



## **Anlage 11**

# **Stand sicherheitsnachweis Böschungen**



**P I E W A K &  
PARTNER GmbH**  
INGENIEURBÜRO FÜR  
HYDROGEOLOGIE  
UND UMWELTSCHUTZ

Piewak & Partner GmbH • Jean-Paul-Straße 30 • 95444 Bayreuth

Jean - Paul - Straße 30  
95444 Bayreuth  
Telefon (0921) 50 70 36 - 0  
Telefax (0921) 50 70 36 - 10  
E-Mail: [info@piewak.de](mailto:info@piewak.de)  
<http://www.piewak.de>

Geschäftsführer  
Dipl.-Geologe Manfred Piewak  
Dipl.-Geologe Ralf Wiegand  
HRB Bayreuth 1792

Sachverständige und  
Untersuchungsstelle  
gem. § 18 BBodSchG

## **Stand sicherheitsnachweis der Böschungen im Rahmen der Osterweiterung der Sandgrube Bocksrück**

**Auftraggeber**  
Bocksrück SandGrube GmbH & Co. KG  
Rimlasgrund 36, 95460 Bad Berneck



**Projekt:** Standsicherheitsnachweis der Böschungen im Rahmen der  
Osterweiterung der Sandgrube Bocksrück

**Landkreis:** Bayreuth

**Auftraggeber:** Bocksrück SandGrube GmbH & Co. KG  
Haag

**Projektnummer:** 17350

**Bearbeiter:** Ralf Wiegand, Diplom-Geologe  
Sachverständiger nach §18 BBodSchG

**Ort/Datum:** Bayreuth, 29.11.2021



## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Aufgabenstellung .....	1
2	Vorliegende Unterlagen .....	1
3	Durchgeführte Untersuchungen .....	1
4	Geologische Verhältnisse .....	2
4.1	Weiterer geologischer Rahmen .....	2
4.2	Geologische Verhältnisse im Untersuchungsgebiet .....	2
5	Nachweis der Standsicherheit .....	3
5.1	Vorbemerkungen .....	3
5.2	Beschreibung der relevanten Böschungsschicht .....	3
5.3	Geometrie des Untergrundes .....	3
5.4	Standsicherheitsberechnungen .....	4
6	Zusammenfassung .....	6

## Anlagen

Anlage 1	Großräumige Lage der Sandgrube Bocksrück, Maßstab 1 : 25.000
Anlage 2	Detaillageplan der Sandgrube Bocksrück, Maßstab 1:2000
Anlage 3	Standsicherheitsberechnungen



## **1 Veranlassung und Aufgabenstellung**

Der Sandgewinnungsbetrieb Bocksrück der Bocksrück SandGrube GmbH & Co. KG liegt im Bereich der Flur „Im Bocksrücker Sand“ der Gemarkung Unternschreez, Gemeinde Haag, Landkreis Bayreuth. Die bestehende Grubenfläche soll nun nach Süden und Osten (Flur-Nr. 32/5 der Gemarkung Forst Thiergarten) erweitert werden (siehe Lageplan).

Es ist geplant, nach dem Abbau ausgewählte Bereiche der durch den Sandabbau bestehenden Steilwände aus naturschutzfachlichen Aspekten stehen zu lassen und nicht zu verfüllen.

Die Bocksrück SandGrube GmbH & Co. KG beauftragte die Piewak & Partner GmbH, eine Beurteilung der Standsicherheit einer Steilwand im Gumbelschen Sandstein auszuführen.

## **2 Vorliegende Unterlagen**

Für diesen Bereich liegt eine amtliche geologische Karte mit Erläuterungen (Blatt 6135 Creussen; Fürst, M. 1956) vor.

Weiterhin liegt ein Lageplan (Grundriss mit Abbaustand 24.09.2019) der Grube vor, welcher vom Herrn Markscheider Kuhn erstellt wurde. Auf diesem Lageplan sind die bestehenden Böschungen ersichtlich (Anlage 2).

Am 14.10.2021 fand eine Begehung der Sandgrube durch die Piewak & Partner GmbH zur Begutachtung der bestehenden Sandstein-Böschungen statt.

## **3 Durchgeführte Untersuchungen**

Am Donnerstag, dem 14.10.2021 fand eine Geländebegehung statt. Die Lage des Untersuchungsgebietes kann den Anlagen 1 und 2 entnommen werden. Hierbei wurde die geologische Situation, die morphologischen Verhältnisse bestehenden Böschungen begutachtet.

Es wurden die Böschungswinkel gemessen.

Ein für den Grubenbereich repräsentativer Steilböschungsbereich besteht direkt westlich der Flur „Oberer Kirchsteig“ (Anlage 2). Der Böschungsfuß liegt hier bei etwa 470 m üNN und die Oberkante der Böschung liegt zwischen 495 und 496 m üNN. Die Böschung ist zwischen 25 und 26 m hoch. Die Breite der Böschung beträgt etwa 6 m bei einer Höhe von 26 m ergibt sich rechnerisch eine Neigung von 77°.

## **4 Geologische Verhältnisse**

### **4.1 Weiterer geologischer Rahmen**

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im östlichen Vorland der Fränkischen Alb. Es schließt westlich an das Fränkische Bruchschollenland an.

Das Albvorland sowie die Fränkische Alb gehören zum Süddeutschen Schichtstufenland, wo Festgesteinseinheiten der Trias und des Juras vorkommen. Die Einheiten des Schichtstufenlandes fallen schwach nach Osten bis Südosten ein.

### **4.2 Geologische Verhältnisse im Untersuchungsgebiet**

Im Umfeld von Bocksrück stehen Gesteinseinheiten des Keupers und des Lias an. Im Talbereich des Bocksrückbaches finden sich, nach der geologischen Karte GK 6135 Creussen, die jüngsten Ablagerungen des Quartärs.

In näherer Umgebung stehen der Gumbelsche Sandstein (Lias  $\alpha 1$  und  $\alpha 2$ ) sowie der darüber folgende Arietensandstein (Lias  $\alpha 3$ ) an. Auf Grund des nach Osten abfallenden Geländes stehen somit in östliche Richtung die älteren Keuperschichten (Rhät und Feuerletten) und in westliche Richtung die jüngeren Liasschichten (Gumbelscher Sandstein und Arietensandstein sowie darüber folgende Ton- und Mergelsteine) an. Der Rhätolias, zu dem der Gumbelsche Sandstein sowie der darunter folgende Rhätton mit Sandsteineinlagerungen gehören, besitzt eine Mächtigkeit von ca. 50 m. Bei mittleren Mächtigkeiten des Gumbelschen Sandsteins von etwa 25 m ergibt sich somit für den Rhätton eine Mächtigkeit von ca. 25 m. Unter dem Rhätton folgt der ca. 50 bis 60 m mächtige Feuerletten. Dieser bedeckt den tiefer liegenden Burgsandstein, der im Raum Bayreuth einen großflächig ausgebildeten Grundwasserleiter darstellt. Der Gumbelsche Sandstein wird im Untersuchungsgebiet vom jüngeren Arietensandstein (Lias  $\alpha 3$ ) bedeckt, dessen Mächtigkeit nur wenige Meter beträgt.

Über den Rhättonen folgt eine etwa 25 Meter mächtige Abfolge des Gumbelschen Sandsteins (Lias  $\alpha 1$  und  $\alpha 2$ ) mit dem Arietensandstein (Lias  $\alpha 3$ ) im Top. Der Übergang von Keuper zu Lias ist im Untersuchungsgebiet fließend. Es gibt keine „scharfe“ Grenze zwischen beiden Einheiten, so dass der oberste Keuper mit dem unterstem Lias zu den Rhät-Lias-Übergangsschichten zusammengefasst wurde. Die Sand- und Tonsteine wurden vor ca. 210 Millionen Jahren in einem limnisch-fluvialtilen Milieu als Sande und Tone abgelagert.

Die Vorflut im Untersuchungsgebiet erfolgt über den Bocksrückbach und den Gosenbach und weiter zum Roten Main.



## **5 Nachweis der Standsicherheit**

### **5.1 Vorbemerkungen**

Die wichtigste Voraussetzung für die Beurteilung der Standsicherheitsnachweis ist die Kenntnis des Materialverhaltens der Böschungen sowie der Geometrie der Böschungen.

### **5.2 Beschreibung der relevanten Böschungsschicht**

Im Bereich der Sandgrube steht der Gumbelsche Sandstein (Lias  $\alpha 1$  und  $\alpha 2$ ) mit dem Arie-tensandstein (Lias  $\alpha 3$ ) im Top an. Nur untergeordnet sind im Gumbelschen Sandstein Tonsteineinlagerungen (meist als Linsen, die über mehrere Meter aushalten) anzutreffen. Bei den Sandsteinen handelt es sich um mürbe Gesteine. Diese mürben Sandsteine können, vergleichsweise leicht zu Sand gebrochen werden. Der Gumbelsche Sandstein besitzt eine hohe Porosität. Dies ist auf seinen relativ geringen Bindemittelanteil zurückzuführen. Der Sandstein ist nur gering zementiert, wodurch er eine hohe Wasserdurchlässigkeit besitzt.

Es ist davon auszugehen, dass es in diesem Material deshalb zu keinem Wasseraufstau kommen wird. Ein Porenwasserdruckaufbau in den Böschungen ist dementsprechend nicht zu erwarten. Dieser Befund wird auch durch die bekannten grund- und schichtwasserwasser-relevanten Verhältnisse und fehlende Wasseraustritte aus der Böschungswand gestützt.

