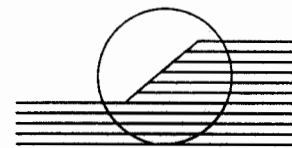


Dr.-Ing. Georg Ulrich

Grundbauingenieure Bodenmechaniker Geologen



Eingetragen in das Verzeichnis
der Institute für Erd- und Grund-
bau nach DIN 1054

Dr.-Ing. Georg Ulrich · Brunnentobel 6 · 88299 Leutkirch/Allgäu

Kopie

Baugrund Geologie
Hydrogeologie Altlasten
Bodenmechanisches Labor

Gründungsplanung
Grundbaustatik

Grundwassermodellierungen
2D 3D instationär

Pfahlintegritätskontrolle
Erschütterungsmessungen

Spannungs- und Verformungs-
berechnungen im Baugrund
mit elasto-plastischen
Stoffmodellen

Geophysik
Sachverständigengutachten

Eingegangen

20. JUNI 2000

WEW

Geotechnisches Gutachten Wasserkraftanlage Altdorf-Ebenhofen Dammsanierung (ergänzende Untersuchungen)

Auftraggeber Vereinigte Wertach
Elektrizitätswerke GmbH
Neugablonzer Straße 21
87600 Kaufbeuern

Planer Ingenieurbüro Dr.-Ing. Koch
Beethovenstraße 13
87435 Kempten

AZ 2000 04 31

Datum 14.06.2000

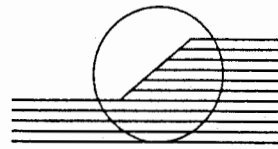
Hauptsitz:
88299 Leutkirch
Brunnentobel 6
Tel. 075 61 / 98 63-0
Fax 075 61 / 75 71

87435 Kempten
Immenstädter Straße 79 b
Tel. 08 31 / 5 23 34-0
Fax 08 31 / 5 23 34-20

77933 Lahr
Europastraße A 63
Tel. 078 21 / 95 70 91
Fax 078 21 / 95 70 90

88046 Friedrichshafen
Allmannsweiler Straße 102
Tel. 075 41 / 61 97
Fax 075 41 / 62 04

89312 Günzburg
Kötzer Weg 33
Tel. 0 82 21 / 9 12-0
Fax 0 82 21 / 9 12 60

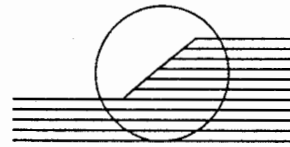


- Inhalt:**
1. Vorgang
 2. Geomorphologie, Schichtenfolge
 3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte
 4. Grundwasserverhältnisse
 5. Bewertung hinsichtlich des bereits erarbeiteten Sanierungskonzeptes

- Anlagen:**
- 1.1 Übersichtslageplan
 - 1.2 Lageplan
 - 2.1 Geotechnisches Profil
 - 3.1-2 Korngrößenanalysen
 - 4.1 Eingießversuch im Bohrloch

Unterlagen:

- Auszüge des hydrogeologischen Gutachtens zum Einzugsgebiet und zum Wasserschutzgebiet der Brunnen Altdorf; Büro Boden und Wasser, Aichach, 27.03.97.
- Geotechnisches Gutachten – Sanierung der Wasserkraftanlage Kirnach in Ebenhofen; AZ 970416, Baugrundinstitut Dr.-Ing. G. Ulrich, Leutkirch-Herbrazhofen, 28.05.97.
- Geotechnisches Gutachten – Wasserkraftanlage Altdorf-Ebenhofen; AZ 971052, Baugrundinstitut Dr.-Ing. G. Ulrich, Leutkirch-Herbrazhofen, 31.10.97.
- Hydrogeologisches Ergänzungsgutachten – Wasserkraftanlage Altdorf-Ebenhofen, AZ 971052/1, Beeinflussung des Grundwassers durch die geplante Profilräumung der Stauhaltung; Künstlich beschleunigter Selbstabdichtungsprozess; Baugrundinstitut Dr.-Ing. G. Ulrich, Leutkirch-Herbrazhofen, 16.01.98.
- Geotechnisches Gutachten – Wasserkraftanlage Altdorf-Ebenhofen, Dammsanierung AZ 990916, Baugrundinstitut Dr.-Ing. G. Ulrich, Leutkirch-Herbrazhofen, 10.03.00.
- Daten zur Stauraumvermessung, Profile 83+200, 83+400, 83+600, 83+700, 83+800, Vereinigte Wertach Elektrizitätswerke; Ingenieurbüro Dr. Koch, Juli 99.
- Vermessungsdaten – Nördliches Profil zw. FK 84,2 und 84,4 von NW nach SO, Auszug der Geländeaufnahme Ing.-Büro Dr.-Ing. Koch
- Topographische Karte von Bayern, M 1:25000 Blatt 8129 Kaufbeuren
- Geologische Übersichtskarte, M 1:200000, Blatt CC 8726 Kempten
- DIN 19712, Flußdeiche



- Busch, K., Luckner, L., Tiemer, K.; Geohydraulik, Lehrbuch der Geohydrologie, Band 3, Verlag Borntraeger, Berlin 1993
- DVWK Merkblatt 210/1986, Flußdeiche
- DIN 19700, Stauanlagen
- DIN 4084, Böschungs- und Geländebruchberechnungen, Juli 1981
- Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD), Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Ausgabe 1998

1. Vorgang

Die Vereinigten Wertach Elektrizitätswerke, Kaufbeuren (VWEW), beabsichtigen, die Wertachdämme der Wasserkraftanlage Altdorf-Ebenhofen zu sanieren.

Bereits im Sommer 1997 wurde nach dem Bruch der Verschlussklappe der Wehranlage durch das mit der Kraftanlagen-sanierung beauftragte Ingenieurbüro Dr. Koch der schlechte Zustand der Dämme festgestellt. Aufgrund von Setzungen war die Sollhöhe einiger Damabschnitte nicht mehr ausreichend, um ein 100-jähriges Hochwasser (HQ_{100}) flußbautechnisch fassen zu können. Es wurde daher beschlossen, die Stauhaltung auf den Grundlagen des Kraftanlagenbaus aus dem Jahr 1953 zu sanieren.

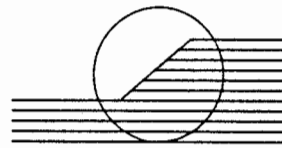
Das Baugrundinstitut des Unterzeichneten wurde mit den geotechnischen Beratungen beauftragt (Geotechnisches Gutachten vom 31.10.97, AZ 971052).

