

Grundwasserabstromerkundung mittels Immissionspumpversuchen - Übersicht und Anwendungsbeispiele



Hans-Peter Koschitzky

Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung, Universität Stuttgart, koschitzky@iws.uni-stuttgart.de



Erwin Stefan Hiesl

DB Immobilien Region Süd-West, Sanierungsmanagement FRI-SW-S(B), Boden- und Grundwassersanierung, Erwin.Hiesl@deutschebahn.com

altlastenforum

Baden-Württemberg e.V.
Flächenrecycling, Boden- und Grundwasserschutz

Mitautoren

Thomas Ptak, Universität Göttingen, Geowissenschaftliches Zentrum
Hermann Josef Kirchholtes, Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz
Thomas Holder, Büro für Hydrogeologie und Umwelt, Pliezhausen
Peter Rothschild, Klinger und Partner, Ingenieurbüro für Bauwesen und Umwelttechnik GmbH, Stuttgart
Uwe Hekel, HPC AG, Rottenburg am Neckar
Hans-Peter Beer, Institut für Umwelt- und Hydrogeologie, Gerlingen
Thomas Ertel, et environment and technology, Esslingen a. N.



Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014

Kos
1

Veranlassung



Arbeitskreis Innovative Erkundungs-,
Sanierungs- und Überwachungsmethoden
Statusbericht IPV, af Heft 16

Grundwasserabstromerkundung mittels Immissionspumpversuchen

*Aktualisierung: Stand der Technik, Planung,
Implementierung, Anwendungsstrategien*



Im Statusbericht werden die Grundlagen und der aktuelle Entwicklungsstand des IPV-Verfahrens bis hin zu Anwendungsfällen aus der Praxis der Altlastenbearbeitung vorgestellt und erläutert.

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
2

Teil I

- Einführung
- Verfahrensbeschreibung Immissionspumpversuch
- Auswerteverfahren (Überblick)

Teil II

- Anwendungen und Erfahrungen
- Anwendungsbeispiele
- Zusammenfassung

© VEGAS



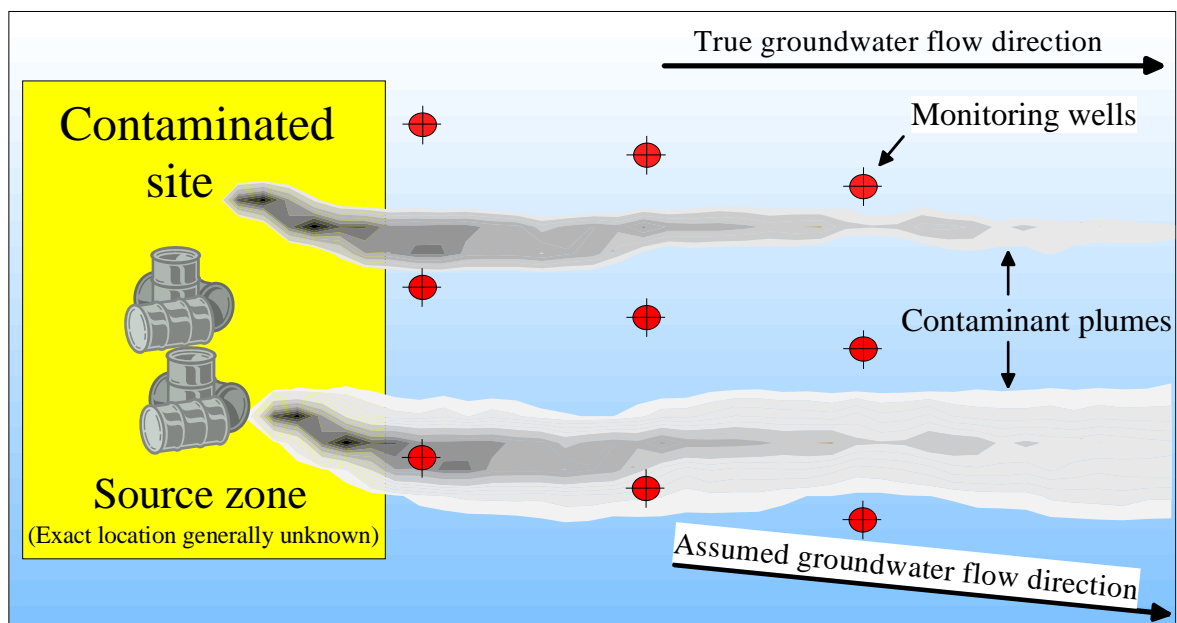
Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
3

Problematik Grundwasserabstromerkundung



➔ wie Schadstoffahne(n) zuverlässig detektieren und charakterisieren?

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
4

Grundwasserabstromerkundung mittels IPV

- räumlich integrierenden Bestimmung des Schadstoffmassenflusses im Abstrom einer Verdachtsfläche oder eines Schadensherdes
- Verwendung von Schadstoff-Konzentrationsganglinien aus Pumpversuchen

→ Quantifizierung einer Grundwassergefährdung

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014

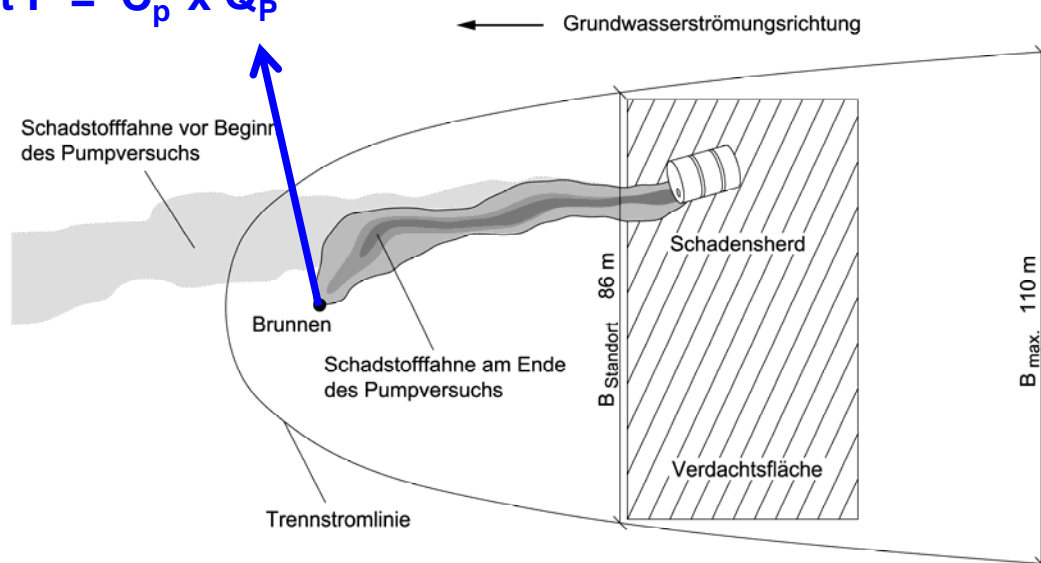


Kos
5

Mögliche Lösung: Immissionspumpversuch

Stationär

$$\text{Fracht } F = C_p \times Q_p$$



- Breite $B = Q_p / (k_f \times i \times m)$

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

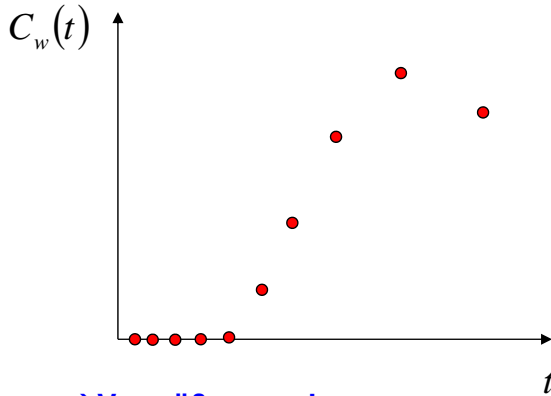
Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
6

Instationär

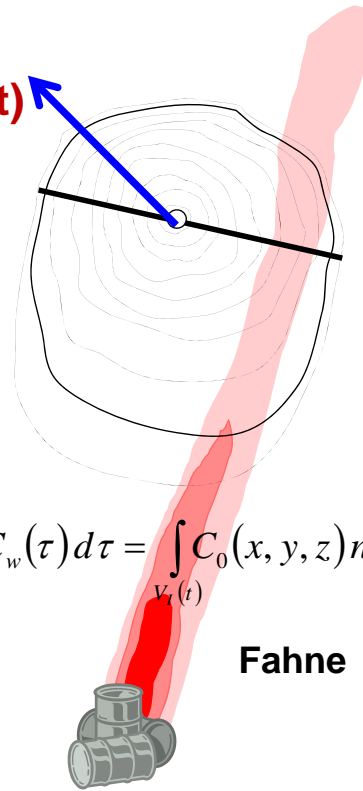
Konzentrationsganglinie im Pumpbrunnen



- Vergrößerung des Probenahmevolumens
- Reduzierung der Effekte kleinskaliger Variabilität

