Einfluss von Kanalabdichtungsmaßnahmen auf den örtlichen Grundwasserhaushalt

Umgang mit Grundhochwasser in Bayern, 05. Nov. 2015

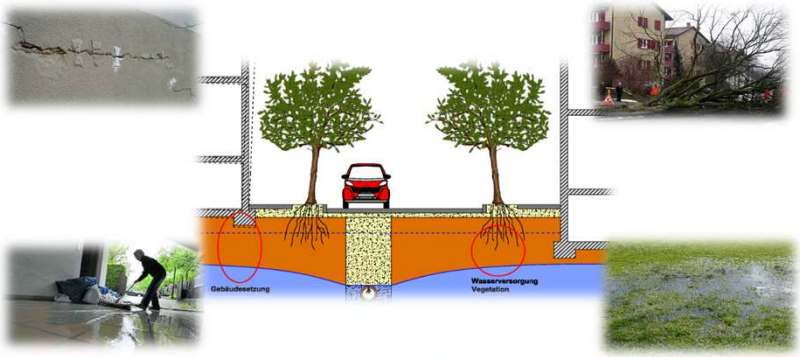
Dr. Patrick Keilholz

© DHI

Vorgestellte Forschungsprojekte

Entwicklungsunterstützende Untersuchung zur „Infiltrationsdichtheit“ bei Werkstoffwechseln bzw. Übergängen insbesondere im Zusammenhang mit der Fremdwassersanierung
Phase I: Abnahmekriterien und Prüfprogramm
Phase II: Vergleichende Untersuchungen an Werkstoffwechseln
Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

Kanalabdichtungen – Auswirkungen auf die Reinigungsleistung der Kläranlagen und der Einfluss auf den örtlichen Wasserhaushalt
Umweltbundesamt



Inhalt

1) Problemstellung

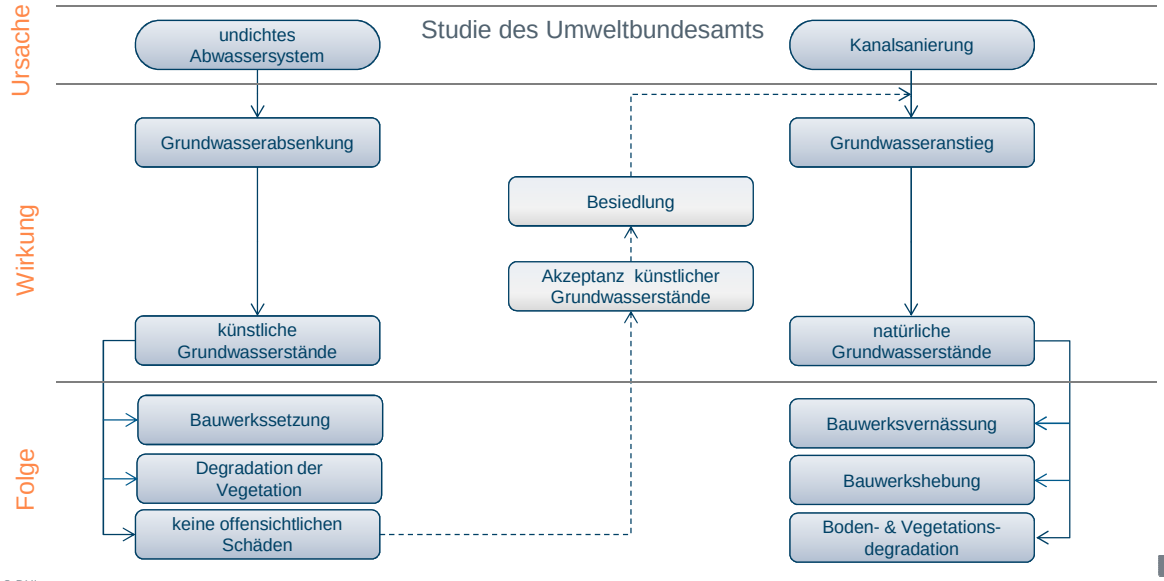
2) Modellierung der Infiltrationsmengen bei unterschiedlichen Schadstellen

3) Kanalabdichtungsmaßnahmen im städtischen Gebiet (parallele Straßenzüge)

4) Siedlungen in Hanglage

5) Zusammenfassung

Problemstellung



© DHI

Umfrage zu Grundwasseränderungen infolge Fremdwasseranfall

Versendung von Fragebögen an:

-ca. 12.000 kommunale Netzbetreiber (IKT-Newsletter)

