

# GEO CONSULT

Beratende Ingenieure und Geologen

## **Hydrogeologisches Gutachten Untersuchung der Versickerungsfähigkeit Erweiterung der GGS Lindlar Ost**

(Gemarkung Lindlar, Flur 043, Flurstücke 155)

Projekt-Nr. 24023400	Schreiben-Nr.: Wa/H0330824	Bearb.: B.Sc. Geow. D. Wagner		
Datum: 03.09.2024	Seiten: 7	Tabellen: 1	Abbildungen: 1	Anlagen: 3
Auftraggeber: BGW GmbH der Gemeinde Lindlar, Borromäusstraße 1, 51789 Lindlar				

Bau-, Grundstücks- und Wirtschaftsförderungs- GmbH  
Gemeinde Lindlar  
Borromäusstraße 1

51789 Lindlar

Overath, 04.09.2024  
Wa/H0330824  
Proj.-Nr. 24023400

## Inhalt

1. Anlass .....	3
2. Lage / Morphologie / Geologie / Hydrologie .....	3
3. Versickerungsversuche und $k_f$ -Wert Ermittlung.....	5
4. Zusammenfassung / Allgemeine Hinweise .....	6

## Anlagen

1. Lageplan mit Eintragung der Untersuchungspunkte (M 1:500)
2. Bohrprofile (M 1:25)
3. Auswertung der Sickerversuche

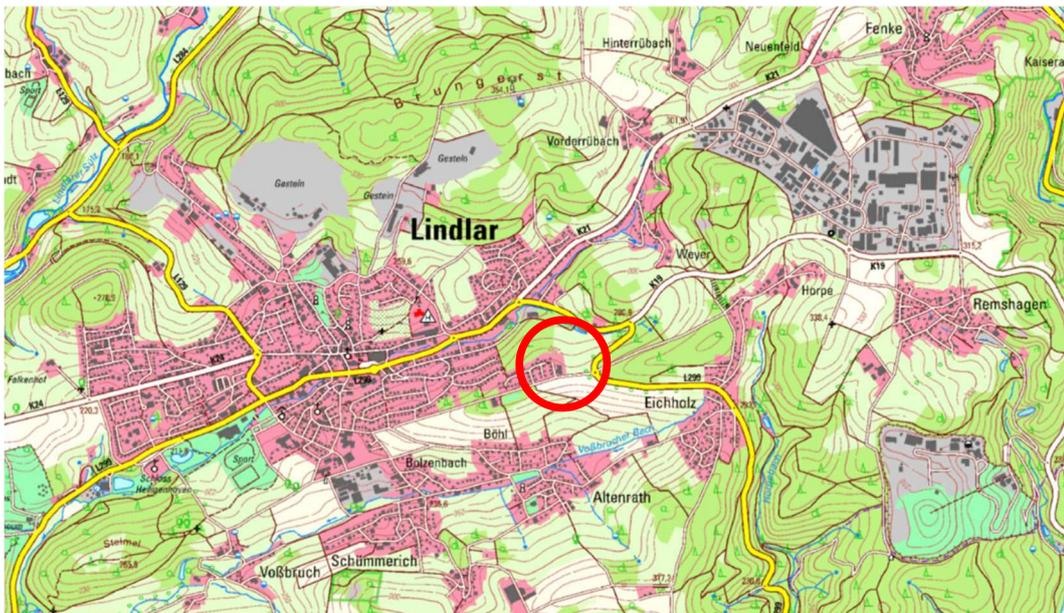
## 1. Anlass

Die Bau-, Grundstücks- und Wirtschaftsförderungs- GmbH der Gemeinde Lindlar plant die Erweiterung der Gemeinschaftsgrundschule Lindlar-Ost. Vorab sollte die Möglichkeit einer Versickerung von Niederschlagswasser (Dach- und Wegflächen) auf dem Flurstück geklärt werden.

Unser Büro wurde auf Grundlage des Angebots A-20535 vom 29.08.2024 beauftragt die Untergrundverhältnisse zu erkunden, Versickerungsversuche durchzuführen und Aussagen zur Versickerungsfähigkeit auf der untersuchten Fläche zu treffen.

## 2. Lage / Morphologie / Geologie / Hydrologie

Das zu begutachtende Grundstück befindet sich im Lindlarer Ortsteil Altenrath ca. 140 m westlich der Engelskirchener Straße (Landesstraße L299). Eine Übersicht über die Lage der Baufläche gibt der nachfolgende Kartenauszug.



Das Grundstück besitzt ein Gefälle nach Norden mit Geländehöhen gemäß Lageplan und unserem Einmaß zwischen ca. 280,0 mNHN und 294,3 mNHN.

Das betrachtete Grundstück liegt weder in einer Wasserschutzzone noch in einem Naturschutzgebiet, jedoch befindet es sich in einem Landschaftsschutzgebiet (LSG-4710-0002).

Die geologische Karte (Blatt 4910 Lindlar) weist für den Bereich der Baufläche als Baugrund mitteldevonische Festgesteine der Mühlenberg-Schichten in Form von feinkörnigem, karbonatischem Grauwackesandstein aus.

Auf dem Gelände wurden am 25.03.2024 und 26.03.2024 im Rahmen einer orientierenden Baugrunduntersuchung insgesamt 16 Kleinrammbohrungen (KRB) gemäß EN ISO 22475-1 mit Bohrtiefen zwischen 0,6 m und 2,9 m unter GOK durchgeführt. Die Bohrprofile sind der Vollständigkeit halber beigefügt. Zur Überprüfung der Versickerungsfähigkeit wurden am 30.08.2024 drei weitere KRB gemäß EN ISO 22475-1 mit Bohrtiefen zwischen 0,6 m und 2,9 m unter GOK abgeteuft. In und neben den KRB wurden insgesamt 7 Versickerungsversuche durchgeführt. Gegenstand dieses Kurzgutachtens sind die Untersuchungen vom 30.08.2024. Die Bohrprofile gem. DIN 4023 befinden sich in Anlage 2. Die Lage der Untersuchungspunkte zeigt der Lageplan in Anlage 1.

Nach Auswertung der Untersuchungsergebnisse stehen im Bereich der geplanten Versickerung die nachfolgend beschriebenen Baugrundsichten an.

## **Oberboden**

Direkt an der Oberfläche findet sich in allen Bohrungen bis in eine Tiefe zwischen 0,2 m und 0,3 m unter GOK Oberboden aus feinsandigem Schluff mit organischen Beimengungen. Der Oberboden besitzt eine steife Konsistenz.

## **Verwitterungslehm**

Im Liegenden des Oberbodens schließt sich in allen KRB bis in eine Tiefe zwischen 0,6 m bis 1,0 m unter GOK Verwitterungslehm aus Schluff mit variierenden Anteilen an Feinsand und Gesteinsbruch an. Der Verwitterungslehm weist eine steife bzw. halbfeste Konsistenz auf.

## **Sandstein, verwittert**

Bis zu den erreichten Endteufen zwischen 2,1 m und 3,0 m unter GOK wurde in allen Bohrungen verwitterter Sandstein aus variierenden Anteilen an Gesteinsbruch, Sand und Ton erbohrt. Der verwitterte Sandstein ist mitteldicht bis dicht gelagert.

