

Baugrundinstitut Spotka  
Finkenweg 4  
92353 Postbauer-Heng

Ihre Nachricht vom

Ihr Zeichen

Unser Zeichen

Datum

ea-spotka-003.01/ha/hü

01.10.2019

Durchwahl: -153

Stefan.huelmeyer@blasy-overland.de

## **Bauvorhaben Neubau Hochregallager Hilpoltstein, Industriestraße 23**

### **Stellungnahme zur Machbarkeit des BV unter Maßgabe der örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse und der Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse**

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Klingele Papierwerke GmbH & Co. KG planen in Hilpoltstein im Gewebegebiet an der Industriestraße 23-31 die Errichtung eines Hochregallagers. Das Gebäude soll Abmessungen von 154 m x 42 m haben. In den beiden Abbildungen auf der folgenden Seite ist das Bauvorhaben in einem Übersichts- und einem Detaillageplan dargestellt.

Hinsichtlich der Einbindetiefe in den Untergrund bestehen mehrere Alternativen. Die vom Stadtrat favorisierte Variante besteht in einer maximalen Einbindetiefe von rd. 10 m u. GOK. Aus Kostengründen (Bauwasserhaltung, Baugrubenstabilisierung, Erdbewegung) bevorzugt der Bauherr hingegen eine möglichst geringe Einbindung in den Untergrund.

Die vorliegende Machbarkeitsuntersuchung basiert auf den Untersuchungsergebnissen des *Geotechnischen Vorberichts* (Spotka & Partner GmbH; 17.05.2019) sowie weiteren, über den Internetservice des Landesamtes für Umwelt recherchierbaren hydrogeologischen Daten.

Mit analytischen Prognoserechnungen werden die hydraulischen Auswirkungen (Grundwasseraufstauhöhen und -reichweiten) berechnet. Auf der Grundlage plausibler Annahmen zur örtlichen hydraulischen Durchlässigkeit des Grundwasserleiters wird eine Abschätzung zur Dimensionierung möglicher Abhilfemaßnahmen (Drainage, Grundwasserüberleitung) zur Minimierung eines Grundwasseraufstaus gegeben.

