
- La teneur en polluants d'un site pollué est à ramener à un niveau qui correspond aux cycles de substances naturels → correspond au niveau de fond
- L'assainissement ne doit pas entraîner un impact environnemental plus élevé que celui qu'il est sensé corriger → étude de variantes
- **Restauration d'une possibilité d'utilisation naturellement adaptée au site → zone résidentielle parc et installations de loisirs, pas de terrain de jeux pour enfants ou d'agriculture → Décontamination partielle avec déduction des valeurs cibles d'assainissement**

Identification des dangers et évaluation toxicologique

Quantités de polluants

- Quantité d'essence (brûlée, infiltrée, via le système de canalisations)

Qualités des polluants

- Composition de l'essence (super, sans plomb)

Pertinence des polluants

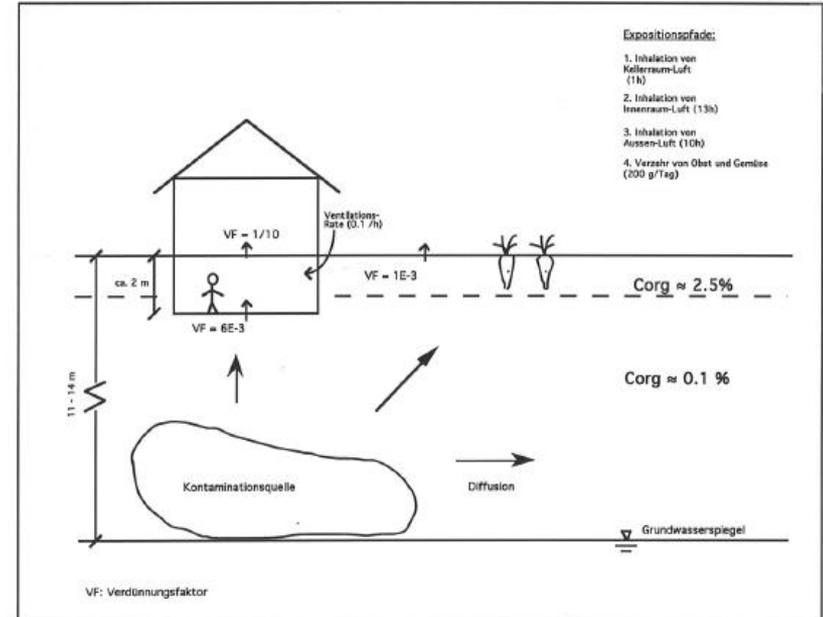
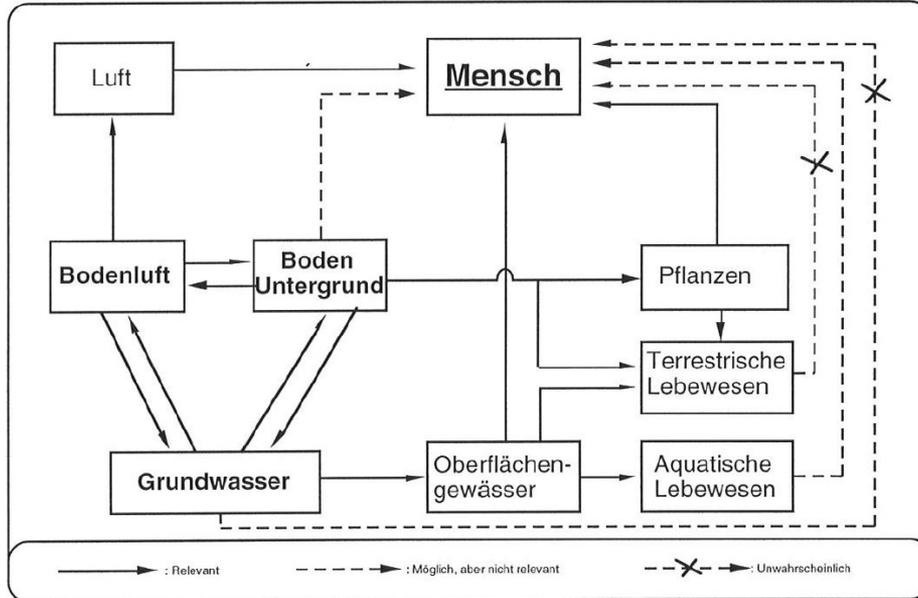
- Quantité, mobilité, toxicité, persistance

