

Hochwasserschutz Rückersdorf

Grundwasserhydraulische Berechnungen

vom 01.06.2018

Vorhabensträger: Freistaat Bayern
vertreten durch das
Wasserwirtschaftsamt Nürnberg
Allersberger Straße 17/19
90461 Nürnberg



Verfasser: Dr. Blasy - Dr. Øverland
Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG
Moosstraße 3 82279 Eching am Ammersee

WWAN_009.01

Verzeichnis der Unterlagen

Erläuterungsbericht

Anhang 1 4 Querschnitte mit Potentialverteilungen und Stauwassersickerlinie

Erläuterungsbericht

1.	Veranlassung und Aufgabenstellung.....	1
2.	Berechnungsannahmen	1
2.1	Querschnitte	1
2.2	Bodenschichtung	2
2.3	Wasserdurchlässigkeit.....	2
2.3.1	Winkelstützwand.....	2
2.3.2	Deckschicht en/Auffüllungen.....	2
2.3.3	Sandige Talfüllungen	3
2.3.4	Frostschutzkies.....	3
2.4	Randbedingungen	3
3.	Grundwasserhydraulische Berechnungen	3
3.1	Berechnungsmethode.....	3
3.2	Potentialverteilung und Sickerwasserlinie	4
3.3	Sickerwassermengen	5

1. Veranlassung und Aufgabenstellung

Bei Hochwasserführung der Pegnitz sind Teile des Ortsgebiets von Rückersdorf durch Überschwemmungen bedroht. Zum Schutz der Bebauung ist im Südosten des Orts eine Hochwasserschutzmauer geplant. Im Zuge dieser Maßnahmen wird auch eine Binnenentwässerung angelegt, um die Bebauung hinter der Schutzlinie vor Grundwasseranstieg bis zur Geländekante zu schützen.

An dieser Stelle werden grundwasserhydraulische Berechnungen vorgelegt, die zur Bestimmung des Sickerwasserandrangs in der Binnenentwässerung dienen. Die Berechnungen wurden mit einem vertikal ebenen zweidimensionalen und stationären Strömungsmodell durchgeführt. Als Modellsoftware wurde das von der Firma GGU entwickelte Programm FLOW2D eingesetzt. Das Modell benutzt ein Finite-Elemente-Verfahren. Zur differenzierten Abbildung der Strömungsverhältnisse entlang der Schutzlinie wurden 4 charakteristische Querschnitte abgebildet.

2. Berechnungsannahmen

2.1 Querschnitte

Für die Bestimmung der Sickerwassermengen wurden 4 Querschnitte betrachtet. Die Querschnitte wurden so gewählt, dass sie möglichst repräsentativ für einen Teilabschnitt der Schutzlinie sind und eine Schlussfolgerung auf die zu erwartenden Wassermengen erlauben. Für die Berechnung der Gesamtwassermenge pro Teilabschnitt wurde die Gesamtstrecke anteilmäßig den jeweiligen Querschnitten zugeordnet. Die Lage der Schnitte und die zugeordneten Strecken sind in Abbildung 1 dargestellt.