Unterhalb der erreichten Endteufe stehen weiterhin devonische Festgesteine in geringeren Verwitterungsgraden an.

Zum Zeitpunkt der Felderkundungen am 30.08.2024 konnte in keiner der KRB durch Bohrlochmessungen mit dem Lichtlot bis in eine maximale Tiefe von 3,0 m unter GOK ein freier Wasserspiegel festgestellt werden.

Die Oberflächenentwässerung im Untersuchungsgebiet erfolgt über den im Norden befindlichen Lennefer Bach mit allgemein südwestlicher Abflussrichtung.

Nach Auswertung der hydrogeologischen Situation bewegt sich der oberste, durchgängige Grundwasserhorizont innerhalb von Kluft- und Schichtflächen des Festgesteins in größerer Tiefe unter GOK.

Jahreszeitlich bzw. witterungsbedingt kann es im bindigen Untergrund zur Ausbildung von Schichtwasser- und Staunässehorizonten kommen.

### 3. Versickerungsversuche und $k_f$ -Wert Ermittlung

Bei der Ermittlung des Wasseraufnahmevermögens nach den Richtlinien des USBR Earth Manual wird vor Messung der Sickerfähigkeit das Bohrloch mit einem Filterrohr ausgebaut und durch Einfüllen von Wasser über 45 Minuten gesättigt. Im Anschluss daran wird die versickernde Wassermenge  $Q$  pro Zeiteinheit gemessen.

Die Berechnung der wirksamen Sickerflächen und der Sickerraten wird nach dem Regelwerk der Abwassertechnischen Vereinigung, Arbeitsblatt DWA-A 138 (April 2005) vorgenommen.

Die  $k_f$ -Werte werden nach USBR Earth Manual über die "Formel 1" oder die "Formel 2" für die ungesättigte bzw. teilgesättigte Bodenzone ( $k_f$ -Wert) berechnet:

$$k_f = \frac{Q}{(C_u * r * H)} \text{ [cm/s]} \quad [1]$$

$$k_f = 2 * \frac{Q}{((C_s + 4) * r * (T_u * H - A))} \text{ [cm/s]} \quad [2]$$

#### Legende:

$k_f$	= Durchlässigkeitsbeiwert [cm/s]	$T_u$	= Tiefe Wasserspiegel bis Grenze der untersuchten Schicht
$Q$	= versickerte Wassermenge [cm <sup>3</sup> /s]	$H$	= Höhe Wasserspiegel über Bohrlochsohle
$C_u, C_s$	= Koeffizient nach USBR	$A$	= Länge unverrohrtes Bohrloch [cm]
$r$	= Ausbauradius [cm]		

In Abhängigkeit vom Verhältniswert  $H/T_u$  zu  $T_u/A$  wird die "Formel 1" oder die "Formel 2" zur  $k_f$ -Wert-Berechnung herangezogen. Aus den gemessenen Versickerungswerten errechnen sich folgende Durchlässigkeitsbeiwerte:

Untersuchungspunkt	Bodenart	Tiefe*) [m u. GOK]	$k_f$ -Wert [m/s]
SV 1 <sub>flach</sub>	<u>Verwitterungslehm</u> (Schluff, schwach feinsandig, mit wenig Gesteinsbruch)	0,2 – 1,0	< 1,0 x 10 <sup>-8</sup> (keine Versickerung)
KRB 17 / SV 1 <sub>mittel</sub>	<u>Sandstein, verwittert</u> (Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig, mit Gesteinsbruch)	1,0 – 2,2	1,2 x 10 <sup>-6</sup>
KRB 17 / SV 1 <sub>tief</sub>	<u>Sandstein, verwittert</u> (Fein- bis Mittelsand, schwach tonig, mit wenig Gesteinsbruch)	2,2 – ≥ 3,0	< 1,0 x 10 <sup>-8</sup> (keine Versickerung)
KRB 18 / SV 2 <sub>mittel</sub>	<u>Sandstein, verwittert</u> (Gesteinsbruch, sandig, bis 1,5 m schwach schluffig)	0,7 – 1,5	1,6 x 10 <sup>-5</sup>
KRB 18 / SV 2 <sub>tief</sub>	<u>Sandstein, verwittert</u> (Gesteinsbruch, sandig)	1,5 – ≥ 2,1	9,9 x 10 <sup>-6</sup>
KRB 19 / SV 3 <sub>mittel</sub>	<u>Sandstein, verwittert</u> (Fein- bis Mittelsand bzw. ab 2,3 m Sand, schwach schluffig bis 1,5 m, tonig ab 1,5 m bis 2,3 m, ab 2,3 m mit Gesteinsbruch)	1,0 – 2,3	2,9 x 10 <sup>-6</sup>

Untersuchungspunkt	Bodenart	Tiefe*) [m u. GOK]	k <sub>f</sub> -Wert [m/s]
KRB 19 / SV 3 <sub>tief</sub>	<u>Sandstein, verwittert</u> (Sand, mit Gesteinsbruch)	2,3 – ≥ 2,6	1,2 x 10 <sup>-5</sup>

\*) Schichtgrenzen der versickerungswirksamen Schicht(en)

Die von der DWA im Arbeitsblatt A 138 empfohlenen Durchlässigkeitsbeiwerte für die Beseitigung von Niederschlagswasser liegen zwischen  $5 \times 10^{-3}$  m/s und  $1 \times 10^{-6}$  m/s.

Für den bindigen Verwitterungslehm kann aus der Erfahrung ein k<sub>f</sub>-Wert von  $\leq 1,0 \times 10^{-8}$  m/s angesetzt werden. Dies kann anhand der durchgeführten Sickerversuche bestätigt werden. Somit liegt die Durchlässigkeit des Verwitterungslehms außerhalb des zulässigen Intervalls der DWA.

Die für den verwitterten Sandstein ermittelten k<sub>f</sub>-Werte liegen zwischen  $< 1,0 \times 10^{-8}$  m/s und  $1,6 \times 10^{-5}$  m/s. Die ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte k<sub>f</sub> des verwitterten Sandsteins liegen somit außerhalb bzw. im unteren bis mittleren Bereich des zulässigen Intervalls der DWA.

Das Bodenprofil und der Verlauf der Sickerversuche deutet daraufhin, dass im Bereich des Untersuchungsgebietes teilweise keine vertikale Versickerung stattfindet, sondern sich das Niederschlagswasser als hangparalleles Schichtenwasser im Untergrund bewegt.

Am Untersuchungspunkt KRB 19 / SV 3 wurde allerdings in der Tiefe ein besserer Durchlässigkeitsbeiwert ermittelt. Ob dies auch unterhalb der Aufschlusstiefe von 2,6 m unter GOK der Fall ist, wäre zu prüfen.

#### 4. Zusammenfassung / Allgemeine Hinweise

An dem untersuchten Standort auf dem Flurstück 155 in Lindlar-Altenrath sollte die Möglichkeit einer Versickerung von Niederschlagswasser überprüft werden.