Benzène, n-hexane, MTBE, tétraéthylplomb

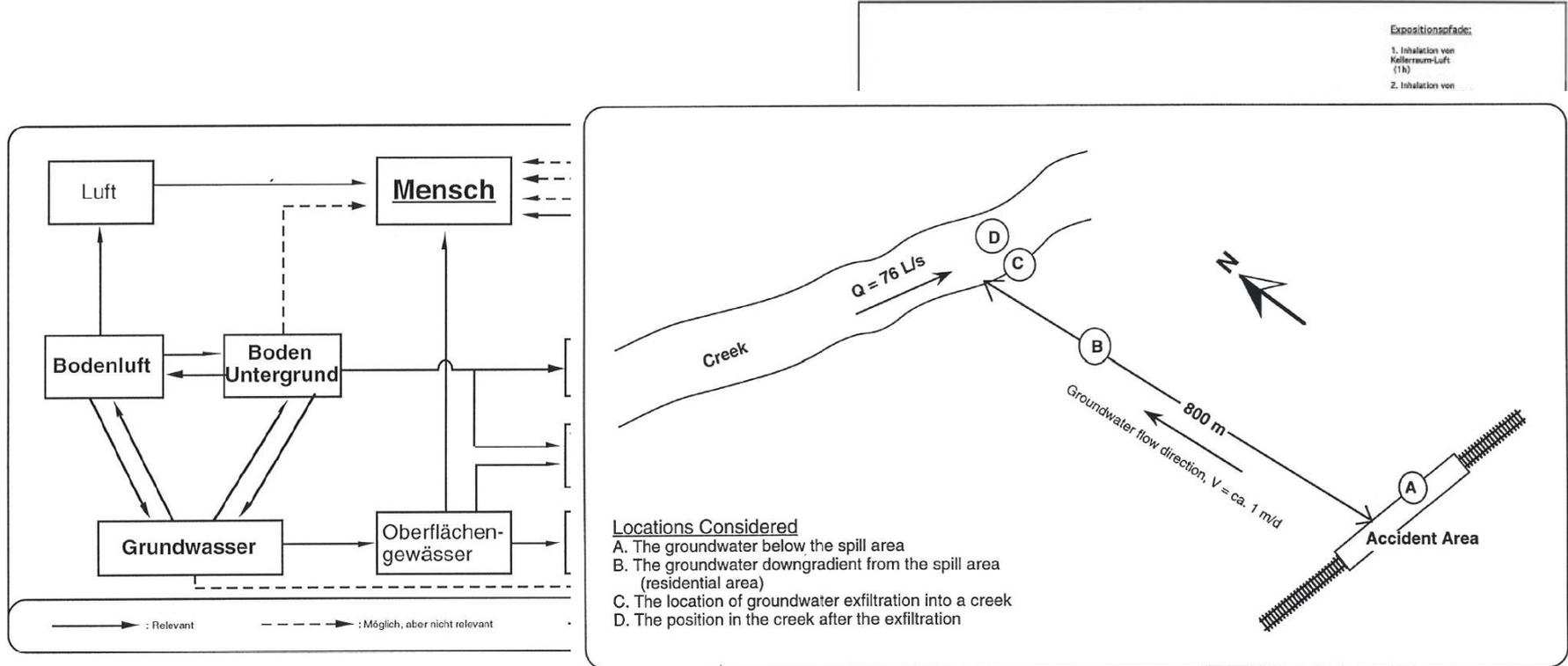
Verbindung	Superbenzin [mg/L]	Bleifrei 95 [mg/L]	durchschn. Anteil [%]
Benzol	15'300	17'500	2.0
Toluol	53'900	61'200	7.1
Ethylbenzol	10'800	12'100	1.4
Xylol	53'800	66'600	7.4
andere alkylierte Benzole	63'100	66'500	7.9
1 Summe arom. KW	196'900	223'900	25.8
n-Butan	47'500	48'500	5.9
Isobutan (Methylpropan)	11'400	13'500	1.5
2 Summe Butane	58'900	62'000	7.4
andere C4-KW	35'800	31'800	4.1
3 Summe C4-KW	94'700	93'800	11.6
n-Pentan	27'500	32'600	3.7