Die Neigung der Steilböschungen wurde an verschiedenen Stellen mit dem Inklinometer eingemessen. Die vorhandenen Böschungen weisen Böschungsneigungen von etwa  $77^\circ$  auf. Bereichsweise hängen die Böschungen sogar über.

### **5.3 Geometrie des Untergrundes**

Im Bereich des Sandabbaus liegt die Sohle der Grube beim ausgesuchten repräsentativen Profilschnitt bei etwa 470 m ü NN und die Oberkante der Böschung liegt bei zwischen 495 und 426 mNN. Die Böschung ist hier annähernd 26 m hoch. Die Breite der Böschung beträgt etwa 6 m. Bei einer Höhe von 26 m ergibt sich rechnerisch eine Neigung von  $77^\circ$ .

## 5.4 Standsicherheitsberechnungen

Die Neigung der Steilböschung beträgt etwa  $77^\circ$ . Für den Gümbelschen Sandstein wurde mit einem Reibungswinkel von  $37,5^\circ$  (nach TÜRKE, Statik im Erdbau, 1990) gerechnet. Dieser Wert ist als eher konservativ anzusehen.

Aus der Rückrechnung ergibt sich, dass bei diesem Reibungswinkel eine Kohäsion von mindestens  $47 \text{ kN/m}^2$  benötigt wird, damit ein labiles Gleichgewicht (Standsicherheitsbeiwert = 1,0) erreicht wird (Anlage 3.1).

Auf Grund der bestehenden Durchlässigkeit des Gümbelschen Sandsteins kann sich in der Böschung kein Porenwasserüberdruck aufbauen. In Tab. 1 sind die nötigen Sicherheitsbeiwerte aufgeführt.

**Tab.1:** Sicherheiten nach DIN 4084 (1981)

Lastfall	$\eta$
1	1,4
2	1,3
3	1,2

### Lastfälle nach DIN 1054 (1976)

Lastfall 1: ständige Lasten und regelmäßig auftretende Verkehrslasten (auch Wind)

Lastfall 2: außer den Lasten des LF 1 gleichzeitig, aber nicht regelmäßig auftretende große Verkehrslasten; Belastungen, die nur während der Bauzeit auftreten

Lastfall 3: außer den Lasten des LF 2 gleichzeitig mögliche außerplanmäßige Lasten (z.B. durch Ausfall von Betriebs- und Sicherungsvorrichtungen oder bei Belastung infolge von Unfällen)

Für die Böschung wird für Lastfall 2 ein Standsichersicherheitsbeiwert von 1,30 benötigt. Mit den rückgerechneten Parametern für den Reibungswinkel ( $\varphi=37,5^\circ$ ) und die Kohäsion ( $c=47\text{kN/m}^2$ ) wurden zwei Berechnungen für die benötigte Standsicherheit durchgeführt. Im ersten Fall (Szenario 1, Anlage 3.2) wurde eine Böschung ohne Berme mit einer Höhe von 26 m berechnet und im zweiten Fall (Szenario 2, Anlage 3.3) wurde auf halber Höhe eine Berme von 3 m Breite rechnerisch berücksichtigt.

Der notwendige Standsicherheitsbeiwert von 1,3 wird bei Szenario 1 bei einem Böschungswinkel von  $65^\circ$  erreicht.





Im zweiten Fall wurde eine Böschungsneigung von jeweils  $70^\circ$  (unterhalb und oberhalb der Berme) ermittelt. Die Berme befindet sich dabei in halber Höhe der Böschung mit einer Breite von 3,0 m.

Die Höhe der Böschungen von ca. 26 m werden insbesondere im jetzigen Abbauzustand erreicht. Bei der späteren Osterweiterung werden die Böschungen immer niedriger, weil zum einen das Gelände hin nach Osten abfällt und gleichzeitig zum anderen die Schichten nach Westen einfallen. Diese beiden Faktoren führt dazu, dass im östlichen Drittel der Osterweiterungsfläche die Böschungshöhen auf 0 m zurückgehen werden.

Sollte bei einem Abbau der östlichen Erweiterungsfläche dennoch die jetzige Steilböschung (zumindest teilweise) erhalten bleiben, dann stellt sie einen Riegel zwischen der westlich gelegenen bereits abgebauten Fläche und der östlich gelegenen Erweiterungsfläche dar. In diesem Fall ist aber darauf zu achten, dass in diesem verbleibenden Riegel keine Tonsteinlinsen vorhanden sind. Auf großen Strecken an der jetzigen östlichen Böschungswand sind die Sandsteinlagen frei von Tonsteineinschaltungen. Nur untergeordnet treten Bereiche mit Toneinlagerungen auf. Dies ist beispielsweise an der Südwand der Sandgrube der Fall.

## 6 Zusammenfassung

Mit dem vorliegenden Bericht erfolgte eine Beurteilung der Standsicherheit der Sandsteinsteilwand im Bereich der Sandgrube Bocksrück. Diese Beurteilung erfolgte auf Basis einer Rückrechnung eines derzeit bestehenden Steilwandbereiches, der als repräsentativ für den relevanten Schichtkomplex angesehen werden kann. Da die Sandsteinsteinwand schon seit Jahren in einem geotechnisch stabilem Zustand besteht, kann von einem zumindest labilen Gleichgewichtszustand (Standsicherheitsfaktor 1,0) ausgegangen werden. Auf Basis dieser Annahme und der bestehenden Geometrie konnten die relevanten geotechnischen Parameter (Reibungswinkel und Kohäsion) des Sandsteins abgeleitet werden.

Auf Grundlage dieser Parameter wurde der notwendige Langzeit-Böschungswinkel einer verbleibenden Böschungswand (Standsicherheitsfaktor 1,3) ermittelt. Hierfür berechnen sich bei einer Böschungshöhe von 26 m folgende maximale Böschungsneigungen.

### Szenario 1

- durchgehende Böschung ohne Berme
- maximale Böschungsneigung von 65°
- keine Tonsteineinschaltungen

### Szenario 2

- 3 m Breite Berme auf der Hälfte der Böschungshöhe (ca. 13 m)
- maximale Böschungshöhe unterhalb und oberhalb der Berme von 70°
- keine Tonsteineinschaltungen

Piewak & Partner GmbH  
Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz  
Bayreuth, 29.11.2021