Gemäß den Vorgaben der DWA muss zwischen der Unterkante einer Versickerungsanlage und dem mittleren höchsten Grundwasserstand mindestens 1,0 m Abstand liegen. Dies ist am überprüften Standort grundsätzlich möglich.

Als möglicher Standort für eine Versickerungsanlage kommt aufgrund der Topografie der nördliche Bereich des Flurstücks in Frage. Auf Grundlage der festgestellten Randbedingungen ist eine Versickerung des anfallenden Niederschlagswassers in der Tiefe, z.B. über eine Rigole oder eine Versickerungsmulde, jedoch nur bedingt möglich. Die Erfahrung hat gezeigt, dass das verwitterte Festgestein meist mit zunehmender Tiefe und somit geringeren Verwitterungsgraden an Sickerleistung verliert. Dies ist im überprüften Gebiet aufgrund des Verlaufs der Sickerversuche ebenfalls zu erwarten. In den Untergrund eingeleitetes Niederschlagswasser bewegt sich dann häufig als hangparalleles Schichtenwasser. Dies entspricht dem natürlichen Abflussverhalten. Um einen eventuellen Austritt dieses Schichtenwassers im weiteren Geländeverlauf entgegenzuwirken, sind ggf. Geländemulden hangabwärts zu platzieren, welche das anfallende Wasser wiederaufnehmen.

Für das auf befahrenen Flächen anfallende Niederschlagswasser wird i.d.R. eine vorherige „Abreinigung“ wie zum Beispiel eine Versickerung über die belebte Bodenzone (breitflächig oder über Mulden) oder die Vorschaltung einer Reinigungsanlage gefordert. Bei Mulden werden im Schnitt 10 % der zu versickernden Fläche benötigt.

Zur Verifizierung und Nachverfolgung der sickerfähigen Schichten empfehlen wir den Untergrund im Bereich der geplanten Versickerungsanlage mit einem Baggerschurf und Sickerversuchen ergänzend zu überprüfen.

Die in diesem Gutachten ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte  $k_f$  können zur Dimensionierung von Versickerungsanlagen gemäß den Vorgaben und Richtlinien aus dem DWA Arbeitsblatt A 138 verwendet werden.

Für Bau, Betrieb und Wartung von Versickerungseinrichtungen sind grundsätzlich die Maßgaben des Arbeitsblattes DWA-A 138 (April 2005) zu beachten.

Grundsätzlich treffen die Aussagen dieses Gutachtens bezüglich Bodenaufbau, Schichttiefen sowie Durchlässigkeitsbeiwerten nur auf den untersuchten Standort zu. Soll die Versickerungsanlage an einem anderen Standort errichtet werden, ist dies mit unserem Büro abzustimmen. Ggf. sind Sickerversuche in Baggerschürfen notwendig, um hierzu eine belastbare Aussage treffen zu können.

**GEO CONSULT**  
Beratende Ingenieure und Geologen



i.A. Denis Wagner  
(B.Sc. Geowissenschaften)



- KRB Kleinrammbohrung
- KRB/SV Kleinrammbohrung/Sickerversuch

**Lage der Untersuchungspunkte**

AG: Gemeinde Lindlar  
 UO: Altenrather Feld 2, Lindlar

Maßstab: 1 : 500 DIN A3	Projekt-Nr.: 24023400
Datum: 03.09.2024	Zeichnungs-Nr.: 311-09-24
Gezeichnet: pe	Geändert:

Anlage: 1

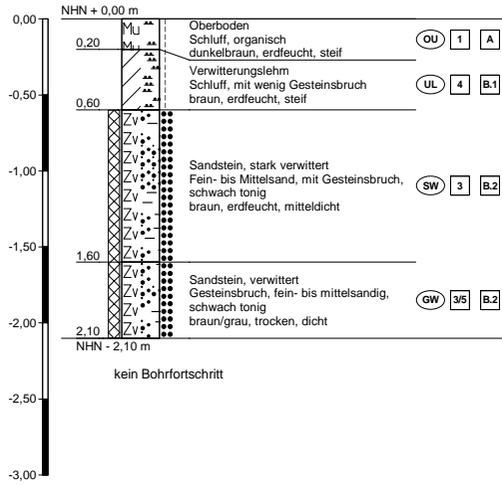
**GEO CONSULT**  
 Beratende Ingenieure und Geologen

Bach und Rietz Beratende Ingenieure PartG mbB  
 51491 Overath E-Mail: mail@geo-consult-overath.de  
 Maarweg 8 Internet: www.geo-consult-overath.de  
 Tel. 02206 / 9027-30  
 Fax 02206 / 9027-33 Amtsgericht Essen PR 3517

