

Ingenieurgesellschaft für Geotechnik · Uellendahl 70 · 42109 Wuppertal

Stadt Wuppertal 100.1
- Projektleitung Döppersberg -

Johannes-Rau-Platz 1

42275 Wuppertal

Prof. Dr.-Ing. Matthias Pulsfort
Dr.-Ing. Thomas Happe
Dr.-Ing. Arndt Kremer
Dipl.-Ing. Gunther Müller

Uellendahl 70
42109 Wuppertal
Telefon (0202)40491-0
Telefax (0202)40491-44
E-Mail: info@igw-geotechnik.de

Ihr Zeichen

Ihr Schreiben vom

Unser Zeichen

Tag

7950/Pt/Sch

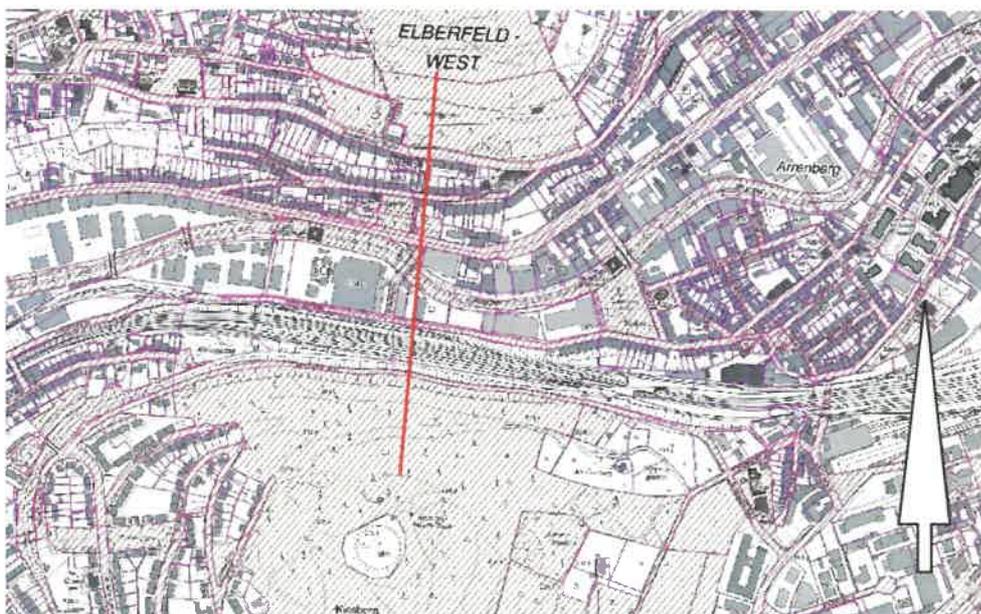
21.04.2023

Betr.: Neubau einer Fußgänger-Hängebrücke im Zuge der BUGA '31 in
Wuppertal-Elberfeld
hier: Geotechnischer Vorbericht zu den Untergrundverhältnissen im Bereich der
Brückenaufleger
Bezug: Ihr schriftlicher Auftrag vom 25.03.2023

Geotechnischer Vorbericht



zu den Untergrundverhältnissen im Bereich der
geplanten Fußgänger-Hängebrücke „Wupperpforte“
in Wuppertal-Elberfeld



...

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen	3
2. Gegenstand	2
3. Untergrundverhältnisse	3
3.1 Allgemeines.....	3
3.2 Ergebnisse der Untergrunderkundungen	5
3.2.1 Nordseite/Nützenberg/Kaiserhöhe	5
3.2.2 Südseite/Kiesberg/Königshöhe	7
3.3 Bodenklassifizierung	7
3.4 Homogenbereiche	8
3.5 Rechnerische Bodenkennwerte.....	9
4. Gründung der Brücke	10

1. Gegenstand

Im Rahmen der für 2031 geplanten Bundesgartenschau soll in Wuppertal-Elberfeld nach der Konzeptstudie [U 1] zwischen der Königshöhe im Süden und der Kaiserhöhe im Norden eine weitgespannte Hängebrücke für Fußgängerverkehr quer über das Tal der Wupper errichtet werden. Die Spannweite dieser Brücke wird bis zu ca. 700 m betragen, so dass nicht nur Vertikalkräfte über Pylone abzutragen sind, sondern an beiden Enden Widerlager mit Seilverspannungen notwendig sind, die große Zugkräfte in den Baugrund einleiten müssen.