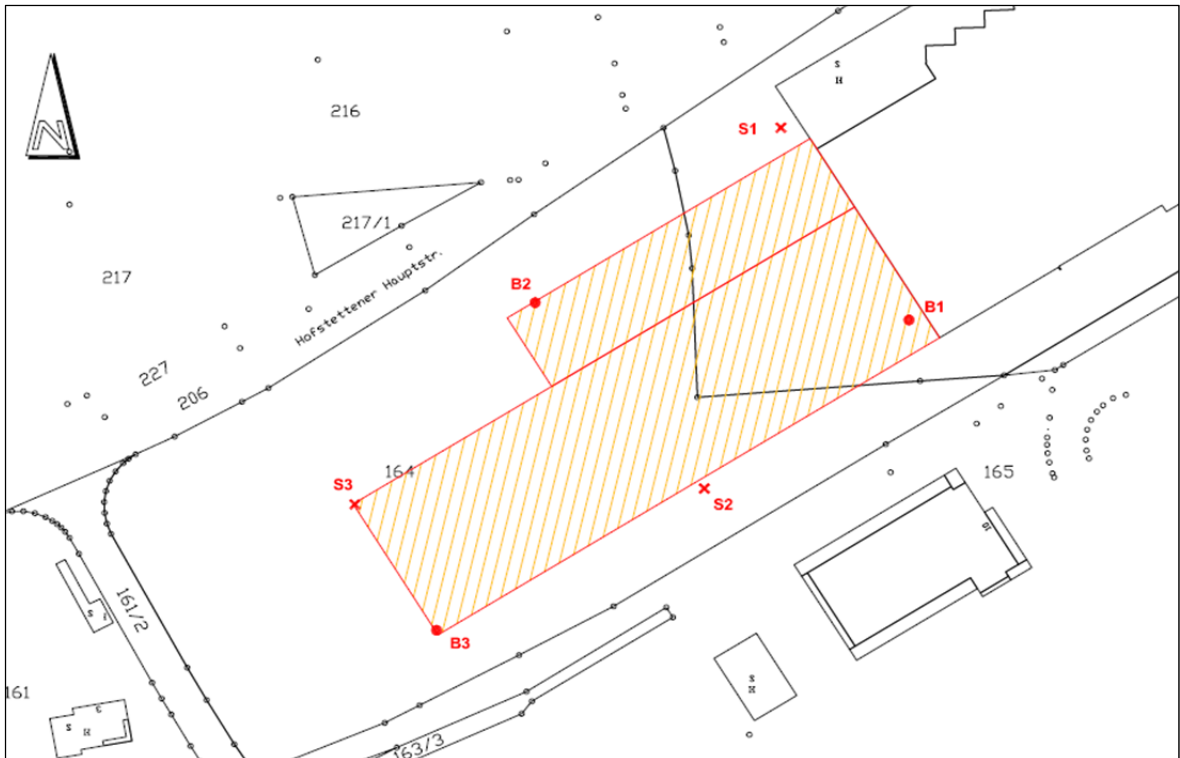
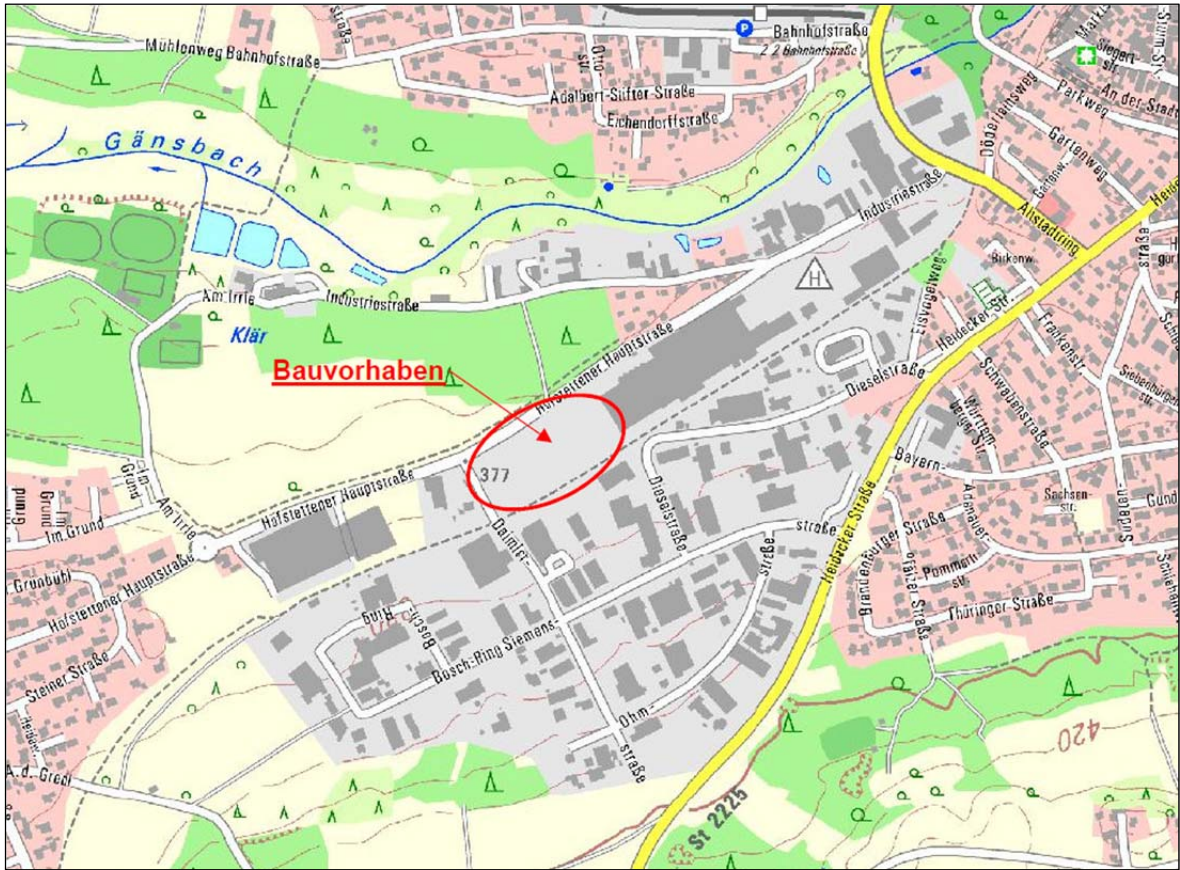