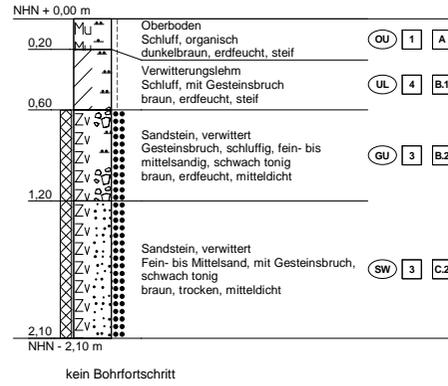
Jugendherberge  
L 299

**Zeichnung**

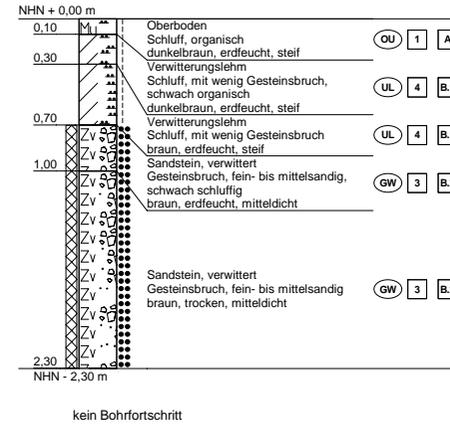
**KRB 1**



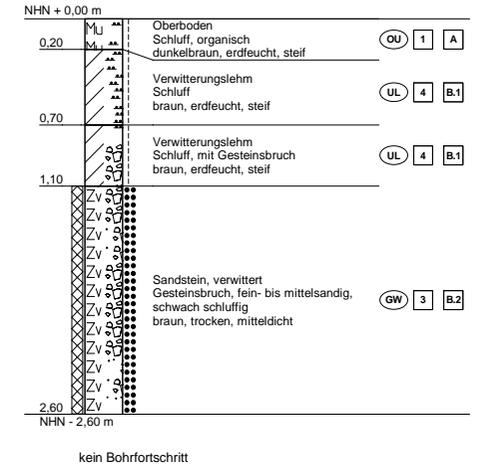
**KRB 2**



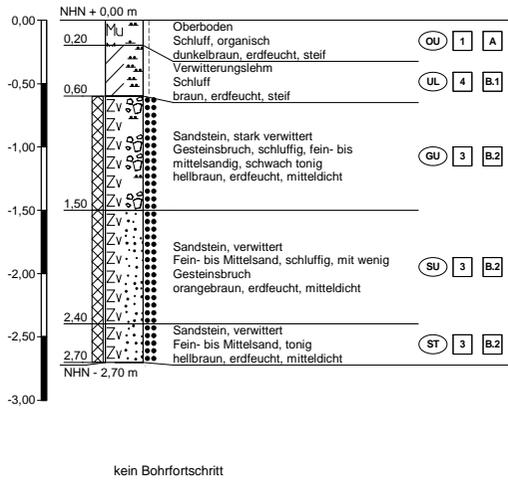
**KRB 3**



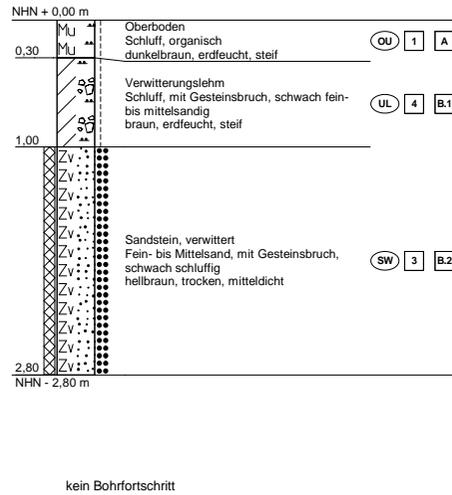
**KRB 4**



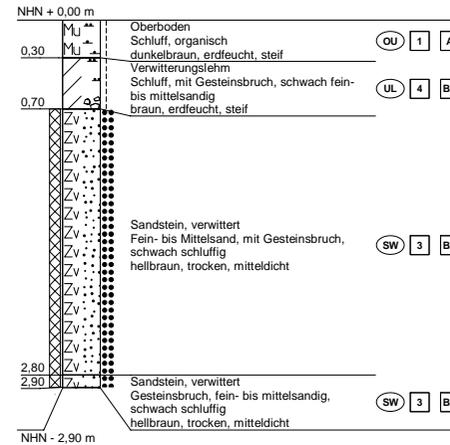
**KRB 5**



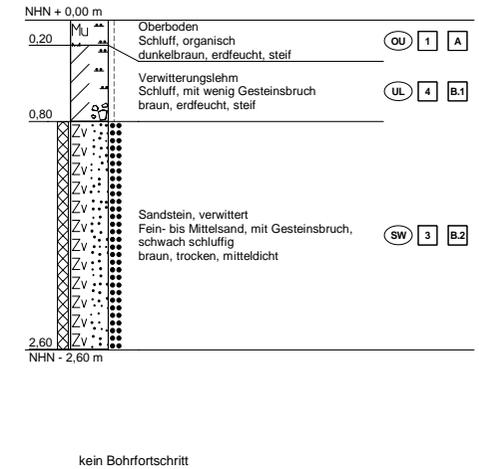
**KRB 6**



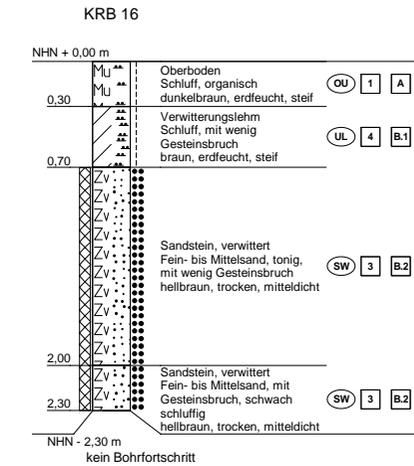
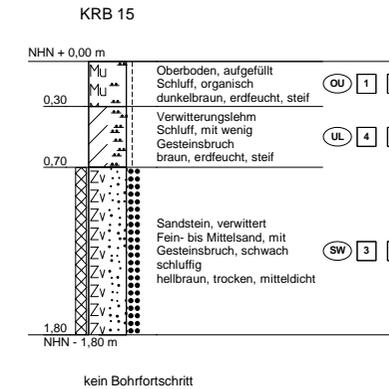
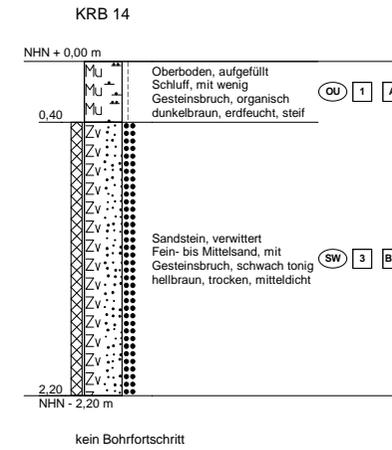
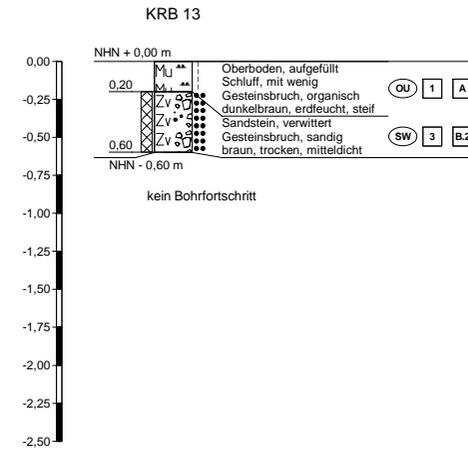
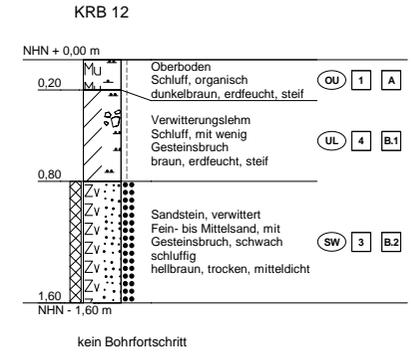
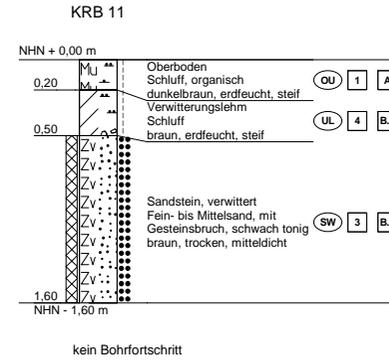
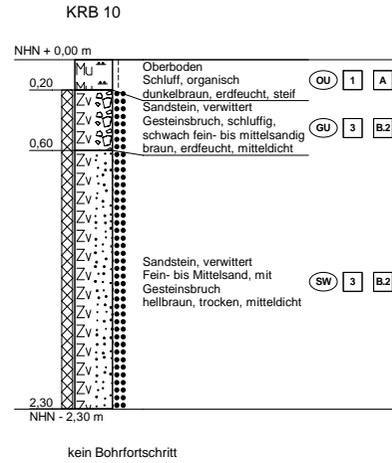
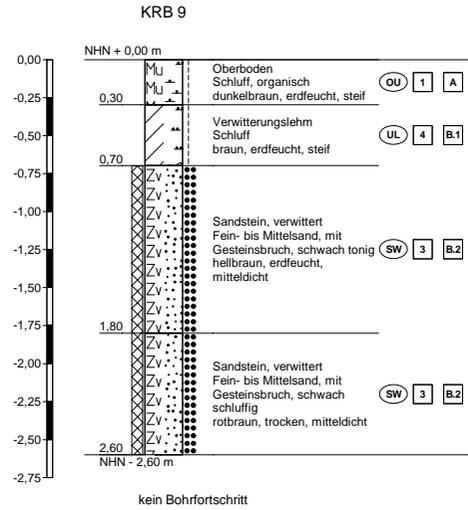
**KRB 7**



