

Magdeburg INTEL Projekt OWL

MOD 1 und MOD 2 tiefe Baugruben
Grundwasserabsenkungskonzept
und Berechnungen der Grundwasserentnahme
zum Zwecke der Beantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis

12.02.2024

1 Einführung

Die Planung der Produktionsanlagen für das INTEL-Projekt OWL in Magdeburg erfordert Grundwasserabsenkungsmaßnahmen für die tiefen Baugruben MOD 1 und MOD 2. Um dies in der laufenden Planung zu berücksichtigen, sind Grundwasserabsenkungskonzepte erforderlich. Für die Grundwasserentnahme und die Absenkung des Grundwasserspiegels sind wasserrechtliche Erlaubnisse erforderlich. Das vorliegende Grundwasserabsenkungskonzept und die Berechnungen zur Grundwasserentnahme sollen dafür die Grundlage bilden.

2 Hydrogeologie

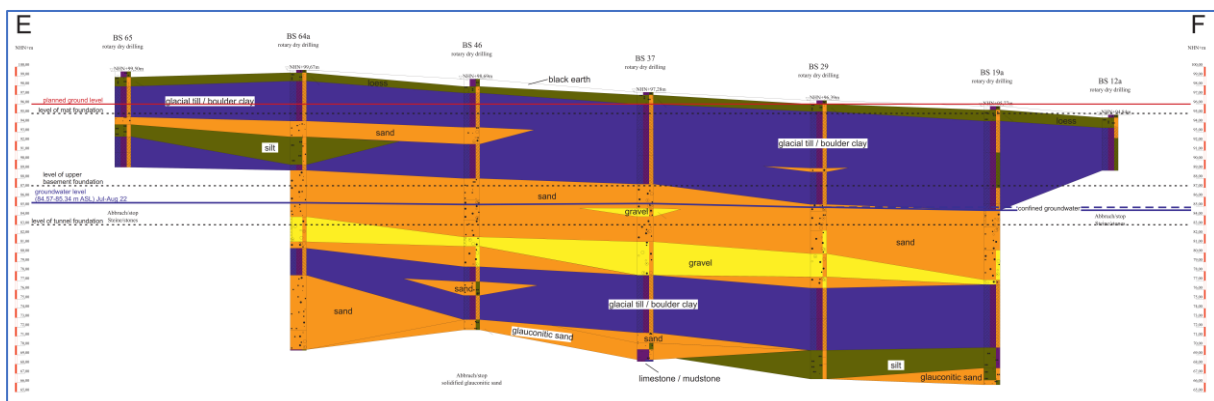
Es wurde ein hydrogeologisches Gutachten zur Bestimmung der Grundwasserleiterparameter vorgelegt (Bericht GGU, 613/2024 vom 23.01.2024). Dazu wurden drei Pumpversuche durchgeführt. Die Untersuchung ergab unterschiedliche Mächtigkeiten des Grundwasserleiters von 0,50 m bis 7,00 m und eine Granulometrie von leicht schluffigen Sanden bis zu Sand und Kies. Die in den vorangegangenen geotechnischen Berichten sehr hoch abgeschätzten Durchlässigkeiten von $k = 7 \cdot 10^{-3}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-2}$ m/s für die Kiese können nicht bestätigt werden, sind aber lokal nicht auszuschließen. Die durchgeführten Pumpversuche ermöglichen die Bestimmung der charakteristischen mittleren Durchlässigkeit des gesamten Grundwasserleiters (GWL), wodurch die für geohydraulische Berechnungen zur Grundwasserabsenkung relevante Durchlässigkeit angegeben werden kann. Es werden folgende konservative, charakteristische Werte vorgeschlagen:

- MW#1: $k_{\text{char}} = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s bis $5 \cdot 10^{-5}$ m/s (für überwiegend sandigen GWL)
- MW#2, MW#3: $k_{\text{char}} = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s (für kiesige, sandige GWL)

Für geohydraulische Berechnungen von Grundwasserabsenkungen wird empfohlen, den gesamten Wertebereich zu untersuchen. Im Rahmen dieses Grundwasserabsenkungskonzeptes wird jedoch nur der für den überwiegend vorhandenen kiesig-sandigen Grundwasserleiter angegebene Bereich (hohe Wasserdurchlässigkeit) betrachtet.

Die im November 2023 an den drei Brunnen-Standorten angetroffenen Wasserstände zeigten Werte zwischen 83,25 mNHN und 84,78 mNHN. Diese Werte bestätigen im Allgemeinen die im Juli-August 2022 für den geotechnischen Bericht gemessenen Werte. Dies deutet auf einen einheitlichen Wasserstand im Grundwasserleiter mit einer Fließrichtung nach Ost-Südost hin. Für Genehmigungszwecke wird ein einheitlicher Bemessungsgrundwasserspiegel von 85 mNHN vorgeschlagen.

Die Stratigraphie aus dem geotechnischen Bericht ist im Folgenden dargestellt:



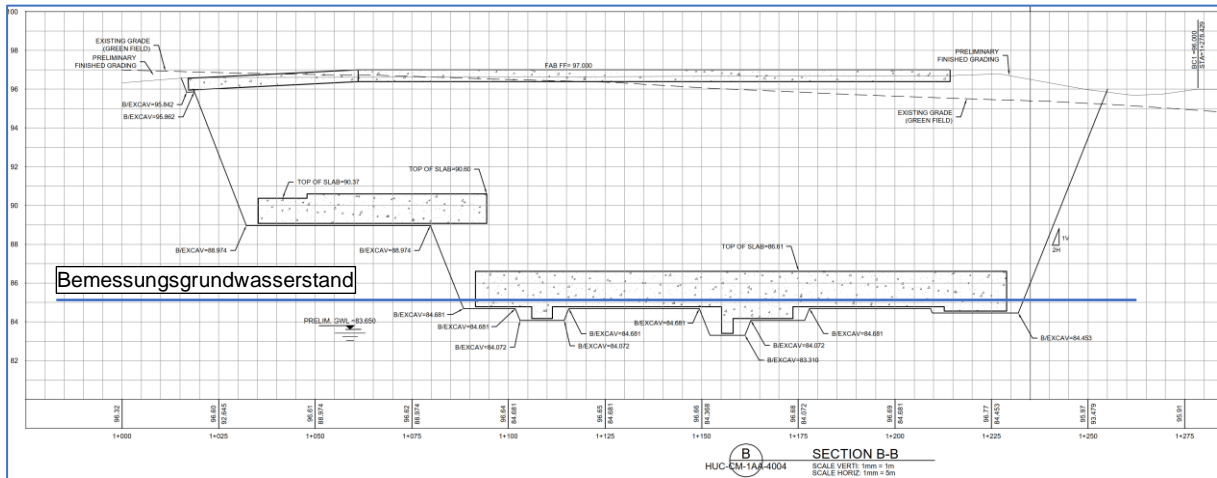
Profil Nord - Süd

Für Genehmigungszwecke wird ein einheitlicher Grundwasserleiter mit den folgenden konservativen und damit auf der sicheren Seite liegenden Merkmalen vorgeschlagen:

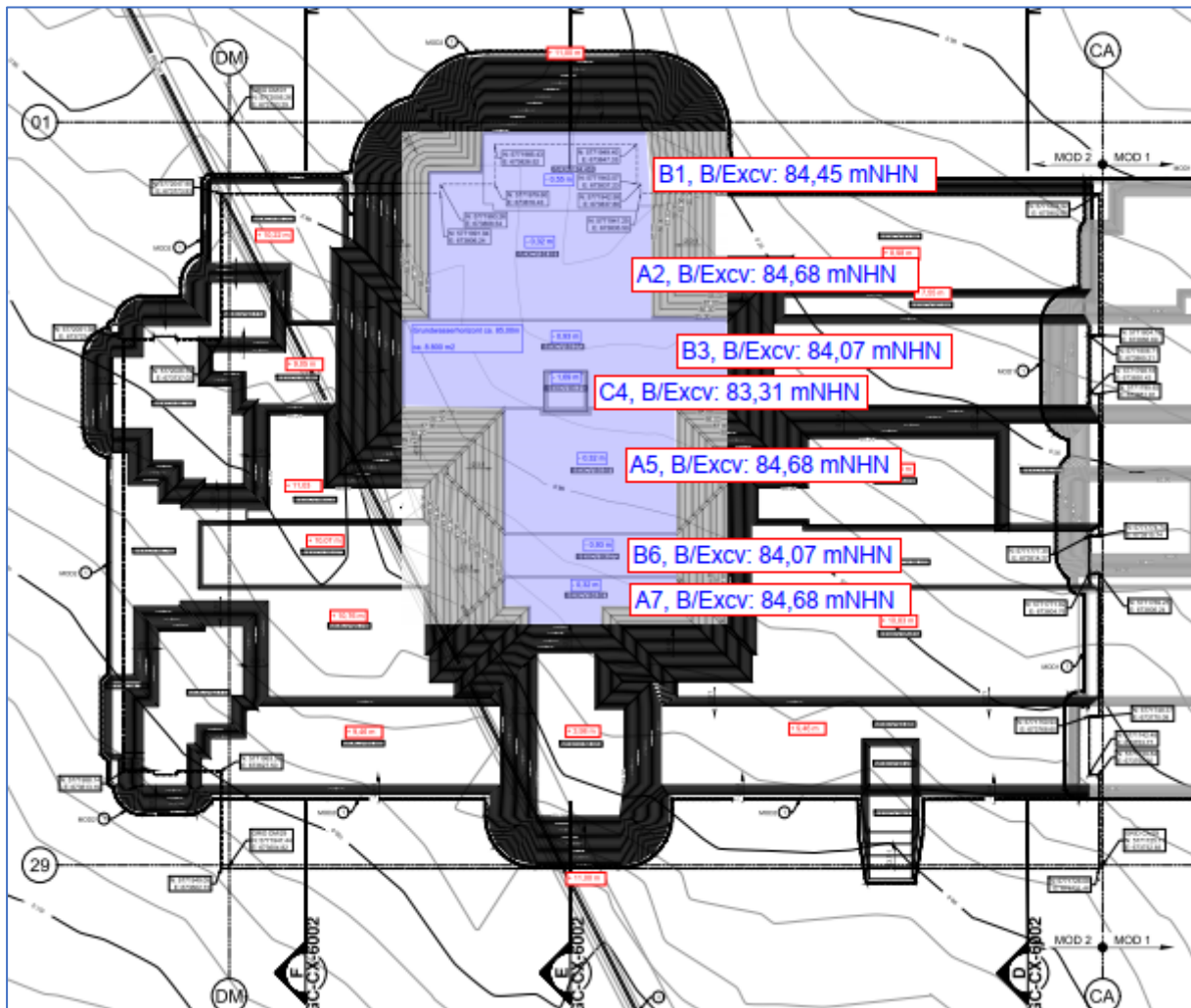
- OK des GWL 85,00 mNHN
- UK des GWL 77,00 mNHN
- Durchlässigkeit $k_{char} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ bis $1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

3 Baugrube

Für die Bauwerke MOD 1 und MOD 2 müssen Baugruben bis zur Aushubsohle erstellt werden. Die Bereiche mit Baugrubensohlen unterhalb des zu erwartenden Soll-Grundwasserstandes von 85,00 mNHN weisen Werte zwischen 83,31 mNHN und 84,68 mNHN auf. Sie sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.



Abschnitt B-B



MOD2 Draufsicht mit Baugrubensohlen

Das bedeutet, dass nur die oben gekennzeichneten mittleren und tiefen Teile der Baugrube in das Grundwasserabsenkungskonzept einbezogen werden müssen. Dargestellt sind die verschiedenen Baugrubensohlen A2 bis C4.

4 Grundwasserabsenkungskonzept

Für Genehmigungszwecke ist keine detaillierte Planung der Grundwasserhaltung erforderlich, da diese Teil der Ausführungsplanung des Auftragnehmers sein wird. Es ist jedoch ein Absenkungskonzept mit einer Vorhersage der Wassermengen und der Absenkungsreichweite erforderlich.

Das Grundwasser muss bis mindestens 0,50 m unter die vorgesehene Baugrubensohle abgesenkt werden. Das bedeutet, dass bei einem Bemessungsgrundwasserstand von 85,00 mNHN Grundwasserabsenkungen von 0,82 m = 84,18 mNHN (Bereiche A2, A5, A7), 1,05 m = 83,95 mNHN (Bereich B1) und 1,43 m = 83,57 mNHN (Bereich B3, B6) erforderlich sind. Für einen kleinen zentralen Teil wird eine vorübergehende tiefere Absenkung von 2,19 m = 82,81 mNHN erforderlich sein (Gebiet C4).

Die Absenkung kann durch die Installation und den Betrieb von Brunnen im Grundwasserleiter erreicht werden. Diese Brunnen können von einer Zwischen-Aushubebene, die ausreichend über dem Grundwasser liegt (z.B. 86 mNHN), errichtet werden. Die Brunnen sollten so platziert werden, dass sie sich innerhalb der Baugrube am Fuß der Baugrubenböschung im umlaufenden Arbeitsraum befinden.

5 Berechnung der Grundwasserabsenkung

Eine Berechnung der Grundwasserabsenkung wurde mit der Methode nach HERDT/ARNDTS durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass etwa 19 Brunnen mit einer Tiefe von 77 mNHN und einem Mindestdurchmesser von 0,20 m, die um die Baugrube herum angeordnet sind, ausreichen, um die tiefste Absenkung von 83,57 mNHN (Ebene 1, Bereich B3 und B6) im gesamten Bereich der Baugrubensohle zu erreichen. Mit der oben dargelegten Spanne der Durchlässigkeiten lassen sich die folgenden Daten ableiten:

- Untere Durchlässigkeit $k_{\text{char}} = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s (Anhang 1)
 - Reichweite $R = 346$ m (Weyrauch)
 - Pumpenleistung im stationären Zustand $Q = 94$ m³/h (stationärer Zustand)
- Höhere Durchlässigkeit $k_{\text{char}} = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s (Anhang 2.1 und Anhang 2.2)
 - Reichweite $R = 146$ m (Sichardt) bis $R = 486$ m (Weyrauch)
 - Stationäre Pumpleistung $Q = 327$ m³/h (für $R=146$ m) bis 156 m³/h für ($R = 486$ m)

Bemerkung: Die Absenkungsreichweite nach Sichardt ergibt niedrigere Werte, was der konservative Ansatz in Bezug auf die resultierenden Pumpraten ist. Bei geringeren Durchlässigkeiten wird dieser Wert unangemessen niedrig und nicht aussagekräftig sein (kleiner als die Größe der Baugrube). In diesem Fall werden stattdessen die höheren Werte nach Weyrauch verwendet.

Sobald die Bauarbeiten im tiefen Teil des Aushubbereichs abgeschlossen und verfüllt sind, reichen reduzierte Pumpraten für die Absenkung in den etwas höheren Aushubbereichen aus. Zum Beispiel können für Bereiche der Ebene 2 (B1, A2, A5, A7) folgende Werte vorhergesagt werden:

- Untere Durchlässigkeit $k_{\text{char}} = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s (Anhang 3)
 - Reichweite $R = 346$ m (Weyrauch)
 - Pumpe im stationären Zustand $Q = 56,0$ m³/h
- Höhere Durchlässigkeit $k_{\text{char}} = 1 \cdot 10^{-3}$ m/s (Anhang 4)
 - Reichweite $R = 486$ m (Weyrauch)
 - Pumpe im Dauerbetrieb $Q = 93,0$ m³/h

Der Absenkungstrichter wurde in einem zusätzlichen Finite-Elemente-Modell für den hohen Durchlässigkeitsbereich ermittelt (Anlage 5). Die Reichweite der Absenkung kann hier mit ca. 230 m angegeben werden, was mit den oben dokumentierten Werten übereinstimmt. Es ist auch zu erkennen, dass die Absenkung die benachbarte Baugrube beeinflusst, so dass sich die Absenkungswassermengen wahrscheinlich verringern, wenn beide Baugruben in engem zeitlichem Abstand folgen. Dies wurde hier noch nicht berücksichtigt.

Für den Aushub des kleinen Tiefbauteils C4 reichen lokale Absenkungsmaßnahmen wie zusätzliche Brunnen aus, die separat zu planen sind. Außerdem müssen zusätzliche Entwässerungsgräben, Baugrubensohlenentwässerungen und Pumpensümpfe für den Niederschlagswasserzufluss und den lokalen Schichtwasserzufluss vorgesehen werden. Dies ist Teil der detaillierten Absenkungsplanung und wurde in den vorliegenden Bewertungen nicht berücksichtigt.