Wir wurden beauftragt, in diesen Bereichen eine einfache Vorerkundung des Untergrundes vorzunehmen und eine vorläufige geotechnische Einschätzung der Baugrundverhältnisse abzugeben. Der schon in 2 – 3 m Tiefe anstehende feste Fels kann mit dem hier eingesetzten einfachen Rammkernbohrverfahren nicht aufgeschlossen werden, dafür sind ergänzend noch regelrechte maschinengetriebene Aufschlussbohrungen mit Doppelkernrohr bzw. Seilkernrohr erforderlich, bei denen durchgehende Felskerne gewonnen werden.

2. Grundlagen

Dem vorliegenden Vorgutachten liegen die nachfolgend aufgeführten Unterlagen bzw. Untersuchungen zugrunde:

- [U 1] Konzeptstudie für die Hängebrücke des Büros hochkant GmbH, Gestratz-Brugg
- [U 2] Angaben der Geologischen Karte M 1:25.000, Blatt Wuppertal-Elberfeld
- [U 3] Lagepläne M 1:1000 aus tim-online (s. Anlagen 1.1 und 1.2) mit Eintragung der Untersuchungspunkte
- [U 4] Ergebnisse von Baugrunderkundungen auf der Nordflanke des Wupper-Tals – Nützen-berg/Kaiserhöhe, ausgeführt durch unser Büro am 23.08.2019 (s. Anlage 2)
- [U 5] Ergebnisse von Baugrunderkundungen auf der Südflanke des Wupper-Tals – Kiesberg/Königshöhe, ausgeführt durch unser Büro am 24.03.2023 (s. Anlage 3)
- [U 6] Projektbesprechung des Unterzeichners bei der Stadt Wuppertal am 18.08.2022, gemeinsam mit Frau Langer und Herrn Gehrke, Stadt Wuppertal.

Die Untersuchungspunkte auf der Nord- und Südflanke des Wupper-Tals wurden örtlich eingemessen und durch und durch Ingenieurnivellement auf Schachtdeckel der WSW bezogen, deren NHN-Höhen in den Bestandsplänen der WSW eingetragen sind. Entsprechend sind die Darstellungen in Anlage 2 höhengerecht.

3. Untergrundverhältnisse

3.1 Allgemeines

Nach Angaben der Geologischen Karte [U 2] liegen beide Talflanken des Wupper-Tals im Bereich der geplanten Brücke innerhalb der Sedimentgesteine der sog. Brandenburg-Schichten. Diese Felsformation ist im Mitteldevon (vor ca. 380 Mio. Jahren) als Sedimentgestein aus Schluff und Sand entstanden, jedoch nach der Verfestigung zu Fels aus Schluffstein bzw. Sandstein durch die variskische

Gebirgsfaltung des Rheinischen Schiefergebirges tektonisch kräftig beansprucht worden. Im Ergebnis ist damit eine Folge von geschieferten, grauen und roten Schluffsteinen sowie teilweise mächtigen Grauwacken-Sandsteinbänken entstanden, die z.B. auf der Nordseite des Wupper-Tals in steilen Wänden von alten, aufgelassenen Steinbrüchen frei sichtbar sind.