Im Laufe der Planungen wurde durch das Wasserwirtschaftsamt Kempten auf die mögliche Gefährdung der Brunnen Altdorf und des dazugehörigen Wasserschutzgebietes im Osten der Anlage hingewiesen. Daraufhin erstellte das Baugrundinstitut des Unterzeichneten ein hydrogeologisches Ergänzungsgutachten (AZ 971052/1 vom 16.1.99), das die Beeinflussung des Grundwassers durch die geplante Profilräumung sowie Maßnahmen einer künstlich beschleunigten Selbstabdichtung zum Inhalt hat.

Während des Pfingsthochwassers 1999 wurden die Dämme zum Teil schwer in Mitleidenschaft gezogen. Insbesondere die schon bekannten Schwäche-zonen waren nur durch eine aufwendige und schwierige Deichverteidigung zu halten.

Bei einem Besprechungstermin im Landratsamt Ostallgäu am 30.06.1999 wurde das weitere Vorgehen mit den Beteiligten (LRA OAL, WWA Kempten, VWEW, IB Koch, BI Ulrich) besprochen. Insbesondere war die Frage der Durchsickerung - bei der bisherigen Planung war die Vermeidung der Einsickerung von Wertachwasser ins Grundwasser eine der Zielvorgaben - von Bedeutung. Das WWA Kempten äußerte sich dahingehend, daß zukünftig der Hochwasserschutz mit Herstellung der Standsicherheit der Dämme Vorrang hat.

Das Baugrundinstitut des Unterzeichneten wurde daraufhin mit den geotechnischen Beratungen und den Untersuchungen zur Standsicherheit der Dämme beauftragt. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind im geotechnischen Gutachten



AZ 990916 niedergelegt. Auf Grundlage des Gutachtens ist ein Sanierungskonzept für die Dämme entwickelt worden.

Das vorliegende Gutachten behandelt diese Thematik ergänzend im Bereich des linksseitigen Profils Fluß-km 84+300.

Die Moräne Bohrgesellschaft Dr.-Ing. G. Ulrich mbH führte im Rahmen der Baugrunderkundung am 26.04.2000 insgesamt 3 Rammkernbohrungen BK1-3/00 mit durchgehendem Gewinn gekerter Bodenproben nach DIN 4021 im Bereich des Dammprofils (Dammkrone, luftseitige Dammböschung, Böschungsfuß) durch. In der Bohrung BK1 kam ein Eingießversuch zur Ermittlung der Durchlässigkeiten zur Ausführung (Anlagen 4.1). In allen Bohrungen sind temporäre Grundwassermeßstellen errichtet worden. Nach der Stichtagsmessung am 27.04.00 sind diese entfernt und anschließend die Bohrlöcher unter Berücksichtigung des natürlichen Schichtenaufbaus verfüllt worden.

Die Bohrpunkte wurden von der Moräne Bohrgesellschaft nach Lage und Höhe eingemessen. Sie sind im Lageplan, Anlage 1.2, eingetragen. Als Höhenbezugspunkt wurde der linksseitige Fluß-km Stein 84,4 (612,82 mNN) verwendet.

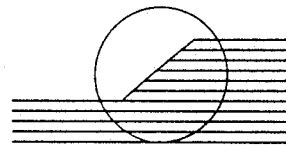
Die Ergebnisse der geologischen Kernaufnahme sind im geotechnischen Profilschnitt, Anlagen 2.1, dargestellt. Das maßstäbliche Profil ist auf Grundlage der Vermessungsdaten des Büros Dr.-Ing Koch konstruiert worden. Ebenfalls in das Profil eingetragen ist der während der Stichtagsmessung ermittelte Wasserstand der Wertach. Das im Profil eingetragene Hochwassers HQ_{100} ist der Mittelwert zwischen den vom Büro Dr.-Ing. Koch berechneten Werten für die Profile Fluß-km 84+200 und Fluß-km 84+400.

Die an ausgewählten Proben durchgeführten Korngrößenanalysen sind in den Anlagen 3.1-2 aufgeführt.

2. Geomorphologischer Überblick, Schichtenfolge

Morphologie

Die Stauhaltung der Wertach von Altdorf-Ebenhofen liegt in der spätglazialen Schotterflur von Ruderatshofen-Biessenhofen, etwa 7 km südlich von Kaufbeuren. Hier vereinigen sich drei ehemalige Gletscherabflüsse, deren breite Täler heute von der Kirnach, dem Fringenbach und der Wertach durchflossen werden. Die Fluß- bzw. Bachläufe werden heute von mehr oder weniger breiten, nacheiszeitlichen Talfüllungen begleitet. Die Verebnungsfläche ist in der weiteren Umgebung des Untersuchungsgebietes durch Terrassenstufen gegliedert, die im Spätglazial und anschließenden Holozän entstanden sind. Durch den Bau der Kraftanlage mit Stauhaltung ist die Wertach begradigt worden. Der alte Flußlauf ist im Gelände noch in Form einer Altwasserschlinge zu erkennen. Das Profil Fluß-km 84+300 liegt im Bereich der Stauwurzel.



Geologie

Im Bearbeitungsgebiet wird der tiefere Untergrund von Sanden und Mergeln der Molasse aufgebaut. Sie wurden in einem nördlich der Alpen existierenden Trog während der Hauptgebirgsbildungs- und Aufstiegsphasen im Tertiär abgelagert. Die einsetzende Erosion wandelte die weiten Ebenen in ein Hügelland um. Die Molasse wurde durch die Bohrungen nicht erschlossen. Im folgenden Quartär rückten die Gletscher der verschiedenen Eiszeiten mehrfach in dieses vorhandene Relief vor und modellierten eine neue Landschaft.

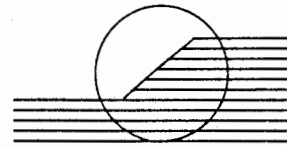
An der quartären Basis lagerten die Gletscher ein unsortiertes Gemenge aus sämtlichen Kornfraktionen, den sogenannten **Geschiebemergel**, ab. Diese Grundmoräne wird erfahrungsgemäß durch lokal eingeschaltete kiesige und sandige Zwischenschichten aus Moränenkies und Geschiebesand gegliedert.

Im Zuge des allgemeinen Eisrückzuges im Spätglazial erodierten die Schmelzwasserabflüsse des Gletschers rinnenförmige Strukturen in den präexistierenden Untergrund und füllten diese mit einer Wechselfolge aus glazifluviatilen und glazilimnischen Sedimenten aus. Im Bereich der Flüsse wurden **Schmelzwasserkiese** abgelagert. In zurückbleibenden Hohlformen stauten sich Seen ein, die die feinkörnige Gletschertrübe aufnahmen. In der Regel sind die Stillwasserbereiche rasch mit dem sogenannten **Beckenschluff** aufgefüllt worden. Bereichsweise wird der Beckenschluff von Geschiebemergel überlagert. Dies deutet auf die Nähe des Gletschers bzw. einen durch kleinere Vorstöße unterbrochenen Eisrückzug hin.