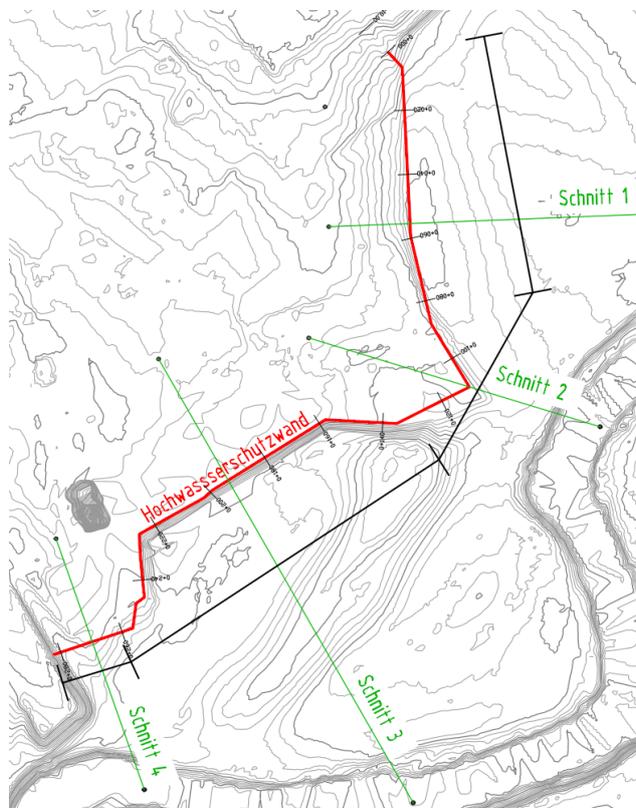


Abbildung 1: Lage und Zuordnung Schnitte

2.2 Bodenschichtung

Die Festlegung der Bodenschichten in den Modellen erfolgt auf der Grundlage des den Entwurfsunterlagen beiliegenden geotechnischen Berichts und der im Rahmen dessen getätigten Bodenaufschlüsse. Der Bericht mit allen Anlagen und Plänen ist in Anlage 2 beigelegt.

Nach den Ergebnissen der o.g. Untersuchungen steht in den Flussauen an der Geländeoberkante eine bindige Deckschicht zwischen ca. 0,3 und 1,5 m an. Dabei handelt es sich um braune bis dunkelbraune mittelpastische Tone. Im Bereich des Bauhofs wurden in dieser Höhenlage vor allem Auffüllungen aus sandigem Material angetroffen. Da die räumliche Ausdehnung der Deckschichten und Auffüllungen aus den punktuellen Aufschlüssen der Baugrunduntersuchungen nicht ermittelt werden kann, werden die beiden Bodenarten in den Modellen zu einem Material zusammengefasst. Der oberflächennahe Untergrund unter den Deckschichten bzw. Auffüllungen wird durch sandige Talfüllungen gebildet, die gemäß den Profilen der Grundwassermessstellen bis in eine Tiefe von mind. 10 m unter GOK reichen. Dabei handelt es sich um Sande mit schluffigen und kiesigen Anteilen.

Die Bodenschichtung sowie die Durchlässigkeiten und Randbedingungen sind exemplarisch in Abbildung 2 dargestellt. Die Tiefen der einzelnen Schichten orientieren sich an den nächstgelegenen Bodenaufschlüssen und variieren somit in den verwendeten Querschnitten.

Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.20	Beton
	$5.000 \cdot 10^{-3}$	$5.000 \cdot 10^{-3}$	0.20	Frostschuttkies
	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.20	Deckschichten/Auffüllungen
	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.20	sandige Talfüllungen

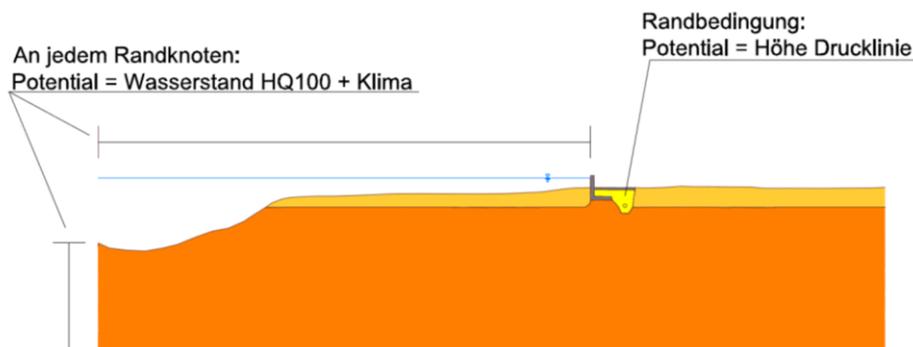


Abbildung 2 Modellaufbau

2.3 Wasserdurchlässigkeit

2.3.1 Winkelstützwand

Die Undurchlässigkeit der Winkelstützwand wird durch einen k_f -Wert von $1 \cdot 10^{-9}$ m/s abgebildet.

2.3.2 Deckschichten/Auffüllungen

In dieser Bodenschicht sind für die in der Drainage anfallende Wassermenge vor allem die bindigen Deckschichten relevant, da diese wasserseitig der Winkelstützmauer überwiegend zu erwarten sind. Die Kornverteilung lässt für dieses Material geringe Durchlässigkeitsbeiwerte von $1 \cdot 10^{-8}$ m/s - $1 \cdot 10^{-10}$ m/s erwarten. Allerdings muss davon ausgegangen werden,

dass auch wasserseitig der Winkelstützwand stellenweise sandige Auffüllungen auftreten, deren Durchlässigkeitsbeiwerte zwischen 10^{-4} und 10^{-5} m/s liegen. Für die Berechnung wird daher auf der sicheren Seite ein höherer Wert von $1 \cdot 10^{-5}$ m/s für die gesamte obere Bodenschicht angenommen, um einen entsprechend höheren Wasserandrang abbilden zu können, der bereichsweise durch die Auffüllungen oder fehlende bzw. nur sehr geringmächtige Deckschichten entstehen kann.