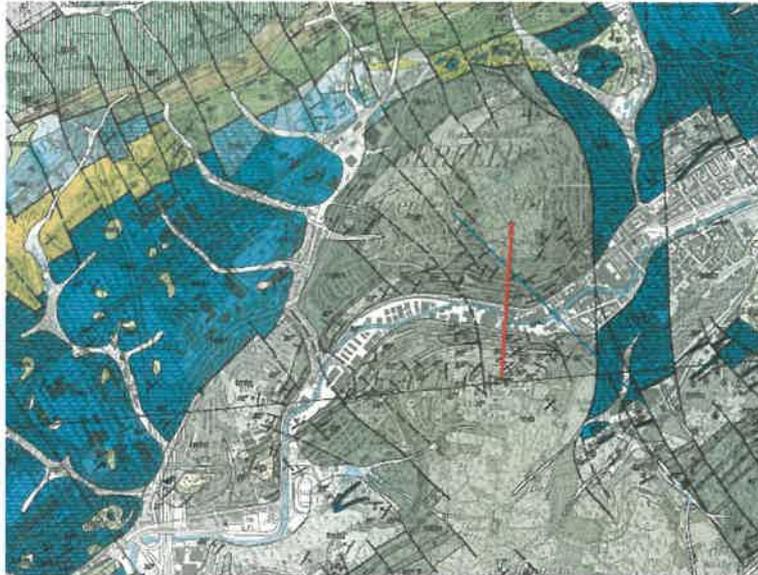


Abb. 1: Auszug aus der Geologischen Karte [U 2], ohne Maßstab

Das Trennflächengefüge des Felsens wird durch die variskisch von Nordost nach Südwest streichenden Schichtflächen der ursprünglich horizontal abgelagerten Sedimentgesteine bestimmt, die mehr oder weniger steil nach Nordwesten bzw. Südosten hin einfallen.

In der Geologischen Karte [U 2] ist die überwiegende Einfallrichtung der Schichtflächen auf der **Nordseite** (Nützenberg/Kaiserhöhe) nach Nordwesten mit einer Neigung von 55° gegen die Horizontale angegeben, örtlich kommen jedoch auch entgegengesetzte Schichtflächenneigungen vor.

Auf der **Südseite** (Königshöhe/Schwarzer Weg) dominiert die Einfallrichtung der Schichtflächen nach Südosten, hier liegen diese allerdings etwas flacher mit Neigungen zwischen 20° und 40° gegen die Horizontale.

Neben den Schichtflächen ist eine ausgeprägte Klüftung festzustellen, wobei die Klüfte meist bankrecht zur Schichtung stehen und nicht durchgängig verlaufen, sondern an den Schichtflächen häufig verspringen. Schließlich ist auf eine leichte Schieferung hinzuweisen, die durch die metamorphe Überprägung der Gesteine bei der Einengung des Rheinischen Schiefergebirges von Südosten nach Nordwesten entstanden ist.

Als Grundlage für die Genehmigungsplanung sind jedoch noch Aufschlussbohrungen bis in den Fels erforderlich, die nach Möglichkeit gegen Nord orientiert werden oder auch mit Befahrung des Bohrloches durch eine TV-Kamera und Aufnahme der Trennflächen in der Bohrlochwandung, um die Raumstellung des Trennflächengefüges über die Angaben in der Geologischen Karte hinaus beschreiben zu können.

Der feste, im Gebirgsverband liegende Fels wird erfahrungsgemäß von einer Verwitterungsdecke aus mehr oder weniger steinigem Verwitterungslehm überlagert, wobei der Steingehalt von oben nach unten schleifend zunimmt und der Übergang von verlehmtem Steingemenge zum festen Fels fließend ist.

Ein regelrechter Grundwasserspiegel ist wegen der steilen Talflanken nicht zu erwarten, jedoch kann es oberflächennah im Bereich der lehmigen Verwitterungszone - abhängig von der Niederschlagsspende - zu Stauwasser kommen.

3.2 Ergebnisse der bisherigen Untergrunderkundungen

3.2.1 Nordseite/Nützenberg/Kaiserhöhe

Auf dem Nordhang/Nützenberg wurde entlang eines Waldweges im Norden die Rammkernbohrung RKS N2 und etwas weiter nach Süden (und damit tiefer zum Tal hin) die Rammkernbohrung RKS N5 angesetzt (s. Anlage 1.1).

Bei RKS N2 im Norden wurde unter einer ca. 0,6 m starken Deckschicht aus humos durchsetztem Verwitterungslehm bis 2,80 m Tiefe ein **verlehmt** **Steingemenge von halbfester Konsistenz** erbohrt, an den Steinchen war die

Herkunft aus Schluffstein noch gut erkennbar. In 2,8 m Tiefe kam das einfache Rammkern-Bohrverfahren schlagartig fest, so dass hier der Übergang zum festeren, im Gebirgsverband liegenden Fels angenommen werden kann.