Abbildung 1: Übersichts- und Detaillageplan des BV (entnommen aus: *Geotechnischer Vorbericht*, Spotka & Partner, 17.05.2019)

## Geologischer und hydrogeologischer Überblick / örtliche Verhältnisse

In der folgenden Abbildung ist ein Ausschnitt der geologischen Karte von Bayern (GK 1:25.000, Blatt 6833 Hilpoltstein) dargestellt. Demnach befindet sich das Untersuchungsgebiet im Bereich des mittleren Burgsandstein (mittlerer Keuper). Der Sandstein ist mittel- bis grobkörnig ausgebildet, z.T. Geröll führend und führt Tonsteineinschlüssen. Entlang des nördlich verlaufenden Gansbachs ist der Sandstein von quartären Flusssedimenten (Sande und Kiese, Flussmergel) überlagert.

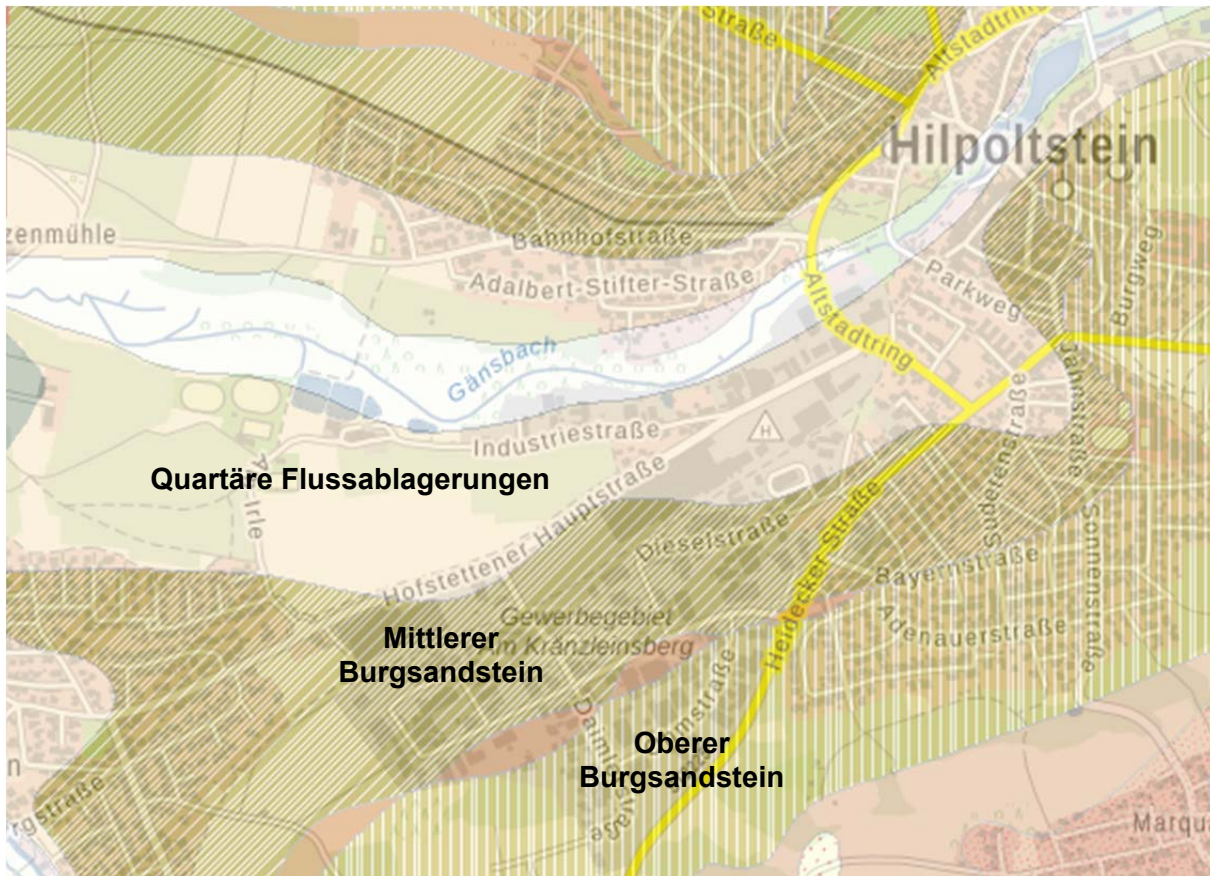


Abbildung 2: Ausschnitt Geologische Karte von Bayern GK25 (Blatt 6833 Hilpoltstein)

Im Zuge der Vorerkundung wurden auf dem Untersuchungsgebiet drei Ramm- und Rotationskernbohrungen sowie drei Sondierungen durchgeführt (Lage siehe Detaillageplan Abb. 1). Die Bohrprofile B1 bis B3 sind in der Abbildung 3 dargestellt. Die Ansatzpunkte liegen auf Geländehöhen zwischen rd. 376 und 377 m ü. NN. Die Bohrungen wurden zu Grundwassermessstellen ausgebaut.