**KRB 8**



**Zeichnung**



**GEO CONSULT**Beratende Ingenieure und Geologen  
Maarweg 8, 51491 Overath  
Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: Altenrather Feld 2, Lindlar

Anlage 2

Datum: 30.08.2024

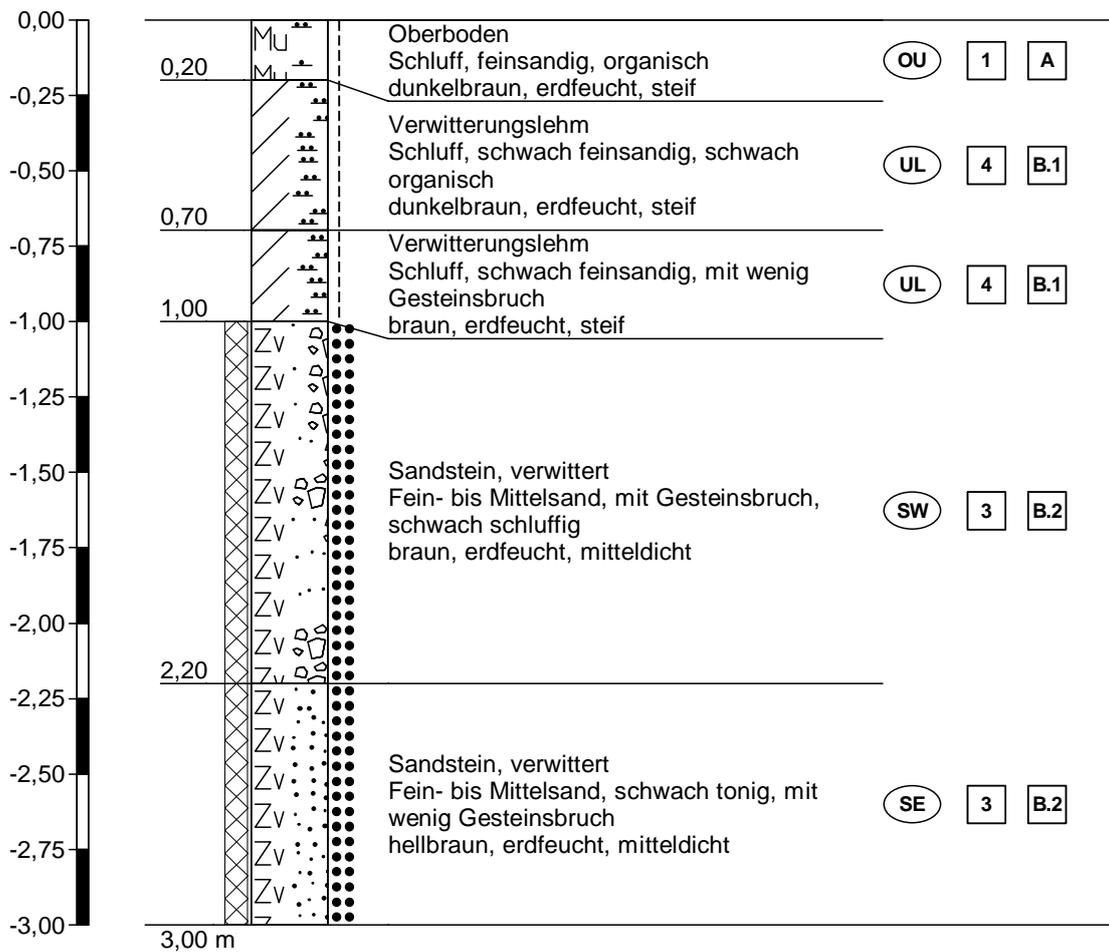
Auftraggeber: BGW, Gemeinde Lindlar

Bearb.: Hm

Prj.-Nr.:24023400

**Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**

KRB 17 / SV 1



Höhenmaßstab 1:25



**GEO CONSULT**Beratende Ingenieure und Geologen  
Maarweg 8, 51491 Overath  
Tel. 02206/9027-30 Fax 9027-33

Projekt: Altenrather Feld 2, Lindlar

Anlage 2

Datum: 30.08.2024

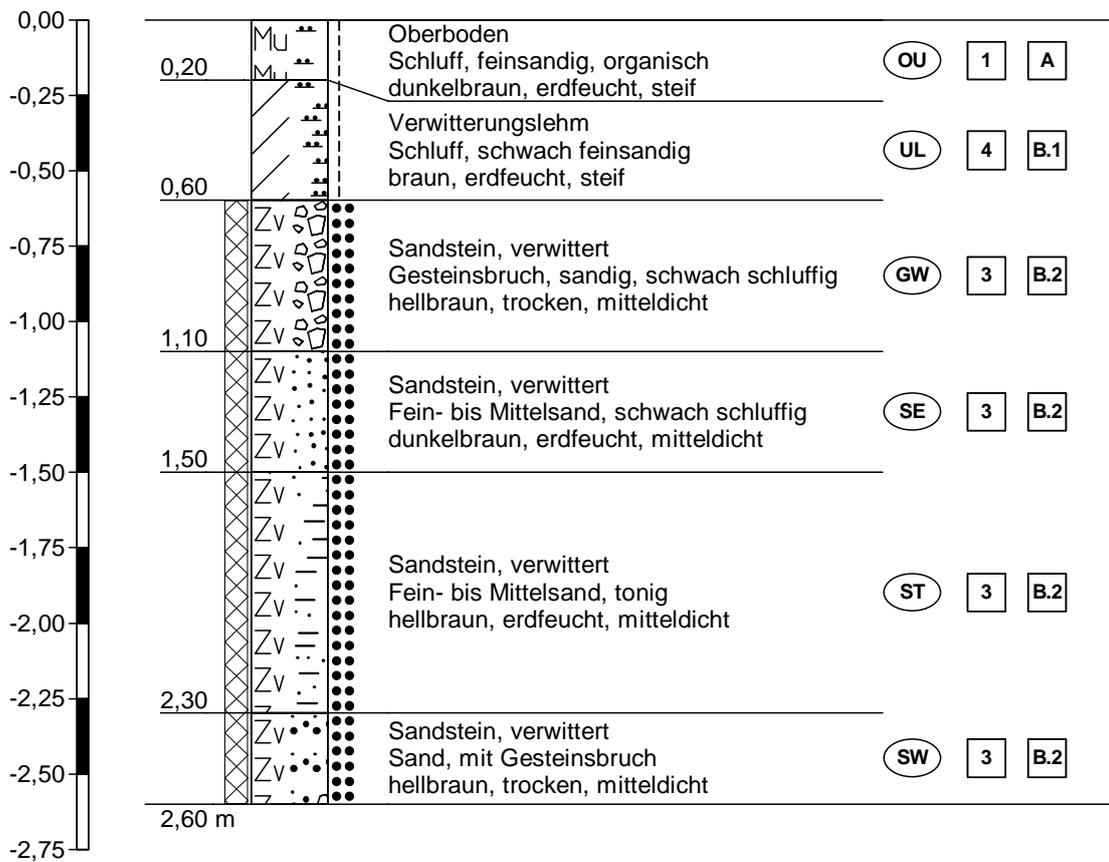
Auftraggeber: BGW, Gemeinde Lindlar

Bearb.: Hm

Prj.-Nr.:24023400

**Zeichnerische Darstellung von Bohrprofilen nach DIN 4023**

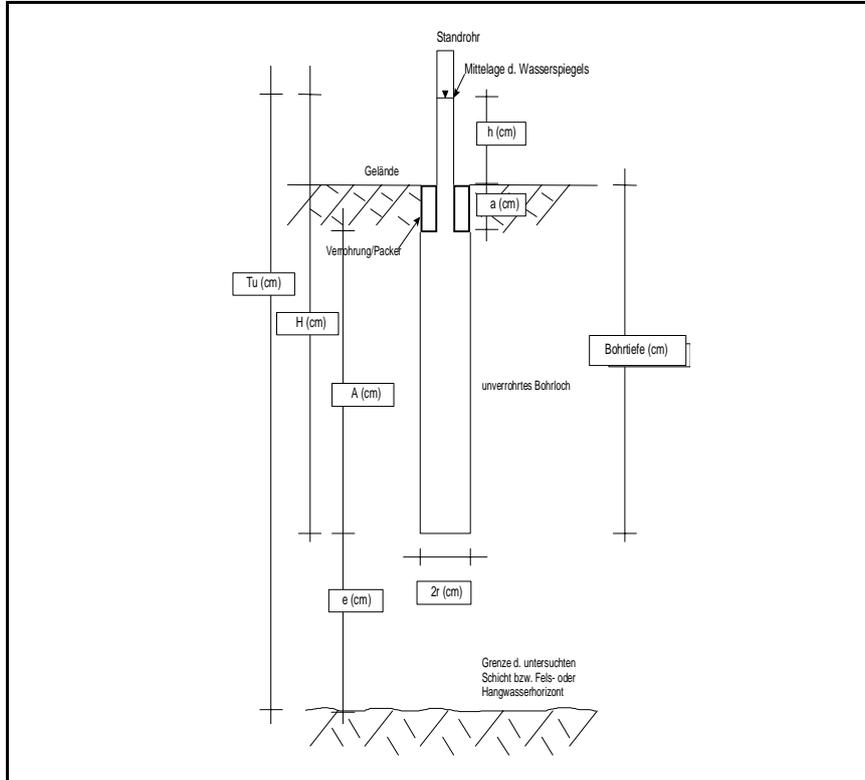