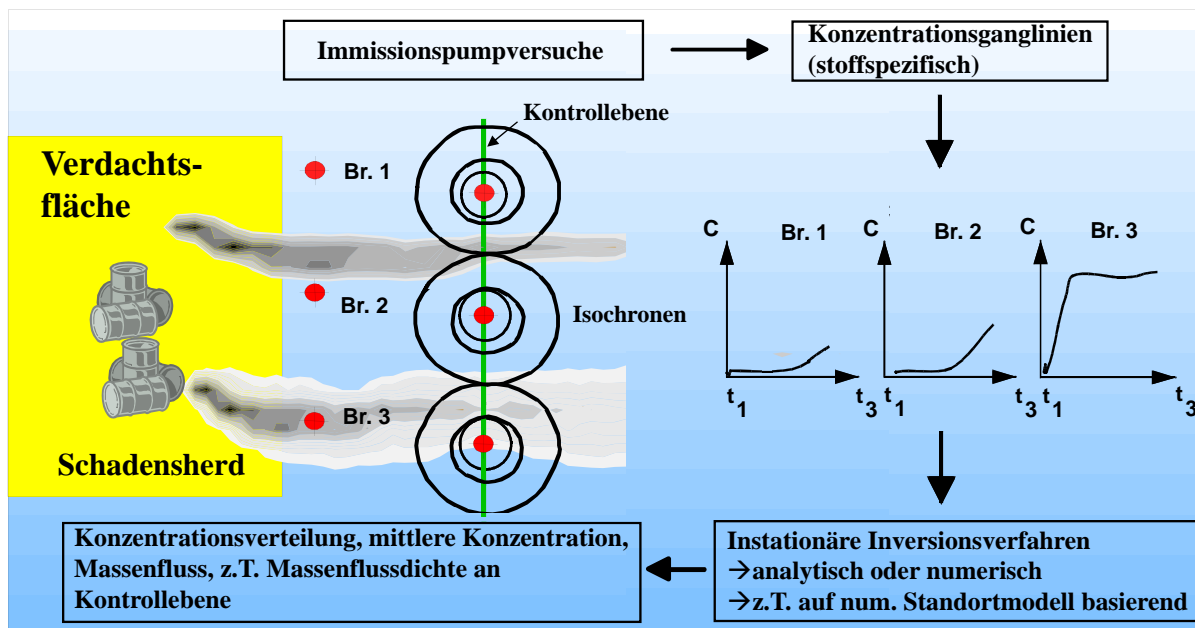
$Q, C_w(t)$

$$Q \int_0^t C_w(\tau) d\tau = \int C_0(x, y, z) n_e(x, y, z) dV$$



Fahne

© VEGAS

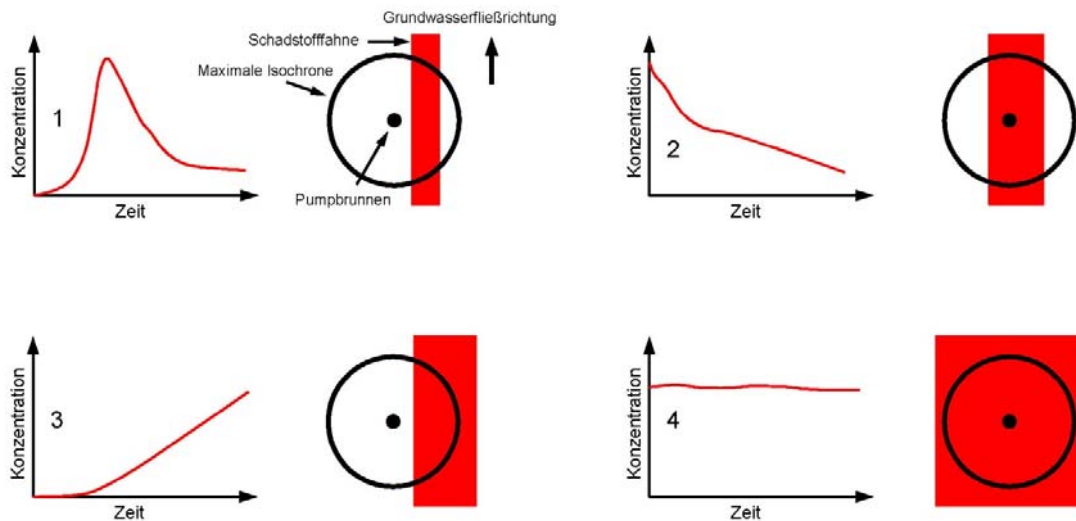


- hohe Erkundungssicherheit durch Reduzierung der Effekte kleinräumiger C-Variabilität
- Vergleich der Ergebnisse mit schadstoffspezifischen Grenzwerten für Konzentration und Fracht
- Schadensherdeingrenzung (Backtracking mit reaktivem Stofftransport)

© VEGAS

Konzentrationsganglinien

Typische Konzentrationsganglinie und mögliche Fahnsensituationen



Holder und Teutsch (1999)

Links-Rechts Unsicherheit nicht dargestellt

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
9

Entwicklung IPV

Entwicklung IPV

- Grundidee eines integralen Erkundungsverfahrens bereits im Frachtkonzept (LUBW, 1998)
- im Leitfaden zur *Untersuchungsstrategie Grundwasser* (LUBW, 2008) konkretisiert: Gedanke des Massenflusses an Kontrollebenen als zusätzliches Kriterium neben der reinen Konzentrationsbetrachtung eingeführt
- Entwicklung IPV maßgeblich an der Uni Tübingen in den Jahren 2000 bis 2004
- seither zahlreiche anwendungsorientierte Weiterentwicklungen und Anwendungen als Kernbestandteil flächenintegraler Untersuchungsstrategien im Rahmen großer Projekte
 - INCORE 2000-2003, KORA 2002-2007, MAGIC 2005-2008, FOKS 2009-2012, CityChlor 2009-2013, MAGPlan 2010-2015, integralen Erkundungen Ravensburg/Albstadt 2008-2014

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
10

Stand und Bedeutung IPV

- bewährt für die **Untersuchung großflächiger und komplexer Grundwasser-verunreinigungen in städtischen Gebieten** (beschränkter Zugänglichkeit zur Herstellung GW-Messstellen, Überlagerung von Schadstofffahnen, verschiedene Schadstoffherde)

- IPV wichtige **Erkundungsmethode** als **Baustein flächenintegraler Konzepte** zur Ermittlung zeitlich und räumlich integrierend **Konzentrationsverteilungen und Schadstofffrachten**
 - z.B.: aktuell: Integrale Altlastenuntersuchung Ravensburg (Abschlussbericht: „Strategie und Methoden einer integralen Untersuchung flacher Porengrundwasserleiter im urbanen Raum“ April 2014: <http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/5121/>)

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
11

Ziel und Fragestellungen - Fallgruppen

Drei Fallgruppen von Ziel- bzw. Fragestellungen mit zunehmender Komplexität und Aussagemöglichkeiten

- (1) Mit einer Grundwassermessstelle:**
Quantitative räumliche Erfassung des Abstroms eines Verdachtsbereiches bzw. eines Schadensherdes, Konzentrationen und Frachten über einen definierten Betrachtungsraum.
- (2) Mehrerer Grundwassermessstellen entlang einer Kontrollebene:**
Kartierung von Schadstofffahnen, Konzentrationen, Frachten und Fahnengeometrie. Fahne-Herd-Beziehungen, Eingrenzung möglicher Schadensherde, Kombination von Untersuchungen an mindestens einer Kontrollebene (Fahnenlängenstatistik, inverser Stofftransportmodellierung)
- (3) Mehrere hintereinander liegende Kontrollebenen:**
Identifizierung von Rückhalte- und Abbauprozessen, großräumige Modellierung von Grundwasserqualität und Schadstofftransport (erfordert Modellierungswerkzeugen zur Simulation von Strömungs- und reaktiven Stofftransportprozessen)

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
12

Einfache Auswerteverfahren

- IPV-Tool
- MAGIC-Tool
- C-SET
- CSTREAM analytisch

Modellgestützte Auswerteverfahren

- CSTREAM numerisch
- alternative numerische Modellansätze

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Auswerteverfahren

IPV-Tool

MS-Excel basiert (P. Rothschink, 2007)

- **Kostenfreie Version (Nov. 2007)**
 - Download auf der Homepage der LUBW:
<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/47957/>
- **Programmbeschreibung**
 - mit zahlreichen Anwendungs- und Bedienungshinweisen
- **Voraussetzung / Annahmen**
 - Idealer Aquifer
 - Parallele, horizontale Grundwasserströmung im erfassten Bereich
 - Keine Konzentrationsgradienten der Schadstoffe in Strömungsrichtung
 - Isochronen zum Zeitpunkt der Probenahmen sind noch weitgehend radialsymmetrisch

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



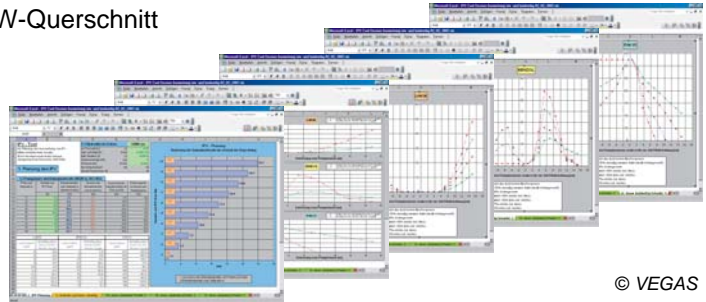
Kos
14

Auswerteverfahren

IPV-Tool

MS-Excel basiert, (P. Rothschink, 2007)

- **Planungshilfe**
 - Abschätzung der erreichbaren Entnahmebreite eines Pumpversuches
 - Optimierung von Pumpdauer und Förderrate
- **Auswertung**
 - Abschätzung der „tatsächlichen“ Schadstoffkonzentrationen im GW
 - Abschätzung der Entfernung der „tatsächlichen“ Schadstoffkonzentrationen vom Pumpbrunnen
 - Ermittlung des Grundwasservolumenstroms im erfassten GW-Querschnitt
 - Ermittlung der durchschnittlichen Schadstoffkonzentrationen im GW-Querschnitt
 - Ermittlung der Schadstofffracht im GW-Querschnitt
- **Ergebnis**
 - Sofortige grafische Darstellung und Kontrolle der Daten / Ergebnisse
 - einfache Bedienung



© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
15

Auswerteverfahren

MAGIC Software Tool

- **Kostenfreie Version (2008)**
 - Download: <http://www.magic-cadses.com>
 - Software Tool im Rahmen des Projekts MAGIC entwickelt
- **Planung und Auswertung**
 - Berechnung von Schadstofffracht und die mittlerer Schadstoffkonzentration im Entnahmebereich eines IPV
 - Berechnung möglicher ein- und beidseitigen Lösungen für die Konzentrationsverteilung entlang einer Kontrollebene
- **Ergebnisse**
 - Grafische Darstellung der Ergebnisse
 - Über „Help“ kann ein Manual (Programmbeschreibung) aufgerufen werden



© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014

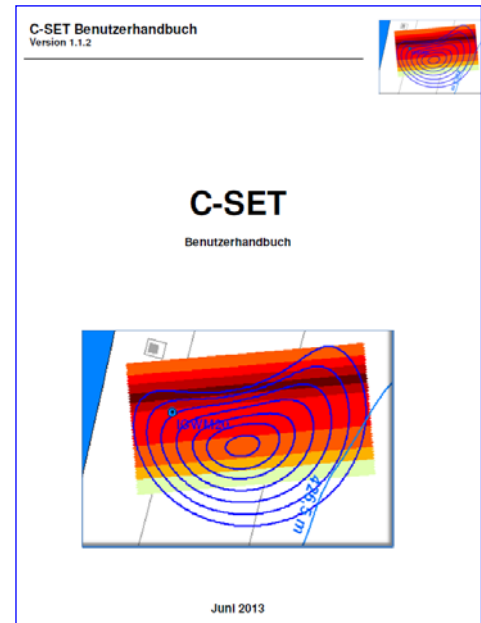


Kos
16

Auswerteverfahren

C-SET (Concentration-Superposition Evaluation Tool) Windows-Programm (U. Hekel und A. Huss, 2013)

- **Kostenfreie Version (Juni 2013)**
 - Download auf der Homepage der LUBW:
<http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/229895/>
- **Ergänzung gegenüber IPV-Tool**
 - stärkere Grundströmung
 - vorab durchgeführte Immissionspumpversuche in Nachbarbrunnen die zu Fahnenverlagerungen geführt haben
 - gleichzeitig betriebene Nachbarbrunnen
 - nichtkonstante Pumprate
 - Pumpausfallzeiten



© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
17

Auswerteverfahren

C-SET (Concentration-Superposition Evaluation Tool) Windows-Programm (U. Hekel und A. Huss, 2013)

- **Planung und Auswertung**
 - Berechnung und Darstellung der Erfassungsbereiche im Verlauf des Pumpversuchs
 - Berechnung der maximalen Fahnenkonzentration, der mittleren Konzentration sowie des Grundwasservolumenstroms über den erfassten Kontrollquerschnitt
 - Berechnung der Schadstofffracht über den erfassten Kontrollquerschnitt (Schadstoffemission)
 - Ausgabe eines Berichts mit Versuchsdaten, Ergebnissen sowie Isochronen- und Konzentrationsdarstellungen als pdf-Datei
 - Ermittlung der zeitliche Konzentrationsentwicklung im Entnahmebrunnen mit Hilfe eines Particle-Tracking-Verfahrens
 - Ausgabe von Isochronen und Stromstreifenkonzentrationsverteilungen in Form von ESRI-shp-Dateien möglich → GIS

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
18

Auswerteverfahren

CSTREAM analytisch (Bayer-Raich et al. (2004))

- Analytische Inversionslösung zur Interpretation von Konzentrationsganglinien aus IPV mit Berücksichtigung der Grundwasserströmung
- Ausführliche Beschreibung in Bayer-Raich et al. (2004).
- Analytische Lösung berücksichtigt die natürliche Grundwasserströmung sowie einen Retardationsfaktor
- ohne Erfordernis eines numerisches Grundwassermodells.

CSTREAM numerisch (Bayer-Raich et al. 2003, Bayer-Raich, 2004)

- instationäres Strömungs- und advektives, nicht-reaktives Transportmodell des Untersuchungsgebietes auf der Basis von MODFLOW96 / MODPATH3.0 (Prinzipmodell) erforderlich
- numerische Inversionslösung ermöglicht Bestimmung der Einzugsbereiche der IPV unter Berücksichtigung der Heterogenität des Untergrunds und hydraulischer Einflüsse
- Einfluss vorangegangener bzw. zeitgleich durchgeführter IPV kann berücksichtigt werden
- Retardation kann berücksichtigt werden

Alternative numerische Auswertansätze (Siehe Tagungsunterlagen)

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
19

Wie geht's weiter ...

Teil I

- Einführung
- Verfahrensbeschreibung Immissionspumpversuch
- Auswerteverfahren (Überblick)

Teil II

- **Anwendungen und Erfahrungen**
- **Anwendungsbeispiele**
- **Zusammenfassung**

© VEGAS



Grundwasserabstromerkundung
mittels Immissionspumpversuchen

Altlasten 2014
14. Karlsruher Altlastenseminar
22. & 23. Juli 2014



Kos
20

Grundwasserabstromerkundung mittels Immissionspumpversuchen

- Übersicht und Anwendungsbeispiele



DB AG

Erwin Stefan Hiesl

DB Immobilien - Sanierungsmanagement

Karlsruhe, 22.07.2014

1. Systematik - die Fallgruppen A, B und C

2. Praxisbeispiele aus den Fallgruppen

Fallgruppe A: Ehemalige Metallwarenfabrik, Landkreis Calw

Fallgruppe B: Ehemalige Richthalle eines Bahn-Ausbesserungswerkes

Fallgruppe C: Integrale Altlastenuntersuchung Ravensburg

• Neben den theoretischen Grundlagen, den Auswerte-tools und Anwendungsstrategien sollten auch plastische Praxisbeispiele dargestellt werden.

• Im *Arbeitskreis „Innovative Erkundungs-, Sanierungs- und Überwachungsmethoden“* des altlastenforums Baden-Württemberg wurde daher eine Abfrage über geplante und umgesetzte IPV gestartet, um einen Überblick über erfolgreich abgewickelte Projekte unterschiedlichster Größenordnung und Anwendungsintentionen zu erhalten:

→ Über 50 IPV-Projekte aus den verschiedensten Bereichen wurden bewertet, um repräsentative Fallbeispiele auswählen zu können

- Behörde (§ 9.1 BBodSchG)
- Verursacher / Grundstückseigentümer (§ 9.2 BBodSchG)
- Kommunen
- Ingenieurbüros
- Hochschule

Nach welcher Systematik sollten Beispiele ausgewählt werden?



Fallgruppe	Fall	Kontaminanten	Durchlässigkeitsbeiwert k_f [m/s]	Ausgangssituation			Größe der Untersuchungsfläche			Zielsetzung/Nutzen	Auswertung
				Beschreibung des Standorts (Altstandort, Altablagerung, Bauvorhaben etc.)	Kontroll-ebenen	Anzahl IPV	Standort [m ²]	Erfasste Abstrombreite [m]	Erfasste Mächtigkeit des Aquifers [m]		
A	Biogasanlage im Donautal	Ammonium, (NH ₄ ⁺)	1,3*10 ⁻³	Undichter Fahrsilo einer Biogasanlage	1	1	400	22	8	Quantifizierung der aus einem Teilbereich des Silos abströmenden Ammoniumfracht	IPV-Tool, analytisch
A	Ehem. Metallwarenfabrik, Landkreis Calw	LHKW	3-4*10 ⁻⁵	Altstandort	1	1	1.000	8	3	Detailuntersuchung Bestimmung Immission und Fracht zur Klärung Sanierungsbedarf	C-SET
B	Ehemalige Richthalle eines Bahnausbesserungswerks	LHKW, MKW, PAK	3*10 ⁻³	Altstandort, Reparaturbetrieb	1	5	30.000	210	13	Klärung der Emissionslage, Erreichen des 50%-Kriteriums nach VwV BW	IPV-Tool, analytisch
B	Ehem. Metallverarbeitung, Landkreis Hohenlohe	LHKW	1*10 ⁻⁴	Altstandort, Metallverarbeitung	1	3	5.000	120	3	Konzentrations- und Frachtermittlung im Abstrom eines GW-Schadens	IPV-Tool, analytisch
C	Integrale Altlastenuntersuchung Ravensburg	LHKW, BTEX, PAK, KW	min. 1x10 ⁻⁵ max. 4x10 ⁻³ Ø: 4x10 ⁻⁴	7 Altablagerungen 16 Altstandorte 2 Unfälle/Störfälle	8	51	1.000.000	1.885	1 - 7 Ø: 3	Schadstofffahnen Ermittlung Stadtplanung	analytische Auswertung mit CSTREAM; C-SET für Spezialfälle
C	Natural Attenuation - Untersuchungen "ehemalige Abfalldeponie Osterhofen"	Ammonium, (NH ₄ ⁺)	min. 2,4x10 ⁻⁴ max. 5,3x10 ⁻³ Ø: 4x10 ⁻⁴	Prüfwertüberschreitungen (NH ₄) im Abstrom der Deponie	2	15	61.000	290	0,75 - 12,6 Ø: 3,9	Frachtbestimmung, Abbauraten	num. GW-Modell, numerische Auswertung mit CSTREAM

Die Einteilung in die Gruppen A, B und C erlauben eine nachvollziehbare Zuordnung der IPV

A: Eine Grundwassermessstelle

- Erfassung eines Verdachtsbereichs mittels 1 GWM
- Konzentrationen und Frachten über einen definierten Betrachtungsraum
- Einfachste und schnellste Lösung an „kleineren“ Standorten

