Smoltczyk & Partner
Untere Waldplätze 14 · 70569 Stuttgart · Telefon 0711 / 131 64 - 0 | Lindenstraße 16 · 74232 Abstatt · Tel: 07062 / 66 81 24

Prof. Dr.-Ing. Norbert Vogt
Dr.-Ing. Berthold Rilling
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Walter Lächler
Dipl.-Ing. Hartmut Reichenbach
Dr.-Ing. Thomas Rumpelt

S&P
Geotechnik
Hydrogeologie
Umwelttechnik

Landratsamt Böblingen
Straßenbau
Herrn Werner Röhm
Parkstraße 16
71034 Böblingen

Stuttgart, 17.06.2016
398507-02
Br/Es/Ru

Dr. Martin Brodbeck
(Durchwahl:-14)

vorab per E-Mail: W.Roehm@lrabb.de
p.sidiropoulos@lrabb.de

16-085 Aidlingen-Ehningen: Sanierung K 1001
Hangseitige Straßenverbreiterung 1. Bauabschnitt
Geotechnische Stellungnahme / Vorabinformationen

Sehr geehrter Herr Röhm,
sehr geehrte Damen und Herren,

das Landratsamt Böblingen, Straßenbau, plant die Sanierung der K 1001 zwischen Aidlingen und Ehningen (Anlage 1.1). Auf rund 3 km Länge (Station km 0,000 bis ca. km 3,000) ist die Straße sehr schmal und birgt deshalb für den LKW-Begegnungsverkehr, insbesondere für den Busverkehr, ein hohes Risiko. Vor allem im Bereich zwischen der Hofeinfahrt des Holzwerkes Keck (ca. km 2+525) und des Ortseingangs Ehningen (ca. km 3+000) kommt es häufig zu Behinderungen und gefährlichen Begegnungen im LKW-Verkehr. Das Risiko ließe sich durch eine Verbreiterung reduzieren. Aufgrund talseitiger naturschutzrechtlicher Beschränkungen kommt allerdings nur eine hangseitige Verbreiterung in Frage.
Für die Maßnahme lag bereits eine erste geologische Stellungnahme vom Ingenieurbüro BGU, Deckenpfronn, vor (Untersuchungsbericht Nr. 160209 vom 29.02.16). Auf Grundlage von sechs Schürfen wurde der hangseitige Baugrund erkundet und

die geologischen Verhältnisse beschrieben. Für die weitere, vertiefte Planung waren allerdings zusätzliche Erkundungen erforderlich.
Mit Schreiben vom 03.05.16 wurden wir von Ihnen beauftragt, im gesamten Streckenabschnitt die hangseitigen geotechnischen Verhältnisse mittels Schürfgruben weiter zu erkunden, auf dieser Grundlage die Hangstabilität zu bewerten und mögliche Hangsicherungsmaßnahmen auszuarbeiten. In der Zeit vom 31.05. bis 01.06.16 wurden die von uns vorgeschlagenen Schürfe hergestellt, von uns geotechnisch aufgenommen und dokumentiert, Bodenproben für bodenmechanische und umwelttechnische Untersuchungen entnommen und der Hang bzw. die Böschungen geotechnisch kartiert. In der Anlage 1.2 ist die Lage der Schürfe und das Ergebnis der Kartierung eingezeichnet. In den Anlagen 2.1 sind die Schichtenfolgen der Schürfe und in den Anlagen 2.2 die der Fremdschürfe dargestellt. In den Anlagen 3 sind in charakteristischen Querschnitten die geologischen Verhältnisse eingetragen. Derzeit werden die Laborversuche durchgeführt und der Geotechnische Bericht für den gesamten Streckenabschnitt vorbereitet.
Im Rahmen der am 31.05.16 erfolgten Bereisung des Kreistags wurden wir gebeten, für den o. g. Streckenabschnitt zwischen der Hofeinfahrt des Holzwerkes Keck (ca. Stat. km 2+525) und dem Ortseingang Ehningen (ca. Stat. km 3+000) vorab Informationen zu den möglichen Sicherungsmaßnahmen und den voraussichtlichen Kosten mitzuteilen. Dieser Bitte kommen wir gerne im Folgenden nach. Der Abschnitt wird von uns als "**1. Bauabschnitt**" (s. Anlagen 1.1 und 1.2) bezeichnet.