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Grundwasserabsenkung für die tiefen Baugruben MOD 1 und MOD 2 kann durch den Betrieb einer Galerie von Brunnen erreicht werden, die an der Baugrubensohle am Böschungsfuß angeordnet sind. Die Entnahmewassermengen können auf der Grundlage der im Rahmen der hydrogeologischen Erkundung durchgeführten Pumpversuche und einer vorläufigen Berechnung der Grundwasserabsenkung prognostiziert werden. Der Wertebereich hängt von der Durchlässigkeit, dem Berechnungsmodell und dem Absenkungsniveau ab.

Die Reichweite der Absenkung liegt je nach Berechnungsmethode zwischen $R = 146$ m und $R = 486$ m.

Die folgenden Pumpraten können vorhergesagt werden:

- Pumprate $Q = 156$ bis 327 m³/h
für die tiefe Aushubsohle (Ebene 1, Bereich B3, B6)
- Pumprate $Q = 93$ m³/h
für den hohen Teil der Aushubsohle (Ebene 2, Bereiche B1, A2, A5, A7)

Ausgehend von einer grob geschätzten Bauzeit für den tiefen Aushubteil von jeweils 3 Monaten und unter Annahme der niedrig und hoch geschätzten Pumpraten lässt sich die folgende Bandbreite der Gesamtwassermengen vorhersagen:

Absenkungsphase MOD 2: 3 Monate	Niedrige Schätzung	Hohe Schätzung	Monate
Dauer der Absenkung Stufe 1		1,5	Monate
Pumprate Stufe 1	156,0	327,0	m ³ /h
Wassermenge	-	353.160,0	m ³
Absenkungsdauer Stufe 2	1,5	1,5	Monate
Pumpförderung Stufe 2	93,0	93,0	m ³ /h
Wassermenge	100.440,0	100.440,0	m ³
Absenkungsphase MOD 1: 3 Monate	Niedrige Schätzung	Hohe Schätzung	Monate
Dauer der Absenkung Stufe 1	1,5	1,5	Monate
Pumprate Stufe 1	156,0	327,0	m ³ /h
Wassermenge	168.480,0	353.160,0	m ³
Absenkungsdauer Stufe 2	1,5	1,5	Monate
Pumpförderung Stufe 2	93,0	93,0	m ³ /h
Wassermenge	100.440,0	100.440,0	m ³
Gesamte Förderwassermenge MOD1 + MOD2	369.360,0	907.200,0	m ³

Das bedeutet, dass über die Bauzeit von 6 Monaten für MOD 1 und MOD 2 mit einer Gesamt-Förderwassermenge im Bereich von 537.840,00 m³ bis 907.200,00 m³ gerechnet werden kann.

7 Empfehlungen

Das vorgestellte Grundwasserabsenkungskonzept und die Berechnungen der Grundwasserentnahme sind zum Zwecke der Beantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis vorgesehen. Für die detaillierte Ausführungsplanung müssen zusätzliche und detaillierte Berechnungen

und Optimierungen durchgeführt werden. Es wird empfohlen, die Ausführungsplanung durch den Auftragnehmer durchführen zu lassen.

Der detaillierte Entwurf und die Bemessung muss unter anderem folgende Punkte abdecken:

- Tatsächliche Veränderungen des Grundwasserspiegels und ihre Auswirkungen auf die Bemessung.
- Berücksichtigung der Auswirkungen lokaler Durchlässigkeitsschwankungen.
- Reihenfolge der Aushub- und Bauphasen.
- Auslegung der Brunnenkapazität einschließlich angemessener Sicherheitsfaktoren.
- Auslegung der Pumpenleistung mit entsprechenden Sicherheitsfaktoren.
- Platzierung der Brunnen und mögliche Ausführungskonflikte.
- Überlegungen zur Energieversorgung und Redundanz.
- Ein umfassendes Wasserhaltungs-, Betriebs- und Sicherheitskonzept.
- Grundwasser-Monitoring

Die Möglichkeiten zur Ableitung des geförderten Wassers müssen auf der Grundlage der Kapazität der benachbarten Gräben und Gewässer weiter geprüft werden. Die Versickerung von Wasser muss wegen möglicher Rückflussprobleme in die Planung der Absenkung einbezogen werden. Solche Überlegungen müssen Teil des Genehmigungsverfahrens sein.

Dr.-Ing. Peter Grubert

GGU
Gesellschaft für Grundbau und Umwelttechnik mbH
In den Ungleichen 3
39171 Osterweddingen

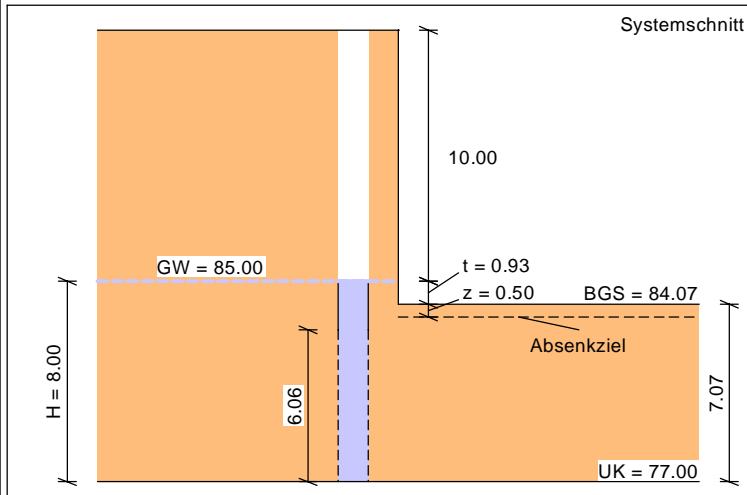
Anlagen

Anlage 1	Berechnungen, niedriger Durchlässigkeitsbereich, Baugrube B3, B6
Anlage 2	Berechnungen, hoher Durchlässigkeitsbereich, Baugrube B3, B6
Anlage 2.1	Variante: Hohe Reichweite (Weyrauch)
Anlage 2.2	Variante: Niedrige Reichweite (Sichardt)
Anlage 3	Berechnungen, niedriger Durchlässigkeitsbereich, Bereich B1, A2, A5, A7
Anlage 4	Berechnungen, hoher Durchlässigkeitsbereich, Bereich B1, A2, A5, A7
Anlage 5	Numerisches Modell, Bereich mit hoher Durchlässigkeit, Reichweite
Anlage 6	Lageskizze, Mögliche Anordnung der Brunnen