B: Eine Kontrollebene mithilfe mehrerer GWM

- Kartierung von Schadstofffahnen durch mehrere GWM an 1 Kontrollebene
- Zusätzlich: Abstrombreite, Fahngeometrie, Fahne-Herd-Beziehungen
- Eingrenzung komplexerer Schadensfälle durch Kombination von Untersuchungen an verschiedenen Grundwassermessstellen

C: Mehrere Kontrollebenen

- Flächenhafte Kartierung von Fahnen an mehreren Kontrollebenen
- Bei hochkomplexen Standorten mit multiplen Schäden
- Zusätzlich: Identifizierung von Rückhalte- und Abbauprozessen (MNA)
- Fracht-Bilanzierung
- Ausbildung von Schadstofffahnen im Abstrom
- Zeitliche und örtliche Variabilität
- Zeitliche und räumliche Entwicklung der Schadstofffrachten

Komplexität

Strategie

1. Systematik - die Fallgruppen A, B und C

2. Praxisbeispiele aus den Fallgruppen

Fallgruppe A: Ehemalige Metallwarenfabrik, Landkreis Calw

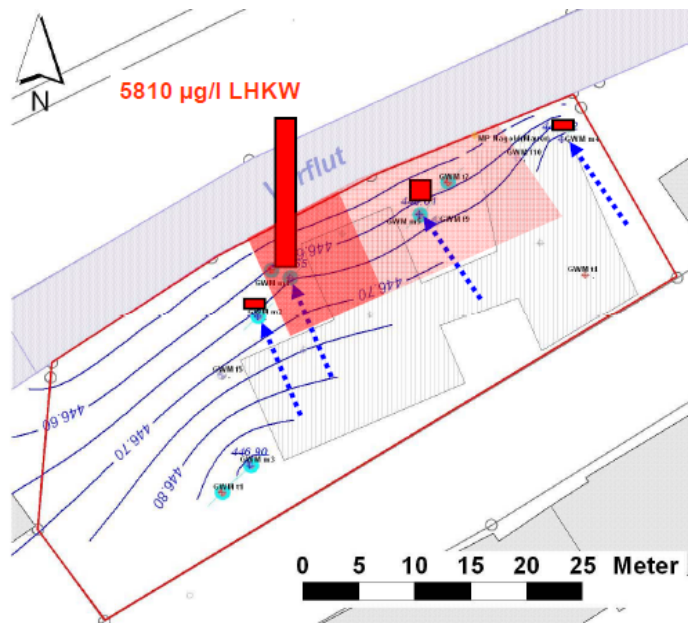
Fallgruppe B: Ehemalige Richthalle eines Bahn-Ausbesserungswerkes

Fallgruppe C: Integrale Altlastenuntersuchung Ravensburg

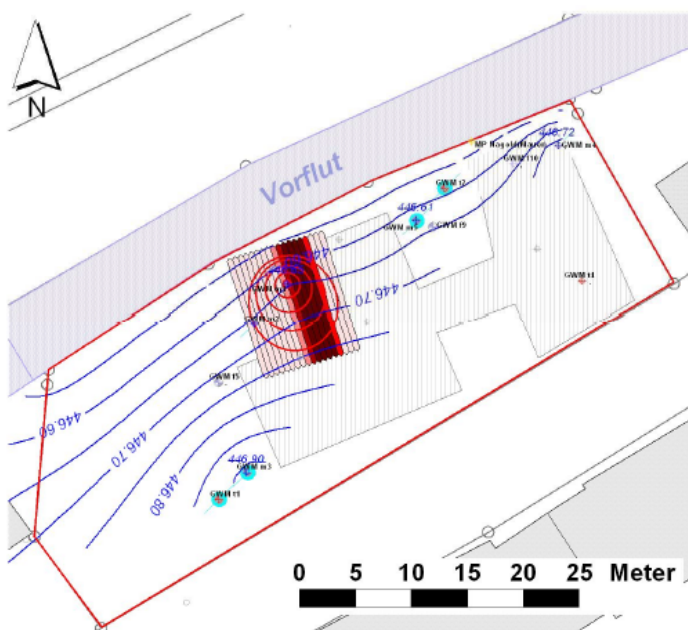
Fallgruppe A: Eine Grundwassermessstelle

Ehemalige Metallwarenfabrik, Landkreis Calw

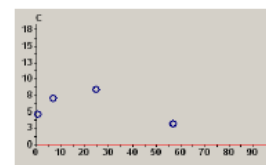




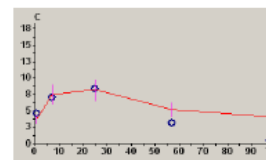
- Metallwarenfabrik
 - Detailuntersuchung
 - quartäre Talfüllung ca. 3 m mächtig
 - GW-Strömung
 - LHKW-Befunde
- | |
|-----------------------------|
| • Frachtabschätzung |
| max. b 25 m |
| max. Q 11 m ³ /d |
| max. C 6 mg/l |
| Fracht 65 g/d |
- | |
|----------------------------|
| • Frachtabschätzung |
| b 9 m |
| max. Q 4 m ³ /d |
| max. C 6 mg/l |
| Fracht 24 g/d |
- > E_{max} 20 g/d
=> Sanierung ☹️
Fahnenbreite?



- Immissionspumpversuch ca. 100 Stunden



Konzentrationsdurchgang



Auswertung mit C-SET
Fahnenbreite ca. 2 m
max. C ca. 20 mg/l
Fracht ca. 12 g/d
< E_{max} 20 g/d
=> keine Sanierung 😊



Grundwasserabstromerkundung mittels Immissionspumpversuchen: Übersicht und Anwendungsbeispiele

Folie 31



Grundwasserabstromerkundung mittels Immissionspumpversuchen: Übersicht und Anwendungsbeispiele

Folie 32



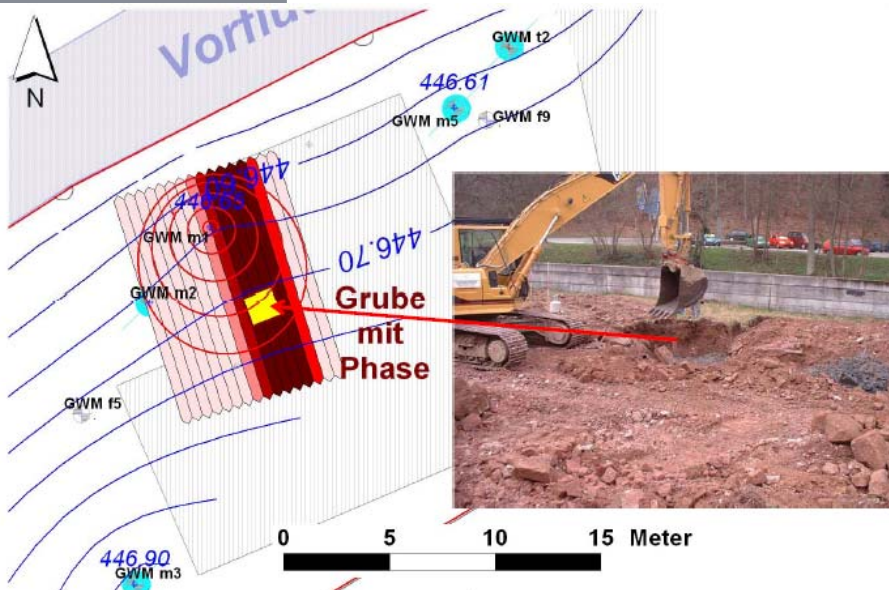
Grundwasserabstromerkundung mittels Immissionspumpversuchen: Übersicht und Anwendungsbeispiele



Grundwasserabstromerkundung mittels Immissionspumpversuchen: Übersicht und Anwendungsbeispiele



Grundwasserabstromerkundung mittels Immissionspumpversuchen: Übersicht und Anwendungsbeispiele



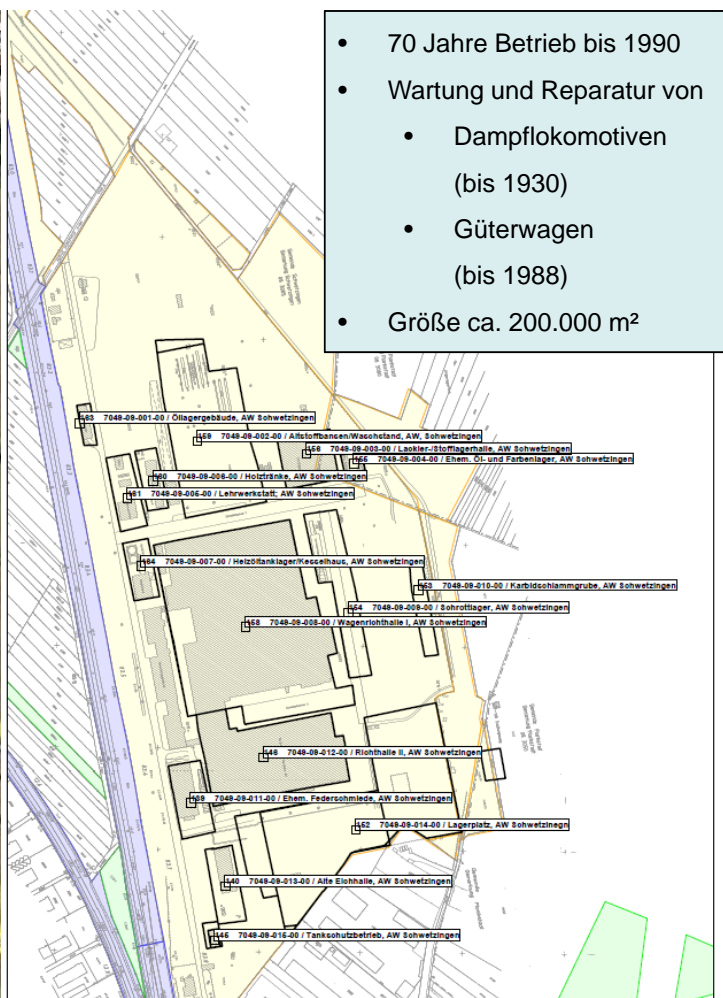
Nach Einmessen der Grube zeigt sich, dass diese exakt auf der berechneten Fahne lag!