Verbindung	Menge	Flüchtigkeit	Toxizität	Relevant?
Benzol	+	+	+	+
Toluol	+	-	-	-
Ethylbenzol	+	-	-	-
Xylol	+	-	-	-
n-Butan	+	+	-	-
Isobutan	+	+	-	-
n-Pentan	+	+	-	-
Isopentan	+	+	-	-
n-Hexan	+	+	+	+
Isohexan	+	+	-	-
n-Heptan	+	+	-	-
n-Octan	+	-	-	-
Isooctan (2,2,4-Trimethylpentan)	+	-	-	-
Methyl- <i>tert</i> -butylether (MTBE)	+	+	+	+
Tetraethylblei	-	-	+	+

Scénario d'exposition et caractérisation des risques



Scénario d'exposition et caractérisation des risques



Valeurs cibles d'assainissement et mesures (dans l'air du sol)

Valeurs cibles d'assainissement pour le bien immobilier « im Grund" et zone des voies ferrées: concentrations à atteindre dans l'air du sol afin que l'utilisation antérieure ne soit pas restreinte → aspiration des vapeurs du sol

Benzène à une profondeur de 3 m: 100 mg/m³

HC totaux à 3 m de profondeur: 1'000 mg/m³

HC totaux à partir de 3 m de profondeur: 10'000 mg/m³

Zone d'écoulement en aval: aucune mesure requise en ce qui concerne la population résidentielle resp. aucune menace du ruisseau.

Évaluation de l'AWEL

- L'application des valeurs cibles d'assainissement est approuvée.
- Seule technique d'assainissement possible:
aspiration des vapeurs du sol.
- Les eaux souterraines sont affectées, mais pas dans l'ampleur redoutée.
- L'assainissement des eaux souterraines n'est pas nécessaire;
uniquement surveillance des eaux souterraines

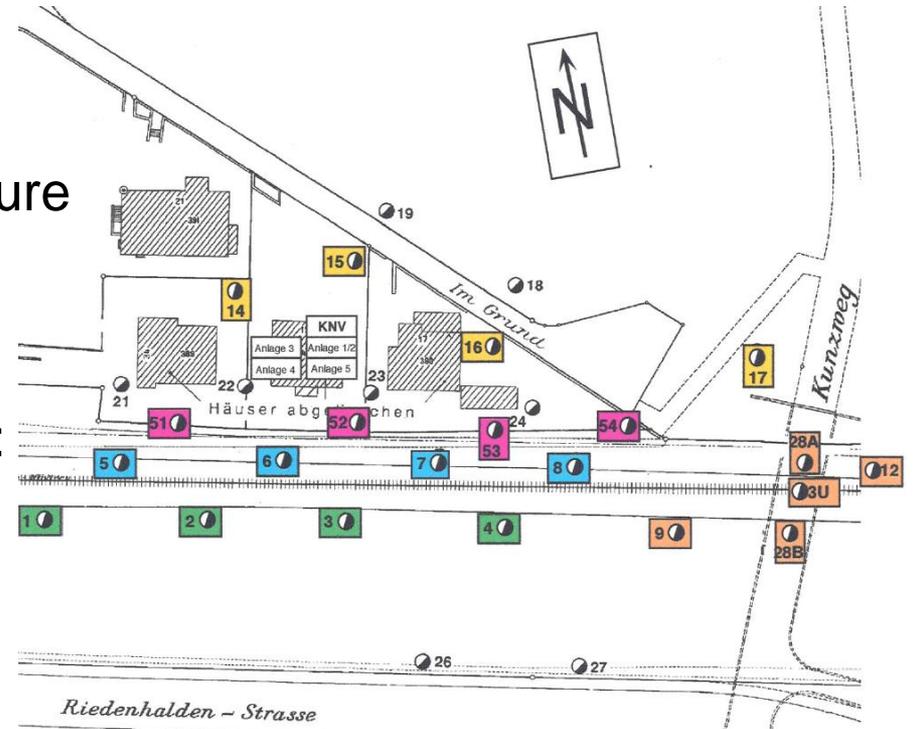
Mesures d'assainissement

Système d'aspiration

- 5 unités avec chacune 4-5 niveaux d'aspiration
- Surveillance avec 39 points de mesure de l'air interstitiel dans la zone de l'accident et 21 points de mesure dans la zone d'écoulement.