Unter bereichsweisen Auffüllungen folgen z.T. feinkiesige, z.T. tonige Sande. Ab Teufen von rd. 2,6 m (B3) bis 4,1 m (B1) folgt der Sandstein. Dieser wurde als überwiegend mürbe bis mittelhart und teilweise grobkörnig angesprochen. Bei B2 wurde zwischen 8,1 und 10,4 m u. GOK ein Wechsel zu sandigem, wasserführendem Feinkies festgestellt. Gemäß Geotechnischem Bericht könnte es sich hierbei um eine Sandsteinkluft handeln.

Ab rd. 9,9 m u. GOK (B1) bis 10,4 m u. GOK (B2 und B3) wurde Tonstein angetroffen. Bei B2 und B3 wurde dieser mit Mächtigkeiten von rd. 1,2 m bzw. 1,5 m durchteuft. Im Liegenden hierzu folgen wiederum bis zu den Endteufen von 15 bzw. 14 m u. GOK Sandsteine.



Gemäß dem Informationsblatt *Hydrogeologischer Teilraum Keuper-Bergland* des Landesamtes für Umwelt ist der Burgsandstein in sandiger Fazies der  $k_f$ -Wert-Klasse 12 entsprechend einer mäßigen bis mittleren hydraulischen Durchlässigkeit von  $1 \times 10^{-6}$  m/s bis  $1 \times 10^{-4}$  m/s zuzuordnen. Feldversuche (Versickerungsversuche oder Pumpversuche) mit Bestimmung der örtlichen Durchlässigkeit wurden nicht durchgeführt.