2.3.3 Sandige Talfüllungen

Die Wasserdurchlässigkeit der sandigen Talfüllungen liegt nach dem Ergebnis von 4 Pumpversuchen, die im Rahmen des geotechnischen Berichts an den 4 Grundwassermessstellen durchgeführt wurden, im Bereich zwischen ca. $5 \cdot 10^{-4}$ m/s und $1 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Für die Berechnung der Sickerwassermengen wird ein Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $1 \cdot 10^{-3}$ m/s für die sandigen Talfüllungen angesetzt. Dieser Wert liegt auf der sicheren Seite, so dass die Rohrleitungen oder Pumpwerke zur Ableitung des Wassers ausreichend groß ausgelegt werden.

2.3.4 Frostschutzkies

Für das Material der geplanten Kiesrigolen wurde eine Durchlässigkeit von $5 \cdot 10^{-3}$ m/s angesetzt.

2.4 Randbedingungen

Für jeden Randknoten wasserseitig des Schutzbauwerks bis auf Höhe des Bemessungswasserspiegels wurde der Bemessungswasserspiegel als Potential angesetzt. Dies gilt auch für die Knoten am linken Modellrand. Das Potential in der Sickerwasserdrainage wurde auf die Höhe der Drucklinie gesetzt, die zum Abfließen des Wassers in der Drainrohrleitung erforderlich ist. Die Höhe der Drucklinie wurde so festgelegt, dass der luftseitige Wasserspiegel auch in Geländetiefpunkten nicht bis zur Geländeoberkante ansteigt. Diese Vorgehensweise stellt sicher, dass es bei abfallendem Gelände hinter dem Schutzbauwerk nicht zu Wasseraustritt im Hinterland kommt.

3. Grundwasserhydraulische Berechnungen

3.1 Berechnungsmethode

Um die bei Hochwasserführung in der Pegnitz zu erwartenden Sickerwasserströme hinreichend genau zu erfassen, werden Berechnungen mit einem stationären zweidimensionalen numerischen Modell durchgeführt. In diesem Modell werden die Höhen des anstehenden Geländes, der Einbau der Winkelstützwand, die Bodenschichtung sowie die relevanten grundwasserhydraulischen Eigenschaften der einzelnen Schichten erfasst. Außerdem kann der Wasserstand in der Pegnitz beim Bemessungswasserstand sowie die Wirkung von Dränagen berücksichtigt werden, so dass realistische Aussagen über die Strömungsvorgänge gewonnen werden können.

Für die Bestimmung der Potenzialverteilung sowie der Durchsickerung und Unterströmung wurde das EDV-Programm Flow2D eingesetzt, das von der Firma GGU GmbH, Braunschweig entwickelt wurde. Das Programm benutzt ein Finite-Elemente-Verfahren. Dabei wird

der Grundwasserkörper in diskrete dreiecksförmige Zellen zerlegt. Die Knoten, an denen die Wasserdruckhöhen berechnet werden, liegen am Rand der Zellen. Das Modell basiert auf dem Gesetz von DARCY und dem Prinzip der Erhaltung der Massen, das heißt die Summe aller in die Zellen ein- und austretender Wassermengen ist gleich Null. Nähere Informationen zum Modell, die über die nachfolgenden Erläuterungen zu den durchgeführten Berechnungen hinaus gehen, können den Handbüchern der Software entnommen werden.

Für die Berechnung der Potenzialverteilung und die Ermittlung der Sickerwassermengen wurden Baugrundeigenschaften angenommen, die im Wesentlichen unter Verwendung der Angaben in Kapitel 2 zusammengestellt wurden bzw. nach Erfahrungen aus vergleichbaren Vorhaben abgeleitet wurden.