Nach dem endgültigen Rückzug des Gletschers in die Hochlagen der Alpen reduzierten sich die anfallenden Wassermengen auf den heutigen Abfluß der Wertach. Diese lagerte entlang ihres mäandrierenden Flußbetts **Talkies** ab. Dies geschah z.T. in Bereichen, die schon zuvor von den Schmelzwasserabflüssen aufgeschottert wurden. Anhand der Bohrerergebnisse ist es häufig nicht möglich, die unterschiedlich alten Schichtglieder eindeutig zu trennen. Im folgenden Gutachten werden daher die verschiedenen Schotter, die bodenmechanisch nur sehr geringe Differenzen aufweisen, allgemein als **Flußkies** bezeichnet.

Bei Hochwasserereignissen wurde die Talebene überflutet. Aus solchen extremen Abflüssen stammt der sogenannte **Auelehm**. Dieser stellt in der Regel ein feinkörniges Sediment dar, in das aber immer wieder sandige (Auesand) und kiesige (Auekies) Abschnitte eingeschaltet sind.

Durch den Bau der Stauanlage, der mit dem Einbau künstlicher **Auffüllungen** (Dammschüttungen) verbunden war, entstand ein neuer Ablagerungsbereich, in dem im wesentlichen Talkies und Aueablagerungen abgesetzt wurden.



Entsprechend der geschilderten geologischen Situation wurde durch die Bohrungen das folgende Grundsatzprofil erschlossen:

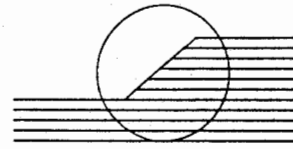
Auffüllungen Damm	(rezent)
Auelehm	(Holozän)
Flußkies	(Spätglazial bis Holozän)
Beckenschluff und Geschiebemergel	(Hoch- bis Spätglazial)

Auffüllungen sind in den Bohrungen der Dammkrone und der Dammschüttung erschlossen worden. In den Bohrungen BK1-2 sind die künstlichen Böden der Dammschüttung 2,2 m bzw. 2,1 m mächtig. In der Bohrung BK2 reicht die Unterkante - bezogen auf mNN - tiefer in den Untergrund. Eventuell ist hier eine Altwasserrinne aufgefüllt. Die Bohrung BK3 liegt außerhalb der Aufschüttungen und setzt im gewachsenen Boden an.

Unter den Auffüllungen der Dämme bzw. unter dem Mutterboden (Dammfuß) steht der **Auelehm** an. Nach den Ergebnissen der Bohrungen wird der Lehm zwischen 0,6 m (BK2) und 2,2 m (BK1) mächtig. Die Mächtigkeitsabnahme in der Bohrung BK2 kann mit der vermuteten Rinne in Zusammenhang stehen.

Der Auelehm wird von **Flußkies** unterlagert. Im Bereich des Profils Fluß-km 84+300 ist der Schotter 1,8 m (BK1) und 3,2 m (BK3) mächtig. Die Bohrung BK2 endet im Kies. Die Mächtigkeitszunahme nach Nordosten kann mit einer Rinnenstruktur im Untergrund zusammenhängen. Solche Eintiefungen sind in den vorausgegangenen Untersuchungen ebenfalls beobachtet worden.

Die Bohrungen BK1 und BK3 durchörtern den Flußkies und erschließen den **Bekenschluff** und den **Geschiebemergel** in 5,8 m bzw. 4,7 m Tiefe. Die Aufschlüsse enden in den glazialen Böden und setzen sich zur Tiefe hin fort.



3. Bautechnische Beschreibung der Schichten, Bodenkennwerte

Auffüllungen

Die braun und grau gefärbten Auffüllungen der Dammschüttung sind bautechnisch als sandiger bis stark sandiger und kiesiger bis stark kiesiger Schluff zu beschreiben. In der Bohrung BK2 ist ein geringer steiniger Anteil beigemischt, der augenscheinlich 30 Gew.-% nicht überschreitet. Es handelt sich dabei um Geschiebemergelböden und deren Verwitterungsprodukte. Am Top der Bohrung BK2 ist eine 0,4 m mächtige Lage aus einem weitgestuften, stark sandigen Kies mit geringem Schluffanteil entwickelt. Dieser ist im Zuge der Anlage des Fahrwegs aufgeschüttet worden. Die Matrix der Auffüllungen ist bei der manuellen Prüfung der Bodenproben mit weich beurteilt worden. Der Kies ist nach dem Bohrfortschritt locker bis mitteldicht gelagert.

Die Böden der Auffüllungen sind aufgrund der Konsistenzen als ein gering tragfähiger, setzungswilliger Untergrund zu beurteilen. Das Material ist gering bis mäßig standfest. Die Auffüllungen sind als mittel bis stark frostempfindlich zu bewerten.

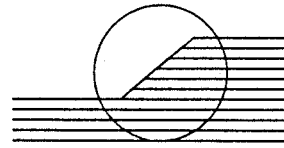
Auelehm

Der braun und graubraun gefärbte Auelehm ist bautechnisch als ein Schluff-Feinsand-Gemisch zu beschreiben, dem ein geringer kiesiger Anteil beigemischt sein kann. Relativ häufig ist das Material durchwurzelt, mitunter ist dem Boden Holz beigemischt. Bereichsweise ist eine auf Korngrößenwechsel zurückzuführende Feinschichtung zu erkennen. Dem Auelehm ist ein geringer organischer Gehalt beigemischt. In der Bohrung BK1 ist der Auelehm nach unten zu feinerkörnig ausgebildet. Der Sand nimmt auf Kosten eines schwach tonigen bis tonigen Anteils ab. Bereichsweise nimmt auch der organische Gehalt zu. Aufgrund der Korngrößenzusammensetzung sind bei Wassersättigung thixotrope Eigenschaften des Bodens nicht auszuschließen. Bei Anschnitt oder Aushubentlastung können sich die Schluff-Feinsand-Gemische verflüssigen. Böschungen sind dadurch gefährdet. Nach der manuellen Prüfung der Bodenproben ist die Konsistenz des Auelehms mit weich, weich bis steif und steif unterschiedlich beurteilt worden.

Die Auelehm ist als ein gering tragfähiger, setzungswilliger Untergrund zu beurteilen. Das Material ist gering bis mäßig standfest. Es ist als gut rammpbar zu beurteilen. Die Böden sind als mittel bis stark frostempfindlich zu bewerten.

Flußkies

Der grau und graubraun gefärbte Flußkies ist bautechnisch als ein stark sandiger Kies mit stark variierenden Schluffgehalten zu beschreiben. Der Feinkornanteil kann bereichsweise so weit ansteigen, daß der Boden gering matrixgestützt ist. Steine sind beobachtet worden. Ihr Anteil kann augenscheinlich 30 Gew.-% überschreiten. Feinkornarme "Rollkieslagen" sind in den Bohrungen zwar nicht beobachtet worden, können aber nicht ausgeschlossen werden.