KRB 19 / SV 3



kein Bohrfortschritt

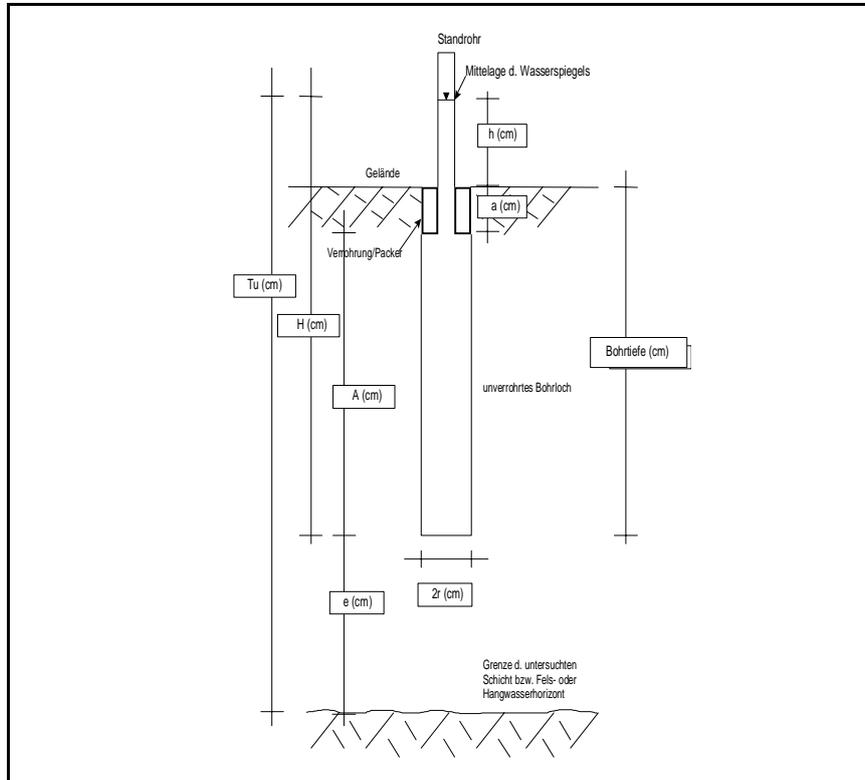
Höhenmaßstab 1:25

<b>Sickerversuch</b> (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	<b>KRB 17 / SV 1 flach</b>	<b>Projekt-Nr.:</b> 24023400
		<b>Datum:</b> 30.08.2024



**keine Versickerung ( $k_f \leq 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ )**

<b>Sickerversuch</b> (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	<b>KRB 17 / SV 1 mittel</b>	Projekt-Nr.: 24023400
		Datum: 30.08.2024



$T_u = 200,0 \text{ cm}$   
 $H = 200,0 \text{ cm}$   
 $A = 200,0 \text{ cm}$   
 $a = 100,0 \text{ cm}$   
 $h = -100,0 \text{ cm}$   
 $Q = 3,30 \text{ cm}^3/\text{s}$

$\text{Bohrtiefe} = A + a$

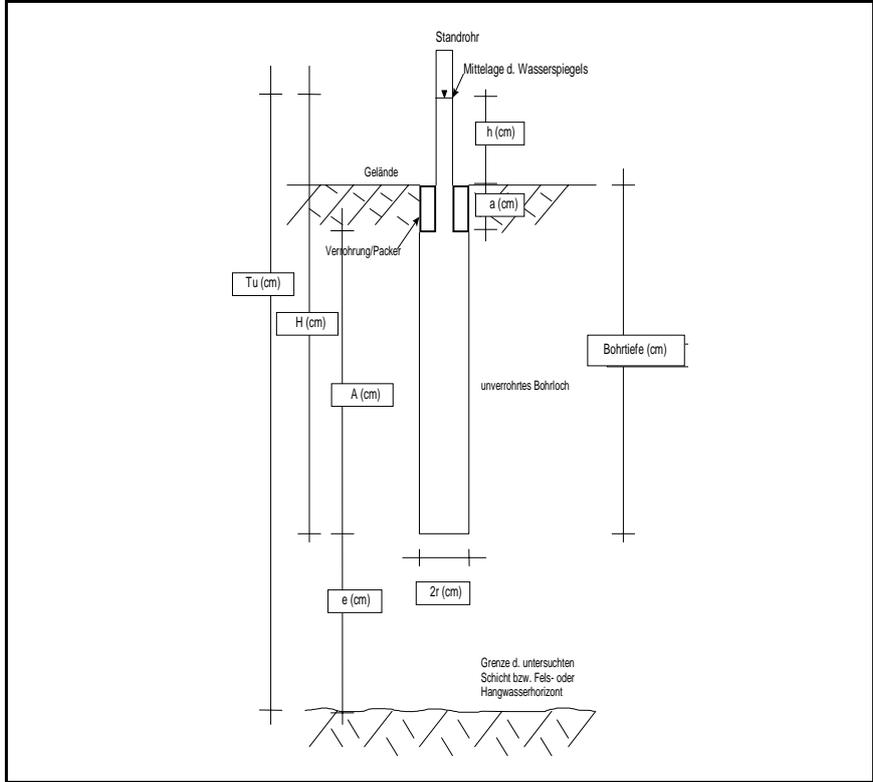
**Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)**