Grundwasserabstromerkundung mittels Immissionspumpversuchen: Übersicht und Anwendungsbeispiele

Fallgruppe B: Eine Kontrollebene mithilfe mehrerer GWM

Ehemalige Richthalle eines Bahn-Ausbesserungswerkes (Aw)



- 70 Jahre Betrieb bis 1990
- Wartung und Reparatur von
 - Dampflokomotiven (bis 1930)
 - Güterwagen (bis 1988)
- Größe ca. 200.000 m²



- Insgesamt 15 verschiedene Altlastenverdachtsflächen
- Mehrere Erkundungsphasen ab 1991
- Ab 2008 konkretisierte sich die Nachnutzung
- **Ziel: Vermarktung bis 2012!**
- Entwicklung als Logistikfläche und kleinteiligem Gewerbe
- Die Altlastenbearbeitung war neben dem kompletten Rückbau und Neuerschließung entsprechend in diese Planung eingebettet
- **Klärung aller Altlastenverdachtsflächen!**
 - Abschließende Gefährdungsabschätzung aller Pfade
 - + Sanierung aller Flächen **bis Frühjahr 2012!**
- Es erwartete uns folgender Eindruck:




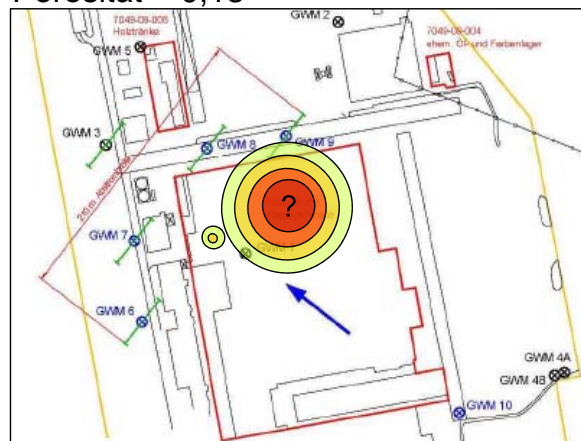
Aufnahme 2008:

- Gefährdungsabschätzung des Aw großteils abgeschlossen
- 1 Sanierungsbereich ausserhalb der Richthalle I bereits definiert
- Offen: Erkundung der großen Richthalle I (ca. 130 x 190 m = 25.000 m²)
- Potentielles Schadstoffinventar der Richthalle: MKW, PAK und LHKW
- In der Richthalle: GWM 1 mit Prüfwertüberschreitung von **LHKW** im GW
- Eintrag LHKW? – Punktuell oder flächendeckende Verluste?
- Erkundung ab 2008 aus Sicherheitsaspekten in der Richthalle nicht mehr möglich

Konzept → Integrale Grundwasserabstromerkundung mit IPV

Untersuchungskonzept/Vorplanung:


- Erreichen von min. 50 % des Abstroms (gemäß Leitfaden LfU 1996)
- Ermittlung der Emissionen – Abklärung Befund LHKW in GWM 1
- Kurzpumpversuch in GWM 3: Effektive Porosität = 0,13
- Gesamte Abstrombreite 210 Meter
- Ansatz: 5 Liter/sec an 5 GWM
- 4 neue GWM (je 20 m, vollkommen)
- Pumpdauer: je 60 h
- Anpassung nach Leistungs-PV der neuen GWM
- Abstimmung mit Behörde 

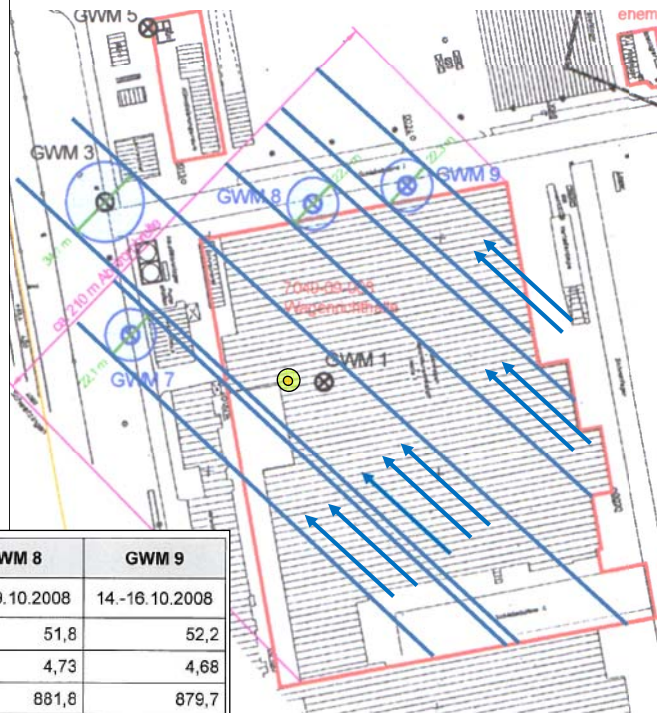


Durchführungskonzept

- Anpassung nach Leistungs-PV
- Kürzere Pumpraten möglich bei geforderter Reichweite
- Erschwerte Bedingungen aufgrund Vor-Ort-Kriminalität
- 1 IPV pro Woche, danach → Rückkehr zur Stationarität
- Aufstellung von Plänen im Rahmen von „normalen“ Arbeitszeiten
- Sicherung der Technischen Einrichtung
- Verlängerung der Pumpdauer bei GWM3 → Abstrom der GWM 1
- Prinzipielle Erfassung: 50 %
- Gesamtentnahme: ca. 4.000 m³ → Abwasser-Pauschale
- AG-Check: Prüfung entlang **IPV-Tool**

Ergebnis:

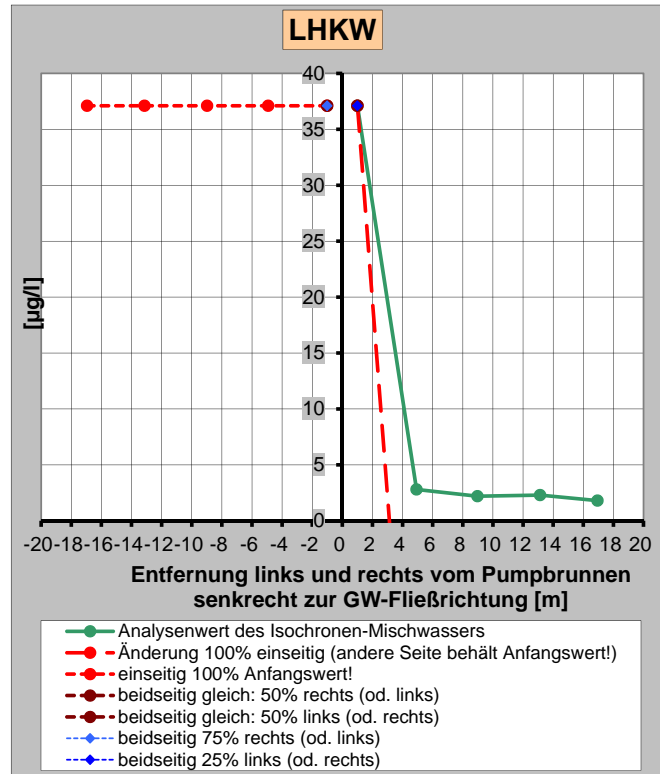
- Faktische Erfassung: > 50 %
- Emissionen < 1 % des Emax-Kriteriums (1 PW-Überschreitung)
- **Pfad Boden-Grundwasser abschließend erkundet**
- Keine weiteren Maßnahmen erforderlich 



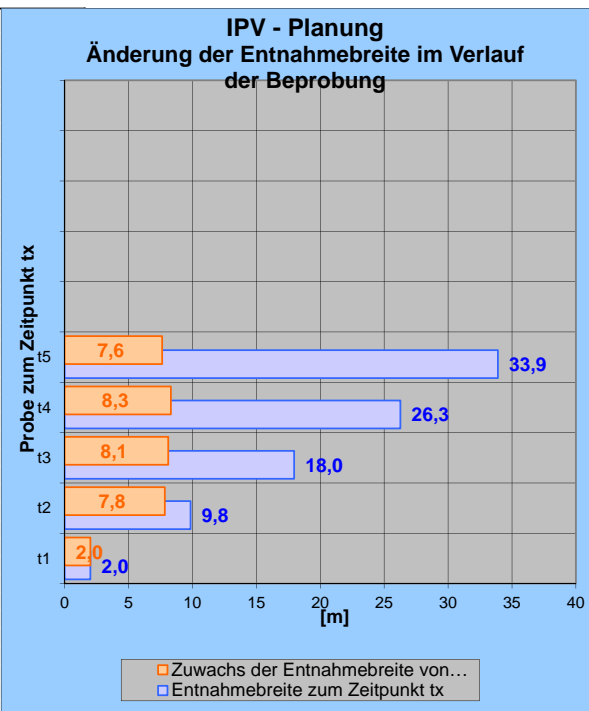
		GWM 3	GWM 7	GWM 8	GWM 9
Datum	-	30.09.-03.10.2008	24.-26.09.2008	07.-09.10.2008	14.-16.10.2008
Pumpdauer	[h]	72,3	52,3	51,8	52,2
mittlere Förderrate	[l/s]	4,80	4,60	4,73	4,68
gefördertes Volumen	[m ³]	1.250,1	867,0	881,8	879,7
Anzahl Proben	-	5	3	3	3

Quercheck AG:

- Verifizierung durch **IPV-Tool**
- Entnahmebreiten
- Schmale „Fahne“
- Kleiner punktueller Eintrag in der Richthalle bei GWM 1
- Übrige GWM unauffällig
- Frachtberechnung plausibel



Projekt	GW-DU Aw		1.1 Hydraulische Daten:			
Auftraggeber	DB Netz AG		eff. Porosität [n]			0,16
GWM 3	1. Planung des IPV	1.2. Pumpdauer und Entnahmebreite (BEAR & JACOBS)	hydr. Leitfähigkeit [K]			3,00E-03
			hydr. Gradient [i]			0,0005
			Aquifermächtigkeit [M]			8,5
			Pumprate [Q]			0,0048
			Pumpdauer [Tpv]			72,3
			Anzahl Proben (max. 10)			5
Probe zum Zeitpunkt tx	Stunden seit IPV-Start	Entnahmebreite zum Zeitpunkt tx (BEAR&JACOBS)	Zuwachs der Entnahmebreite von tx nach tx+1	Isoschronenumfang (berechnet als Kreis aus Eb)	Entfernung der Isochrone zum Pumpbrunnen	
	[h]	[m]	[m]	[m]	[m]	
t1	0,25	2,0	2,0	6,3	1,0	
t2	6	9,8	7,8	30,9	4,9	
t3	20	18,0	8,1	56,4	9,0	
t4	43	26,3	8,3	82,5	13,1	
t5	72	33,9	7,6	106,5	16,9	
LHKW		Schadstoff 2		Schadstoff 3		
Analysen t1-tx: Mischwasser der Isochrone [µg/l]	einseitig (100%) berechn. für GW-Abschn. tx [µg/l]	Analysen t1-tx: Mischwasser der Isochrone [µg/l]	einseitig (100%) berechn. für GW-Abschn. tx [µg/l]	Analysen t1-tx: Mischwasser der Isochrone [µg/l]	einseitig (100%) berechn. für GW-Abschn. tx [µg/l]	
37,1	37,1	0	0,0	0	0,0	
2,8	-31,5	0	0,0	0	0,0	
2,2	-33,4	0	0,0	0	0,0	
2,3	-32,6	0	0,0	0	0,0	
1,8	-34,8	0	0,0	0	0,0	
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	
0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	0	#DIV/0!	





Fallgruppe C: Mehrere Kontrollebenen

Integrale Altlastenuntersuchung Ravensburg

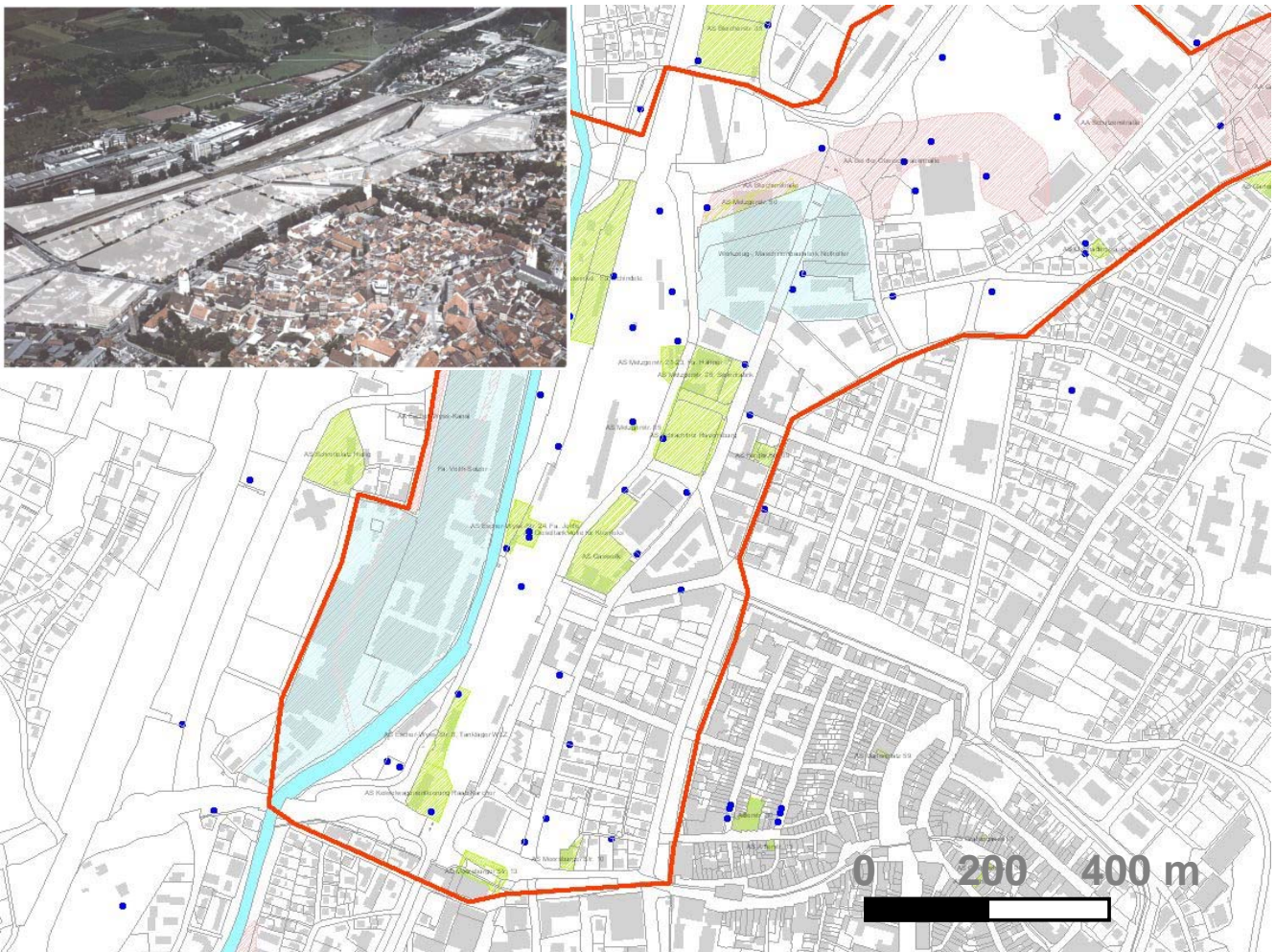


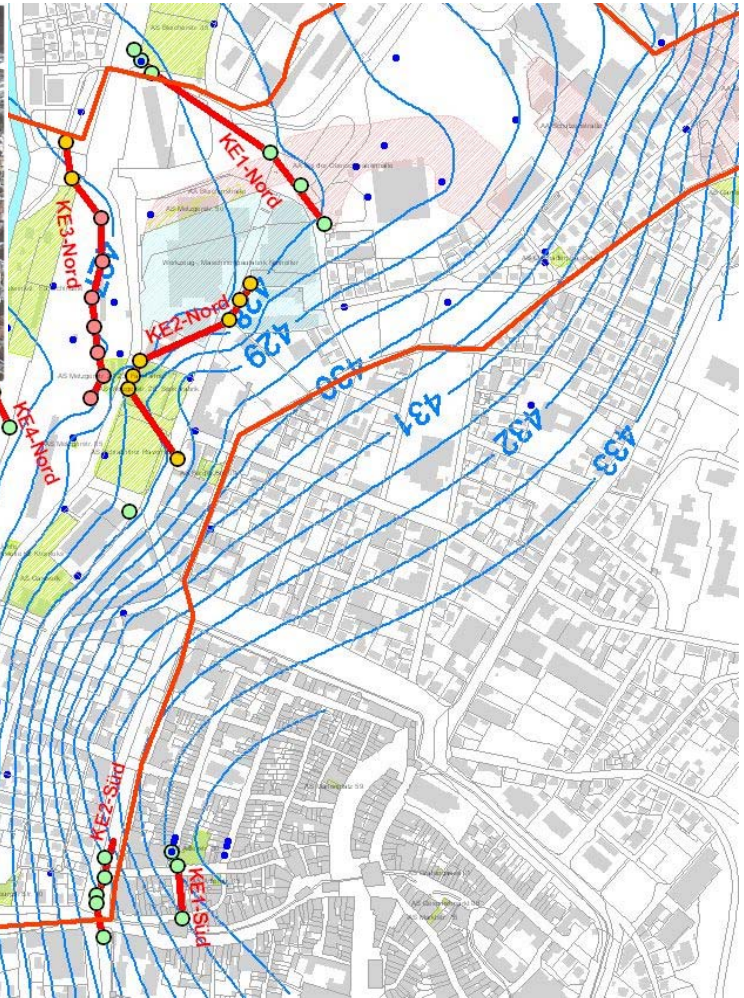
Auftraggeber: Stadt Ravensburg
Bearbeitung: 2003 - 2013
Projektbudget: ca. 2,2 Mio €
Areal: 1 km²
Historie: Industrie, Altstandorte, Altablagerungen
Aquifer: Kies und Schwemmfächer
Mächtigkeit: 1 - 6 m, typisch 4 m



Pilotprojekt des Landes B.-W. mit integralem Ansatz:

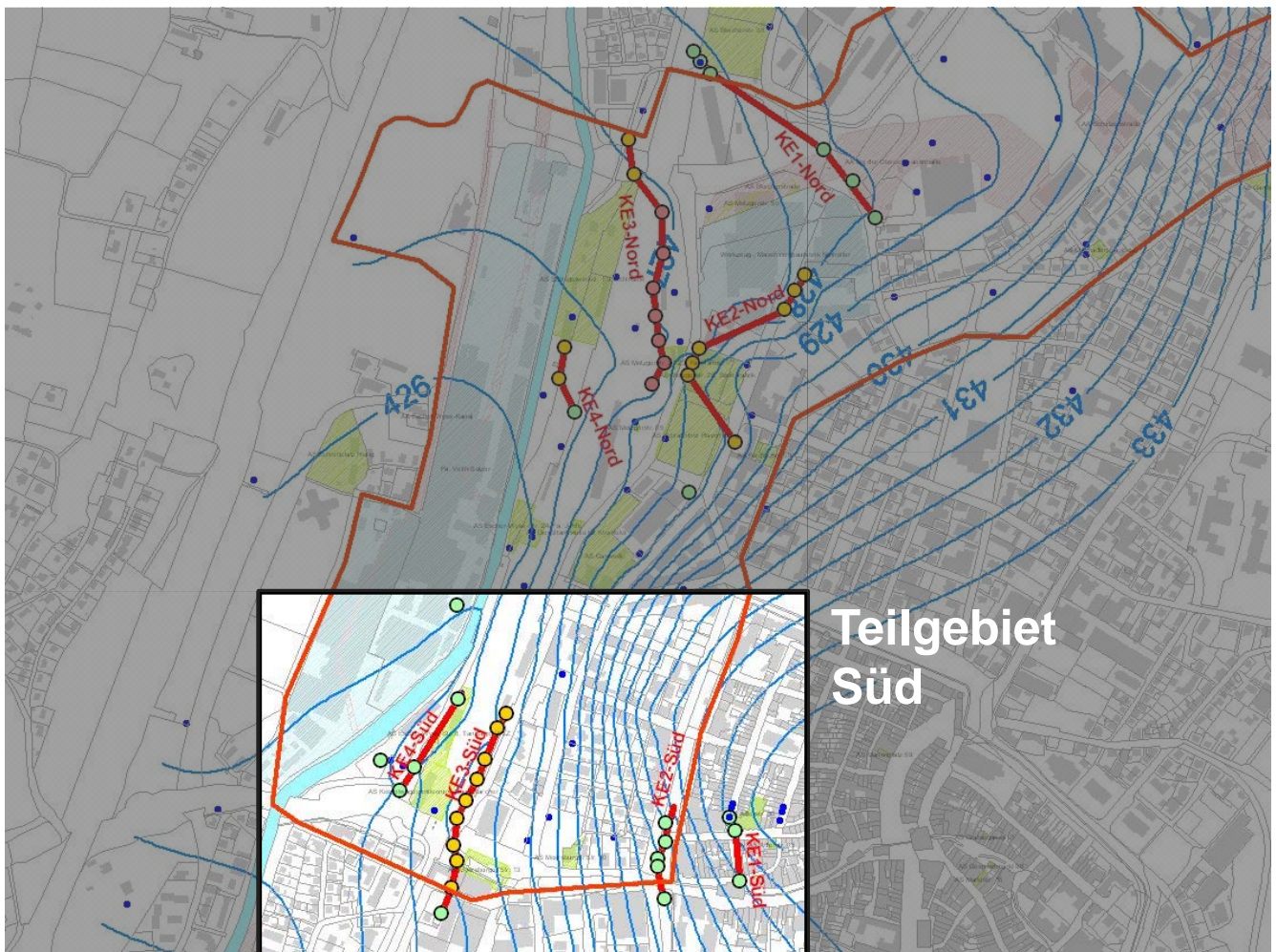
- Aufgabe:** - 25 Gefahrverdachtsflächen in Gemengelage auflösen
- Ziele:**
- einheitliche Aufarbeitung und Analyse des Datenbestands
 - Verständnis von Aquiferaufbau und Grundwasserströmung
 - flächendeckende Untersuchung der Grundwasserbelastung
 - Abgrenzung von Schadstofffahnen
 - Zuordnung der Fahnen zu Störern



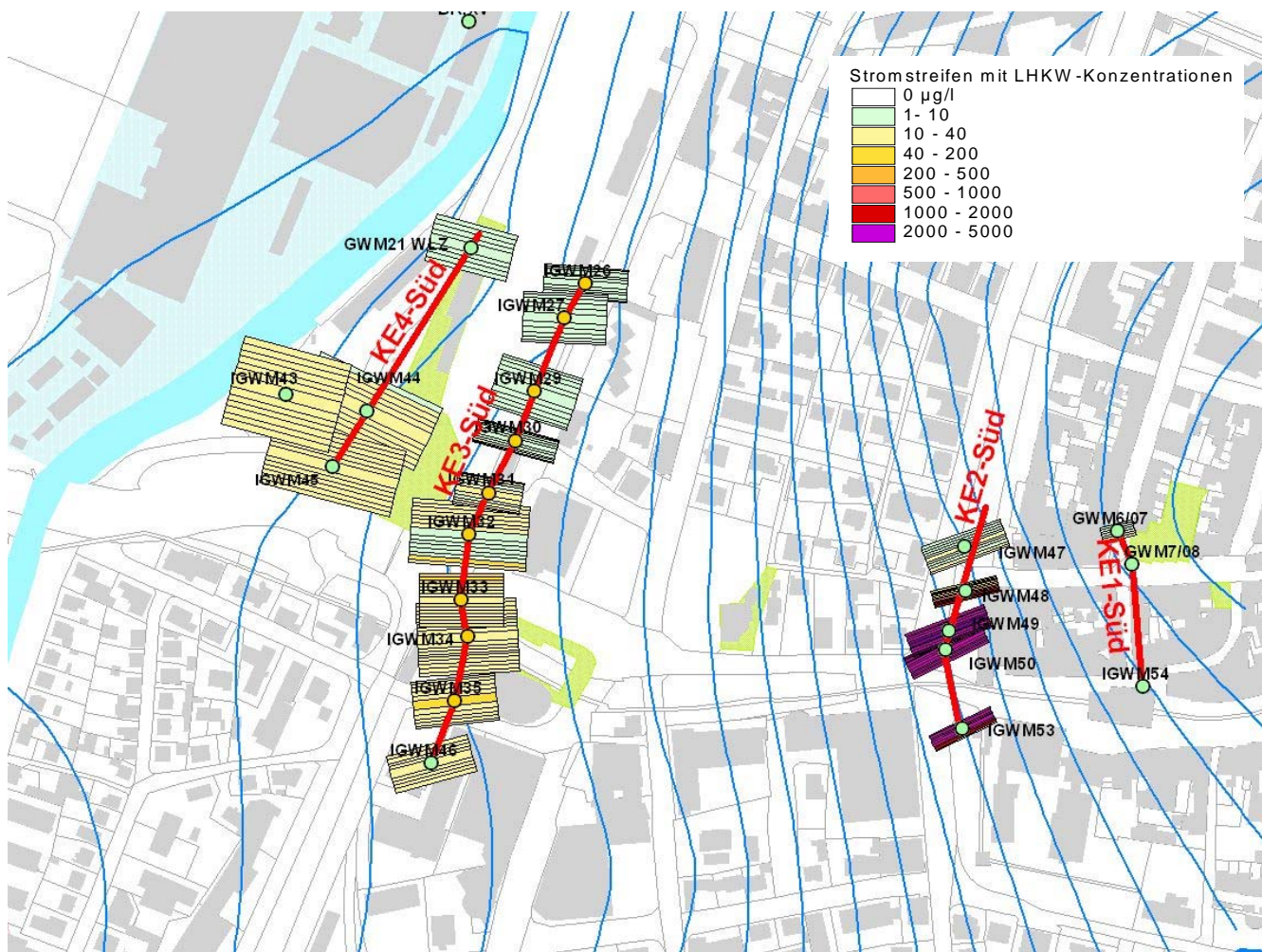
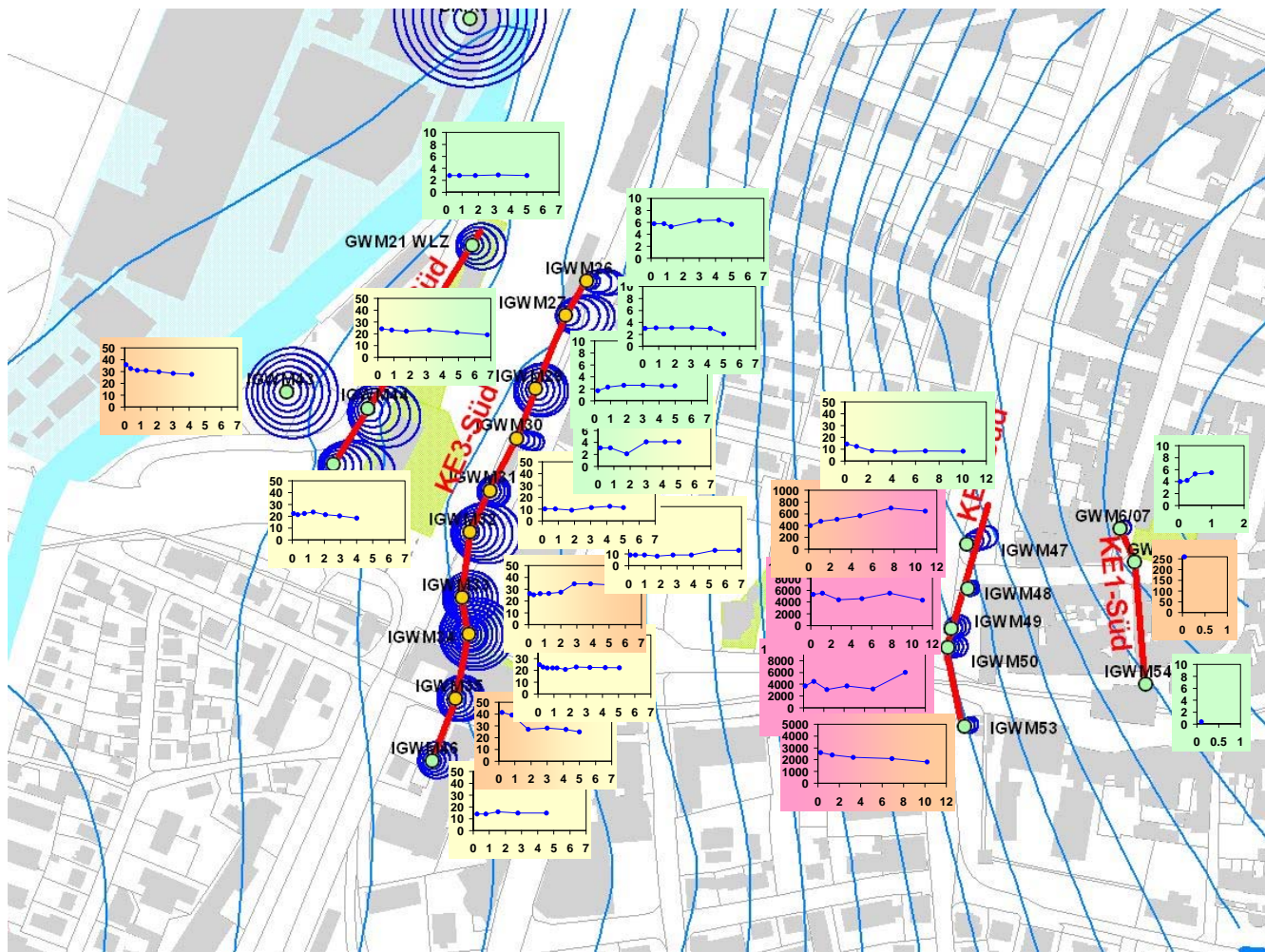