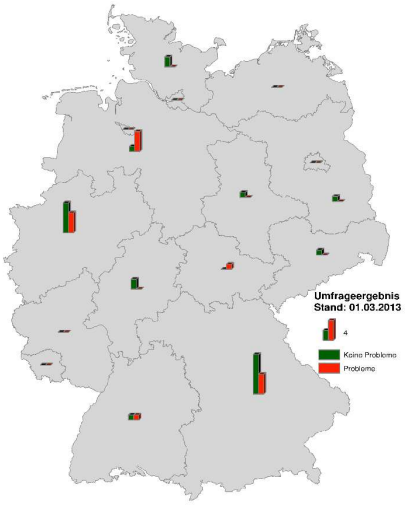
-Anzeige in KW und KA (Auflage: KA ca. 13.000; KW ca.10.000)

-direkte Kontaktierung von Kommunen bzw. Verbänden

Ergebnis

-39 % haben Probleme mit Grundwasseranstieg

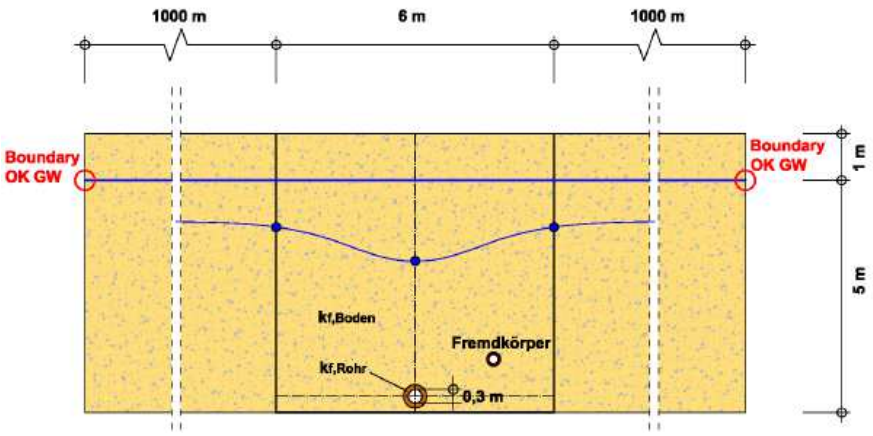
-Hauptschaden „vernässter Keller“



2) Modellierung der Infiltrationsmengen bei unterschiedlichen Schadstellen

Fragestellung

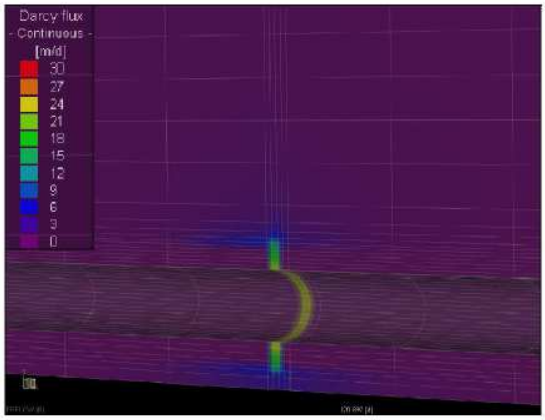
Können die Infiltrationsmengen für bestimmte Schadensbilder modelliert werden?



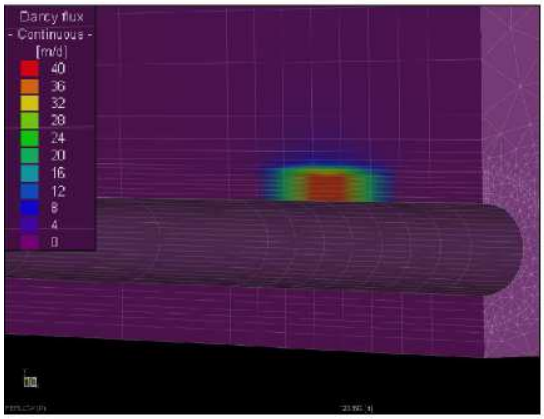
Modellierung von Schadstellen

FEFLOW:

Modellierung von Schadstellen mit einem 3d-Grundwassermodell



Schaden: Rohrmuffenanschluss

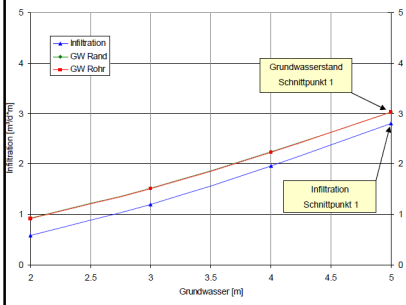


Schaden: Scheitelriss

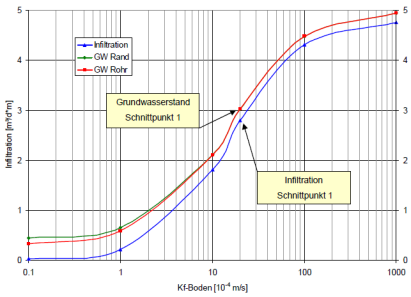
© DHI

Sensitivitätsuntersuchung

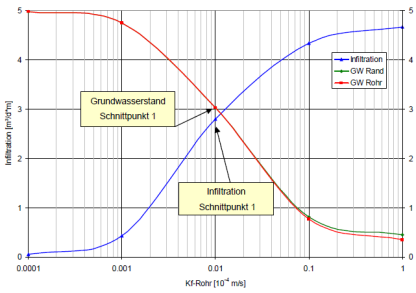
Grundwasserstände



Einfluss des umgebenden Bodens

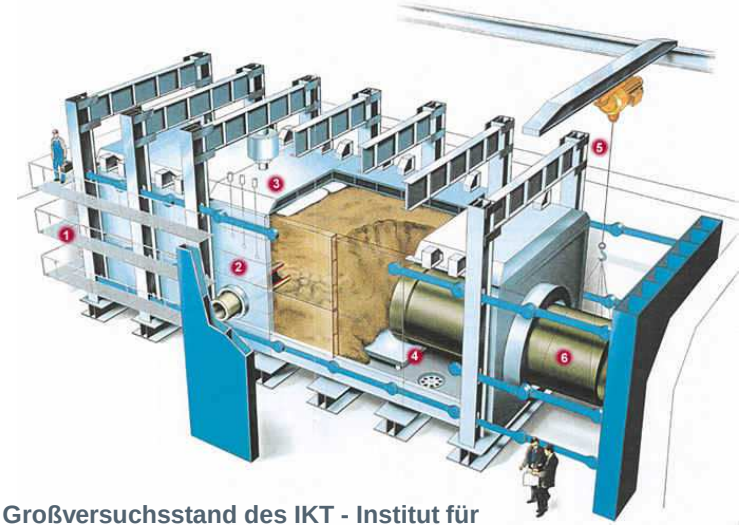


Durchlässigkeit der Schadstelle



Validierung im Realversuch

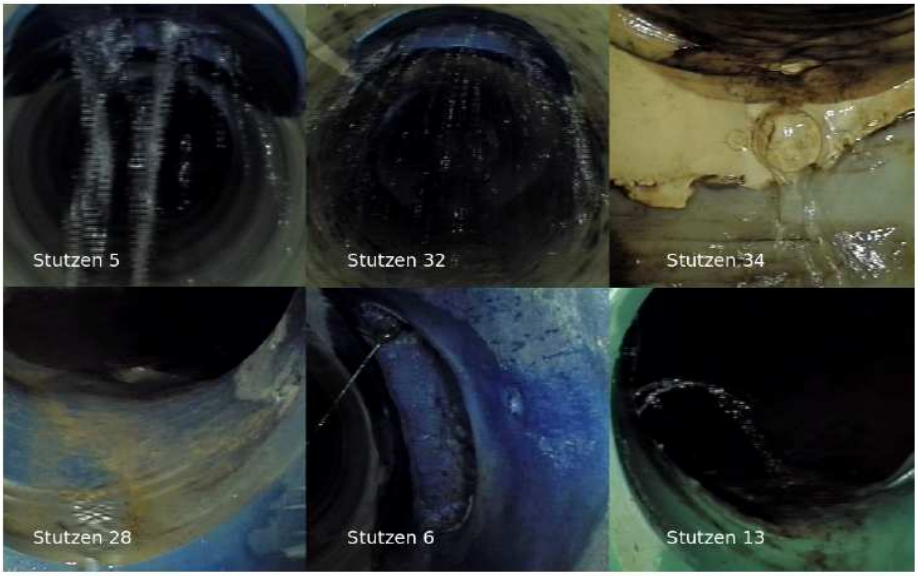
Modellierung und Messung eines konkreten Schadensfalles unter Laborbedingungen



Rohranschlussstutzen vor Sanierung

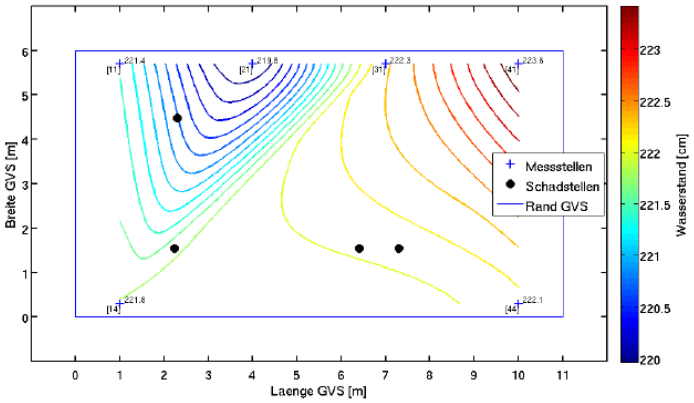
Großversuchsstand des IKT - Institut für Unterirdische Infrastruktur GmbH