Bearbeiter



Dr. Ing. Thomas Röckel  
Diplom-Geologe

Geschäftsführer

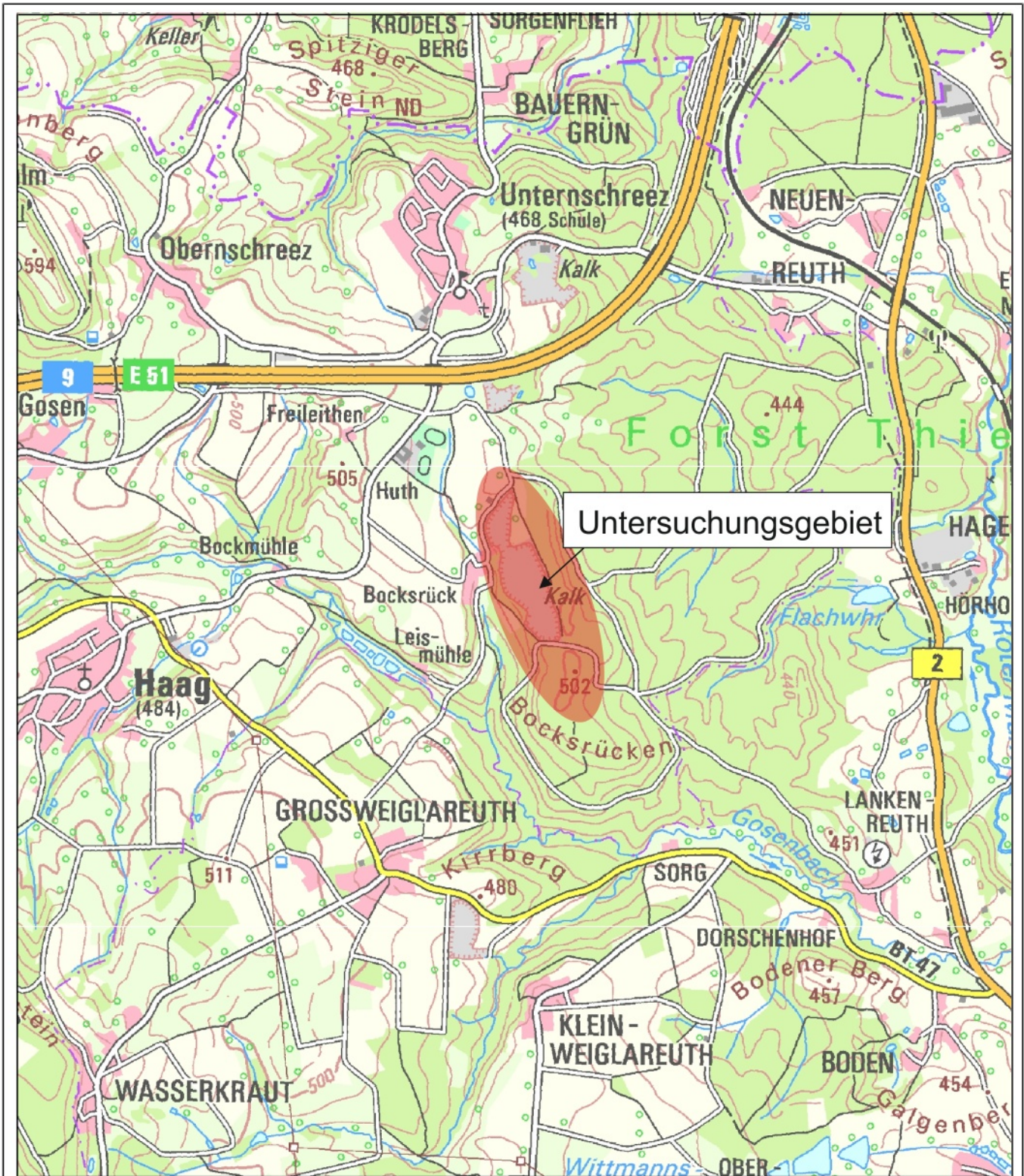


Manfred Piewak  
Diplom-Geologe  
Sachverständiger nach § 18 BBodSchG



## **Anlage 1**

### **Übersichtslageplan, Maßstab 1 : 25.000**

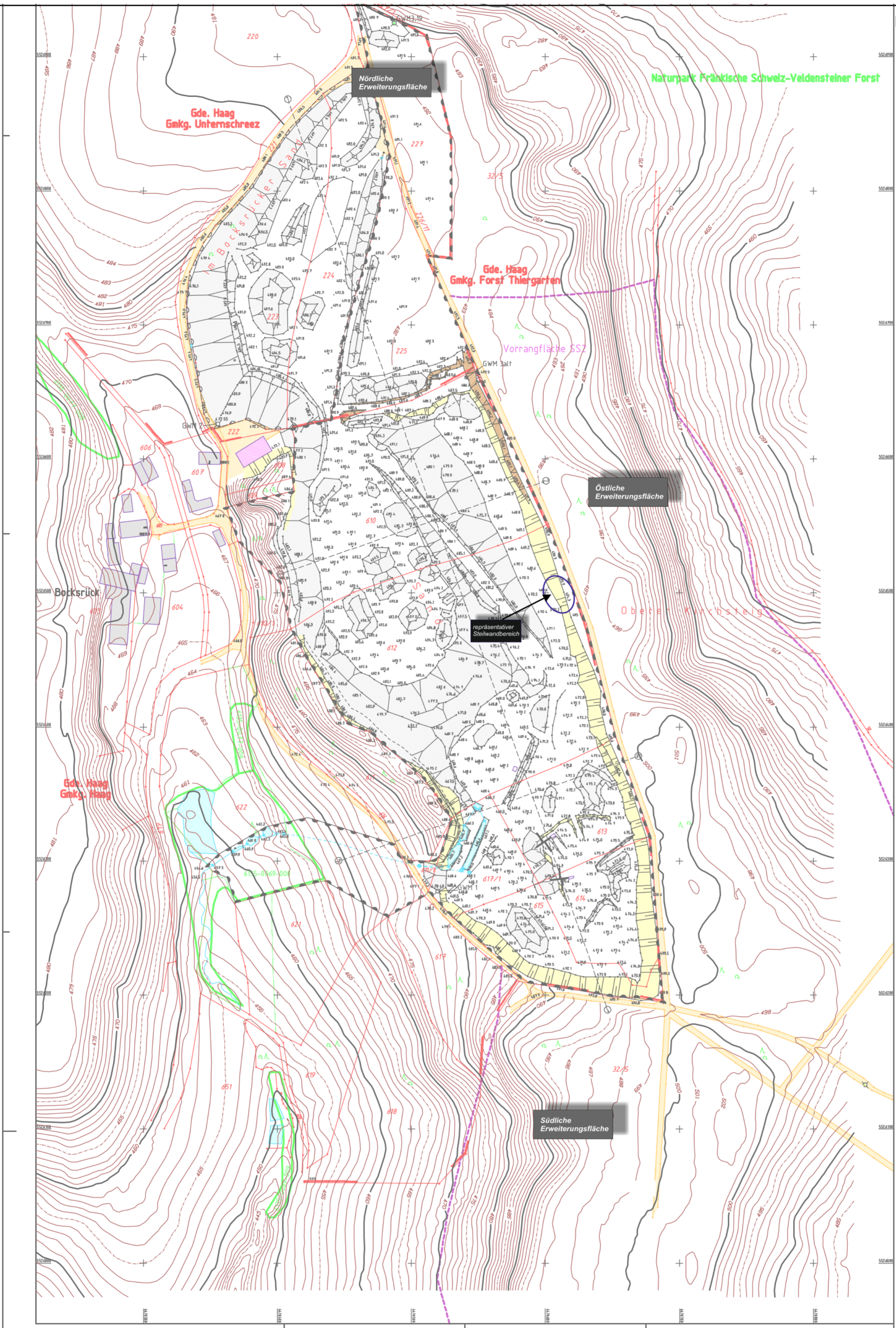


Grube Bocksrück		Anlage: 1	
		Projekt-Nr.: 17350	
Maßstab 1 : 25.000	Lage des Untersuchungsgebietes	Tag	Name
		gez. 02.04.2020 gepr. geänd.	jk
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610		Bayreuth, den 02.04.2020	
		 (Unterschrift)	



## **Anlage 2**

### **Lageplan, Maßstab 1 : 1.000, mit Lage Untersuchungsgebietes**



- Hauptbetriebsplan Bocksrück SandGrube GmbH & Co.KG
- Hauptbetriebsplan Proß KG
- Gemarkung
- Grundstücksgrenze
- Vorrangfläche
- Bewuchsgrenze
- Straße, Weg
- Biotopkartierung
- Sand
- Abraum
- Halde, Kippe
- Rohr
- Schacht rund
- Schranke



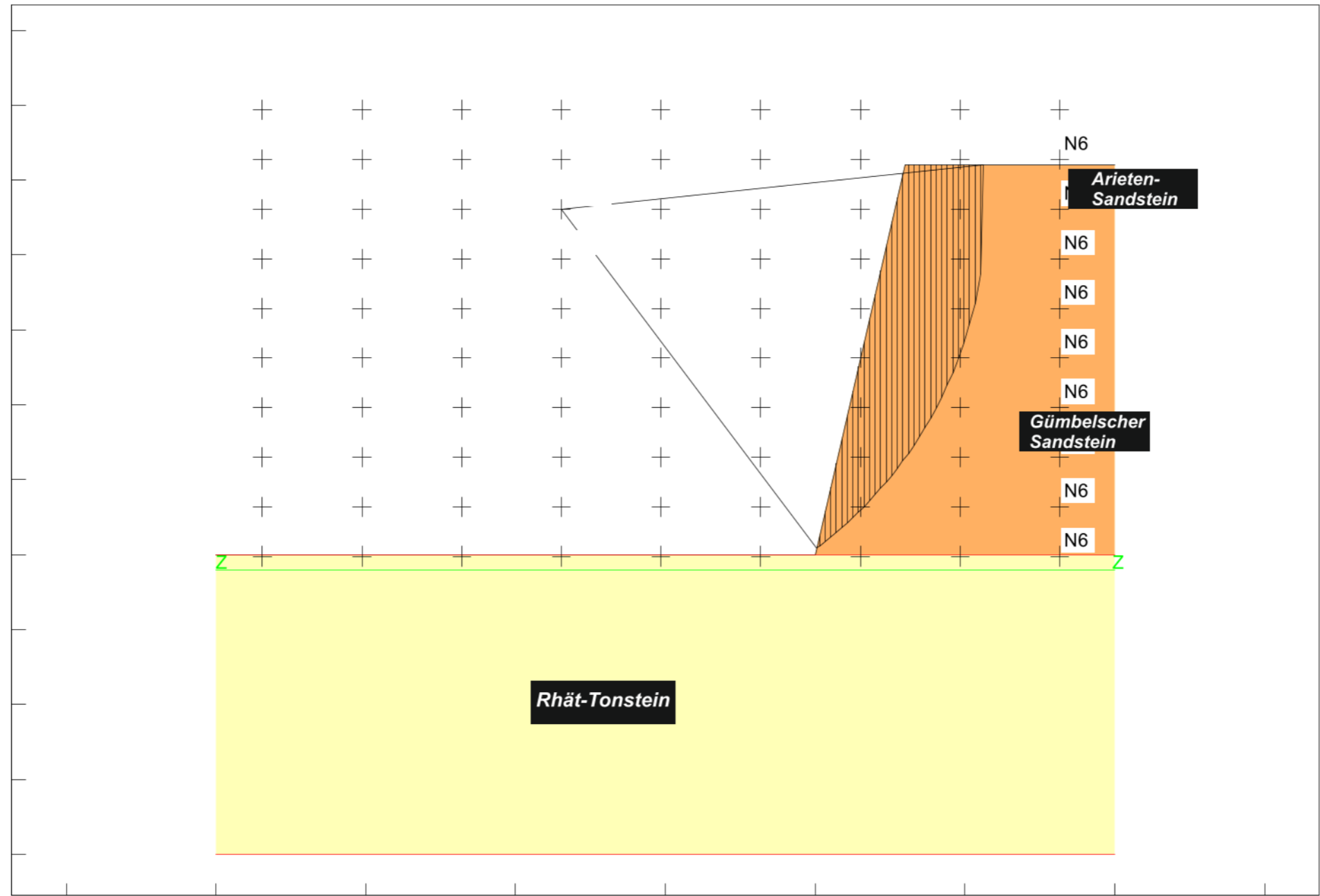
<b>Grube Bocksrück</b>		Anlage: 2	
		Projekt-Nr.: 17350	
Maßstab 1 : 2.000	<b>Lage der Sandgrube Bocksrück</b>	Tag	Name
	Kartengrundlage: Übersichtsplan Quarzsandtagebau Bocksrück, Abbaustand 09/2019 Ing.-Büro Markscheider Kuhn, 24.09.2019	gez. gepr. geänd.	27.10.2021 rw
<b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth Tel.: 0921-5070360 Fax: 0921-50703610		Bayreuth, den 27.10.2021  (Unterschrift)	