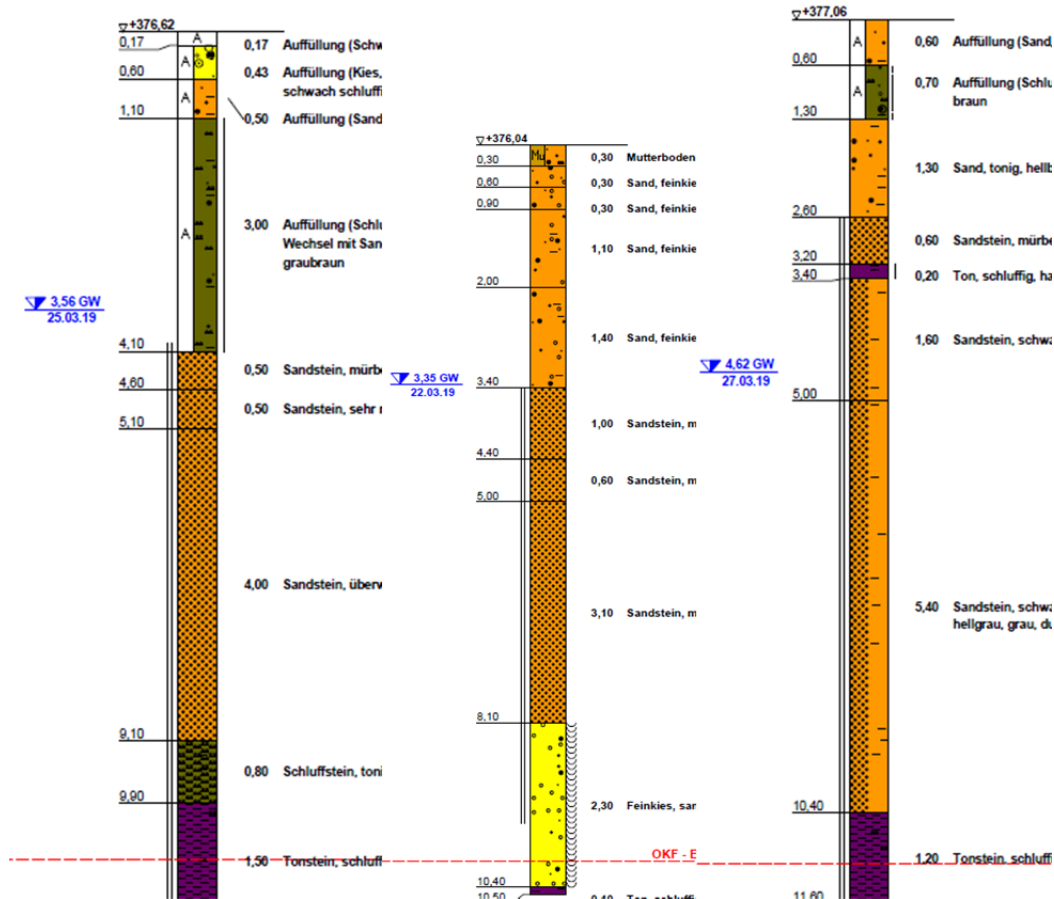


Abbildung 3: Bohrprofile B1-B2-B3 (entnommen aus: *Geotechnischer Vorbericht*, Spotka & Partner, 17.05.2019; die geplante maximale Einbindetiefe bis 366 m ü. NN ist jeweils rot markiert)

Die Recherche der maßgeblichen hydrogeologischen Parameter kann somit wie folgt zusammengefasst werden:

- Grundwasserfließrichtung: SSO bis SO  $\Rightarrow$  NNW bis NW
- Grundwassergefälle: rd. 0,5 %
- Grundwassermächtigkeit: rd. 5,6 bis 7 m (bis zur obersten erbohrten Tonsteinschicht)
- Grundwasserstand: rd. 372,5 bis 373,0 m ü. NN
- Grundwasserflurabstand: rd. 3,6 – 5,3 m
- $k_f$ -Wert:  $1 \times 10^{-6}$  bis  $1 \times 10^{-4}$  m/s

## Geplantes Bauvorhaben

Der Umfang des geplanten Hochregallagers ist aus der Abbildung 1 ersichtlich. Die maßgeblichen Daten können wie folgt zusammengefasst werden:

- Abmessungen: 154 m x 42 m
- Geländehöhe rd. 376 m ü. NN
- Maximale Einbindetiefe rd. 366 m ü. NN (= 10 m u. GOK)

Gemäß den vorliegenden Bohrprofilen wird bei Ausführung des BV mit maximaler Einbindetiefe der Grundwasserstrom vollständig (B1, B3) bzw. bis auf eine geringe Restmächtigkeit der Grundwasserunterströmung von wenigen Dezimetern (B2) abgesperrt.