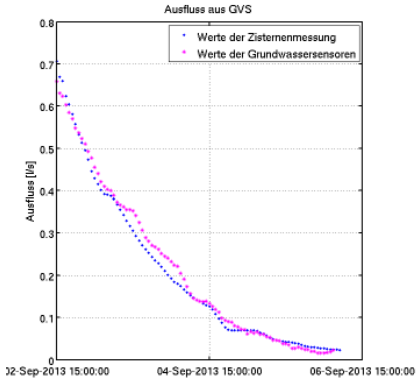
Infiltration nach Sanierung



Kanalbefahrung zur Abschätzung der Infiltrationsmengen

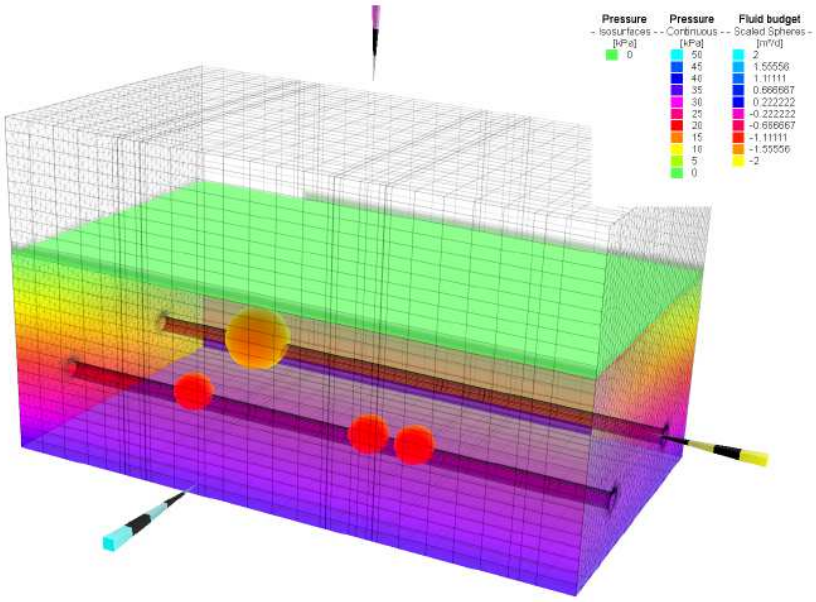
Grundwasserstands- und Abflussmessungen





- Messtechnische Erfassung der Grundwasserstände im Versuchstank
- Messung des Durchflusses am Auslauf

Modellierung der Infiltrationsmengen der einzelnen Schadstellen



Unter Laborbedingungen können die Infiltrations-mengen gut quantifiziert werden!

3) Kanalabdichtungsmaßnahmen im städtischen Gebiet (parallele Straßenzüge)

Fallstudie Essen Karnap

BILD enthüllt Geheimstudie

Unser Revier säuft ab!

Von FRANK KLAUSS und MARC OLIVER HÄNIS

Essen – Der Titel liest sich eher bürokratisch: „Ergebnis der Arbeitsgruppe Grundwasserbewirtschaftung im Emschergebiet". Doch dieses Papier ist brisant: Unser Revier säuft ab!

BILD liegt der Entwurf des Berichtes aus dem NRW-Umweltministerium vor. Der Inhalt: Aufgrund der Sanierung der maroden Abwasserleitungen steigt der Grundwasserspiegel im Bereich der Emscher zwischen Gladbeck und Castrop (siehe Karten). Nach einer Schätzung sind 384000 Gebäude betroffen!

Land unter auch in Essen! Stadtrat Guido Reil (41, SPD): „Karnap ist durch den Bergbau abgesenkt worden. Mittlerweile steht in über 200 Kellern das Wasser. Es besteht akuter Handlungsbedarf." Seit 2008 steht das Wasser im Keller des Ehepaars Müller (Hauptstraße). Jetzt „Ja wird jedes Jahr schlimmer!"

Die Empfehlung der Arbeitsgruppe: der Bau von rund 470 Kilometern Abflusssystem! Diese sollen parallel zur Erneuerung des Kanalnetzes verlegt werden.

Und wer soll das bezahlen? Laut Papier in der Hauptsache die Kommunen und Grundstückseigentümer. Es geht um bis zu 838 Mio. Euro! Den Löwenanteil würden die Hausbesitzer

Brisant!

3.5.1 Finanzierung über die Abwassergebühr

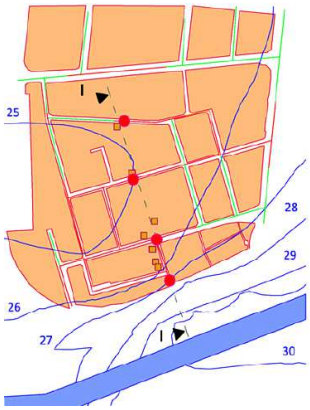
Die Kommunen können Pro Aufwendungen für die Fremdwasserableitung z. B. Erstellung und Betrieb von Drängewässern, über Beiträge nach § 8 Abs. 9 Satz 2 Nr. 2 LWG NRW gehören die Kosten zur Abwasser- oder Fremdwasserbeseitigung von Grund- und Drängewässern.