# **Anlage 3**

## **Standsicherheitsberechnung**

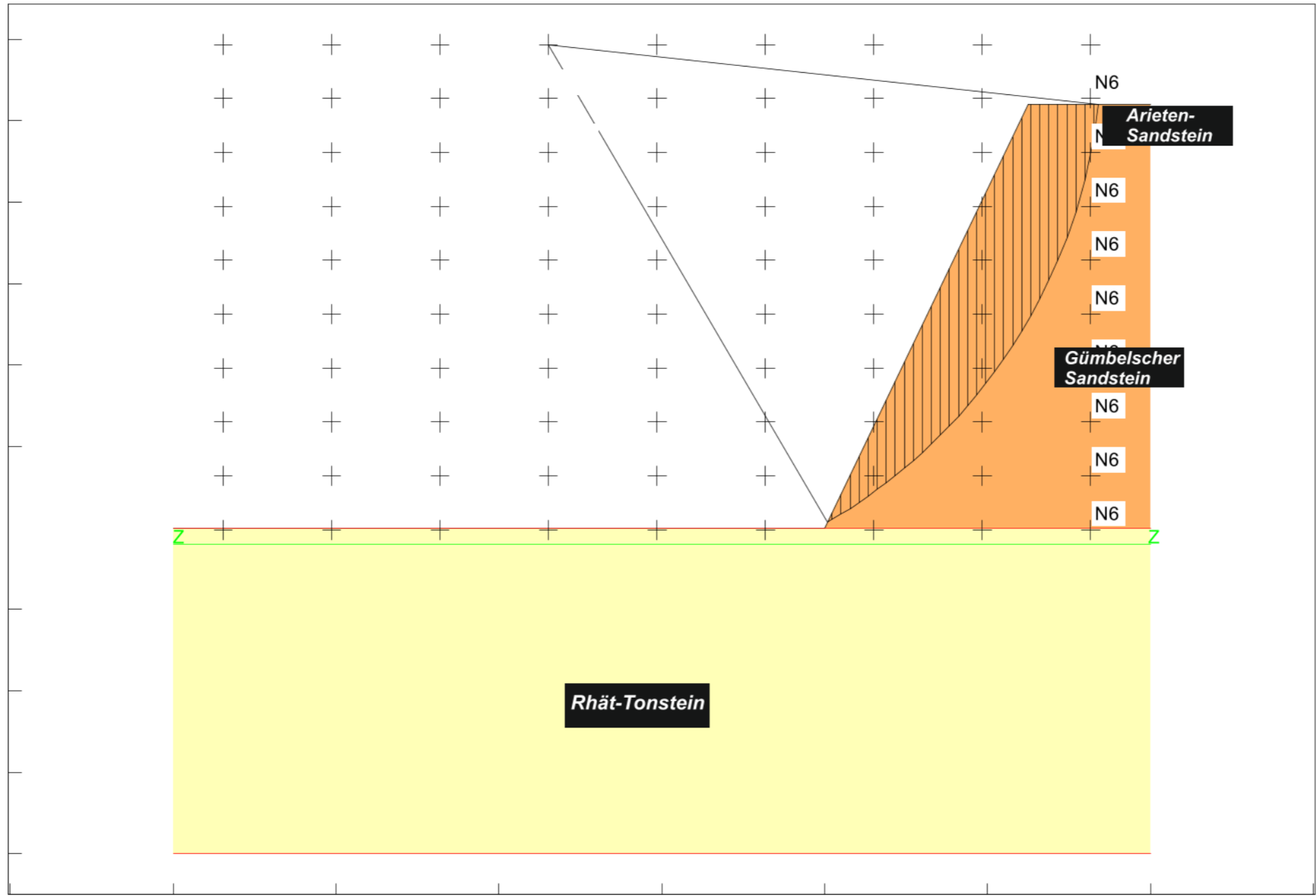
# Bestand (Ist-Zustand 2021)





<b>Sandgrube Bocksrück</b>		Anlage: 3.1	
		Projekt-Nr.: 17350	
<b>Standsicherheitsberechnung Ist-Zustand</b>	gez.	Tag	Name
	gepr.	26.10.2021	rw
	geänd.		
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 26.10.2021  ..... (Unterschrift)	

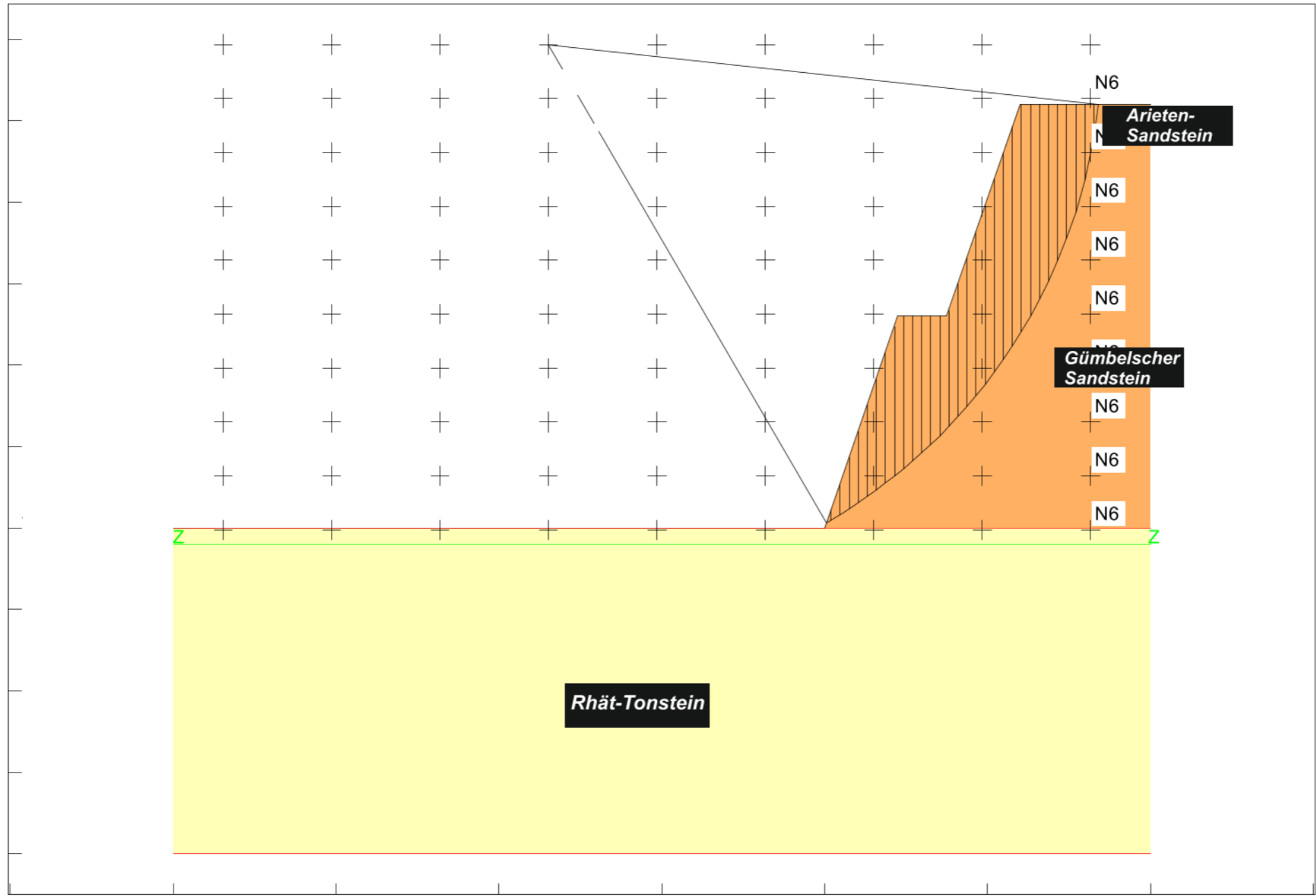




# Szenario 1: Böschung 26 m Höhe mit Berme



<b>Sandgrube Bocksrück</b>		Anlage: 3.2	
		Projekt-Nr.: 17350	
	<b>Standsicherheitsberechnung Szenario 1 Böschung 26 m Höhe mit Berme</b>	Tag	Name
		gez. 26.10.2021 gepr. rw geänd.	
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 26.10.2021  (Unterschrift)	