Grundwasserabsenkung

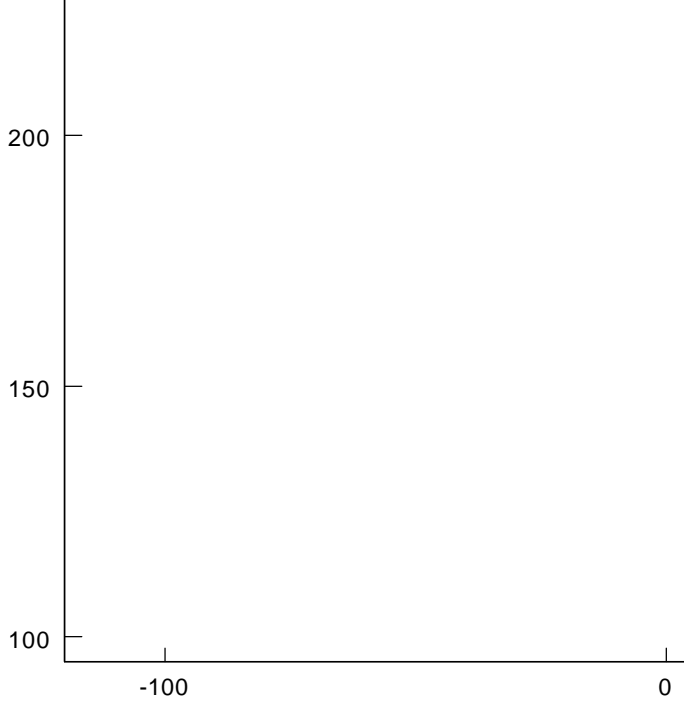
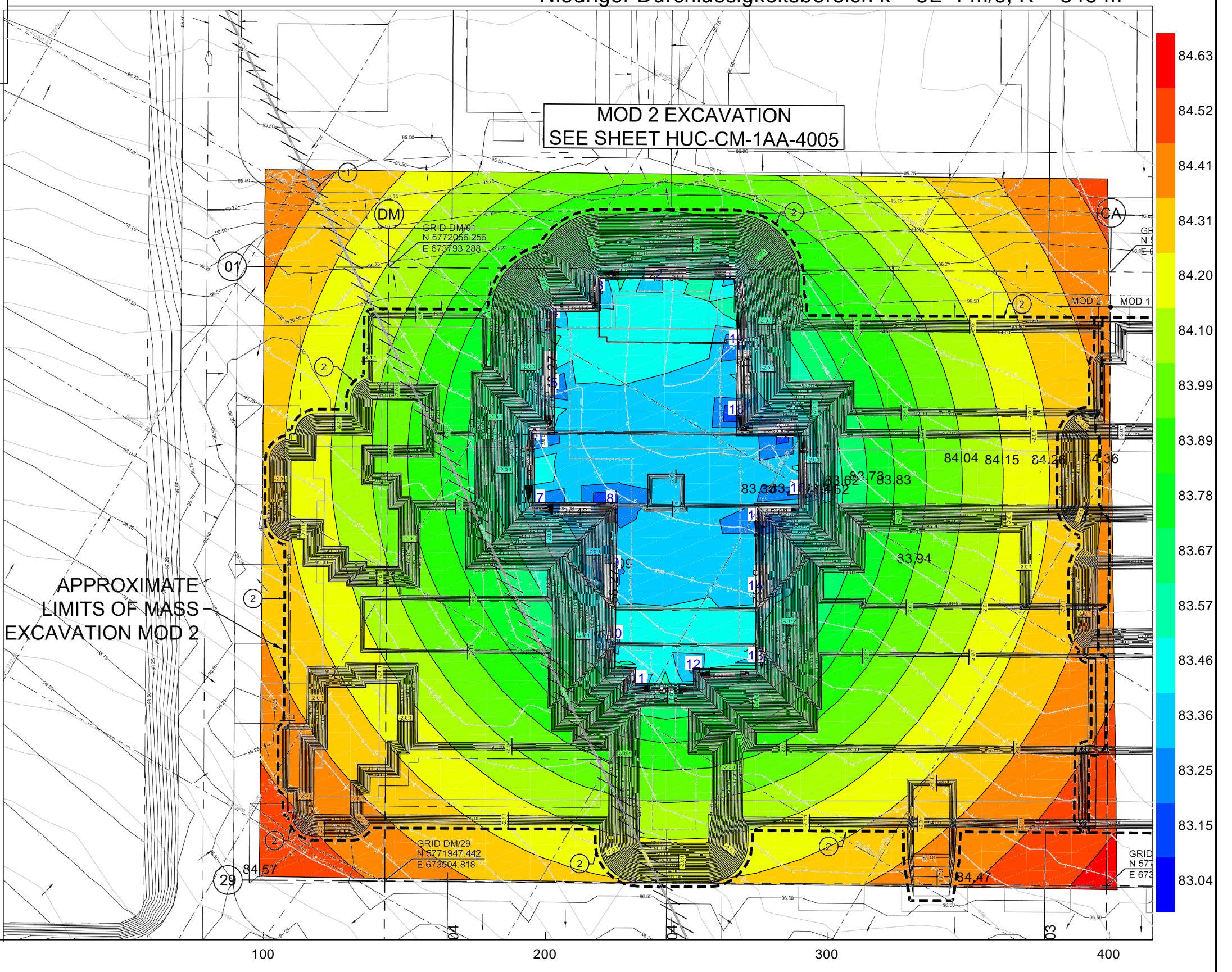
MOD 1 und MOD 2 Baugruben, Ebene 84,07 mNHN

Niedriger Durchlässigkeitsbereich $k = 5E-4$ m/s, $R = 346$ m



Eingabedaten:
 k -Wert = $5.00 \cdot 10^{-4}$ m/s
 OK Gelände = 95.00 mNHN
 OK Ruhe-GW = 85.00 mNHN
 UK Filter der Brunnen = 77.00 mNHN
 Tiefe t der Baugrubensohle = 84.07 mNHN
 Strecke H (= OK GW bis UK Filter) = 8.00 m
 Gef. Absenkung unter Baugrubensohle $z = 0.50$ m
 Faktor $\alpha = 1.10$ für $Q(\text{beh})$
 Faktor $\beta = 1.20$ für unvollk. Brunnen
 $Q(\text{beh}) = \alpha \times \beta \times Q$

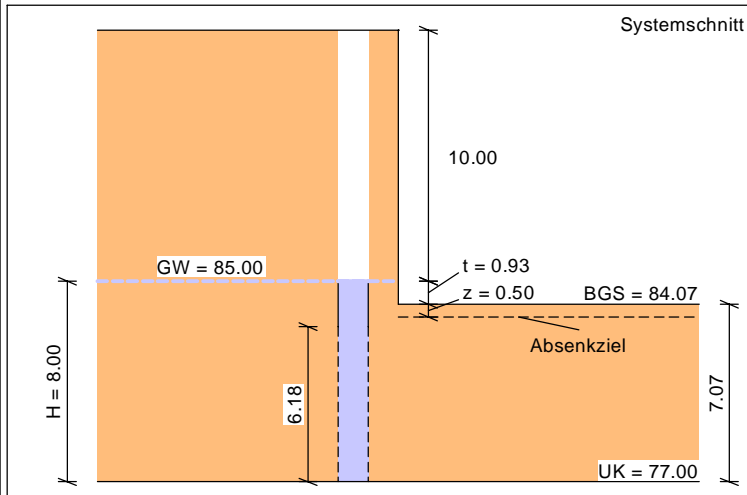
Ergebnisse
 Isolinien
 GW-Stand [mNHN]
 Absenkung Schwerpkt. Baugrube 0.73 m u BGS
 Absenkung in UP = 0.50 m u BGS
 Brunnenradius $r = 0.050$ m
 $Q(\text{beh}) = 93.85$ m³/h
 Vorh. benetzte Filterstrecke $h' = 6.06$ m
 Erf. benetzte Filterstrecke $h' = 2.93$ m
 Fassungsvermögen eines Brunnens = 10.22 m³/h
 Brunnenanzahl = 19
 Reichweite $R = 345.6$ m (nach Weyrauch)
 Ersatzradius $A = 52.63$ m ($= \sqrt{[\text{Fläche} / \text{Pi}]}$)
 Reichweite mit $\sqrt{(R^2 + A^2)}$ berechnet.