Für die Bebauung einzustufen sind Für das Emschergebiet wären als Ersatzsysteme zur Regulierung des Grundwasserstandes der Bau von ca. 470 km Dränagen und der erforderlichen Ableitungsstrecken notwendig

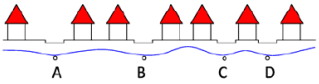
BILD liegt der 29-seitige Bericht schon vor Veröffentlichung vor.

© DHI

Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen auf die örtlichen Grundwasserstände



Schnitt I-I

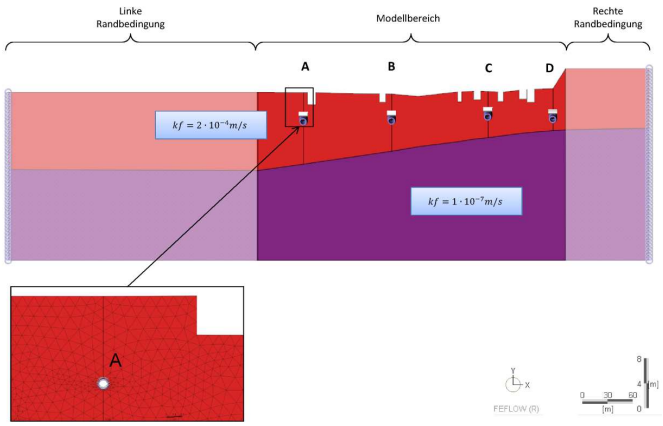


- Welche Interaktionen bestehen zwischen Abwasserhaltungen in Bezug auf die örtlichen Grundwasserstände?
- Wie wirken sich Sanierungsmaßnahmen einzelner Haltungen auf das Gesamtsystem aus?
- Wie können Schäden durch Sanierungsmaßnahmen vermieden werden?

© DHI

Berechnungsmodell

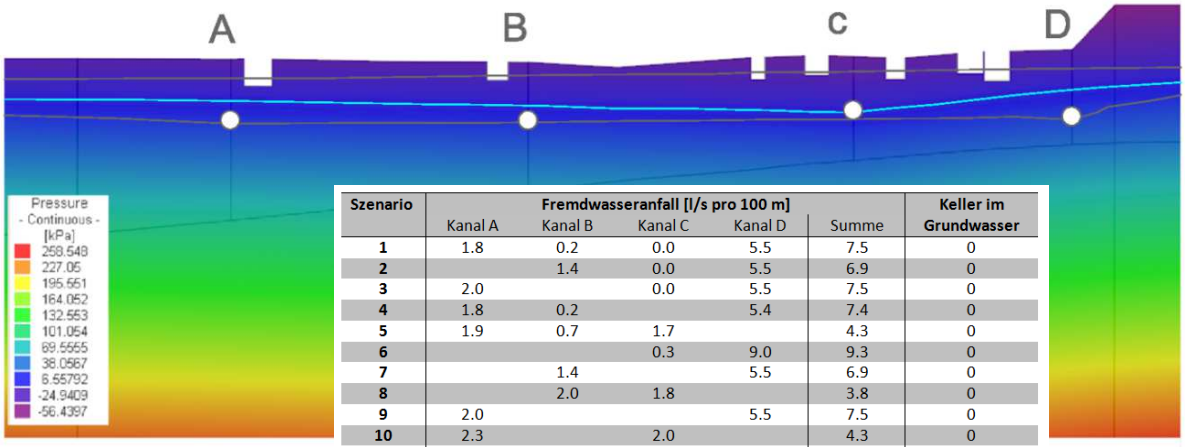
Modellierung der Grundwasserstände und Fremdwasseranfall von Sanierungsmaßnahmen mit Grundwassermodell FEFLOW (2d-vertikal)



FEFLOW 6.0	Parameter/ Einstellung
Finite-Elemente Netz	
Netz-Generator	Advancing Front
Anzahl Elemente	85000 Stück
Grundeinstellungen	
Geohydraulische Berechnung	Gesättigtes Medium
Simulation	stationär
Fehlertoleranz	$1 \cdot 10^{-4}$
Lösungsalgorithmus	PCG (preconditioned conjugate-gradient)
Materialeinstellungen	
Hydraulische Leitfähigkeit, obere Schicht ($k_{f,o}$)	$2 \cdot 10^{-4} m/s$
Hydraulische Leitfähigkeit, untere Schicht ($k_{f,u}$)	$1 \cdot 10^{-7} m/s$
Hydraulische Leitfähigkeit, Rohrmaterial ($k_{f,R}$)	$2 \cdot 10^{-4} m/s$ (durchlässig); $1 \cdot 10^{-10} m/s$ (dicht)
Speicherkoeffizient (S_s)	$1 \cdot 10^{-4} 1/m$
Randbedingungen	
Linker Modellrand	Dirichlet-Bedingung: 24,88 m
Rechter Modellrand	Dirichlet-Bedingung: 26,38 m
Abflussrohre	See-Page-Funktion
Anfangsbedingung	
Grundwasserstand	links 24,88 m; rechts 26,38 m