## Szenario 2: Böschung 26 m Höhe mit Berme



<b>Sandgrube Bocksrück</b>		Anlage: 3.3	
		Projekt-Nr.: 17350	
	<b>Standsicherheitsberechnung Szenario 2 Böschung 26 m Höhe ohne Berme</b>	Tag	Name
		gez. 26.10.2021 gepr. rw geänd.	
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 26.10.2021  (Unterschrift)	

Böschungsberechnung nach DIN 4084  
mit Kreisgleitflächen

Parameterliste

eta = Sicherheit nach DIN 4084  
xm, ym = x, y-Wert des Gleitkreismittelpunktes  
rad = Radius des Gleitkreises

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x [m]	y [m]
1	-40.000	0.000
2	0.000	0.000
3	5.980	26.000
4	20.000	26.000

Bodenkennwerte

Boden	phi [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	gamma [kN/m <sup>2</sup> ]	pw [-]	Bezeichnung
1	37.50	50.00	21.00	0.00	
2	37.50	50.00	21.00	0.00	

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links) [m]	y(links) [m]	x(rechts) [m]	y(rechts) [m]	Boden-Nr.
1	-40.000	0.000	20.000	0.000	1
2	-40.000	-20.000	20.000	-20.000	2

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x [m]	y [m]
1	-40.000	-1.000
2	20.000	-1.000

Erdbebenlasten (als Beschleunigungswerte)

horizontal = 0.0000  
vertikal = 0.0000

Wasserstand vor der Böschung links [m] = -52.00  
Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = -52.00

gamma Wasser [kN/m<sup>3</sup>] = 10.000

Ergebnisse

=====

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): -42.6961 29.4749

x / y (Ende ): 20.9548 29.3589

Anzahl Radien = 40

Kreis	xm [m]	ym [m]	Radius [m]	Lamellen [-]	eta [-]
1	16.3317	-0.1089			
	kein Schnittpunkt mit dem Gelände				
2	16.3317	3.2009			

3	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	6.5107		
4	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	9.8205		
5	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	13.1304		
6	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	16.4402		
7	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	19.7500		
8	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	23.0598		
9	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	26.3696		
10	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	29.6794		
	nicht berechnet				
11		-36.9107	29.6794	46.1490	30 1.2567
	Zähler = 70811.093				Nenner = 56348.762
	M(Ti) = 70811.1 / M(s) = 0.0				/ M(Gi) = 56348.8 / M = 0.0
12		-36.9107	26.3696	45.0985	30 1.2439
	Zähler = 69390.899				Nenner = 55785.774
	M(Ti) = 69390.9 / M(s) = 0.0				/ M(Gi) = 55785.8 / M = 0.0
13		-36.9107	23.0598	43.3367	30 1.5524
	Zähler = 52748.694				Nenner = 33977.840
	M(Ti) = 52748.7 / M(s) = 0.0				/ M(Gi) = 33977.8 / M = 0.0
14		-36.9107	19.7500	40.9046	30 7.1413
	Zähler = 25746.022				Nenner = 3605.244
	M(Ti) = 25746.0 / M(s) = 0.0				/ M(Gi) = 3605.2 / M = 0.0
15		-36.9107	16.4402	40.1527	30 7.2847
	Zähler = 24790.128				Nenner = 3403.024
	M(Ti) = 24790.1 / M(s) = 0.0				/ M(Gi) = 3403.0 / M = 0.0
16		-36.9107	13.1304		
	nicht berechnet				
17		-36.9107	9.8205		
	nicht berechnet				
18		-36.9107	6.5107		
	nicht berechnet				
19		-36.9107	3.2009		
	nicht berechnet				
20		-36.9107	-0.1089		
	nicht berechnet				
21		-30.2554	29.6794	41.5190	30 1.0704
	Zähler = 82863.760				Nenner = 77414.492
	M(Ti) = 82863.8 / M(s) = 0.0				/ M(Gi) = 77414.5 / M = 0.0
22		-30.2554	26.3696	39.7549	30 1.0849
	Zähler = 70466.966				Nenner = 64951.723
	M(Ti) = 70467.0 / M(s) = 0.0				/ M(Gi) = 64951.7 / M = 0.0
23		-30.2554	23.0598	37.4966	30 1.2726
	Zähler = 48647.189				Nenner = 38226.390
	M(Ti) = 48647.2 / M(s) = 0.0				/ M(Gi) = 38226.4 / M = 0.0
24		-30.2554	19.7500	35.7629	30 1.7600
	Zähler = 34142.899				Nenner = 19399.001
	M(Ti) = 34142.9 / M(s) = 0.0				/ M(Gi) = 19399.0 / M = 0.0
25		-30.2554	16.4402	33.6769	30 7.0614
	Zähler = 18991.331				Nenner = 2689.438
	M(Ti) = 18991.3 / M(s) = 0.0				/ M(Gi) = 2689.4 / M = 0.0
26		-30.2554	13.1304		
	nicht berechnet				
27		-30.2554	9.8205		
	nicht berechnet				

28     -30.2554     6.5107  
       nicht berechnet  
 29     -30.2554     3.2009  
       nicht berechnet  
 30     -30.2554     -0.1089  
       nicht berechnet  
 31     -23.6001     29.6794     37.5548     30     1.0363  
 Zähler = 103639.099    Nenner = 100010.474  
 M(Ti) = 103639.1 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 100010.5 / M = 0.0  
 32     -23.6001     26.3696     35.1645     30     1.0124  
 Zähler = 80694.522    Nenner = 79709.642  
 M(Ti) = 80694.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 79709.6 / M = 0.0  
 33     -23.6001     23.0598     32.5713     30     1.0367  
 Zähler = 54494.641    Nenner = 52565.715  
 M(Ti) = 54494.6 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 52565.7 / M = 0.0  
 34     -23.6001     19.7500     30.4858     30     1.1589  
 Zähler = 33277.954    Nenner = 28716.243  
 M(Ti) = 33278.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 28716.2 / M = 0.0  
 35     -23.6001     16.4402     28.3562     30     1.8823  
 Zähler = 21662.959    Nenner = 11508.997  
 M(Ti) = 21663.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 11509.0 / M = 0.0  
 36     -23.6001     13.1304     26.8068     30     3.7884  
 Zähler = 15901.601    Nenner = 4197.453  
 M(Ti) = 15901.6 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 4197.5 / M = 0.0  
 37     -23.6001     9.8205  
       nicht berechnet  
 38     -23.6001     6.5107  
       nicht berechnet  
 39     -23.6001     3.2009  
       nicht berechnet  
 40     -23.6001     -0.1089  
       nicht berechnet  
 41     -16.9448     29.6794     33.9526     30     1.1181  
 Zähler = 127712.510    Nenner = 114221.054  
 M(Ti) = 127712.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 114221.1 / M = 0.0  
 42     -16.9448     26.3696     31.0716     30     1.0582  
 Zähler = 95501.803    Nenner = 90249.281  
 M(Ti) = 95501.8 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 90249.3 / M = 0.0  
 43     -16.9448     23.0598     28.3205     30     1.0039  
 Zähler = 66616.440    Nenner = 66360.657  
 M(Ti) = 66616.4 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 66360.7 / M = 0.0  
 44     -16.9448     19.7500     30.1301     30     3.1066  
 Zähler = 334156.543    Nenner = 107564.594  
 M(Ti) = 334156.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 107564.6 / M = 0.0  
 45     -16.9448     16.4402  
       nicht berechnet  
 46     -16.9448     13.1304  
       nicht berechnet  
 47     -16.9448     9.8205  
       nicht berechnet  
 48     -16.9448     6.5107  
       nicht berechnet  
 49     -16.9448     3.2009  
       nicht berechnet  
 50     -16.9448     -0.1089  
       nicht berechnet  
 51     -10.2895     29.6794  
       nicht berechnet  
 52     -10.2895     26.3696  
       nicht berechnet  
 53     -10.2895     23.0598