In Böschungen neigen diese zum „Nachrieseln“. Nach dem Bohrwiderstand zu urteilen ist der Boden in der Regel mitteldicht gelagert.

Der Flußkies ist als gut tragfähiger Untergrund zu beurteilen, der nur geringe Setzungen zulassen wird. Diese werden sich relativ rasch einstellen. Der Kies wird als mäßig bis gut rammpbar beurteilt. Hindernisse in Form von Steinen können auftreten.

Beckenschluff und Geschiebemergel

Beckenschluff und Geschiebemergel können im Untersuchungsgebiet zusammengefaßt werden.

Die beigebraun, beige grau und grau gefärbten Böden sind bautechnisch ein feinsandiger bis stark feinsandiger und schwach toniger bis toniger Schluff.

Die Unterscheidung Beckenschluff zu Geschiebemergel erfolgt nur durch den Grobkornanteil. Der Geschiebemergel besitzt eine kiesige bis stark kiesige Kornfraktion. Bereichsweise ist diese die Hauptbodenart. Steine, die typisch für den Geschiebemergel sind, sind bei der Kernansprache beobachtet worden. Erfahrungsgemäß kann ein Steinanteil von > 30 Gew.-% nicht ausgeschlossen werden. Auch Findlinge können in die sehr inhomogenen Böden mit eingeschaltet sein. In den oberen Abschnitten sind Beckenschluff und Geschiebemergel häufig aufgeweicht. Weiche und steife Konsistenzen werden beobachtet. Eine Feinschichtung des Beckenschluffs ist in Bohrung BK3 angedeutet. Millimeter dicke Sandlagen gliedern den Boden.

Beckenschluff und Geschiebemergel sind als mäßig bis gut tragfähige Böden mit einem mäßig bis geringen Setzungspotential zu beurteilen. Sie sind mittel bis stark frostempfindlich.

In der folgenden Tabelle ist die Bodenklassifizierung der angetroffenen Böden zusammengefaßt.

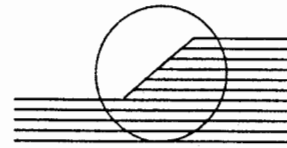


Tabelle 1: Bodenklassifizierung

	Auffüllungen	Auelehm	Flußkies	Beckenschluff Geschiebemergel
Bodengruppe DIN 18196	(TL,OT,GU)	TL,TM,SU* OT	GW,GU,GU*	TL,TM, GU*
Bodenklasse DIN 18300	3,4	2¹⁾,3,4	3,4,5²⁾	2¹⁾,4,5-7²⁾
Bodenklasse DIN 18301	LB,LN,LO S1	LB,LN,LO	LN, S1, S3	LN,LB S1-4
Frostempfindlichkeit ZTVE	F2,F3	F2,F3	F1,F2,F3	F2,F3

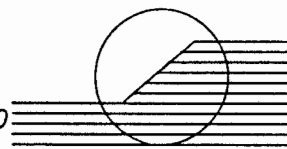
¹⁾ thixotrope Böden

²⁾ Steine und Findlinge

Für die erdstatischen Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Tabelle 2: Bodenkennwerte (cal)

			Auffüllungen	Auelehm	Flußkies	Beckenschluff, Geschiebemergel
Wichte (feucht)	γ	kN/m ³	19-20	18-20	20-22	21-22
Wichte (unter Auftrieb)	γ'	kN/m ³	9-10	8-10	10-12	11-12
Reibungswinkel (des dränierten Bodens)	φ'	°	22,5-27,5	20-27,5	32,5-35	22,5-27,5
Kohäsion (des dränierten Bodens)	c'	kN/m ²	0-5	0-5	0	0-10
Steifemodul	E_s	MN/m ²		2-7	50	10-15



4. Grundwasserverhältnisse

In der folgenden Tabelle sind die Wasserstandsbeobachtungen während der Bohrarbeiten zusammengefaßt:

Tabelle 3: Grundwasserbeobachtungen

Aufschluß	angebohrt		Bohrende		Stichtagsmessung 27.04.2000	
	m.u.Gel.	m NN	m.u.Gel.	m NN	m.u.Gel.	m NN
BK1/00	4,20	707,69	4,20	707,69	4,05	707,84
BK2/00	3,00	707,77	3,00	707,77	2,90	707,87
BK3/00	1,70	707,82	1,70	707,82	1,70	707,82

Wasserspiegel Wertach 27.04.2000

Fluß-km linkes Ufer mNN

84+300 708,49

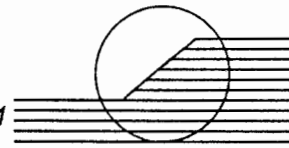
Hauptgrundwasserleiter im Untersuchungsgebiet ist der Talkies. Er ist, trotz Abschnitte mit erhöhtem Feinkornanteil, als ein hochdurchlässiger, leistungsfähiger Grundwasserleiter zu beurteilen. Der Kies wird im Bereich des Profils von bindigem Auelehm und den Auffüllungen flächig abgedeckt. Die feinkörnigen und sehr geringdurchlässigen Böden des Beckenschluffs und des Geschiebemergels bilden die Grundwassersohlschicht.

Das Grundwasser war zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung frei ausgebildet. Die Grundwasseroberfläche fällt von der Wertach zur Landseite hin ab. Nach den Ergebnissen der zuvor angefertigten Gutachten ist im Untersuchungsgebiet ein prinzipiell nach Norden gerichteter Grundwasserabfluß entwickelt. Im Bereich des Profils Fluß-km 84+300 kommuniziert das Wertachwasser mit dem Grundwasser. Der Flußwasserspiegel lag zum Zeitpunkt der Stichtagsmessung etwa 0,6 m über dem gemessenen Grundwasserspiegel.

Die durch Eingießversuche, Durchlässigkeitsversuche sowie durch die Bestimmung aus der Korngrößenanalyse (nach BEYER) ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte k_f für die einzelnen Schichten sind in der folgenden Tabelle angegeben. Mit in die Angaben eingearbeitet sind die zuvor ausgeführten Untersuchungen.

Tabelle 4: Durchlässigkeitsbeiwerte k_f :

Auffüllungen	5×10^{-10} m/s	bis	1×10^{-7} m/s
Auelehm	5×10^{-7} m/s	bis	5×10^{-8} m/s
Flußkies	2×10^{-4} m/s	bis	6×10^{-3} m/s
Beckenschluff			
Geschiebemergel	1×10^{-6} m/s	bis	1×10^{-9} m/s



5. Bewertung hinsichtlich des bereits erarbeiteten Sanierungskonzeptes

Die Baugrundverhältnisse und der Aufbau des Deichkörpers sind prinzipiell vergleichbar mit den Ergebnissen aus den Erkundungen im Bereich der Stauhaltung der Wasserkraftanlage.