© DHI

Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen auf die örtlichen Grundwasserstände



Simulationsergebnisse mit FEFLOW

Szenario	Fremdwasseranfall [l/s pro 100 m]					Keller im Grundwasser
	Kanal A	Kanal B	Kanal C	Kanal D	Summe	
1	1.8	0.2	0.0	5.5	7.5	0
2		1.4	0.0	5.5	6.9	0
3	2.0		0.0	5.5	7.5	0
4	1.8	0.2		5.4	7.4	0
5	1.9	0.7	1.7		4.3	0
6			0.3	9.0	9.3	0
7		1.4		5.5	6.9	0
8		2.0	1.8		3.8	0
9	2.0			5.5	7.5	0
10	2.3		2.0		4.3	0
11	1.9	1.7			3.6	1
12				6.3	6.3	0
13			3.2		3.2	0
14		3.1			3.1	1
15	2.6				2.6	1
16					0.0	7

© DHI

Fazit

- Es bestehen starke Interaktionen zwischen den schadhaften Abwasserkanälen.
- Sanierungen einzelner Kanalhaltungen bewirken einen lokalen Grundwasseranstieg an der Haltung. Dadurch kommt es zu einer Erhöhung des Fremdwasserzuflusses an den benachbarten Haltungen.
- Schäden können vermieden werden, indem vor und während Sanierungsmaßnahmen die Grundwasserverhältnisse erkundet und überwacht werden. Alternativ kann ein Ersatzdrainagesystem geschaffen werden.

© DHI

Fallstudie Göttingen - Hagenberg

Sonnabend, 20. Oktober 2007 GÖTTINGEN

Keller voll: Hochwasser sogar auf dem Hagenl

Seit vor fünf Wochen die Kanalisation erneuert wurde, schon zweimal Schäden durch Grun

Das konnte sich niemand so recht vorstellen: Probleme mit Grundwasser hoch auf einem Berg? 50 Jahre lang waren die Keller des überwiegend in den 50er Jahren bebauten Hagenberg-Viertels trocken. Jüngst hat die Stadt die Kanalisation saniert. Und plötzlich laufen die Keller voll. Die Drainagewirkung der undichten alten Mischwasserkanalisation fehlt.

Göttingen (ck) Lutz Hohndorf pumpt – im doppelten Sinn. Nur mühsam kann er unterdrücken, laut zu werden. Neben ihm stehen zwei Tauchpumpen, mit denen er zweimal seinen Keller hat leerpumpen müssen. Draußen vor der Tür im 1,80 Meter tiefen Schacht arbeitet eine dritte Pumpe. 1000 Euro hat ihn und seinen Nachbarn Benedikt Pollok das gekostet. Gebracht hat es nichts. Gerade hatte er seinen Keller wieder leergepumpt, da drückte der nächste Regen wieder 20 Zentimeter Wasserstand durch Mörtelfußboden und Kellerwände.

Es hing noch Feuchtigkeit in der Luft, als sich Hohndorf und Pollok mit Wolfram Eisener von der Stadtentwässerung ins Keller trafen. Mit dabei Tobias Wunschik, Fachmann für „innovative Fremdwasserkonzepte". Während die Hausgemeinner dringend Lösungen von der Stadt verlangen, zucken die Fachleute selbst mit den Schultern.

Fachleute vor Rätsel

Denn die Nachbarn aus dem Wiecholderweg sind nicht allein. Aus Fliederweg, Nussanger, Pappel-, Ahorn- und Lärchenweg haben sich Leute auf das von Hohndorf verteilte Flugblatt gemeldet – teils wutschnaubend. Sie alle hatten nie Probleme. Doch seit vor fünf Wochen die alte, undichte Kanalisation erneuert wurde, laufen überall Keller voll. Offensichtlich, so Eisener, habe die alte Verrohrung wie eine riesige Flächendrainage gewirkt und viele Kubikmeter Niederschlagswasser oberhalb der undurchlässigen Lehmschicht mit dem Schmutzwasser in die Kläranlage befördert. Klar, dass hier saniert werden musste, damit die Masse der Gebührenzahler nicht die Hagenberg-Entwässerung mitzahlt.

Denn Grundwasser ist Privatsache. Dass die Häuser auf der undurchlässigen Lehmschicht einst ohne wasserdichte Wanne gebaut wurden, Wände nur auf Ringfundamenten stehen und Kellerböden aus magerem Beton geschüttet wurden, gilt heute als grober Baufehler. Ein halbes Jahrhundert hat die Folgen niemand gemerkt, weil undichte Schmutzwasserleitungen den Berg entwässerten.