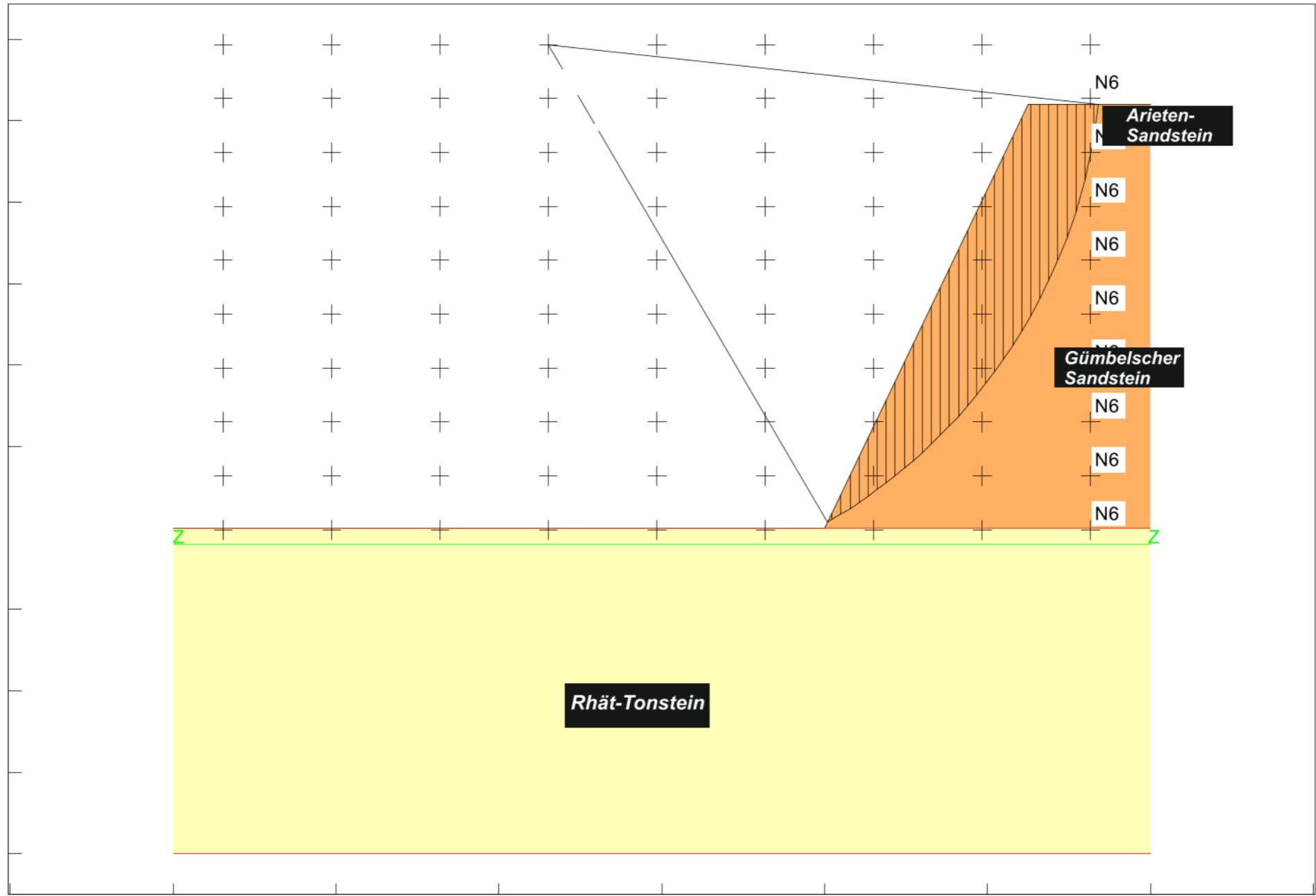
54	nicht berechnet	
	-10.2895	19.7500
55	nicht berechnet	
	-10.2895	16.4402
56	nicht berechnet	
	-10.2895	13.1304
57	nicht berechnet	
	-10.2895	9.8205
58	nicht berechnet	
	-10.2895	6.5107
59	nicht berechnet	
	-10.2895	3.2009
60	nicht berechnet	
	-10.2895	-0.1089
61	nicht berechnet	
	-3.6342	29.6794
62	nicht berechnet	
	-3.6342	26.3696
63	nicht berechnet	
	-3.6342	23.0598
64	nicht berechnet	
	-3.6342	19.7500
65	nicht berechnet	
	-3.6342	16.4402
66	nicht berechnet	
	-3.6342	13.1304
67	nicht berechnet	
	-3.6342	9.8205
68	nicht berechnet	
	-3.6342	6.5107
69	nicht berechnet	
	-3.6342	3.2009
70	nicht berechnet	
	-3.6342	-0.1089
71	nicht berechnet	
	3.0211	29.6794
72	nicht berechnet	
	3.0211	26.3696
73	nicht berechnet	
	3.0211	23.0598
74	nicht berechnet	
	3.0211	19.7500
75	nicht berechnet	
	3.0211	16.4402
76	nicht berechnet	
	3.0211	13.1304
77	nicht berechnet	
	3.0211	9.8205
78	nicht berechnet	
	3.0211	6.5107
79	nicht berechnet	
	3.0211	3.2009
80	nicht berechnet	
	3.0211	-0.1089
81	nicht berechnet	
	9.6764	29.6794
82	nicht berechnet	
	9.6764	26.3696
83	nicht berechnet	
	9.6764	23.0598



84	9.6764	19.7500
	nicht berechnet	
85	9.6764	16.4402
	nicht berechnet	
86	9.6764	13.1304
	nicht berechnet	
87	9.6764	9.8205
	nicht berechnet	
88	9.6764	6.5107
	nicht berechnet	
89	9.6764	3.2009
	nicht berechnet	
90	9.6764	-0.1089
	nicht berechnet	

Ungünstigster Gleitkreis

Kreis	xm	ym	Radius	Lamellen	eta
	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]
43	-16.9448	23.0598	28.3205	30	1.0039
Zähler =	66616.440	Nenner =	66360.657		

# Szenario 1: Böschung 26 m Höhe ohne Berme



<b>Sandgrube Bocksrück</b>		Anlage: 3.2	
		Projekt-Nr.: 17350	
<b>Standsicherheitsberechnung Szenario 1 Böschung 26 m Höhe ohne Berme</b>	gez.	Tag	Name
	gepr.	26.10.2021	rw
	geänd.		
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 26.10.2021	
		 ..... (Unterschrift)	



Böschungsberechnung nach DIN 4084  
mit Kreisgleitflächen

Parameterliste

eta = Sicherheit nach DIN 4084  
xm,ym = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes  
rad = Radius des Gleitkreises

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x [m]	y [m]
1	-40.000	0.000
2	0.000	0.000
3	12.500	26.000
4	20.000	26.000

Bodenkennwerte

Boden	phi [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	gamma [kN/m <sup>2</sup> ]	pw [-]	Bezeichnung
1	37.50	50.00	21.00	0.00	
2	37.50	50.00	21.00	0.00	

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links) [m]	y(links) [m]	x(rechts) [m]	y(rechts) [m]	Boden-Nr.
1	-40.000	0.000	20.000	0.000	1
2	-40.000	-20.000	20.000	-20.000	2

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x [m]	y [m]
1	-40.000	-1.000
2	20.000	-1.000

Erdbebenlasten (als Beschleunigungswerte)

horizontal = 0.0000  
vertikal = 0.0000

Wasserstand vor der Böschung links [m] = -52.00  
Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = -52.00

gamma Wasser [kN/m<sup>3</sup>] = 10.000

Ergebnisse

=====

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): -42.6961 29.4749

x / y (Ende ): 20.9548 29.3589

Anzahl Radien = 40

Kreis	xm [m]	ym [m]	Radius [m]	Lamellen [-]	eta [-]
1	16.3317	-0.1089			
	kein Schnittpunkt mit dem Gelände				
2	16.3317	3.2009			

kein Schnittpunkt mit dem Gelände  
 3 16.3317 6.5107  
 kein Schnittpunkt mit dem Gelände  
 4 16.3317 9.8205  
 kein Schnittpunkt mit dem Gelände  
 5 16.3317 13.1304  
 kein Schnittpunkt mit dem Gelände  
 6 16.3317 16.4402  
 kein Schnittpunkt mit dem Gelände  
 7 16.3317 19.7500  
 kein Schnittpunkt mit dem Gelände  
 8 16.3317 23.0598  
 kein Schnittpunkt mit dem Gelände  
 9 16.3317 26.3696  
 kein Schnittpunkt mit dem Gelände  
 10 16.3317 29.6794  
 nicht berechnet  
 11 -36.9107 29.6794 46.1490 30 171.2889  
 Zähler = 6765.100 Nenner = 39.495  
 $M(Ti) = 6765.1 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 39.5 / M = 0.0$   
 12 -36.9107 26.3696 45.0985 30 10.1490  
 Zähler = 28291.821 Nenner = 2787.640  
 $M(Ti) = 28291.8 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 2787.6 / M = 0.0$   
 13 -36.9107 23.0598 43.3367 30 50.4713  
 Zähler = 11434.838 Nenner = 226.561  
 $M(Ti) = 11434.8 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 226.6 / M = 0.0$   
 14 -36.9107 19.7500  
 nicht berechnet  
 15 -36.9107 16.4402  
 nicht berechnet  
 16 -36.9107 13.1304  
 nicht berechnet  
 17 -36.9107 9.8205  
 nicht berechnet  
 18 -36.9107 6.5107  
 nicht berechnet  
 19 -36.9107 3.2009  
 nicht berechnet  
 20 -36.9107 -0.1089  
 nicht berechnet  
 21 -30.2554 29.6794 41.5190 30 3.2441  
 Zähler = 49599.210 Nenner = 15289.182  
 $M(Ti) = 49599.2 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 15289.2 / M = 0.0$   
 22 -30.2554 26.3696 39.7549 30 4.1321  
 Zähler = 39638.737 Nenner = 9592.838  
 $M(Ti) = 39638.7 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 9592.8 / M = 0.0$   
 23 -30.2554 23.0598 37.4966 30 17.1360  
 Zähler = 16147.474 Nenner = 942.314  
 $M(Ti) = 16147.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 942.3 / M = 0.0$   
 24 -30.2554 19.7500 21.2376 30 19999.0000  
 Zähler = 21917.207 Nenner = -0.000  
 $M(Ti) = 21917.2 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = -0.0 / M = 0.0$   
 25 -30.2554 16.4402  
 nicht berechnet  
 26 -30.2554 13.1304  
 nicht berechnet  
 27 -30.2554 9.8205  
 nicht berechnet  
 28 -30.2554 6.5107  
 nicht berechnet  
 29 -30.2554 3.2009