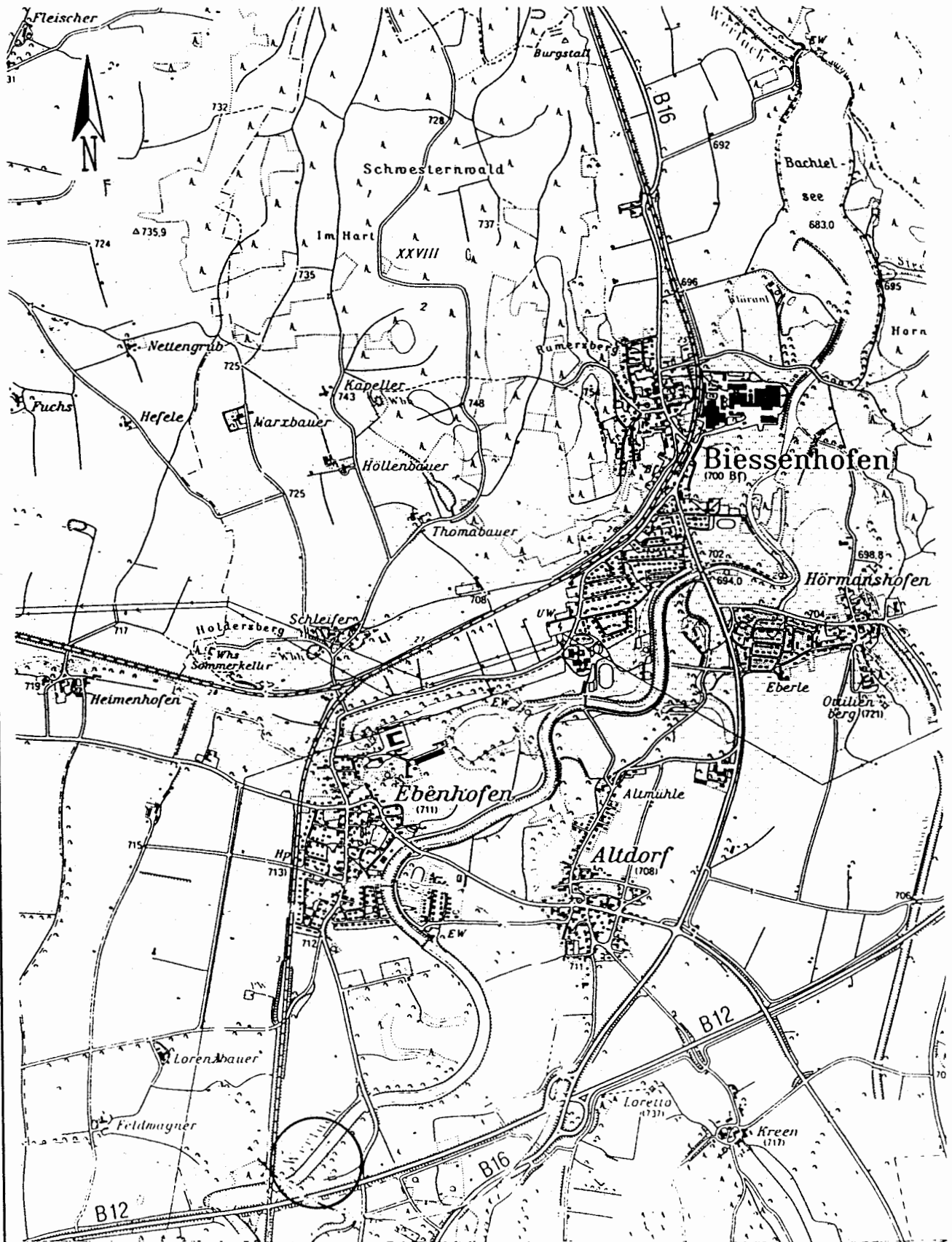
Zu beachten sind hier insbesondere die auf der Binnenseite des Deichs auf dem gut durchlässigen Flußkies lagernden schwach durchlässigen Auelehme. Der Flußkies steht gemäß den Angaben in Abschnitt 5 in Verbindung mit der Wertach. Bei Hochwasser ist davon auszugehen, daß die Auelehmdecke unter Auftrieb gerät. Bereiche mit geringer Schichtmächtigkeit können dabei infolge eines hydraulischen Grundbruchs aufbrechen. Es wird empfohlen, hier in jedem Falle binnenseitig des Deichfußes eine Auflastschüttung vorzunehmen.

Die für die Sanierung der Deichkörper im Gutachten vom 10.03.2000 (AZ 990916) zusammengestellten Empfehlungen und Regelprofile können auch auf den hier untersuchten Deichabschnitt angewandt werden.

Sachbearbeiter Geologie: Dipl.-Geologe M. Herz
Bautechnik: Dr.-Ing. O. Düser *Düser*

Dr.-Ing. Georg Ulrich
(Institutsleiter)