3.2 Potentialverteilung und Sickerwasserlinie

Die Ergebnisse zeigen eine erwartungsgemäß hohe Durchströmung in den sandigen Talfüllungen. Die Winkelstützwand bindet nur bis in eine geringe Tiefe ein und führt daher nur zu einem geringen Potenzialabbau. Das Austreten von Sickerwasser an der Geländeoberkante kann allerdings durch die Sickerwasserdrainage verhindert werden. Durch die Anbindung der Kiesrigole an die durchlässigen sandigen Talfüllungen ist gewährleistet, dass das Sickerwasser in die Drainagerohre gelangt und abgeführt werden kann. Da ein Einstau bis über den Rohrscheitel zugelassen wird, erfolgt der Abfluss in den Drainagerohren unter Druck. Der Verlauf der Potentiallinien ist in Abbildung 3 exemplarisch für den Querschnitt 2 dargestellt. Darstellungen aller vier Querschnitte sind im Anhang zu finden.

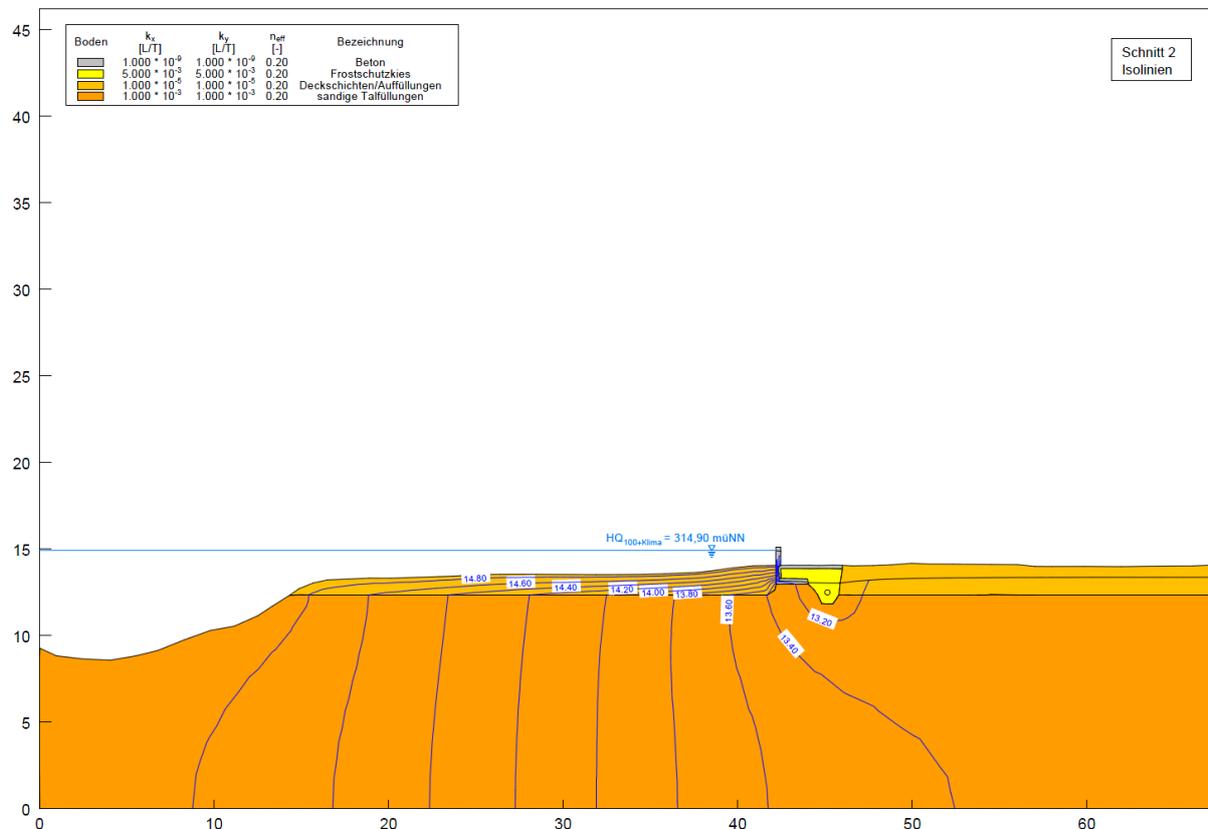


Abbildung 3 Potentiallinienverteilung Schnitt 2

3.3 Sickerwassermengen

Die Ergebnisse der Sickerwasserberechnungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 3.1: Sickerwasseranfall