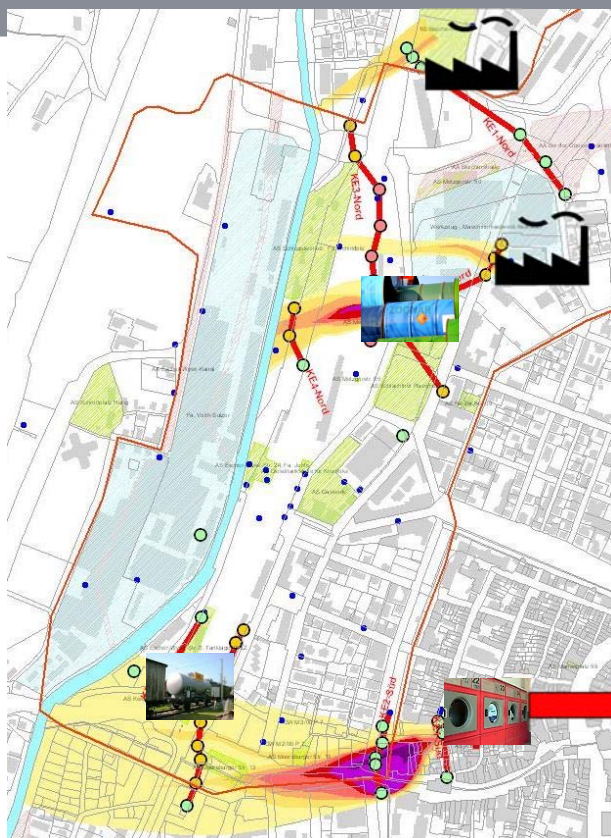
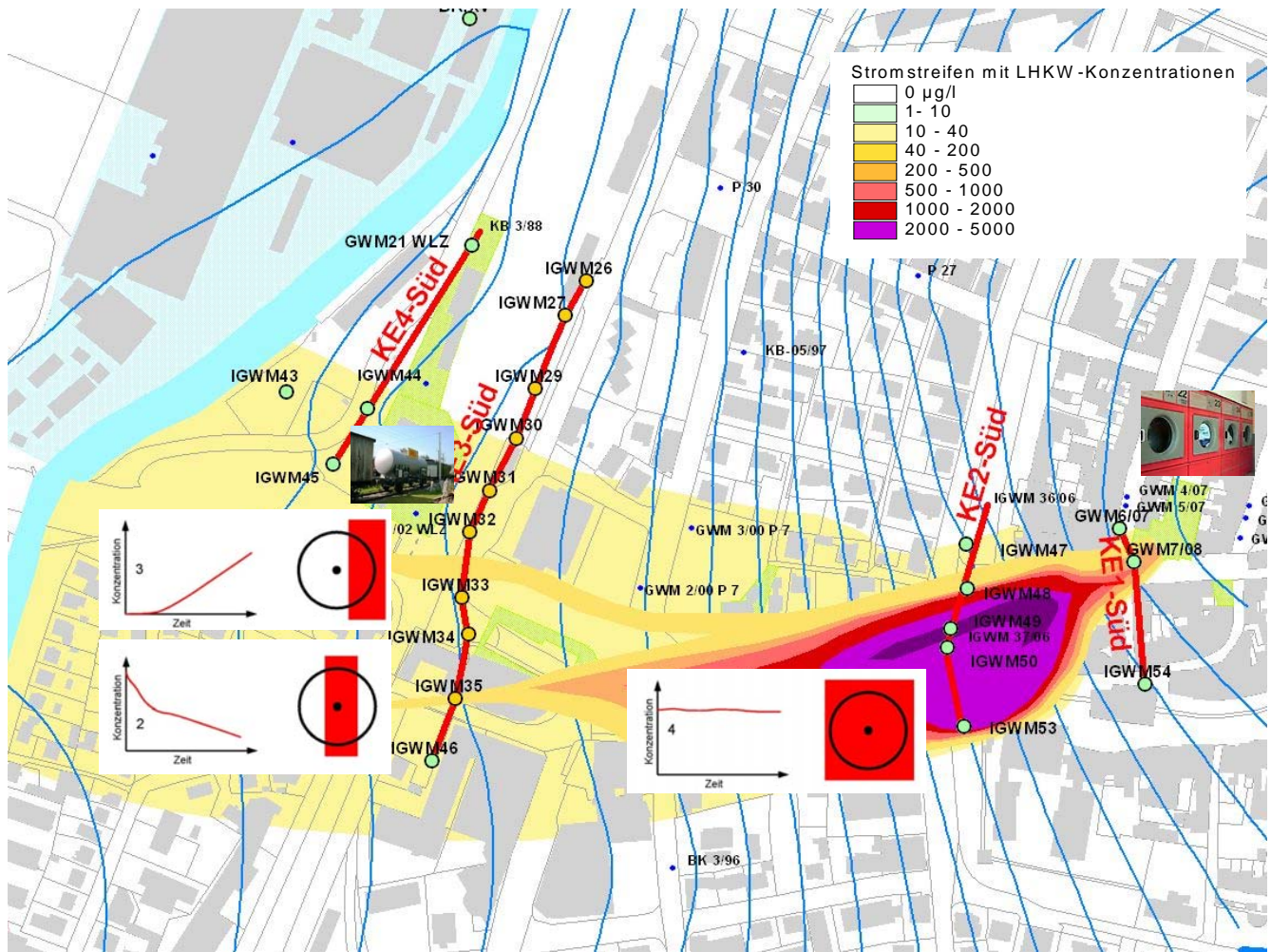
Untersuchungsumfang

- 25 Gefahrverdachtsflächen
- 8 KE, Gesamtlänge 1940 m
- 51 IPV, erfassen 1715 m
- 88% des Abstroms wurden erfasst



Teilgebiet
Süd





Ergebnis

- ✓ konsistenter Datenbestand
- ✓ Grundwasserströmung verstanden
- ✓ Grundwasserbelastung bekannt
- ✓ Schadstofffahnen abgegrenzt
- ✓ Störer zugeordnet

Bewertung

- ✓ 20 von 25 Einzelfällen auf OU
- ✓ Grundwasserpfad: Beweisniveau DU

Kosten

- gesamt 2,2 Mio €
- Pilotvorhaben -1,2 Mio €
- Integrale Untersuchung 1,0 Mio €
- pro Einzelfall 40-50.000 €

Einzelfall

- GVU + OU
- fehlerhaft, kein Nutzen



Integrale Altlastenuntersuchung Ravensburg
Stadt Ravensburg / LRA Ravensburg
Firmenkonsortium Berghof / HPC AG



Strategie und Methoden
einer integralen Untersuchung
flacher Porengrundwasserleiter
im urbanen Raum

Vergleichsstudie „Aufwand-/Qualitätsverhältnis von Auswerteverfahren für Immissionspumpversuche“
Integrale Altlastenuntersuchung Ravensburg Stadt Ravensburg / LRA Ravensburg Firmenkonsortium Berghof / HPC AG, Juni 2012

http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/108154/hpc_2072600_4_gu.pdf?command=downloadContent&filename=hpc_2072600_4_gu.pdf&FIS=161



April 2014



Strategie und Methoden einer integralen Untersuchung flacher Porengrundwasserleiter im urbanen Raum
Integrale Altlastenuntersuchung Ravensburg Stadt Ravensburg / LRA Ravensburg Firmenkonsortium Berghof / HPC AG, April 2014

http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/110846/iau_rv_methodenbericht2014.pdf?command=downloadContent&filename=iau_rv_methodenbericht2014.pdf&FIS=161

altlastenforum
Baden-Württemberg e.V.
Flächenrecycling, Boden- und Grundwasserschutz

Arbeitskreis Innovative Erkundungs-,
Sanierungs- und Überwachungsmethoden
Statusbericht IPV, af Heft 16

Grundwasserabstromerkundung mittels Immissionspumpversuchen

*Aktualisierung: Stand der Technik, Planung,
Implementierung, Anwendungsstrategien*



Im Statusbericht werden die Grundlagen und der aktuelle Entwicklungsstand des IPV-Verfahrens bis hin zu Anwendungsfällen aus der Praxis der Altlastenbearbeitung vorgestellt und erläutert.