Bei der Bohrung RKS N5 weiter hangabwärts in dem unter ca. 18° nach Süden einfallenden Hang wurde unter der Wegebefestigung aus Splitt und Schotter zunächst **anthropogene Anschüttung** bis 2,1 m Tiefe erbohrt, wobei letztere aus lehmigem Gesteinsgrus besteht, in dem von 1,0 bis 2,1 m Tiefe vereinzelt Ziegel- und Schlackenstücke vorkommen. Der gewachsene Boden wurde zunächst als **schluffiges Steingemenge** und ab 3,0 m Tiefe als **stark verwitterter Schluffstein** von halbfester Konsistenz erbohrt. In dieser Schicht kam die Rammkernsonde hier erst in 4,2 m Tiefe fest.

Das Bohrgut war durchweg nur erdfeucht, Vernässungen oder Stauwasser wurden aktuell zum Zeitpunkt der Bohrarbeiten nicht festgestellt.

Die parallel neben den Rammkernbohrungen RKS N2 und RKS N5 mit der Schweren Rammsonde DPH nach DIN EN ISO 22476-2 ausgeführten Rammsondierungen DPH N2 bzw. hangabwärts DPH N5 haben mit 2,9 bzw. 4,6 m erreichter Endtiefe einen in vergleichbarer Tiefe liegenden Übergang zum im Verband liegenden Fels ergeben. Allerdings ergaben die jeweils 30 m seitlich versetzten Rammsondierungen DPH N1/N3 bzw. DPH N4/N6 einen starken und abrupten Anstieg der Eindringwiderstände in Form von Schlagzahlen $N_{10} \geq 60 - 100$ Schläge je 10 cm Sondeneindringung auch schon in Tiefen von 1,70 – 2,0 m unter GOK (s. Anlage 2).

In der Verwitterungszone bzw. der Anschüttung darüber wurden überwiegend schon Eindringwiderstände von $N_{10} \geq 10 - 12$ Schlägen je 10 cm Sondeneindringung gemessen, was auf eine mindestens mitteldichte bis dichte Lagerung bzw. steife bis halbfeste Konsistenz hinweist. Örtliche Spitzen sind auf einzelne größere Steine zurückzuführen.

3.2.2 Südseite/Kiesberg/Königshöhe

Der Südhang des Wupper-Tals an der Königshöhe ist oberhalb des Schwarzen Weges mit ca. 25 – 26° gegen die Horizontale etwas steiler als auf der Nordflanke. Hier wurden im Süden die Rammkernbohrungen RKS S1 – S3 und etwas weiter nach Norden (und damit über 35 m hangabwärts) die Rammkernbohrung RKS S5 ausgeführt (s. Anlage 3).

Die Bohrungen RKS S1 bis S3 auf dem oberen Waldweg haben nur eine **geringmächtige Anschüttung aus Schotter** bis 0,30/0,50 m Tiefe ergeben. Darunter erschien ein **schwach sandiges, rotbraunes Steingemenge**, das bereits den Übergang zum Fels der Brandenburg-Schichten darstellt. In diese Schicht konnte die Rammkernsonde nur bis 0,8 – 1,4 m Tiefe eingeschlagen werden. Auch die parallel ausgeführten Rammsondierungen mit der Mittelschweren Rammsonde DPM-A nach DIN 4004-3 kamen schon in Tiefen von 0,6 – 1,7 m unter GOK fest. Entsprechend ist in diesen Tiefen der Beginn des im Gebirgsverband liegenden, weniger verwitterten Felsens anzusetzen.

Weiter hangabwärts bei der Bohrung RKS S5 wurden vergleichbare Verhältnisse festgestellt; hier konnten Rammtiefen von 1,6 bis 2,4 m unter GOK erreicht werden. Der von 1,0 – 1,9 m Tiefe erbohrte verwitterte Schluffstein war von halbfester Konsistenz und ebenfalls rotbraun.

Stauwasser wurde auch auf der Südseite bis zu den erreichten Tiefen nicht festgestellt.

3.3 Bodenklassifizierung

Die vorbeschriebenen Bodenarten bzw. der angewitterte Fels sind nach den Klassifizierungskriterien der DIN 18.196 den in Tabelle 1 aufgelisteten Boden-
gruppen und den Bodenklasse nach der „alten“ DIN 18.300:2012-09 zuzuordnen.