Querschnitt	Länge Abschnitt [m]	Sickerwasseranfall Q_s [l/(s*m)]	Abfluss Q [l/s]
1	85	0,78	66
2	55	0,65	36
3	120	0,65	78
4	12	0,48	6
Summe	272		186

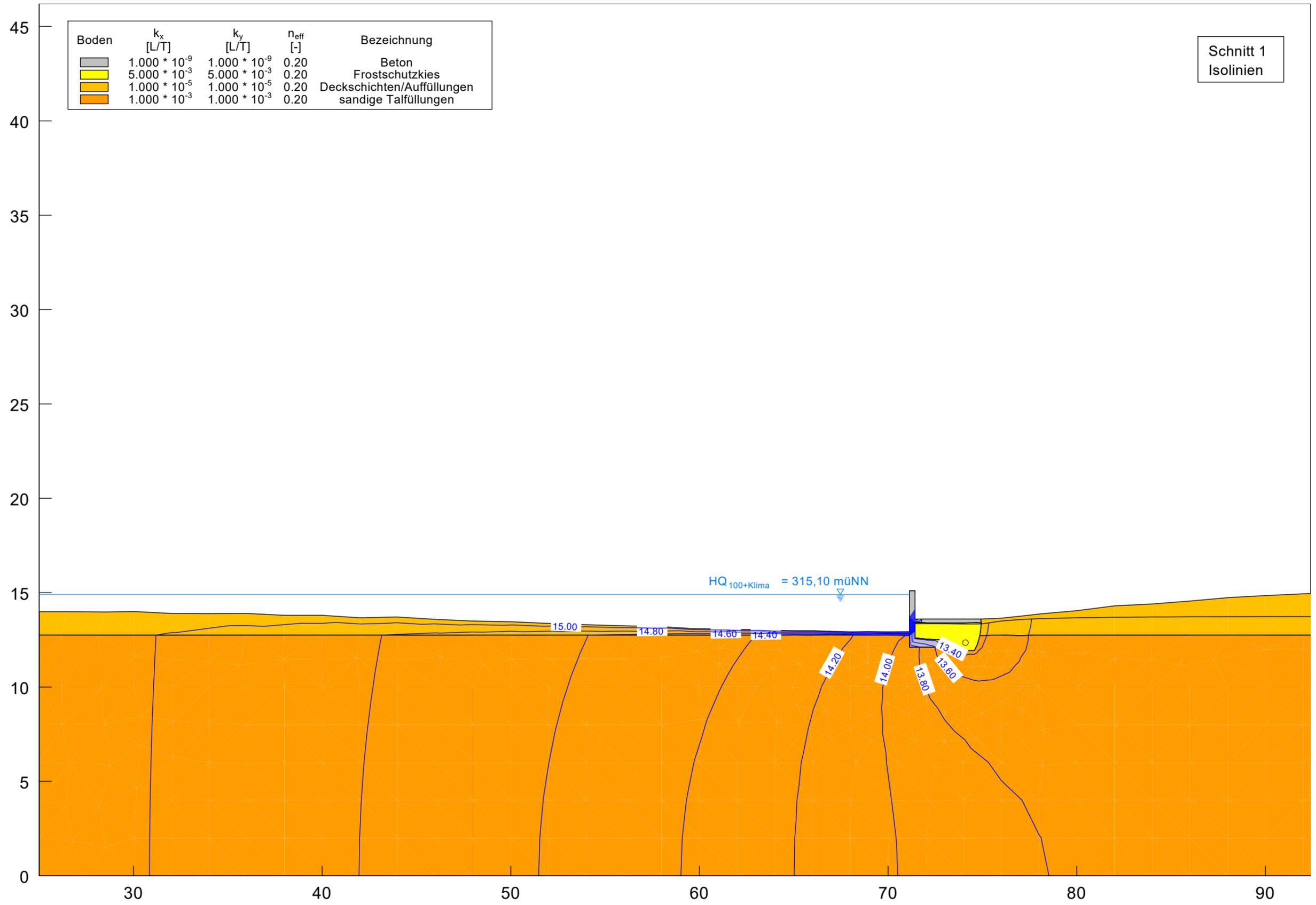
Da die Werte unter Verwendung eines stationären Grundwassermodells ermittelt wurden und davon auszugehen ist, dass das maßgebende Hochwasserereignis relativ schnell abläuft, liegen die angegebenen Werte auf der sicheren Seite.