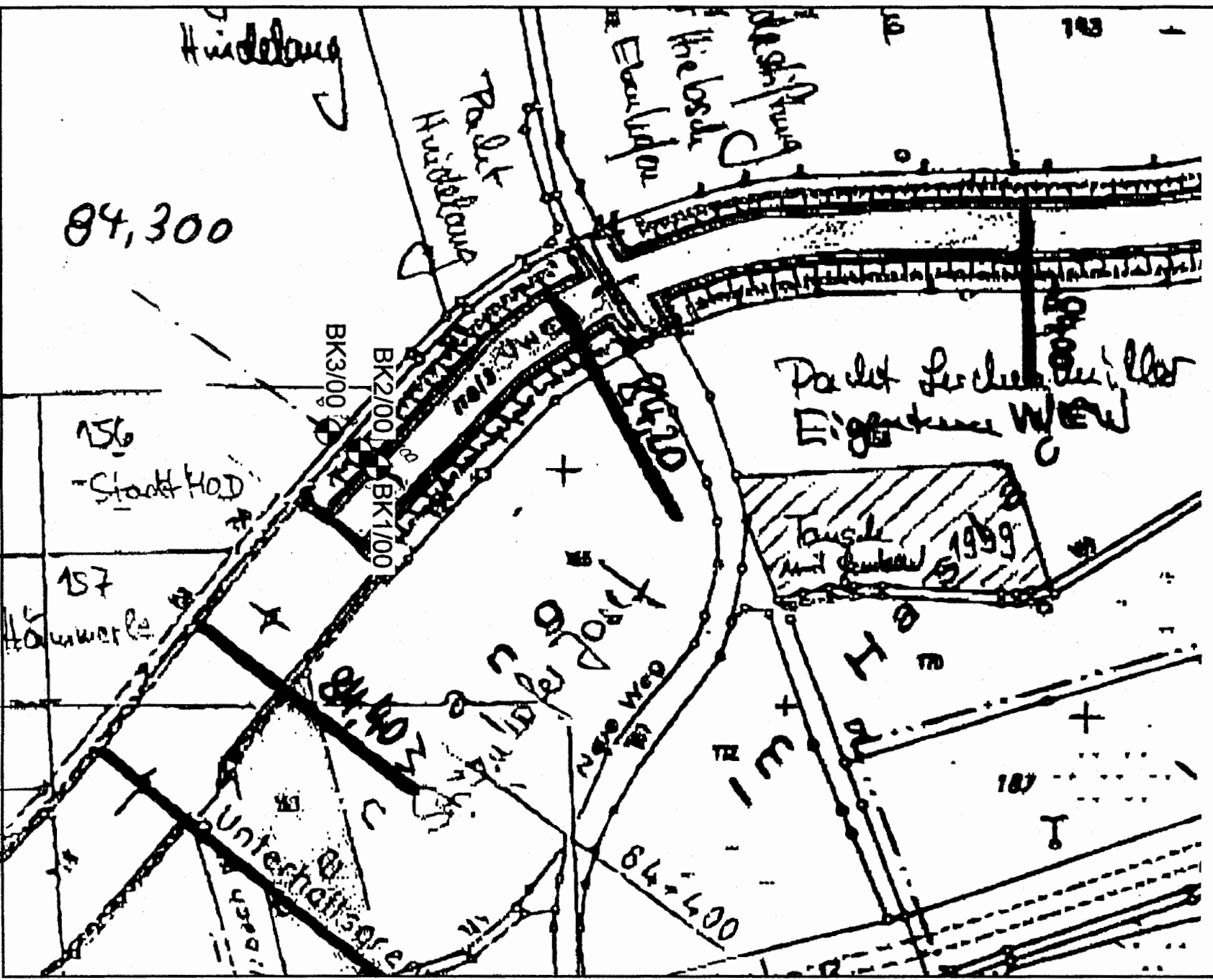
Übersichtslageplan M 1:25000



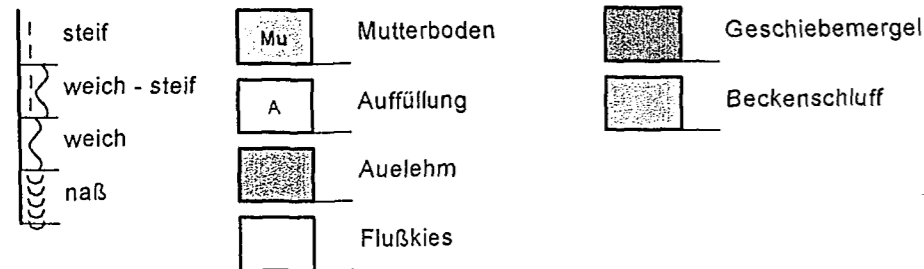
Dr.-Ing. Georg Ulrich Baugrundinstitut DIN 1054 Geologisches Institut Leutkirch Kempfen Lahr Friedrichshafen Günzburg		WKA Altdorf-Ebenhofen Dammanierung (ergänzende Untersuchungen)	
AZ: 2000 04 31		gezeichnet An	
Anlage: 2.1		geprüft He	



Lageplan mit Lage der Bohrungen
 Maßstab 1:2500



Legende



DIE SCHICHTGRENZEN ZWISCHEN DEN BOHRUNGEN UND AUFSCHLÜSSEN SIND VERMUTET

Dr.-Ing. Georg Ulrich
Baugrundinstitut DIN 1054
Geologisches Institut
Leutkirch Kempten Günzburg
Lahr Friedrichshafen

WKA Altdorf-Ebenhofen
Dammsanierung
(ergänzende Untersuchungen)