## Hydraulische Auswirkungen

Hinsichtlich eines *worst-case-szenarios* zur Berechnung der hydraulischen Auswirkungen wird die Grundwasserfließrichtung als senkrecht zur Breitseite des Gebäudes ( $B = 154$  m) angenommen. Die o.g. geringe Restmächtigkeit der Grundwasserunterströmung bei einer Einbindetiefe von 10 m wird vernachlässigt. Mit einer Variantenrechnung wird auch eine geringere Einbindetiefe von 5 m berechnet. Es verbleibt somit eine Restmächtigkeit der Grundwasserunterströmung von rd. 5 m.

Zur Berechnung der hydraulischen Auswirkungen eines Hindernisses im Grundwasserstrom kann ein analytisches Verfahren verwendet werden. Die hier durchgeführten Berechnungen basieren auf den von BRANDL (1979) erläuterten Berechnungsmöglichkeiten von Grundwasseraufstauhöhen vor Gebäuden. Es werden darin Lösungsansätze für die unterschiedlichen Fälle der Unterströmung, Umströmung und Unter- und Umströmung von Objekten im Grundwasserstrom gegeben.

Die Berechnung der Aufstauhöhe erfolgt über folgende Formeln:

$$\Delta h = 0,5 \times I (1-a) \times B \quad \text{Gleichung 1}$$

$$\text{mit: } a = \frac{B + L}{H (f_p + f_u) + B} \quad \text{Gleichung 2}$$

$$f_p = \frac{L}{H - T} \quad \text{Gleichung 3}$$

$$f_u = -\frac{4}{\pi} \ln \left( \sin \left( \frac{\pi}{2} \times \frac{H - T}{H} \right) \right) \quad \text{Gleichung 4}$$

mit:

$\Delta h$  = Aufstauhöhe

$I$  = Grundwassergefälle (5,0 ‰)

$B$  = Breite des Objektes im Grundwasserstrom (154 m)

$L$  = Länge des Objektes im Grundwasserstrom (42 m)

$H$  = Grundwassermächtigkeit  $M$  (7,0 m)

$T$  = Eintauchtiefe des Objektes (2 m und 7 m)

$a$  = prozentualer Anteil der Unterströmung

$f_p$  und  $f_u$  = Formparameter

Ergebnisse: Bei einer vollständigen Absperrung des Grundwasserleiters auf einer Länge von 154 m quer zur Fließrichtung wird ein maximaler Aufstau unmittelbar oberstromig des Bauwerks von rd. 0,4 m sowie eine korrespondierende unterstromige Absenkung in gleicher Höhe erzeugt. Die Reichweite des Restaufstaus von 10 cm liegt bei rd. 2 m.

Bei einer geringeren Einbindetiefe von 5 m u. GOK, d.h. mit einer Restmächtigkeit der Grundwasserunterströmung von 5 m wird eine Aufstauhöhe von rd. 3 cm erzeugt.

### Abschätzung der erforderlichen Dimensionierung von Drainagen bzw. Überleitungen

I.d.R. werden seitens des Wasserwirtschaftsamts Aufstauhöhen von bis zu 10 cm toleriert. Die hier berechneten Aufstauhöhen von bis zu 40 cm sind ohne Abhilfemaßnahmen wasserrechtlich i.d.R. nicht genehmigungsfähig. Als Abhilfemaßnahmen sind beispielsweise eine Ringdrainage oder eine (bzw. mehrere) Grundwasserüberleitung(en) denkbar.

Aufgrund der vergleichsweise geringen Durchlässigkeit des Grundwasserleiters ( $1 \times 10^{-06}$  bis  $1 \times 10^{-04}$  m/s) sind hier geringe Überleitungsmengen zu erwarten. Auch unter der Annahme eines  $k_f$ -Wertes im oberen Bereich der o.g. Bandbreite liegen diese bei deutlich unter 2 l/s.