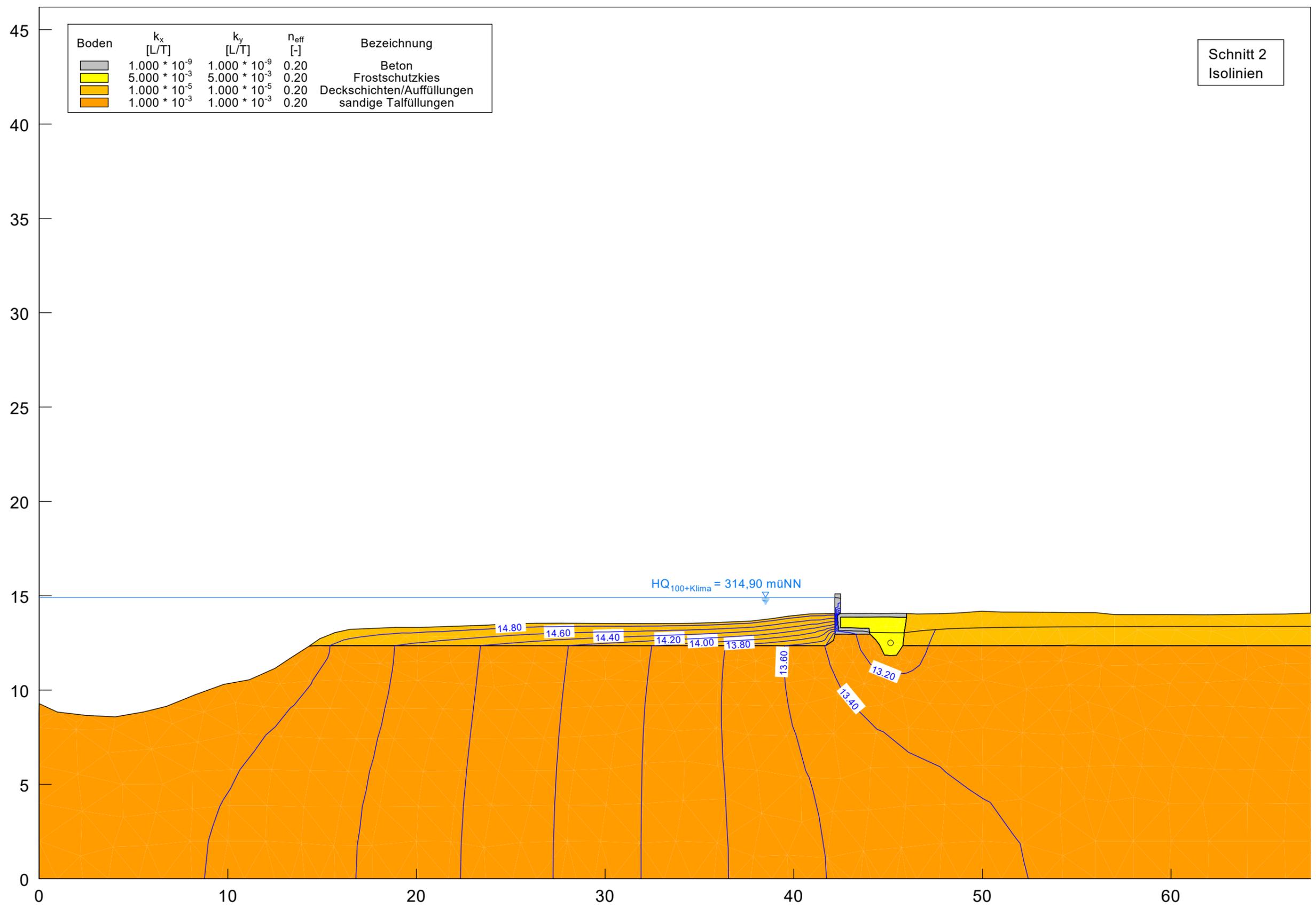
Eching am Ammersee, den 01.06.2018

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