AZ	2000 04 31	Gezeichnet	He
Anlage Nr.	2.1	Geprüft	He

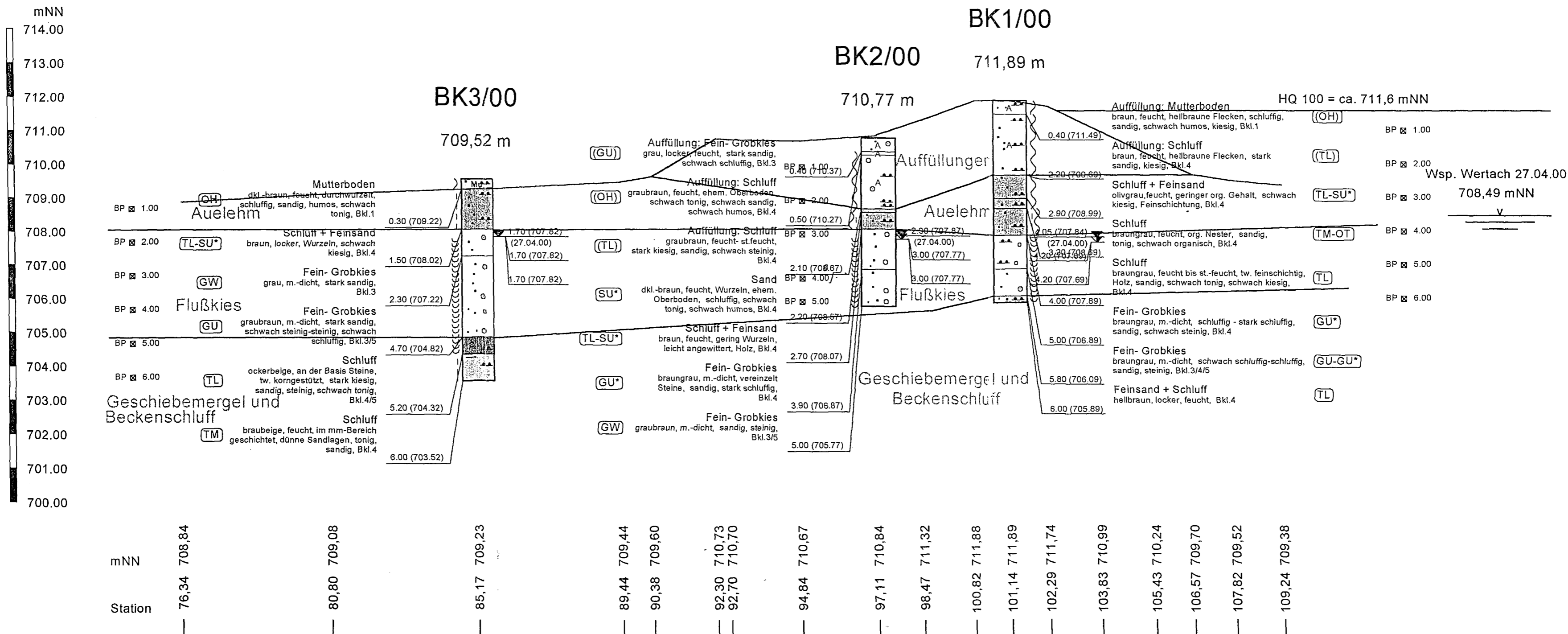
Geotechnisches Profil Maßstab 1:100

Nördliches Profil zw. Fluß-km 84,2 und Fluß-km 84,4 von NW nach SO

16/53
-00
RK

NW

SE



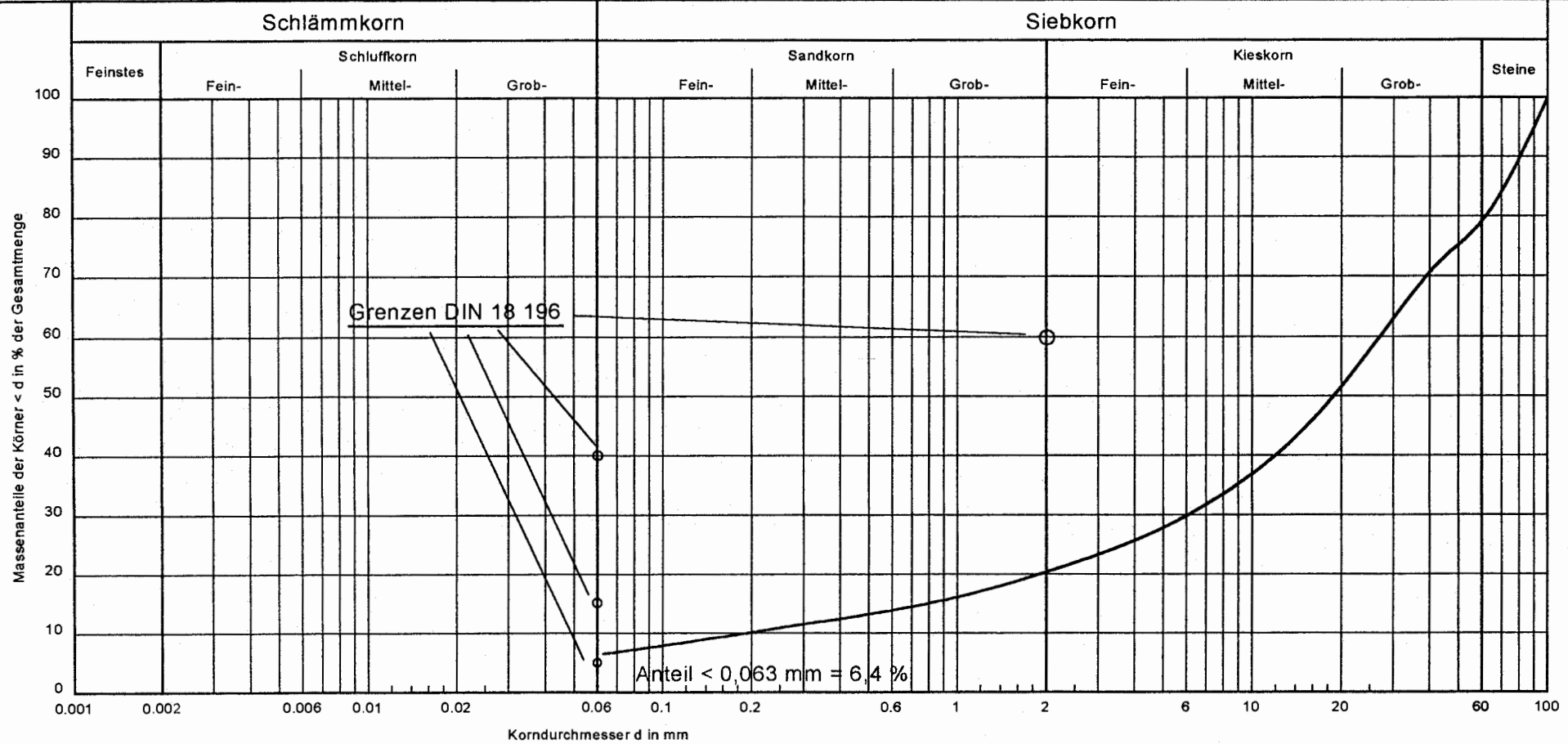
Dr.-Ing. Georg Ulrich
 Baustoff- u. Bodenprüfstelle
 Allmannweilerstraße 12
 88046 Friedrichshafen

Körnungslinie
 Ebenhofen
 Dammsanierung

Prüfungsnummer: 2000 04 31 KVS 02
 Probenahme am: Mai 2000
 Art der Entnahme: Kernbohrung
 Arbeitsweise: Naßsiebung

Bearbeiter: Gr/Baur

Datum: 15.05.2000



Labornummer	506
Bodenart:	G, x, fs', gs'
Entnahmestelle	BK 3
Tiefe	3,0 - 4,0 m
U/Cc	140.5/7.1
k-Wert m/s (Beyer)	$2.3 \cdot 10^{-4}$