nicht berechnet  
 30 -30.2554 -0.1089  
 nicht berechnet  
 31 -23.6001 29.6794 37.5548 30 1.5864  
 Zähler = 74660.489 Nenner = 47062.519  
 $M(Ti) = 74660.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 47062.5 / M = 0.0$   
 32 -23.6001 26.3696 35.1645 30 2.0151  
 Zähler = 55234.023 Nenner = 27409.892  
 $M(Ti) = 55234.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 27409.9 / M = 0.0$   
 33 -23.6001 23.0598 32.5713 30 3.4251  
 Zähler = 33077.130 Nenner = 9657.340  
 $M(Ti) = 33077.1 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 9657.3 / M = 0.0$   
 34 -23.6001 19.7500 30.4858 30 6.4341  
 Zähler = 20335.432 Nenner = 3160.580  
 $M(Ti) = 20335.4 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 3160.6 / M = 0.0$   
 35 -23.6001 16.4402  
 nicht berechnet  
 36 -23.6001 13.1304  
 nicht berechnet  
 37 -23.6001 9.8205  
 nicht berechnet  
 38 -23.6001 6.5107  
 nicht berechnet  
 39 -23.6001 3.2009  
 nicht berechnet  
 40 -23.6001 -0.1089  
 nicht berechnet  
 41 -16.9448 29.6794 33.9526 30 1.3046  
 Zähler = 95306.843 Nenner = 73056.752  
 $M(Ti) = 95306.8 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 73056.8 / M = 0.0$   
 42 -16.9448 26.3696 31.0716 30 1.4035  
 Zähler = 68947.455 Nenner = 49126.031  
 $M(Ti) = 68947.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 49126.0 / M = 0.0$   
 43 -16.9448 23.0598 28.3205 30 1.7220  
 Zähler = 45640.936 Nenner = 26505.222  
 $M(Ti) = 45640.9 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 26505.2 / M = 0.0$   
 44 -16.9448 19.7500 30.1301 30 4.3916  
 Zähler = 291149.483 Nenner = 66296.459  
 $M(Ti) = 291149.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 66296.5 / M = 0.0$   
 45 -16.9448 16.4402  
 nicht berechnet  
 46 -16.9448 13.1304  
 nicht berechnet  
 47 -16.9448 9.8205  
 nicht berechnet  
 48 -16.9448 6.5107  
 nicht berechnet  
 49 -16.9448 3.2009  
 nicht berechnet  
 50 -16.9448 -0.1089  
 nicht berechnet  
 51 -10.2895 29.6794  
 nicht berechnet  
 52 -10.2895 26.3696  
 nicht berechnet  
 53 -10.2895 23.0598  
 nicht berechnet  
 54 -10.2895 19.7500  
 nicht berechnet  
 55 -10.2895 16.4402  
 nicht berechnet

56	-10.2895	13.1304
	nicht berechnet	
57	-10.2895	9.8205
	nicht berechnet	
58	-10.2895	6.5107
	nicht berechnet	
59	-10.2895	3.2009
	nicht berechnet	
60	-10.2895	-0.1089
	nicht berechnet	
61	-3.6342	29.6794
	nicht berechnet	
62	-3.6342	26.3696
	nicht berechnet	
63	-3.6342	23.0598
	nicht berechnet	
64	-3.6342	19.7500
	nicht berechnet	
65	-3.6342	16.4402
	nicht berechnet	
66	-3.6342	13.1304
	nicht berechnet	
67	-3.6342	9.8205
	nicht berechnet	
68	-3.6342	6.5107
	nicht berechnet	
69	-3.6342	3.2009
	nicht berechnet	
70	-3.6342	-0.1089
	nicht berechnet	
71	3.0211	29.6794
	nicht berechnet	
72	3.0211	26.3696
	nicht berechnet	
73	3.0211	23.0598
	nicht berechnet	
74	3.0211	19.7500
	nicht berechnet	
75	3.0211	16.4402
	nicht berechnet	
76	3.0211	13.1304
	nicht berechnet	
77	3.0211	9.8205
	nicht berechnet	
78	3.0211	6.5107
	nicht berechnet	
79	3.0211	3.2009
	nicht berechnet	
80	3.0211	-0.1089
	nicht berechnet	
81	9.6764	29.6794
	nicht berechnet	
82	9.6764	26.3696
	nicht berechnet	
83	9.6764	23.0598
	nicht berechnet	
84	9.6764	19.7500
	nicht berechnet	
85	9.6764	16.4402
	nicht berechnet	
86	9.6764	13.1304

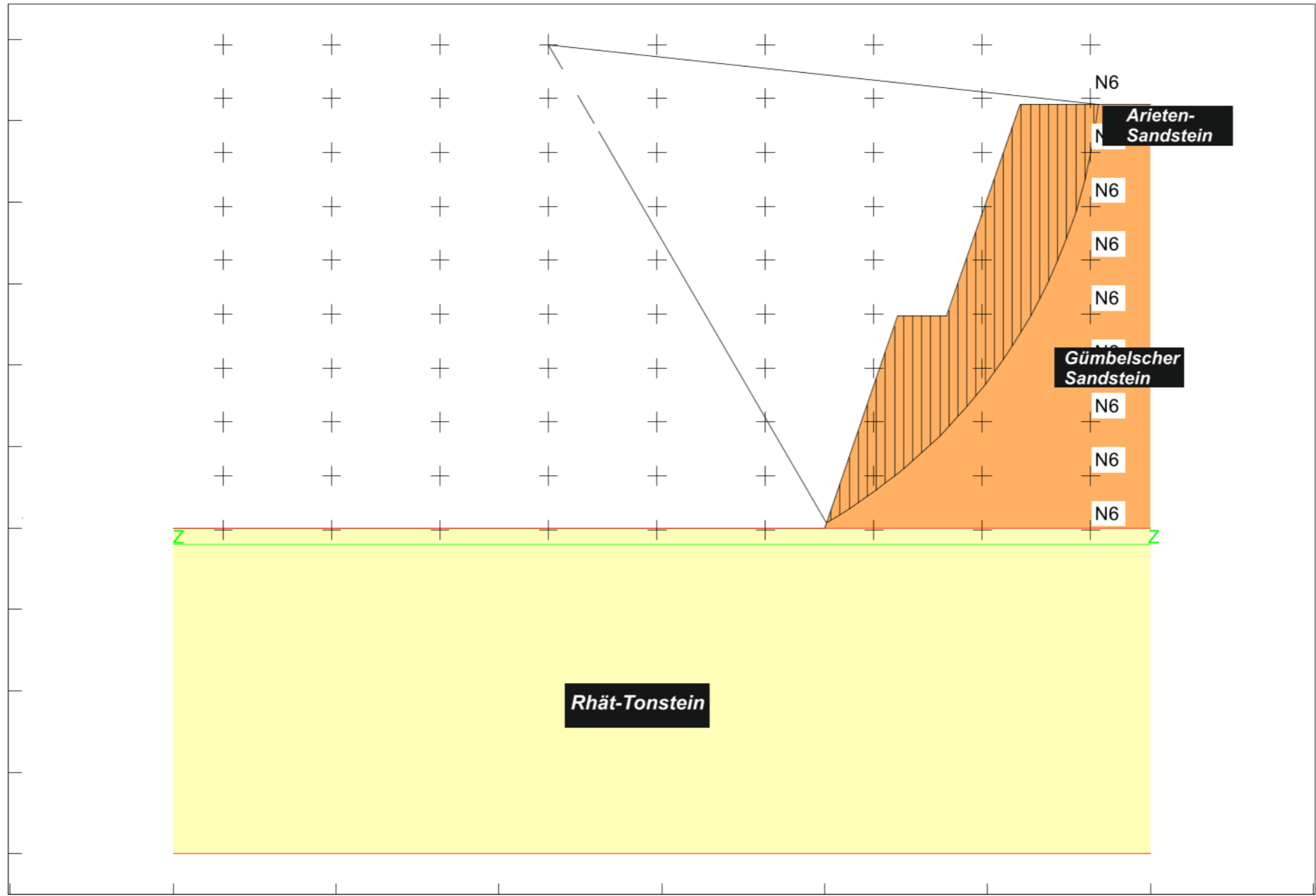
	nicht berechnet	
87	9.6764	9.8205
	nicht berechnet	
88	9.6764	6.5107
	nicht berechnet	
89	9.6764	3.2009
	nicht berechnet	
90	9.6764	-0.1089
	nicht berechnet	



Ungünstigster Gleitkreis

Kreis	xm [m]	ym [m]	Radius [m]	Lamellen [-]	eta [-]
41	-16.9448	29.6794	33.9526	30	1.3046

Zähler = 95306.843    Nenner = 73056.752

## Szenario 2: Böschung 26 m Höhe mit Berme



<b>Sandgrube Bocksrück</b>		Anlage: 3.3	
		Projekt-Nr.: 17350	
<b>Standsicherheitsberechnung Szenario 2 Böschung 26 m Höhe mit Berme</b>	gez.	Tag	Name
	gepr.	26.10.2021	rw
	geänd.		
 <b>Piewak &amp; Partner GmbH</b> Ingenieurbüro für Hydrogeologie und Umweltschutz Jean-Paul-Straße 30 - 95444 Bayreuth info@piewak.de - www.piewak.de		Bayreuth, den 26.10.2021	
		 (Unterschrift)	

Böschungsberechnung nach DIN 4084  
mit Kreisgleitflächen

Parameterliste

eta = Sicherheit nach DIN 4084  
xm,ym = x,y-Wert des Gleitkreismittelpunktes  
rad = Radius des Gleitkreises