Grundwasserabsenkung

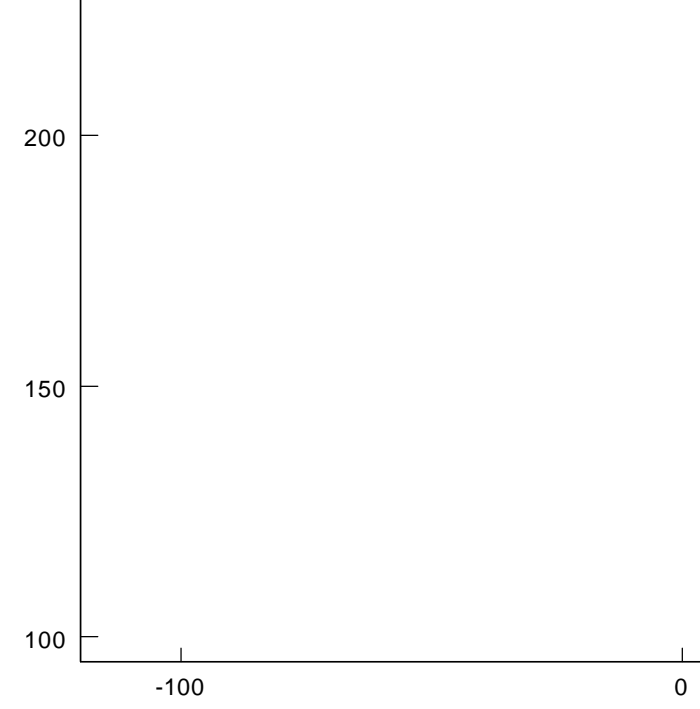
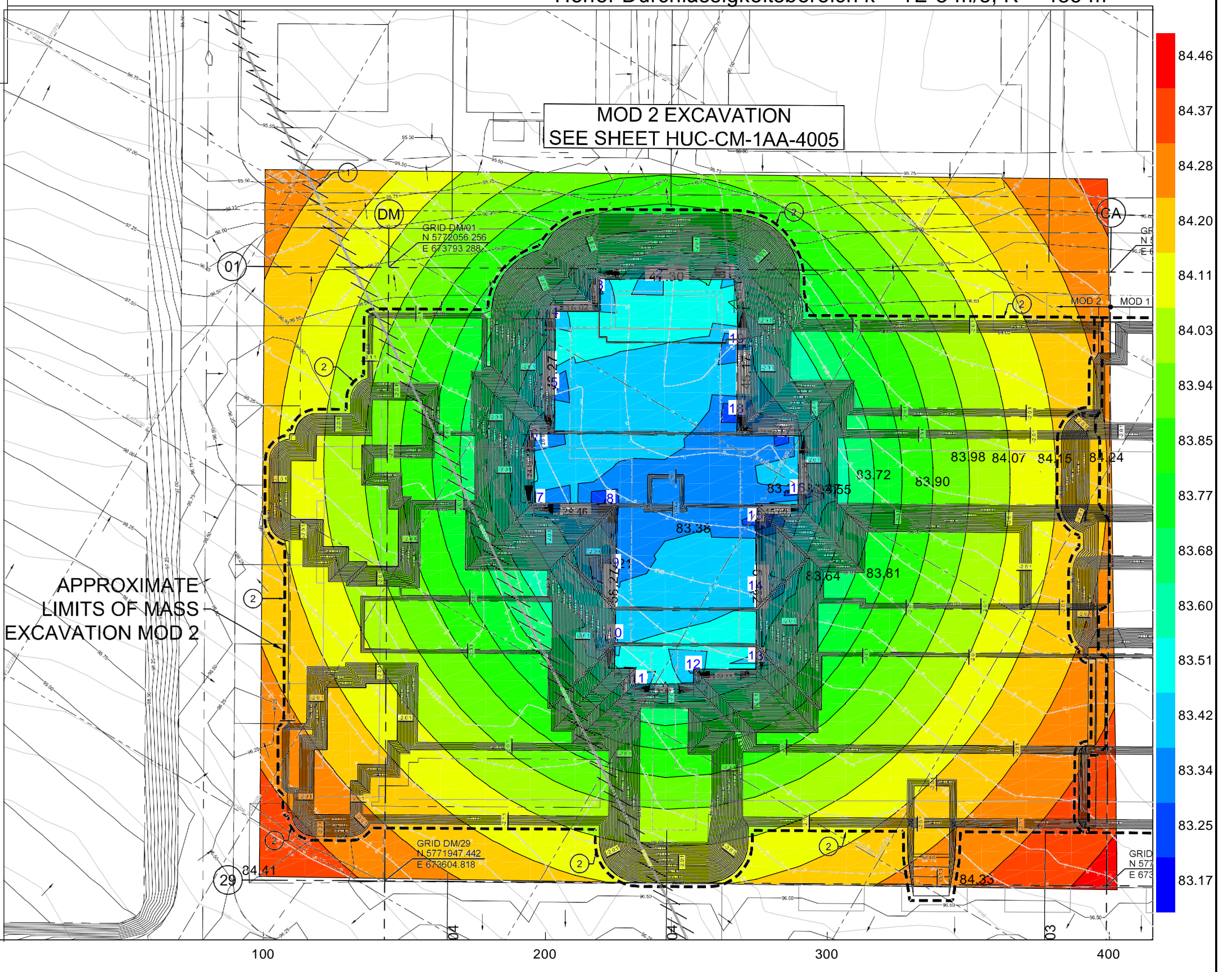
MOD 1 und MOD 2 Baugruben, Ebene 84,07 mNHN

Hoher Durchlässigkeitsbereich $k = 1E-3$ m/s, $R = 486$ m



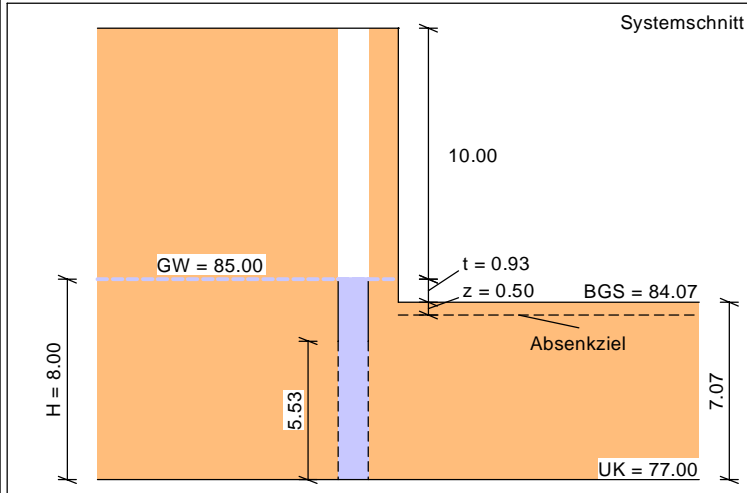
Eingabedaten:
 k -Wert = $1.00 \cdot 10^{-3}$ m/s
 OK Gelände = 95.00 mNHN
 OK Ruhe-GW = 85.00 mNHN
 UK Filter der Brunnen = 77.00 mNHN
 Tiefe t der Baugrubensohle = 84.07 mNHN
 Strecke H (= OK GW bis UK Filter) = 8.00 m
 Gef. Absenkung unter Baugrubensohle $z = 0.50$ m
 Faktor $\alpha = 1.10$ für $Q(\text{beh})$
 Faktor $\beta = 1.20$ für unvollk. Brunnen
 $Q(\text{beh}) = \alpha \times \beta \times Q$

Ergebnisse
 Isolinien
 GW-Stand [mNHN]
 Absenkung Schwerpkt. Baugrube 0.69 m u BGS
 Absenkung in UP = 0.50 m u BGS
 Brunnenradius $r = 0.100$ m
 $Q(\text{beh}) = 155.68$ m³/h
 Vorh. benetzte Filterstrecke $h' = 6.18$ m
 Erf. benetzte Filterstrecke $h' = 1.72$ m
 Fassungsvermögen eines Brunnens = 29.47 m³/h
 Brunnenanzahl = 19
 Reichweite $R = 485.8$ m (nach Weyrauch)
 Ersatzradius $A = 52.63$ m ($= \sqrt{[\text{Fläche} / \pi]}$)
 Reichweite mit $\sqrt{(R^2 + A^2)}$ berechnet.