$H / T_u = 1,0$   
 $T_u / A = 1,0 \Rightarrow$  **Formel II ist maßgebend**  
 $A / H = 1,0$   
 $H / r = 80,0 \Rightarrow$   
 $A / r = 80,0$                       **Cs = 101,8**

**Formel II**

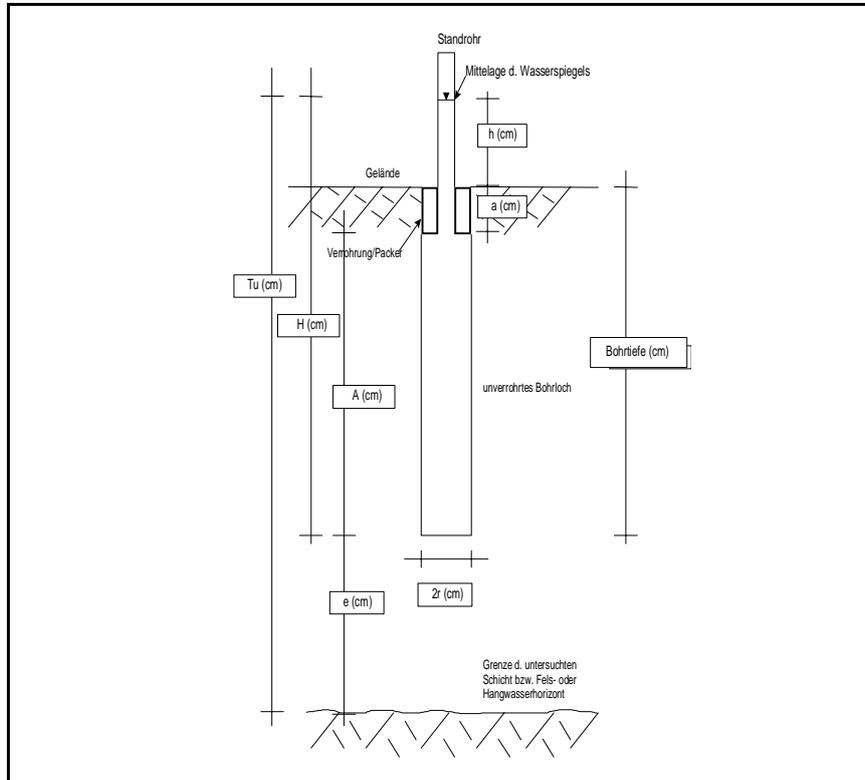
$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \cdot r \cdot (T_u + H - A)} = 1,2E-06 \text{ m/s}$$

<b>Sickerversuch</b> (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	<b>KRB 17 / SV 1 tief</b>	<b>Projekt-Nr.:</b> 24023400
		<b>Datum:</b> 30.08.2024



**keine Versickerung ( $k_f \leq 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ )**

<b>Sickerversuch</b> (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	<b>KRB 18 / SV 2 mittel</b>	Projekt-Nr.: 24023400
		Datum: 30.08.2024



$T_u = 140,0 \text{ cm}$   
 $H = 140,0 \text{ cm}$   
 $A = 140,0 \text{ cm}$   
 $a = 70,0 \text{ cm}$   
 $h = -70,0 \text{ cm}$   
 $Q = 22,47 \text{ cm}^3/\text{s}$

$\text{Bohrtiefe} = A + a$

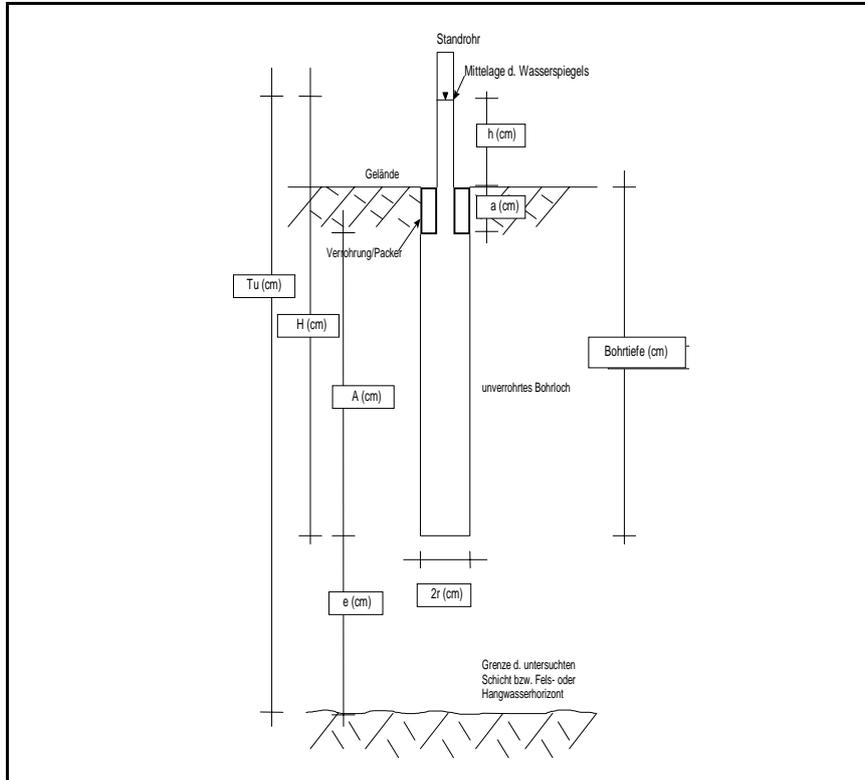
**Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)**

$H / T_u = 1,0$   
 $T_u / A = 1,0 \Rightarrow$  **Formel II ist maßgebend**  
 $A / H = 1,0$   
 $H / r = 56,0 \Rightarrow$   
 $A / r = 56,0$                       **Cs = 77,1**

**Formel II**

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \cdot r \cdot (T_u + H - A)} = 1,6E-05 \text{ m/s}$$

<b>Sickerversuch</b> (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	<b>KRB 18 / SV 2 tief</b>	<b>Projekt-Nr.:</b> 24023400
		<b>Datum:</b> 30.08.2024