Anhang 1

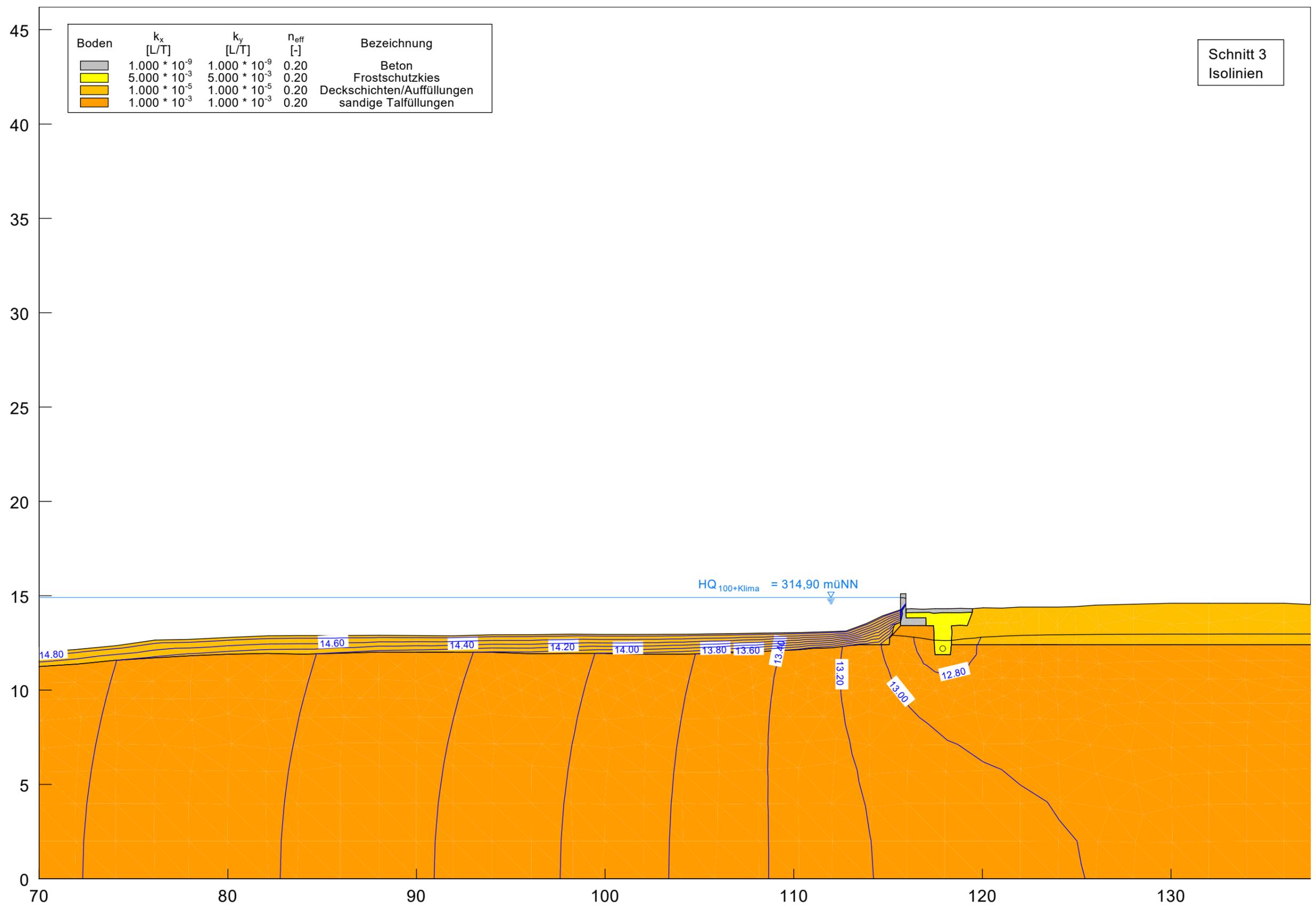
4 Querschnitte mit Potentialverteilungen und Stauwassersickerlinie