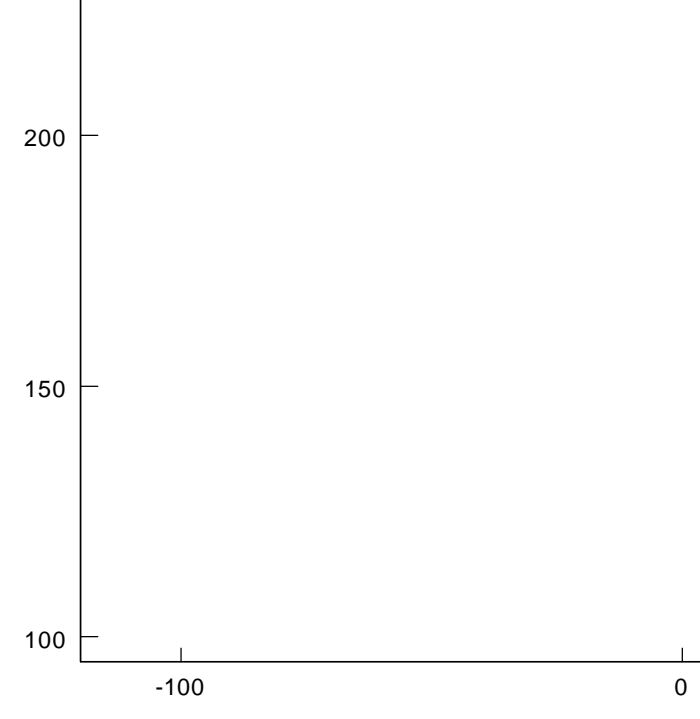
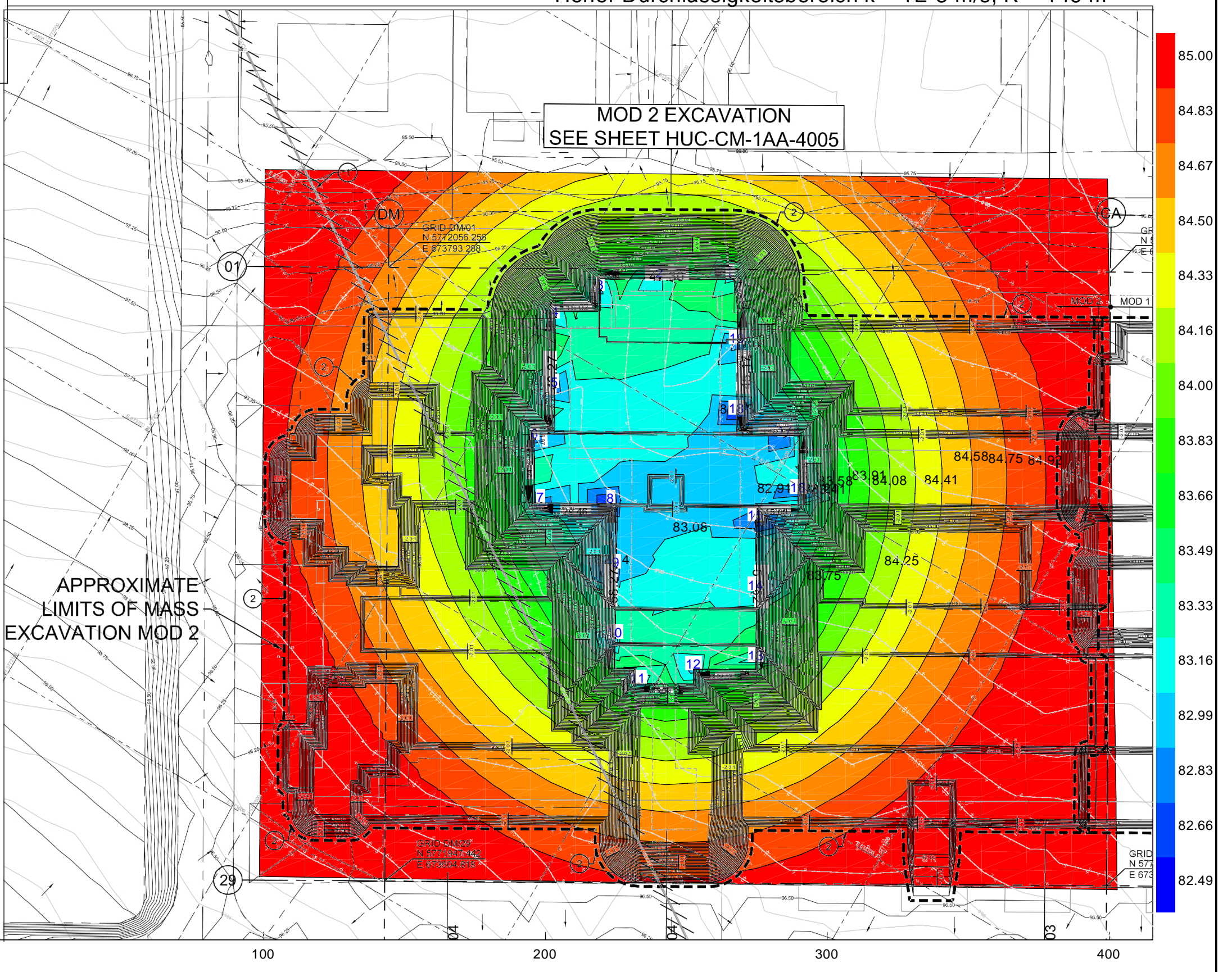
Grundwasserabsenkung

MOD 1 und MOD 2 Baugruben, Ebene 84,07 mNHN
 Hoher Durchlässigkeitsbereich $k = 1E-3$ m/s, $R = 146$ m



Eingabedaten:
 k -Wert = $1.00 \cdot 10^{-3}$ m/s
 OK Gelände = 95.00 mNHN
 OK Ruhe-GW = 85.00 mNHN
 UK Filter der Brunnen = 77.00 mNHN
 Tiefe t der Baugrubensohle = 84.07 mNHN
 Strecke H (= OK GW bis UK Filter) = 8.00 m
 Gef. Absenkung unter Baugrubensohle $z = 0.50$ m
 Faktor $\alpha = 1.10$ für $Q(\text{beh})$
 Faktor $\beta = 1.00$ für unvollk. Brunnen
 $Q(\text{beh}) = \alpha \times \beta \times Q$

Ergebnisse
 Isolinien
 GW-Stand [mNHN]
 Absenkung Schwerpkt. Baugrube 1.00 m u BGS
 Absenkung in UP = 0.50 m u BGS
 Brunnenradius $r = 0.100$ m
 $Q(\text{beh}) = 327.16$ m³/h
 Vorh. benetzte Filterstrecke $h' = 5.53$ m
 Erf. benetzte Filterstrecke $h' = 3.61$ m
 Fassungsvermögen eines Brunnens = 26.39 m³/h
 Brunnenanzahl = 19
 Reichweite $R = 145.5$ m (nach Sichardt)
 Ersatzradius $A = 52.63$ m ($= \sqrt{[\text{Fläche} / \text{Pi}]}$)
 Reichweite mit $\sqrt{(R^2 + A^2)}$ berechnet.