Trois phases au niveau du traitement:

- Adsorption sur charbon actif
- Combustion (torchage)
- Postcombustion catalytique



Durée de l'assainissement et bilan massique

Avril 1994: Début de l'assainissement
avec adsorption sur charbon
actif

Juin 1994: Passage à la combustion

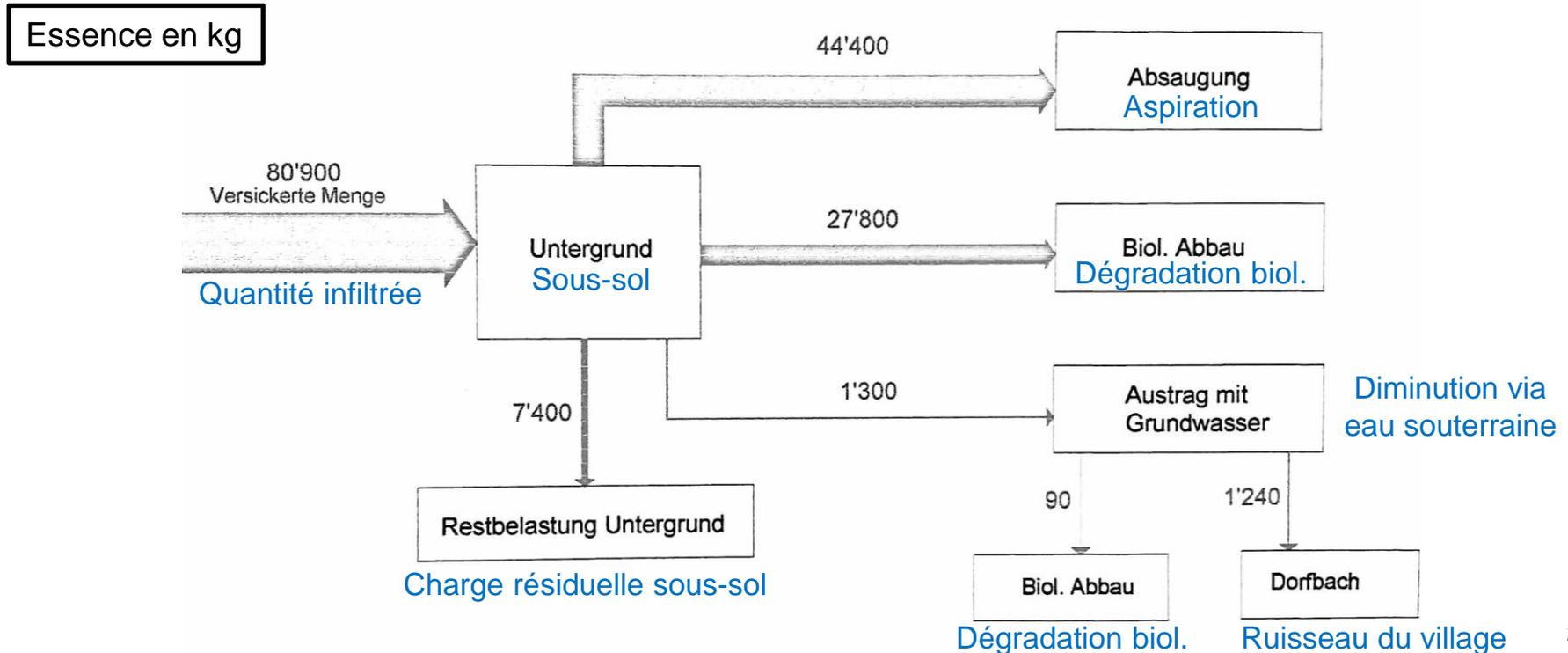
Oct. 1994: Passage à la postcombustion
catalytique

Mai 1997: Fin de l'assainissement

Dépollution dans phase initiale:
1'000 kg d'essence par semaine !