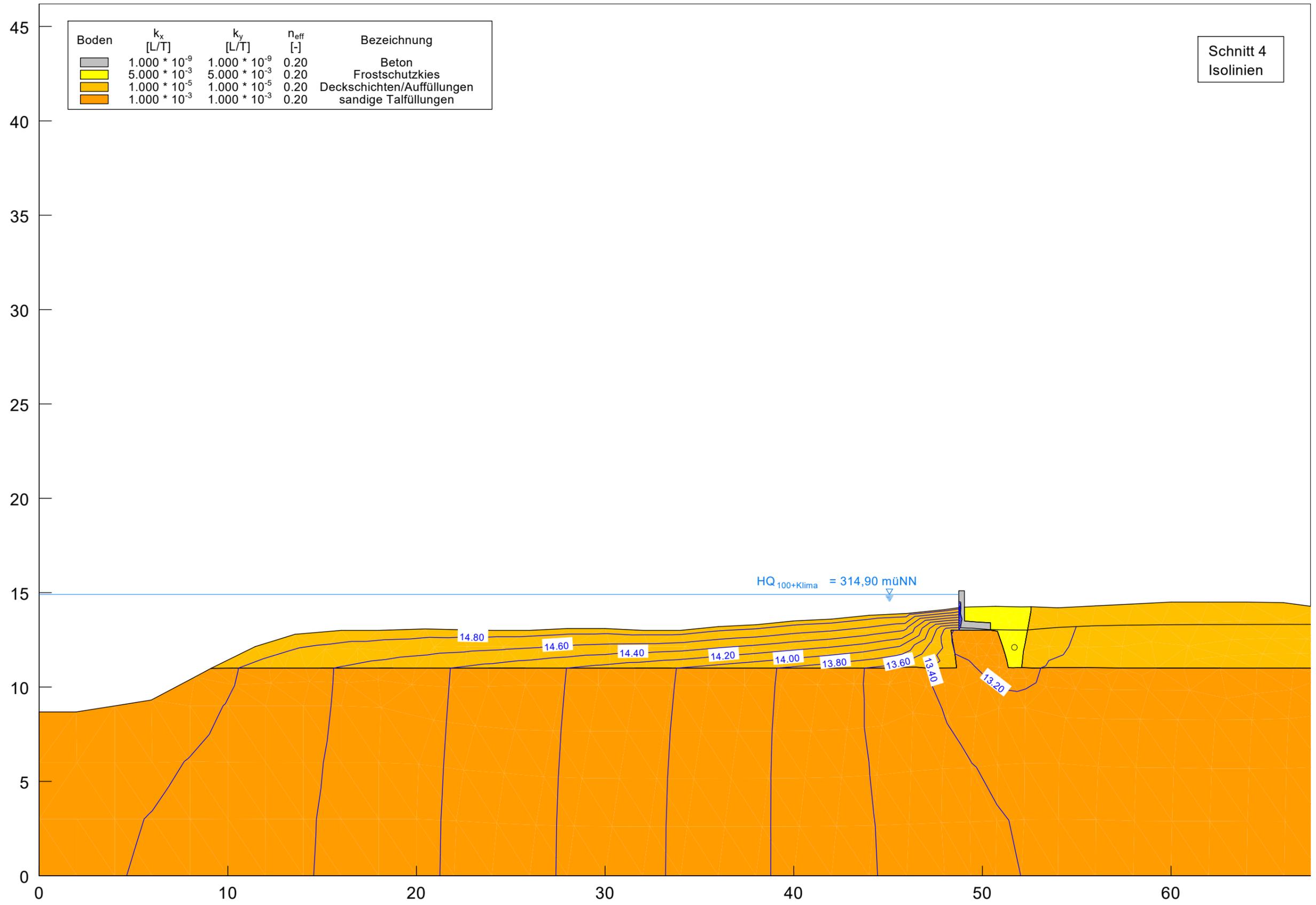
Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
■	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.20	Beton
■	$5.000 \cdot 10^{-3}$	$5.000 \cdot 10^{-3}$	0.20	Frostschutzkies
■	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Deckschichten/Auffüllungen
■	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.20	sandige Talfüllungen

Schnitt 2
Isolinien



Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
■	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.20	Beton
■	$5.000 \cdot 10^{-3}$	$5.000 \cdot 10^{-3}$	0.20	Frostschutzkies
■	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Deckschichten/Auffüllungen
■	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.20	sandige Talfüllungen

Schnitt 3
Isolinien



Boden	k_x [L/T]	k_y [L/T]	n_{eff} [-]	Bezeichnung
■	$1.000 \cdot 10^{-9}$	$1.000 \cdot 10^{-9}$	0.20	Beton
■	$5.000 \cdot 10^{-3}$	$5.000 \cdot 10^{-3}$	0.20	Frostschutzkies
■	$1.000 \cdot 10^{-5}$	$1.000 \cdot 10^{-5}$	0.20	Deckschichten/Auffüllungen
■	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.20	sandige Talfüllungen

Schnitt 4
Isolinien

HQ_{100+Klima} = 314,90 müNN