$T_u = 36,0 \text{ cm}$   
 $H = 36,0 \text{ cm}$   
 $A = 36,0 \text{ cm}$   
 $a = 174,0 \text{ cm}$   
 $h = -174,0 \text{ cm}$   
 $Q = 1,49 \text{ cm}^3/\text{s}$

Bohrtiefe =  $A + a$

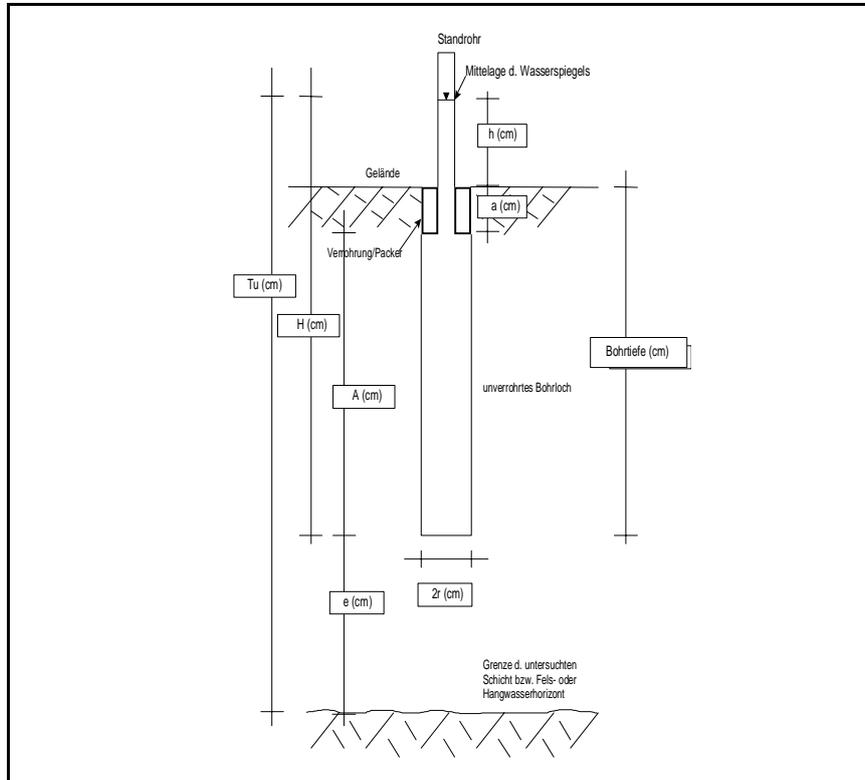
### Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)

$H / T_u = 1,0$   
 $T_u / A = 1,0 \Rightarrow$  **Formel II ist maßgebend**  
 $A / H = 1,0$   
 $H / r = 14,4 \Rightarrow$   
 $A / r = 14,4$       **Cs = 29,5**

### Formel II

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)} = 9,9E-06 \text{ m/s}$$

<b>Sickerversuch</b> (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	<b>KRB 19 / SV 3 mittel</b>	Projekt-Nr.: <b>24023400</b>
		Datum: <b>30.08.2024</b>



$T_u = 160,0 \text{ cm}$   
 $H = 160,0 \text{ cm}$   
 $A = 160,0 \text{ cm}$   
 $a = 100,0 \text{ cm}$   
 $h = -100,0 \text{ cm}$   
 $Q = 4,87 \text{ cm}^3/\text{s}$

$\text{Bohrtiefe} = A + a$

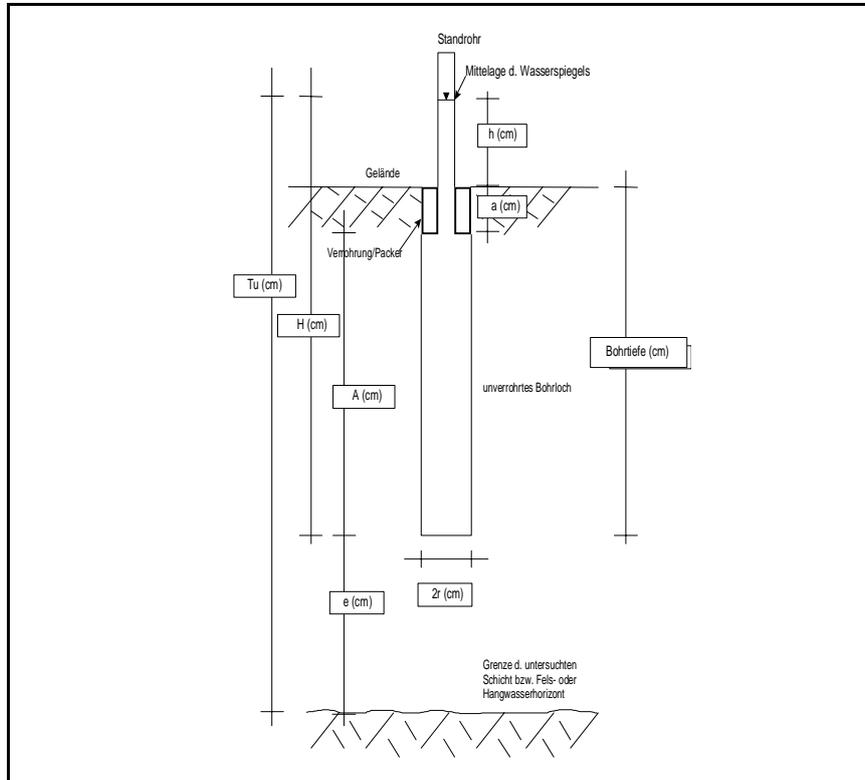
**Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)**

$H / T_u = 1,0$   
 $T_u / A = 1,0 \Rightarrow$  **Formel II ist maßgebend**  
 $A / H = 1,0$   
 $H / r = 80,0 \Rightarrow$   
 $A / r = 80,0$                       **Cs = 101,8**

**Formel II**

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(C_s + 4) \cdot r \cdot (T_u + H - A)} = 2,9E-06 \text{ m/s}$$

<b>Sickerversuch</b> (nach USBR Earth Manual / mit fallender Druckhöhe)	<b>KRB 19 / SV 3 tief</b>	<b>Projekt-Nr.:</b> 24023400
		<b>Datum:</b> 30.08.2024



$T_u = 60,0 \text{ cm}$   
 $H = 60,0 \text{ cm}$   
 $A = 60,0 \text{ cm}$   
 $a = 200,0 \text{ cm}$   
 $h = -200,0 \text{ cm}$   
 $Q = 3,81 \text{ cm}^3/\text{s}$

$\text{Bohrtiefe} = A + a$

**Auswertung nach USBR Earth Manual (1974)**

$H / T_u = 1,0$   
 $T_u / A = 1,0 \Rightarrow$  **Formel II ist maßgebend**  
 $A / H = 1,0$   
 $H / r = 30,0 \Rightarrow$   
 $A / r = 30,0 \quad \text{Cs} = 48,6$

**Formel II**

$$k_f = \frac{2 \cdot Q}{(Cs + 4) \cdot r \cdot (Tu + H - A)} = 1,2E-05 \text{ m/s}$$