Bemerkungen:
 Nach DIN 18 196 grobkörniger Boden - GW -

Bericht:
 AZ 2000 04 31
 Anlage:
 3.1

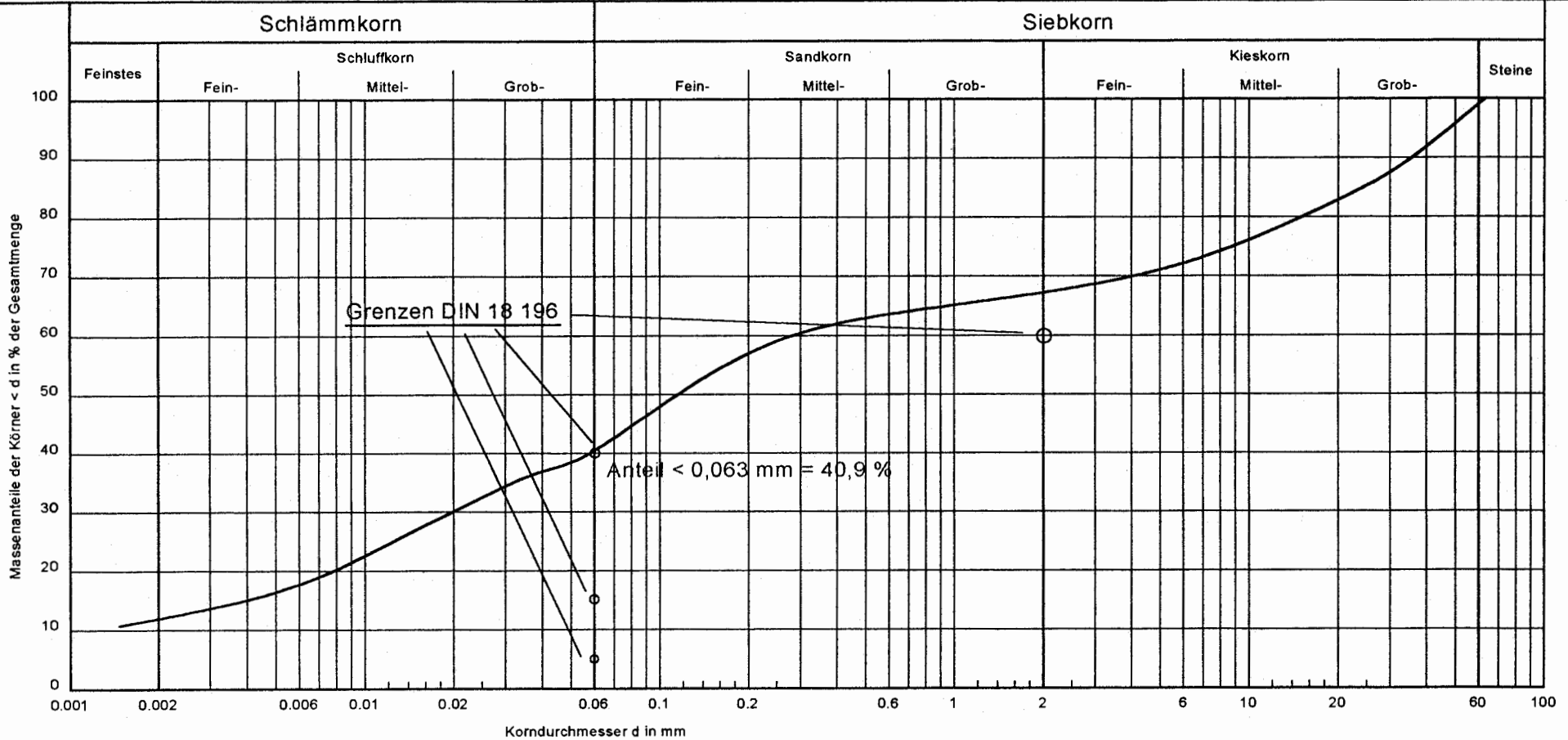
Dr.-Ing. Georg Ulrich
 Baustoff- u. Bodenprüfstelle
 Allmannsweilerstraße 12
 88046 Friedrichshafen

Körnungslinie
 Ebenhofen
 Dammsanierung

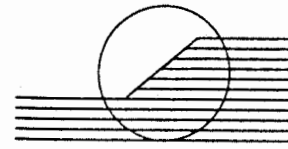
Prüfungsnummer: 2000 04 31 KVS 01
 Probenahme am: Mai 2000
 Art der Entnahme: Kernbohrung
 Arbeitsweise: Komb. Sieb-/Schlamm-analyse

Bearbeiter: Gr/Baur

Datum: 15.05.2000



Labornummer	505	Bemerkungen: Nach DIN 18 196 feinkörniger Boden - TL -	Bericht: AZ 2000 04 31 Anlage: 3.2
Bodenart:	S, u, gg, f, mg'		
Entnahmestelle	BK 1/2000		
Tiefe	4,0 - 4,5 m		
U/Cc	-/-		
Anteile	12.0/28.5/26.7/31.9		



INGIESSVERSUCH IM BOHRLOCH

Projekt: **WKA Altdorf-Ebenhofen Dammsanierung**

Anlage **4.1**

Bohrung: **BK1/00**

AZ **2000 04 31**

Datum: **26.04.00**

Bohrmeister: **E. Bareth**

Prinzipiskizze:

Bohrlochtiefe (m):	3,00	Grundwasserruhepegel (m üGel):	4,20	ROK	aufgef. Wasserspiegel
Verrohrungsradius außen ra (m):	0,099	Wasserstand bei Versuchsbeginn (m üGel):	0,50		
Verrohrungsradius innen ri (m):	0,083	eingefüllte Wassermenge vor Versuch (l):	0,10		<u>Gelände</u>
Verrohrungsoberkante (m üGel):	0,50	freie Bohrlochstrecke L (m):	0,50		
Verrohrungsunterkante (m üGel):	2,50	Wasserstand ü. Grundwasserspiegel h1 (m):	4,70		

----- GwRuhespiegel

----- L
Bohrlochsohle

Phase 1		
stationärer Strömungszustand konstanter Wsp. bei Rohroberkante		
Zeit	Eingefüllte Wassermenge (l)	
min.	sec.	
1	30	0,02
2		0,02
3		0,02
4		0,02
5		0,02
6		0,02
7		0,02
		0,10
k _f (0-6 min) = 2,67E-008		

Phase 2			Auswertung t(0) - t(x)						Auswertung t(1) - t(2)		
instationärer Strömungszustand absinkender Wasserspiegel											
Zeit	Absenkung ab ROK (m)	Auswertung t(0) - t(x)			Auswertung t(1) - t(2)						
		H (m)	Q (m ³ /s)	k _f (m/s)	H (m)	Q (m ³ /s)	k _f (m/s)				
min.	sec.										
0	0,0000	4,70				4,70					
1	0,0025	4,70	9,02E-007	1,01E-007	4,70	9,02E-007	1,01E-007				
2	0,0050	4,70	9,02E-007	1,01E-007	4,70	9,02E-007	1,01E-007				
5	0,0075	4,70	5,41E-007	6,08E-008	4,69	3,01E-007	3,38E-008				
10	0,0100	4,70	3,61E-007	4,05E-008	4,69	1,80E-007	2,03E-008				
15	0,0125	4,69	3,01E-007	3,38E-008	4,69	1,80E-007	2,03E-008				
20	0,0150	4,69	2,71E-007	3,04E-008	4,69	1,80E-007	2,03E-008				
30	0,0175	4,69	2,10E-007	2,37E-008	4,68	9,02E-008	1,02E-008				
60	0,0200	4,69	1,20E-007	1,35E-008	4,68	3,01E-008	3,39E-009				
			k _f (geschätzter Mittelwert) = 4,7 E-008								

Berechnungsformeln nach US BUREAU OF RECLAMATION

Bemerkungen:

10ra > L > ra

$$k_f = \frac{Q}{2,4H} * \left(\frac{L}{2ra} + \sqrt{1 + \left(\frac{L}{2ra} \right)^2} \right)$$

Versickerung im Auehlm

L > 10ra

$$k_f = \frac{Q}{2,4H} * \left(\frac{L}{rs} \right)$$

$$Q = \text{Infiltrationsmenge} = (n) * \pi * \frac{dh}{dt}$$

L = 0

$$k_f = \frac{Q}{5,5nH}$$

$$H = h_1 - \frac{dh}{2}$$