Die fehlen jetzt. Nun prüft Eisener, ob sie nicht reaktiviert werden oder ein Graben zum Waldrand helfen könnte. Denn: „Wir fühlen uns in der Pflicht zu helfen – nur wie?"

GEOLOGIE AM BERG

Im Stadtgebiet beschäftigen unterschiedliche Untergründe – vom Flusskies im Tal bis zu Muschelkalk am Berg – die Stadtentwässerung. Der Hagenberg mit einer wasserundurchlässigen Schicht versetzterten Muschel-Lehms, auf der in unterschiedlicher Stärke angewehter Löß liegt, bereitet Grundwasser-Überraschungen. Die wasserdichte Schicht stellt ein unter Löß verborgenes, sehr unruhiges Relief dar, auf dessen Oberfläche in unterirdischen Strömen das Regenwasser zu Tal fließt. Das einstige Ackerland ist zudem durch landwirtschaftliche Flächendrainagen durchfurcht und durch den Kanalbau zur Zeit der Erschließung sowie durch die Sanierung zusätzlich zerklüftet. Das heißt: Der Grundwasserfluss ist unberechenbar.

Disput im feuchten Keller: Benedikt Pollok, Lutz Hohndorf, Tobias Wunschik (Büro Ralfweg), Wolfram Eisener (Stadt / v. l.). CM

Schacht mit Tauchpumpe hilft nicht: Lutz Hohndorf.

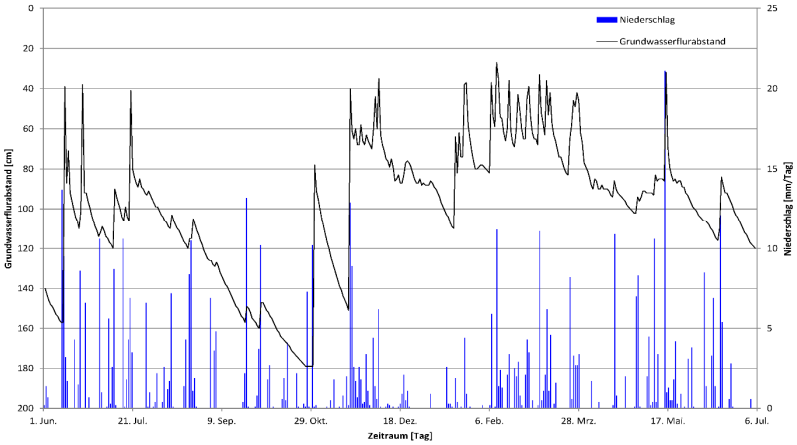
© DHI

Problemstellung

- Wohnsiedlung in Hanglage, die durch Schichtenwasser betroffen ist
- Sanierung des undichten Kanalnetzes wurde begonnen. Besonders nach Niederschlägen häuften sich Schadensvorfälle (vernässte Keller)

Fragestellung & Auswertung

- Welche Einflüsse begünstigen hohen Schichtwasserstände?
- Wie können Schäden durch Kanalsanierungsmaßnahmen vermieden werden?



Fazit

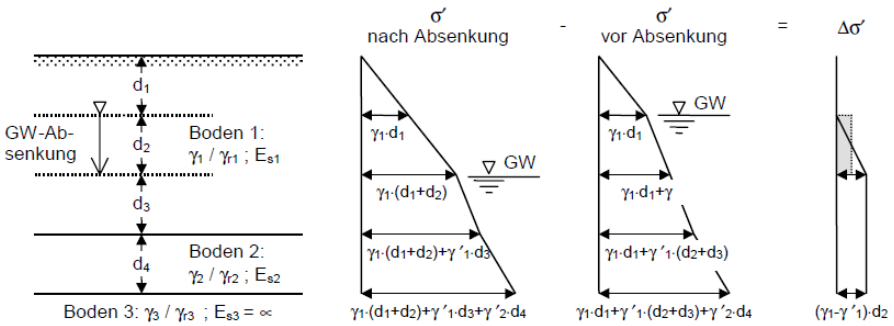
- Hydrologische Prozesse können besonders in Siedlungsgebieten mit Hanglage zu einer plötzlichen Erhöhung des Grundwassers führen
- Das Schadenspotential ist besonders nach heftigen Niederschlägen hoch, wenn zudem durch vorhergegangene Niederschläge der Boden über hohe Vorfeuchte und hohe Grundwasserstände verfügt.
- Zur Vermeidung von Schäden sollte das Versickern von häuslichen Niederschlagsentwässerungen vermieden werden, da dies die Grundwassersituation verschärft. Zudem sollten bei Sanierungsmaßnahmen die Grundwasserstände im Zusammenhang mit den Niederschlägen überwacht werden.