### Weitere Gefährdungspotentiale

In der folgenden Abbildung sind Schutzgebiete sowie Hochwasserrisikoflächen im Umfeld des Bauvorhabens dargestellt. Durch die oben dargestellten hydraulischen Auswirkungen (auch bei einem Defekt der genehmigungsrechtlich erforderlichen Abhilfemaßnahmen) ist keines der Schutzgüter erkennbar betroffen. Weiterhin befindet sich keine in besonderem Maße gefährdete Wohnbebauung im Umfeld des Bauvorhabens.

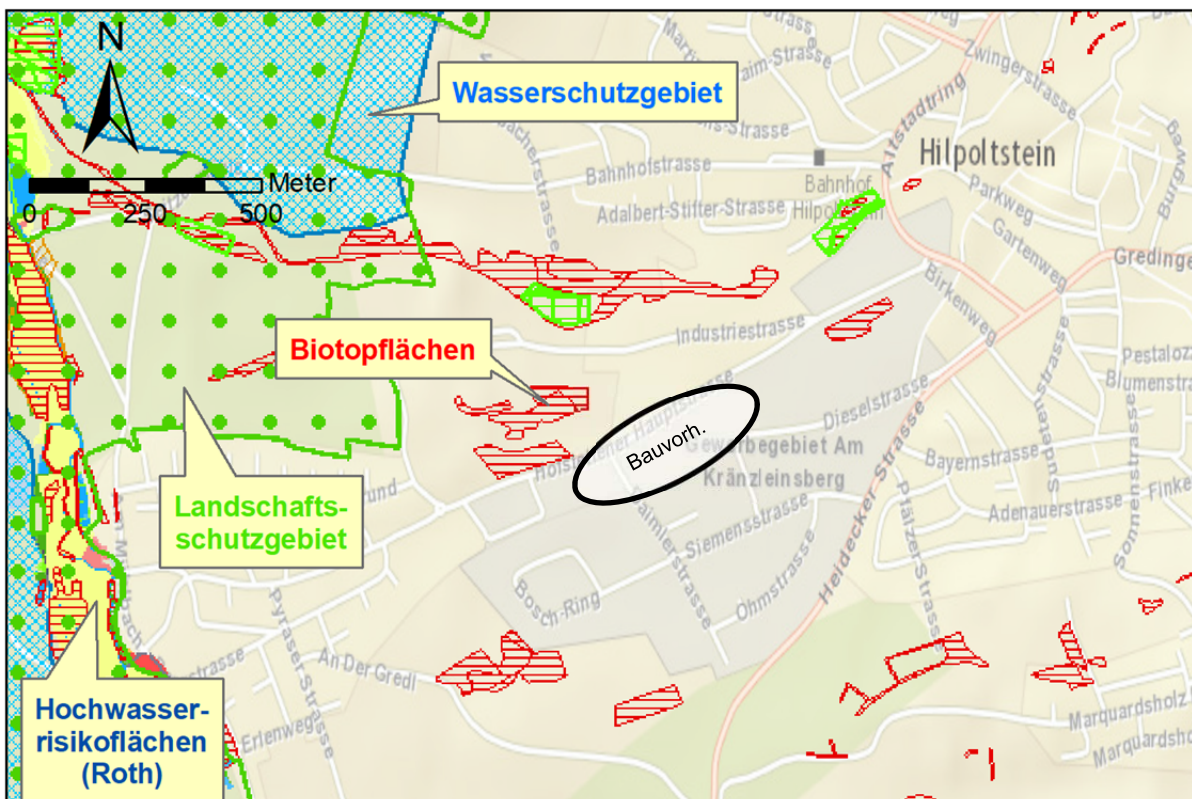


Abbildung 4: Lageplan mit Schutzgebieten

## Liegender Grundwasserleiter

Mit den Bohrungen B1 und B3 wurde eine 1,2 m bis 1,5 m mächtige Tonsteineinschaltung zwischen den oberen und unteren Sandsteinschichten durchteuft. Beide Bohrungen wurden als Grundwassermessstellen mit durchgängiger Verfilterung über diese Einschaltung hinweg ausgebaut (siehe folgende Abbildung).