Tabelle 1: Bodenklassifizierung

Bodenart	Bodengruppe (DIN 18.196)	Bodenklasse (DIN 18.300: 2012-09)
Anschüttung aus überwiegend sandigem, steinigem Lehm, tlw. mit organischen Beimengungen	[UL, UM, TL, TM, OH, SU, SU*, GU*, GW, GI]; A	3 - leicht lösbare Bodenarten 4 - mittelschwer lösbare Bodenarten 5 - schwer lösbare Bodenarten
Verwitterungslehm , sandig, steinig bzw. Steingemenge , verlehmt, sandig	GU, GU*, GT, GT*, GW	4 - mittelschwer lösbare Bodenarten 5 - schwer lösbare Bodenarten
Fels der Brandenburg-Schichten , Schluffstein, Sandstein, Grauwacke, im Verband liegend	--	6 – leicht lösbarer Fels 7 – schwer lösbarer Fels

3.4 Homogenbereiche

In den aktuellen Fassungen der DIN 18300 (Erdarbeiten), DIN 18301 (Bohrarbeiten) und DIN 18303 (Verbauarbeiten) sind die bis 2016 üblichen Bodenklassen entfallen. Stattdessen werden Boden und Fels nun in sogenannte Homogenbereiche eingeteilt, z.T. auf der Grundlage spezieller Laborversuche. Im vorliegenden Fall wurde in Abstimmung mit dem Auftraggeber zunächst auf die Durchführung solcher Laborversuche verzichtet, da noch keine konkrete Planung für die Brücke vorliegt.

Zur Abgrenzung der Homogenbereiche bzw. der zugehörigen Parameter wurde vorläufig auf die Ergebnisse der Bodenansprache und auf Erfahrungswerte unseres Büros zurückgegriffen. Danach lassen sich die zuvor beschriebenen Bodenschichten unter geotechnischen Gesichtspunkten in die Homogenbereiche Anschüttung, Steingemenge/Verwitterungsrinde des Grundgebirges und fester, im Gebirgsverband liegender Fels einteilen. Die zugehörigen Eigenschaften sind in den Tabellen 2 und 3 beschrieben.

Tabelle 2: Homogenbereiche im Lockergestein

	DIN 18....			Bezeichnung	
	300	301	303	Anschüttung	Verlehmtes Steingemenge
Bodengruppe nach DIN 18196	X	X	X	[UL, UM, TL, TM, SU, SU*, GU*, GW, GI]; A	GU, GU*, GT, GT*, GW
Korngrößenverteilung nach DIN 18123	X	X	X	- ¹⁾	weit gestuft
Stein-/Blockanteile nach DIN EN ISO 14688-2	X	X	X	gering bis hoch	mittel bis hoch
mineralische Zusammensetzung nach DIN EN ISO 14689-1				Quarz, Feldspäte, Karbonate	Quarz, Feldspäte und Tonmineralien
Sensitivität nach DIN 4094-4				- ¹⁾	-
Durchlässigkeit nach DIN 18130				$1 \cdot 10^{-8}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s	$1 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s
Dichte nach DIN 18125-2	X		X	1,8 - 2,1 g/cm ³	2,0 - 2,2 g/cm ³
Kohäsion nach DIN 18137 ²⁾		X		0 - 5 kN/m ²	0 - 10 kN/m ²
undrionierte Scherfestigkeit nach DIN 18137 ²⁾	X	X	X	0 - 20 kN/m ²	0 - 40 kN/m ²
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	X	X	X	5 bis 30%	5 bis 30%
Plastizitätszahl/ Konsistenzzahl nach DIN 18122 ²⁾	X	X	X	$I_p = 0,1 - 0,4$ $I_c = 0,5 - > 1,0$	-
Lagerungsdichte nach DIN EN ISO 14688-2 ³⁾	X	X	X	sehr locker - mitteldicht	mitteldicht - sehr dicht
Kalkgehalt nach DIN 18129				$\leq 20\%$ ⁵⁾	$\leq 10\%$
organische Anteile nach DIN 18128 / DIN EN ISO 14688-2	X		X	$\leq 5\%$	keine
Abrasivität nach NF-P18-579		X		nicht bis normal abrasiv (CAI = 0 - 2)	hoch bis sehr hoch (CAI = 3 - 5)