© DHI

5) Allgemeine Setzungsbetrachtung

Problemstellung

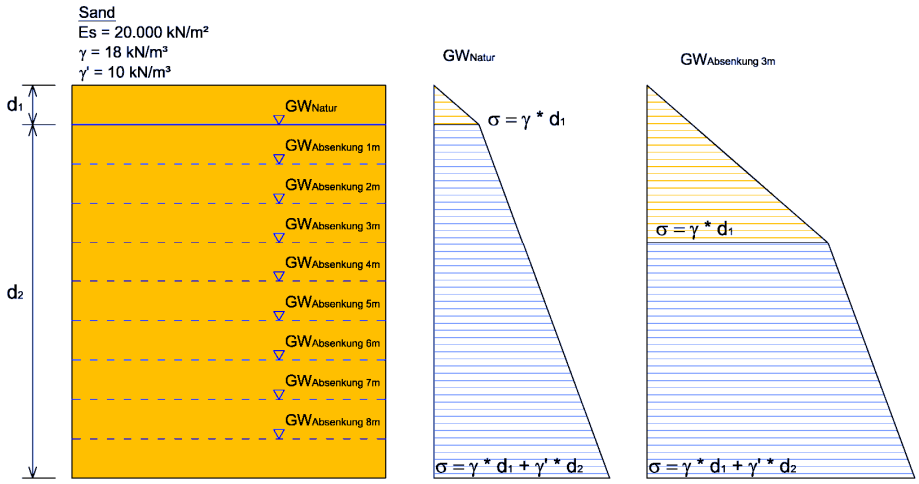
Grundwasseränderungen bewirken eine Veränderung der Bodenparameter (Wichte unter Auftrieb)
Dadurch können Setzungen oder Hebungen entstehen.



$$s_{GOK} = (\gamma_1-\gamma'_1) \cdot d_2 \cdot d_2 / (2 \cdot E_{s1}) + (\gamma_1-\gamma'_1) \cdot d_2 \cdot d_3 / E_{s1} + (\gamma_1-\gamma'_1) \cdot d_2 \cdot d_4 / E_{s2}$$

Fragestellung

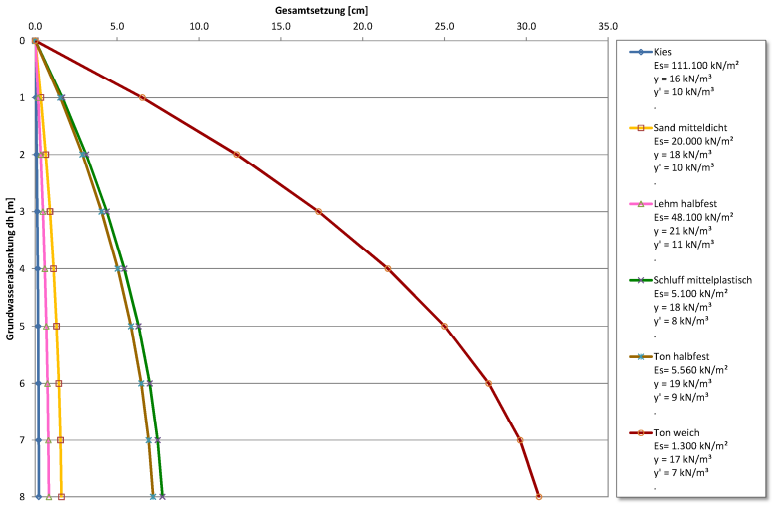
Welche Setzungen können bei verschiedenen Böden und unterschiedlichen Grundwasserabsenkungen entstehen?



$$\Delta s = \frac{\sigma \cdot \Delta d}{E_s}$$

Auswertung

Setzungen bei unterschiedlichen Böden und Absenkungszielen



Fazit

- Besonders Bestandteile der Infrastruktur (Straßen, Bauwerksfundamente) in Regionen mit bindigen Böden sind gefährdet, sich bei sinkenden Grundwasserständen zu setzen.
- In Regionen mit inhomogenen Böden (Tonlinsen) besteht die besondere Gefahr von schiefen Setzungen
- Bei schadhaften Abwasserleitungen, die in bindigen Böden verlegt wurden, sollten man die Setzungen beobachten.

© DHI

5) Zusammenfassung

Zusammenfassung

- die Infiltration von Grundwasser in undichte Abwasserleitungen sowie deren Sanierung beeinflussen den Grundwasserhaushalt
- Infiltration durch Schadstellen in Abwasserleitungen lassen sich mit FEFLOW detailliert berechnen, wenn ausreichend Daten zur Verfügung stehen
- Messung und Modellierung der Infiltrationsmengen und deren Auswirkungen auf das Grundwasser für ein größeres Untersuchungsgebiet sollte angestrebt werden
- Niederschlagswasser sollte bei Hangwasserproblemen nicht lokal versickert werden
- Durch undichte Abwassersysteme kann es zu Setzungen kommen

© DHI

Danke für Ihre Aufmerksamkeit
Wir digitalisieren, modellieren und visualisieren Wassersysteme.
DHI
WASY