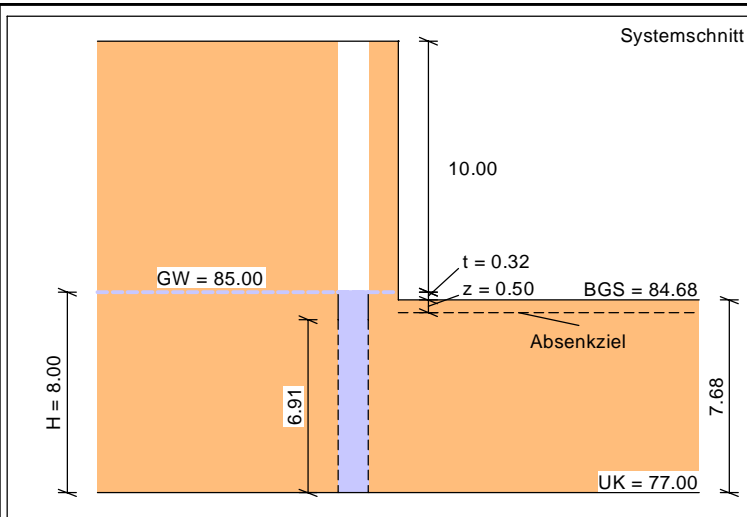


APPROXIMATE
 LIMITS OF MASS
 EXCAVATION MOD 2

Grundwasserabsenkung

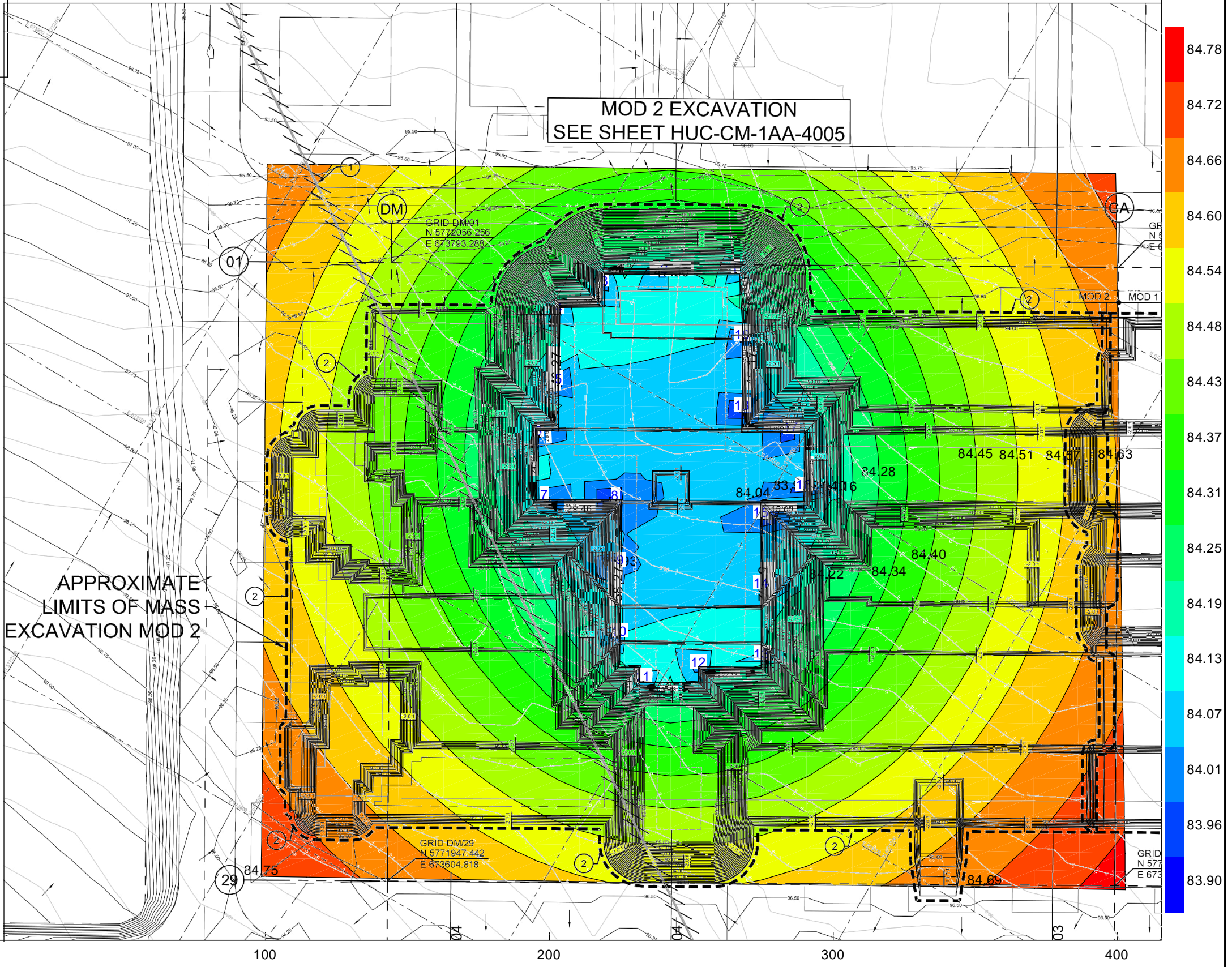
MOD 1 und MOD 2 Baugruben, Ebene 84,68 mNHN

Niedriger Durchlässigkeitsbereich $k = 5E-4$ m/s, $R = 346$ m



Eingabedaten:
 k -Wert = $5.00 \cdot 10^{-4}$ m/s
 OK Gelände = 95.00 mNHN
 OK Ruhe-GW = 85.00 mNHN
 UK Filter der Brunnen = 77.00 mNHN
 Tiefe t der Baugrubensohle = 84.68 mNHN
 Strecke H (= OK GW bis UK Filter) = 8.00 m
 Gef. Absenkung unter Baugrubensohle $z = 0.50$ m
 Faktor $\alpha = 1.10$ für $Q(\text{beh})$
 Faktor $\beta = 1.20$ für unvollk. Brunnen
 $Q(\text{beh}) = \alpha \times \beta \times Q$

Ergebnisse
 Isolinien
 GW-Stand [mNHN]
 Absenkung Schwerpkt. Baugrube 0.63 m u BGS
 Absenkung in UP = 0.50 m u BGS
 Brunnenradius $r = 0.050$ m
 $Q(\text{beh}) = 56.07$ m³/h
 Vorh. benetzte Filterstrecke $h' = 6.91$ m
 Erf. benetzte Filterstrecke $h' = 1.75$ m
 Fassungsvermögen eines Brunnens = 11.64 m³/h
 Brunnenanzahl = 19
 Reichweite $R = 345.6$ m (nach Weyrauch)
 Ersatzradius $A = 52.63$ m ($= \sqrt{[\text{Fläche} / \text{Pi}]}$)
 Reichweite mit $\sqrt{(R^2 + A^2)}$ berechnet.



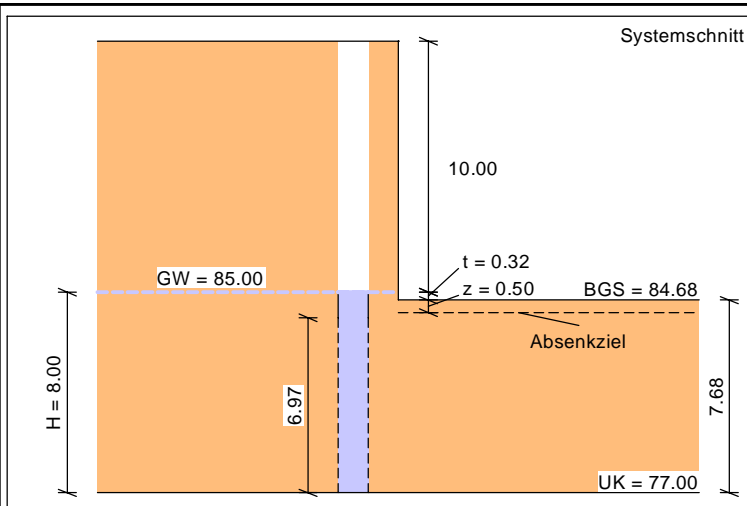
200
150
100

-100 0 100 200 300 400

Grundwasserabsenkung

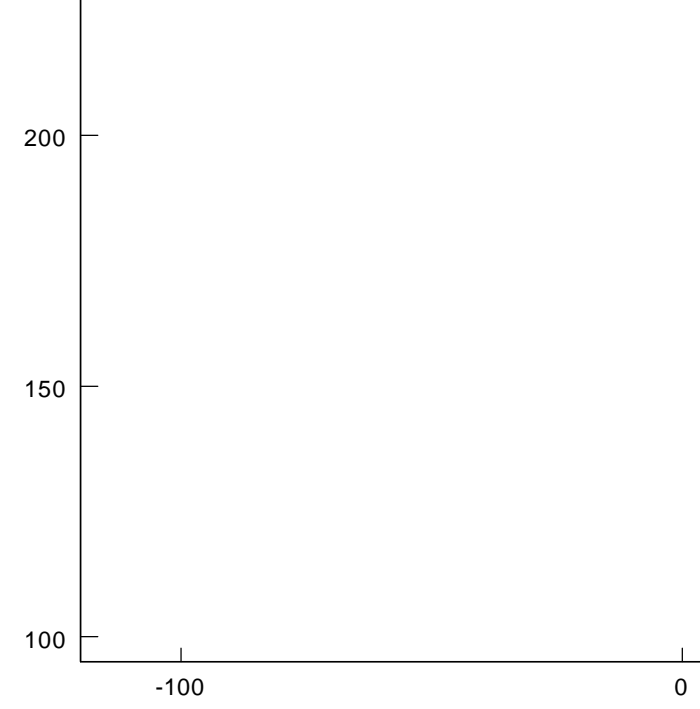
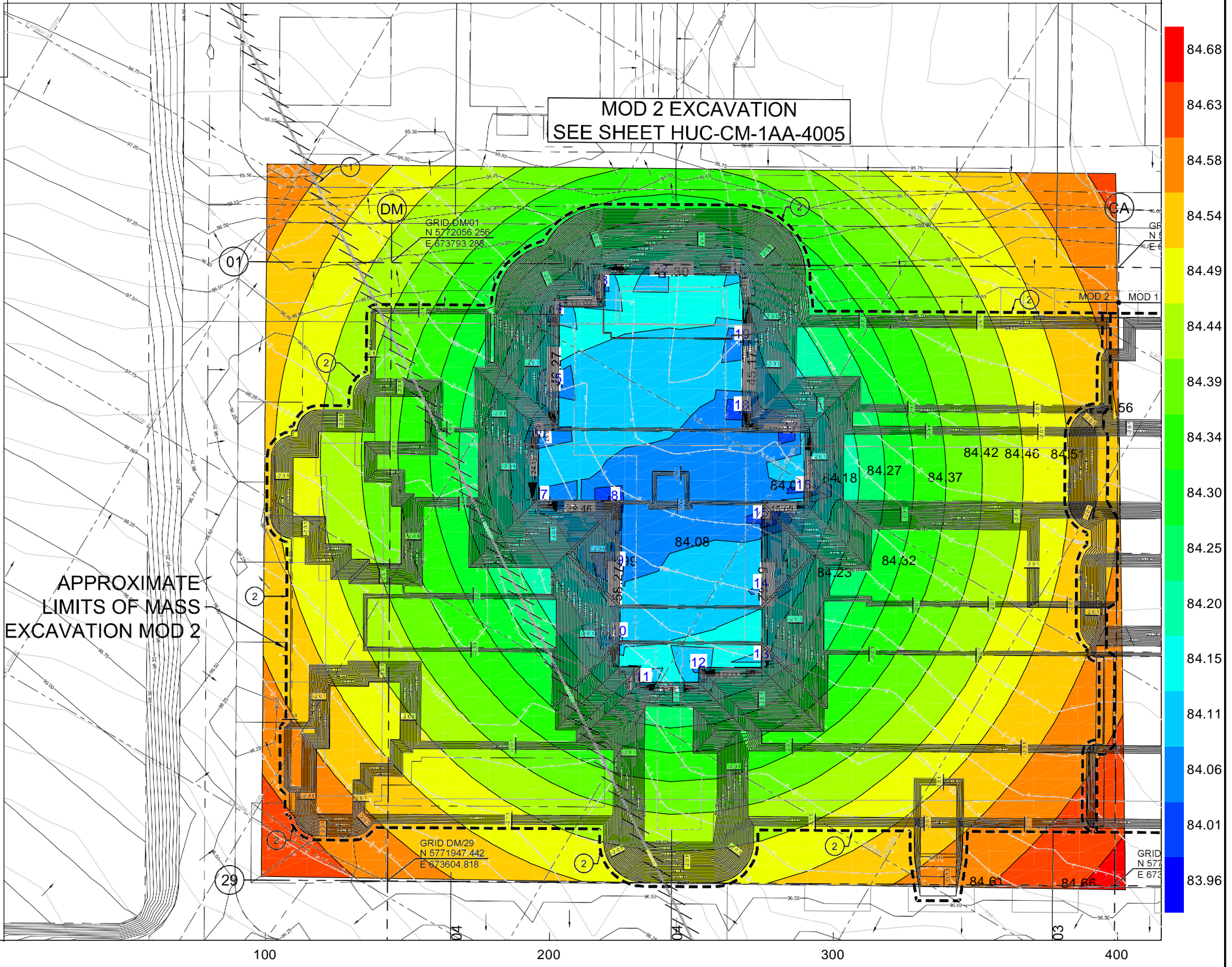
MOD 1 und MOD 2 Baugruben, Ebene 84,68 mNHN