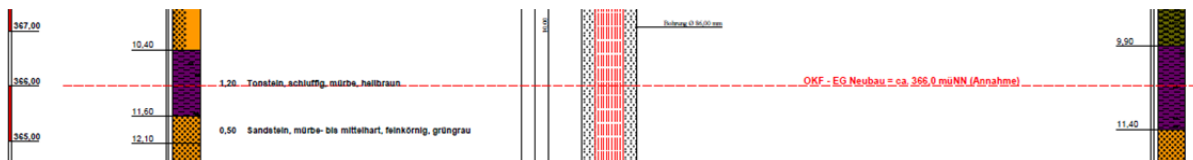


Abbildung 5: Ausschnitt aus den Bohrprofilen B1 und B3 (entnommen aus: *Geotechnischer Vorbericht*, Spotka & Partner, 17.05.2019)

Mit einer Einbindung des Bauwerks bis zu einer Höhenkote bei 366 m ü. NN würde diese Trennschicht in ihrer Mächtigkeit um rd. 0,5 m bis rd. 0,7 m reduziert werden.

Über eine regional aushaltende Trennung des Grundwasservorkommens in einen oberen und einen unteren Grundwasserleiter sowie über eine wasserwirtschaftlich besondere Schutzbedürftigkeit des unteren Abschnitts liegen keine Kenntnisse vor. Um die Reduzierung der Tonsteinmächtigkeit zu vermeiden, könnte ggfs. die Einbindetiefe geringfügig, d.h. um rd. 0,7 m nach oben verschoben werden.

## **Zusammenfassung und Fazit**

Die Klingele Papierwerke GmbH & Co. KG planen in Hilpoltstein im Gewebegebiet an der Industriestraße 23-31 die Errichtung eines Hochregallagers mit den Abmessungen 154 m x 42 m. Hinsichtlich der Einbindetiefe in den Untergrund bestehen mehrere Alternativen.

Die vorliegende Machbarkeitsuntersuchung sollte die örtlichen hydrogeologischen Verhältnisse sowie die wasserrechtliche Genehmigungsfähigkeit berücksichtigen. Kostenschätzungen bzw. Aspekte zur Wirtschaftlichkeit der unterschiedlichen Varianten sind nicht zu berücksichtigen.

**Ergebnis:** Im ungünstigsten Fall wird mit einer maximalen Einbindetiefe von rd. 10 m u. GOK der Grundwasserleiter vollständig abgesperrt. Dies verursacht einen Grundwasseraufstau von maximal rd. 0,4 m. Für die Reduzierung der Auswirkungen auf ein genehmigungsfähiges Maß von < 0,1 m sind Abhilfemaßnahmen (z.B. Ringdrainagen oder Grundwasserüberleitungen) erforderlich. Aufgrund der geringen Durchlässigkeit sind dabei geringe Überleitungsmengen < 2 l/s zu erwarten. Auch bei einem Defekt der genehmigungsrechtlich erforderlichen Abhilfemaßnahmen ist keine unmittelbare Gefährdung von Schutzgebieten im Umfeld erkennbar.

Durch eine Einbindung des Gebäudes bis 366 m ü. NN (= rd. 10 m u. GOK) wird eine Tonsteineinschaltung mit einer Mächtigkeit von rd. 1,2 bis 1,5 m zwischen oberen und unteren grundwasserführenden Sandsteinschichten um rd. 50 % reduziert. Ist dies aus wasserwirtschaftlicher Sicht nicht erwünscht, müsste die Höhenkote der Gebäudeunterkante um rd. 0,7 m nach oben verschoben werden.

Weitere Auswirkungen und Gefährdungspotenziale sind nicht erkennbar.

Für Rückfragen stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. Blasy – Dr. Øverland  
Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Stefan Hülmeyer', written in a cursive style.

i. A. Dr. Stefan Hülmeyer  
(Dipl.-Geol.)