Bewegungsrichtung des Gleitkörpers nach links

Koordinaten der Geländepunkte

Nr.	x [m]	y [m]
1	-40.000	0.000
2	0.000	0.000
3	4.500	13.000
4	7.500	13.000
5	12.000	26.000
6	20.000	26.000

Bodenkennwerte

Boden	phi [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	gamma [kN/m <sup>2</sup> ]	pw [-]	Bezeichnung
1	37.50	50.00	21.00	0.00	
2	37.50	50.00	21.00	0.00	

Koordinaten der Schichten und Bodennummern

Nr.	x(links) [m]	y(links) [m]	x(rechts) [m]	y(rechts) [m]	Boden-Nr.
1	-40.000	0.000	20.000	0.000	1
2	-40.000	-20.000	20.000	-20.000	2

Koordinaten des Porenwasserdruck-Polygonzuges

Nr.	x [m]	y [m]
1	-40.000	-1.000
2	20.000	-1.000

Erdbebenlasten (als Beschleunigungswerte)

horizontal = 0.0000  
vertikal = 0.0000

Wasserstand vor der Böschung links [m] = -52.00  
Wasserstand vor der Böschung rechts [m] = -52.00

gamma Wasser [kN/m<sup>3</sup>] = 10.000

Ergebnisse

=====

Suchbereich

Art Suchradius

Anfangs- und Endradius

x / y (Anfang): -42.6961 29.4749

x / y (Ende ): 20.9548 29.3589

Anzahl Radien = 40

Kreis	xm [m]	ym [m]	Radius [m]	Lamellen [-]	eta [-]
1	16.3317	-0.1089			

2	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	3.2009		
3	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	6.5107		
4	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	9.8205		
5	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	13.1304		
6	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	16.4402		
7	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	19.7500		
8	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	23.0598		
9	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	26.3696		
10	kein Schnittpunkt mit dem Gelände	16.3317	29.6794		
11	nicht berechnet	-36.9107	29.6794	46.1490	30 3.3603
	Zähler = 27115.022	Nenner = 8069.147			
	$M(Ti) = 27115.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 8069.1 / M = 0.0$				
12	nicht berechnet	-36.9107	26.3696	45.0985	30 2.8237
	Zähler = 34945.961	Nenner = 12376.134			
	$M(Ti) = 34946.0 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 12376.1 / M = 0.0$				
13	nicht berechnet	-36.9107	23.0598	43.3367	30 4.1124
	Zähler = 30922.794	Nenner = 7519.490			
	$M(Ti) = 30922.8 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 7519.5 / M = 0.0$				
14	nicht berechnet	-36.9107	19.7500		
15	nicht berechnet	-36.9107	16.4402		
16	nicht berechnet	-36.9107	13.1304		
17	nicht berechnet	-36.9107	9.8205		
18	nicht berechnet	-36.9107	6.5107		
19	nicht berechnet	-36.9107	3.2009		
20	nicht berechnet	-36.9107	-0.1089		
21	nicht berechnet	-30.2554	29.6794	41.5190	30 2.7634
	Zähler = 51077.582	Nenner = 18483.708			
	$M(Ti) = 51077.6 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 18483.7 / M = 0.0$				
22	nicht berechnet	-30.2554	26.3696	39.7549	30 2.2020
	Zähler = 34401.225	Nenner = 15622.876			
	$M(Ti) = 34401.2 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 15622.9 / M = 0.0$				
23	nicht berechnet	-30.2554	23.0598	37.4966	30 3.1030
	Zähler = 26322.684	Nenner = 8482.957			
	$M(Ti) = 26322.7 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 8483.0 / M = 0.0$				
24	nicht berechnet	-30.2554	19.7500	35.7629	30 5.1805
	Zähler = 23088.928	Nenner = 4456.884			
	$M(Ti) = 23088.9 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 4456.9 / M = 0.0$				
25	nicht berechnet	-30.2554	16.4402		
26	nicht berechnet	-30.2554	13.1304		
27	nicht berechnet	-30.2554	9.8205		
28	nicht berechnet	-30.2554	6.5107		



nicht berechnet  
 29 -30.2554 3.2009  
 nicht berechnet  
 30 -30.2554 -0.1089  
 nicht berechnet  
 31 -23.6001 29.6794 37.5548 30 1.5348  
 Zähler = 77344.695 Nenner = 50392.387  
 $M(Ti) = 77344.7 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 50392.4 / M = 0.0$   
 32 -23.6001 26.3696 35.1645 30 1.8816  
 Zähler = 56875.678 Nenner = 30226.843  
 $M(Ti) = 56875.7 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 30226.8 / M = 0.0$   
 33 -23.6001 23.0598 32.5713 30 2.0622  
 Zähler = 29200.421 Nenner = 14159.833  
 $M(Ti) = 29200.4 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 14159.8 / M = 0.0$   
 34 -23.6001 19.7500 30.4858 30 2.5129  
 Zähler = 24148.417 Nenner = 9609.648  
 $M(Ti) = 24148.4 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 9609.6 / M = 0.0$   
 35 -23.6001 16.4402 28.3562 30 5.7087  
 Zähler = 17642.582 Nenner = 3090.463  
 $M(Ti) = 17642.6 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 3090.5 / M = 0.0$   
 36 -23.6001 13.1304 26.8068 30 18.2905  
 Zähler = 9090.162 Nenner = 496.989  
 $M(Ti) = 9090.2 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 497.0 / M = 0.0$   
 37 -23.6001 9.8205  
 nicht berechnet  
 38 -23.6001 6.5107  
 nicht berechnet  
 39 -23.6001 3.2009  
 nicht berechnet  
 40 -23.6001 -0.1089  
 nicht berechnet  
 41 -16.9448 29.6794 33.9526 30 1.3041  
 Zähler = 98415.144 Nenner = 75468.261  
 $M(Ti) = 98415.1 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 75468.3 / M = 0.0$   
 42 -16.9448 26.3696 31.0716 30 1.3877  
 Zähler = 71519.493 Nenner = 51538.964  
 $M(Ti) = 71519.5 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 51539.0 / M = 0.0$   
 43 -16.9448 23.0598 28.3205 30 1.6547  
 Zähler = 47034.186 Nenner = 28424.707  
 $M(Ti) = 47034.2 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 28424.7 / M = 0.0$   
 44 -16.9448 19.7500 30.1301 30 4.2561  
 Zähler = 294507.366 Nenner = 69195.963  
 $M(Ti) = 294507.4 / M(s) = 0.0 / M(Gi) = 69196.0 / M = 0.0$   
 45 -16.9448 16.4402  
 nicht berechnet  
 46 -16.9448 13.1304  
 nicht berechnet  
 47 -16.9448 9.8205  
 nicht berechnet  
 48 -16.9448 6.5107  
 nicht berechnet  
 49 -16.9448 3.2009  
 nicht berechnet  
 50 -16.9448 -0.1089  
 nicht berechnet  
 51 -10.2895 29.6794  
 nicht berechnet  
 52 -10.2895 26.3696  
 nicht berechnet  
 53 -10.2895 23.0598  
 nicht berechnet

54	-10.2895	19.7500
	nicht berechnet	
55	-10.2895	16.4402
	nicht berechnet	
56	-10.2895	13.1304
	nicht berechnet	
57	-10.2895	9.8205
	nicht berechnet	
58	-10.2895	6.5107
	nicht berechnet	
59	-10.2895	3.2009
	nicht berechnet	
60	-10.2895	-0.1089
	nicht berechnet	
61	-3.6342	29.6794
	nicht berechnet	
62	-3.6342	26.3696
	nicht berechnet	
63	-3.6342	23.0598
	nicht berechnet	
64	-3.6342	19.7500
	nicht berechnet	
65	-3.6342	16.4402
	nicht berechnet	
66	-3.6342	13.1304
	nicht berechnet	
67	-3.6342	9.8205
	nicht berechnet	
68	-3.6342	6.5107
	nicht berechnet	
69	-3.6342	3.2009
	nicht berechnet	
70	-3.6342	-0.1089
	nicht berechnet	
71	3.0211	29.6794
	nicht berechnet	
72	3.0211	26.3696
	nicht berechnet	
73	3.0211	23.0598
	nicht berechnet	
74	3.0211	19.7500
	nicht berechnet	
75	3.0211	16.4402
	nicht berechnet	
76	3.0211	13.1304
	nicht berechnet	
77	3.0211	9.8205
	nicht berechnet	
78	3.0211	6.5107
	nicht berechnet	
79	3.0211	3.2009
	nicht berechnet	
80	3.0211	-0.1089
	nicht berechnet	
81	9.6764	29.6794
	nicht berechnet	
82	9.6764	26.3696
	nicht berechnet	
83	9.6764	23.0598
	nicht berechnet	
84	9.6764	19.7500

	nicht berechnet	
85	9.6764	16.4402
	nicht berechnet	
86	9.6764	13.1304
	nicht berechnet	
87	9.6764	9.8205
	nicht berechnet	
88	9.6764	6.5107
	nicht berechnet	
89	9.6764	3.2009
	nicht berechnet	
90	9.6764	-0.1089
	nicht berechnet	

Ungünstigster Gleitkreis

Kreis	xm	ym	Radius	Lamellen	eta
	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]
41	-16.9448	29.6794	33.9526	30	1.3041

Zähler = 98415.144    Nenner = 75468.261