Hoher Durchlässigkeitsbereich $k = 1E-3$ m/s, $R = 486$ m



Eingabedaten:
 $k\text{-Wert} = 1.00 \cdot 10^{-3}$ m/s
 OK Gelände = 95.00 mNHN
 OK Ruhe-GW = 85.00 mNHN
 UK Filter der Brunnen = 77.00 mNHN
 Tiefe t der Baugrubensohle = 84.68 mNHN
 Strecke H (= OK GW bis UK Filter) = 8.00 m
 Gef. Absenkung unter Baugrubensohle z = 0.50 m
 Faktor $\alpha = 1.10$ für Q(beh)
 Faktor $\beta = 1.20$ für unvollk. Brunnen
 $Q(\text{beh}) = \alpha \times \beta \times Q$

Ergebnisse
 Isolinien
 GW-Stand [mNHN]
 Absenkung Schwerpkt. Baugrube 0.61 m u BGS
 Absenkung in UP = 0.50 m u BGS
 Brunnenradius $r = 0.100$ m
 $Q(\text{beh}) = 93.01$ m³/h
 Vorh. benetzte Filterstrecke $h' = 6.97$ m
 Erf. benetzte Filterstrecke $h' = 1.03$ m
 Fassungsvermögen eines Brunnen = 33.24 m³/h
 Brunnenanzahl = 19
 Reichweite $R = 485.8$ m (nach Weyrauch)
 Ersatzradius $A = 52.63$ m ($= \sqrt{[\text{Fläche} / \text{Pi}]}$)
 Reichweite mit $\sqrt{(R^2 + A^2)}$ berechnet.



Boden	k_{hx} [m/s]	k_{hy} [m/s]	n_{eff} [-]
☐	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.20
☐	$1.000 \cdot 10^{-3}$	$1.000 \cdot 10^{-3}$	0.20

Isolinien Potentiale

GGU Gesellschaft für Grundbau
und Umwelttechnik mbH
In den Ungleichichen 3
39171 Osterweddingen
Tel.: +49 39305 4538 0

Magdeburg
INTEL Project OWL

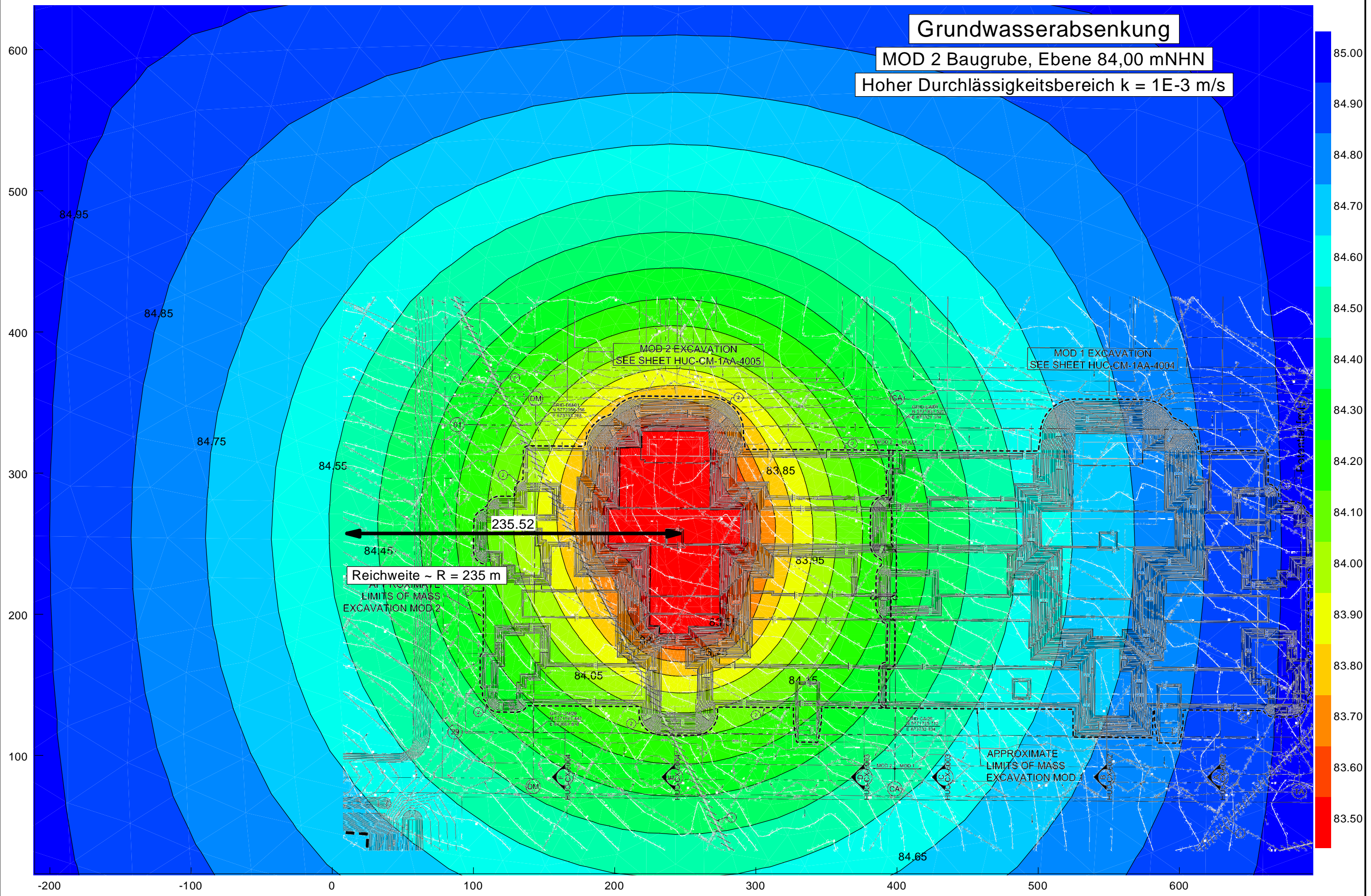
Bericht Nr. 6013

Anlage Nr. 5

Grundwasserabsenkung

MOD 2 Baugrube, Ebene 84,00 mNHN

Hoher Durchlässigkeitsbereich $k = 1E-3$ m/s



Grundwasserabsenkung
 Lageplan, Mögliche Anordnung der Brunnen
 Maßstab 1:1000