Durée de l'assainissement et bilan massique



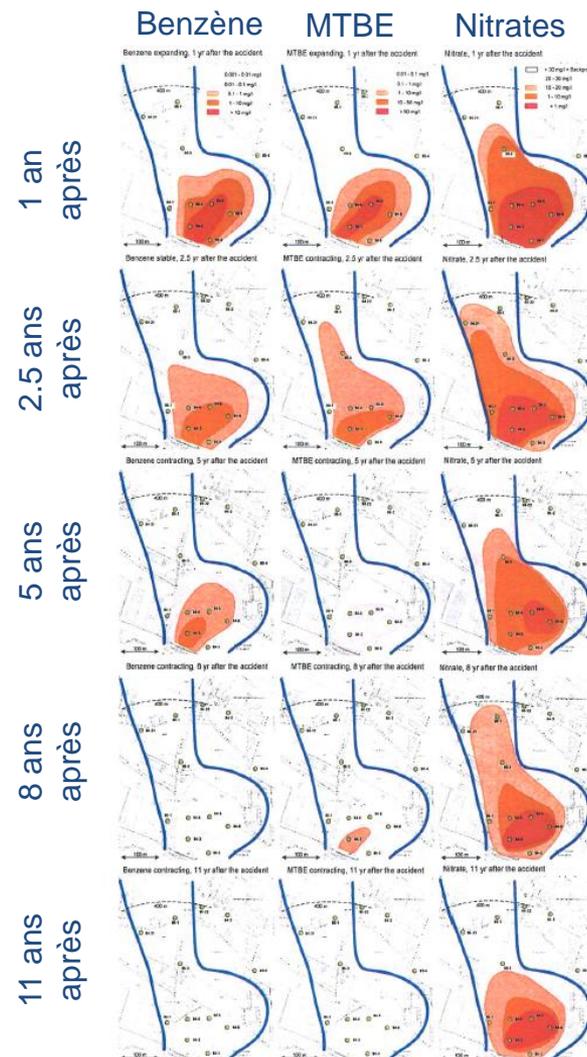
Contrôle de l'assainissement et surveillance

Surveillance de l'air du sol et de l'eau souterraine, en particulier dans la zone d'écoulement

Arrêt en 2006 des mesures de l'air interstitiel

Arrêt de la surveillance de l'eau souterraine approuvé par lettre de l'AWEL en 2014.

Évaluation selon les prescriptions de l'OSites



Mesures d'assainissement et de surveillance

Surveillance de l'eau souterraine

→ arrêtée en 2014

Accident
8.3.1994

Extraction des vapeurs du sol

→ arrêtée en 2006

Mesures
immédiates
d'assainissement



Conclusions de l'AWEL

- Les mesures d'investigation et d'assainissement ordonnées à l'époque étaient adéquates et efficaces
- De nos jours, les interactions en cas de catastrophe sont mieux gérées et très rôdées (p.ex. gros incendie dans un entrepôt à Schlieren en 2013).
- La surveillance / la transmission d'alertes et les procédures ont été automatisées (service de piquet de l'AWEL pour la protection des eaux, manuel comme guide de référence).
- Contrairement à la situation de l'époque, les bases légales sont en place (précaution, réparation, suivi).
- La technique ferroviaire a également évolué.

Conclusions de l'expert

- La séparation des pouvoirs et les principes au niveau de l'exécution sont restés les mêmes.
- L'approche conceptuelle et la démarche de l'évaluation des risques chimiques et de l'appréciation des risques sont aussi restées les mêmes.
- Cependant, il existe des "livres de recettes" pour de nombreuses étapes de travail, les procédures sont plus "bien rodées" et "standardisées".
- L'ordonnance sur les sites contaminés et les aides à l'exécution associées existent, mais...

Conclusions de l'expert

- Des polluants émergents tels que les PFAS (substances alkylées perfluorées et polyfluorées, p.ex. dans mousses d'extinction) pourraient faire renverser la tendance resp. nous faire revenir en arrière.



« Nous tenons à vous remercier
chaleureusement pour la coopération
orientée objectif et sans complication"»

« On nous a laissé faire 😊 »