¹⁾ nicht sinnvoll einzugrenzen

²⁾ bei bindigen Böden

³⁾ bei nicht bindigen Böden

⁴⁾ bei Beton- und Mörtelstücken auch mehr

Tabelle 3: Homogenbereich Festgestein

	DIN 18....			Bezeichnung	
	300	301	303	Schluffstein, Sandstein/Grauwacke	
Bemessung nach DIN EN ISO 14689-1				geschichtetes, klüftiges Sedimentgestein, metamorph überprägt	
Dichte nach DIN 18125-2	X		X	2,4 - 2,6 g/cm ³	
Verwitterung, Veränderung, Veränderlichkeit nach DIN EN ISO 14689-1	X	X	X	Grad 1 bis 3	
einaxiale Druckfestigkeit [MN/m ²]	X	X	X	25 - 250	
Trennflächenrichtung, -abstand, Gesteinskörperform nach DIN EN ISO 14689-1	X	X	X	dünn- bis sehr dickbankig, Klüfte mittel- bis weitständig, zerblockt, prismatisch	
Gebirgsdurchlässigkeit i.S. von DIN EN ISO 14689-1				$1 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-3}$ m/s	
Abrasivität nach NF P94-430-1 ¹⁾		X		sehr hoch bis extrem hoch (CAI = 2 - 6)	

¹⁾ Einstufung nach Thuro/Käsling im Sinne des CAI (Cerchar Abrasivitäts Index)

3.5 Rechnerische Bodenkennwerte

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse und Erfahrungen von vergleichbaren Maßnahmen können die bodenmechanischen Eigenschaften der hier anstehenden Erdstoffe durch folgende Kennwerte im Sinne von charakteristischen Werten nach DIN EN 1997-1: 2014-03 (EC 7) bzw. DIN 1054:2021-04 beschrieben:

Tabelle 4: bodenmechanische Rechenwerte

Bodenart	Wichte des feuchten Bodens γ_f [kN/m ³]	Reibungswinkel φ' [°]	Kohäsion c' [kN/m ²]	Steifemodul E_s [MN/m ²]
Anschüttung , überwiegend Lehm mit Bauschuttresten	18 - 20	30 ¹⁾	---	---
Verwitterungslehm, steinig bzw. Steingemenge , mehr oder weniger verlehmt, sandig	19 - 22	35 ¹⁾	0	30 – 50
Verwitterter Fels , im Verband liegend auf diskreten Trennflächen	24 – 26	37,5 ¹⁾ 27,5	0 5	100 bis > 200

1) Ersatzreibungswinkel einschl. Kohäsionswirkung

Besondere Einwirkungen aus dem Untergrund, z.B. aus Erdbeben oder Altbergbau, können für die hier behandelten Standorte auf beiden Talflanken vernachlässigt werden.

4. Gründung der Brücke

Nach der vorliegenden Konzeptstudie [U 1] sollen die Tragseile der Hängebrücke über zwei Pylone geführt und ca. 50 m weiter in den eigentlichen Widerlagern verankert werden. Darüber hinaus sind für die horizontale Aussteifung als Windabspannung mit einer Spreizung von ca. 60 m auf beiden Seiten auch unterhalb der Pylone Seilkräfte zu verankern.

Eine Rückverankerung der Seilkräfte mit Dauerankern nach DIN EN 1537 (mit doppeltem Korrosionsschutz) muss weit bis in den festen Fels hinein geführt werden. Hier sind je nach Verpressstreckenlänge und Bohrdurchmesser hohe Einzelkräfte aufnehmbar; für eine Vorbemessung kann vorläufig von einer mobilisierbaren Mantelreibung an der Verpressstrecke von

$$q_{s,k} = 650 \text{ kN/m}^2$$

ausgegangen werden; dabei wird ein mindestens einmaliges Nachverpressen entlang der Verpressstrecke vorausgesetzt. Bei 6,0 m Verpressstreckenlänge und einem Bohrdurchmesser von mindestens 160 mm sind so Bemessungswerte des

...

Herausziehwiderstandes in der Größenordnung von $R_{1,d} = 1.750$ kN je Einzelanker erreichbar.

Bei der Ausführung der Anker ist eine Eignungsprüfung nach DIN EN 1537 bzw. DIN SPEC 18537 an jeweils mindestens 3 Ankern auf beiden Hängen erforderlich, um die o.a. Rechenwerte für die Ermittlung des Herausziehwiderstandes zu bestätigen.

Die Anker müssen so gespreizt und in der Länge gestaffelt werden, dass die Verpressstrecken ihre Last jeweils wie bei einem Einzelanker in den Fels abtragen können. Bei engerer Anordnung mit einem Abstand der Verpressstrecken von weniger als dem 10-fachen Verpresskörperdurchmesser ist auf den o.a. Bemessungswert der Tragfähigkeit eine Abminderung für Gruppenwirkung vorzusehen.

Die erforderliche Länge der Anker ergibt sich aus dem Nachweis der Standsicherheit in der Tiefen Gleitfuge. Dabei sind sowohl Versagensmechanismen mit den Parametern der Ersatzscherfestigkeit zu betrachten als auch zusammengesetzten Bruchmechanismen mit den reduzierten Scherfestigkeitsparametern für diskrete Trennflächen.

Zur Herstellung der Widerlager bzw. der Pylone sind in den geneigten Talflanken vorab **Baugruben** herzustellen, bei denen einseitig in den Hang eingeschnitten werden muss. Die Gründungssohlen der Widerlager und Pylone sind durchweg auf festen Fels hinabzuführen, so dass die hangseitigen Baugrubenwände - abhängig von der erforderlichen Fundamentabmessung - mindestens 5 m hoch werden. Zur Sicherung dieser Geländesprünge im Bauzustand ist eine steil unter ca. 80° geneigte Böschung mit Sicherung durch eine Spritzbetonschale mit Systemvernagelung denkbar, wobei wegen des oberhalb der Baugrubenwand weiter ansteigenden Geländes die Boden-/Felsnägel überschläglich eine Länge von mindestens 80 % der freien Verbauhöhe erhalten sollten.

Zur Ermittlung der Herausziehwiderstände der - auf ganzer Länge vermörtelten und nicht vorgespannten - Nägel kann von folgenden charakteristischen Werten der im

Grenzzustand der Tragfähigkeit an den Nägeln mobilisierbaren Mantelreibung ausgegangen werden:

- Verlehmtes Steingemenge: $q_{s,k} = 100 \text{ kN/m}^2$
- Schluffsteinfels im Gebirgsverband: $q_{s,k} = 400 \text{ kN/m}^2$.

Für den Abtrag von vertikalen Druckkräften, z.B. aus den Pylonen auf dem Fels kann eine Flachgründung mit Einzelfundamenten konzipiert werden. Dabei ist allerdings die Böschungsstandsicherheit der Hangflanke unterhalb der Gründungssohle maßgebend für den Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes. Bei Absetzen der Fundamente auf dem festen Fels und Einhaltung eines Randabstandes von mindestens einer Fundamentbreite von der Anschnittskante des abfallenden Hanges kann vorläufig ein Bemessungswert des Sohldruckwiderstandes im Sinne von DIN 1054: 2021-04 von

$$\sigma_{R,d} = 1.200 \text{ kN/m}^2$$

zugrunde gelegt werden. Der Nachweis der Sicherheit gegen Geländebruch ist sowohl mit den in Abschnitt 3.5 angegebenen Ersatzscherfestigkeitsparametern nach DIN 4084 für Kreisgleitflächen zu führen als auch mit den Scherfestigkeitsparametern auf diskreten Trennflächen mit Hilfe von zusammengesetzten Bruchmechanismen.

Die Widerlager sind durch eine bergseitige Vertikaldrainage nach DIN 4095 trocken zu halten, so dass sie für die Wassereinwirkungsklasse W 1.1E nach DIN 18533-1 zu isolieren sind. Das in geringem Umfang zu erwartende Dränagewasser kann auf dem fallenden Hang in flachen Rigolen zur Versickerung gebracht werden.

Weitere Einzelheiten können besprochen werden, wenn eine statische Vorberechnung vorliegt, aus der die auf den Baugrund abzutragenden Seilkräfte und Vertikallasten an den Gründungspunkten genauer hervorgehen. Dann können auch die aus geotechnischer Sicht noch notwendigen Aufschlussbohrungen geplant werden.


(Prof. Dr.-Ing. M. Pulsfort
- Geschäftsführer -



- Anlagen:
0. Übersichtsplan
 1. Lagepläne Nord und Süd, M 1:1.000
 2. Bohr- und Sondierprofile Nordseite
 3. Bohr- und Sondierprofile Südseite