Geologisch-hydrogeologische Verhältnisse: In dem rd. 500 m langen Streckenabschnitt wurden die Schürfe SG 1 und SG 2 des Ingenieurbüros BGU, Deckenpfronn (Untersuchungsbericht Nr. 160209 vom 29.02.16) und die Schürfe SCH 11 und SCH 12 hergestellt. Danach stehen an dem nach Südwesten exponierten steilen, z. T. übersteilten Hang des Würmtales, die sog. Hochberghalde, überwiegend Schichten des Oberen Muschelkalks (mo, Hauptmuschelkalk) an. Der Fels wird meistens von einer unterschiedlich mächtigen Hangschuttdecke überlagert (s. An-

lage 1.2). Die geologischen Verhältnisse entlang der Straße ändern sich bereichsweise sehr rasch.

Die **Hangschutt**-Mächtigkeiten können örtlich sehr groß sein und Beträge von mehreren Metern erreichen. Nach der Feldansprache besteht der Hangschutt aus Kalksteinbruch (Kies und Steine, vereinzelt Blöcke) in einer schluffigen bis tonigen Matrix. Die Konsistenz der Matrix ist meist weich bis steif. Auffällig bei unserer Ortsbegehung war die hohe Standfestigkeit des Hangschutts: Beispielsweise steht dieser bei etwa km 2+650 seit mehreren Jahrzehnten über etwa 4 m nahezu senkrecht. Zudem existiert dort ein Luftschutzstollen aus der Zeit des 2. Weltkrieges, der im Hangschutt aufgefahren wurde und heute noch ohne Ausbausicherung ausreichend standfest ist.

Im 1. Bauabschnitt ist der **Obere Muschelkalk** stratigrafisch den sog. "Nodosus Schichten" zuzuordnen. Die Nodosus-Schichten sind zyklisch aus Wechsellagen von Tonmergelstein sowie Blaukalk- und Bruchschillkalkstein und z. T. dolomitischem Tonmergelstein aufgebaut. In der Schichtfolge wechseln sich dünn- bis mäßig dickgebankter, hellblaugrauer, graugelber, ockerfarbener bis grauer Kalkstein und grauer bis schwarzer Tonstein (Tonmergelstein) ab. Die Schichtflächen sind im Kalksteinen i. d. R. rau, in den zwischengeschalteten Tonmergelsteinlagen eher glatt. Auf den Schichtflächen sind oft Eisen- und Calcitbeläge festzustellen. Im Bereich der geplanten Anschnitte liegen die Gesteine nach den vorliegenden Ergebnissen als schwach verwitterter bis frischer Fels vor. Die Festigkeiten schwanken dabei von mäßig hoch bis sehr hoch.

Die Schichten des Oberen Muschelkalks, insbesondere in den stark geklüfteten und örtlich auch verkarsteten Bereichen, sind grundsätzlich als **Grundwasserleiter** zu bezeichnen. Die freie, geschlossene Grundwasseroberfläche ist auf die Würm als Vorfluter bei etwa 435 mNN eingestellt. Die geplante Baumaßnahme liegt damit über dem Grundwasser. Schicht- und Sickerwasseraustritte, insbesondere bei feuchter Witterung, sind dennoch möglich und können sich damit auf die Standsicherheit der Anschnittsböschungen auswirken.

Bautechnische Folgerungen: Es ist davon auszugehen, dass durch bauliche Eingriffe in den Hang, beispielsweise durch das geplante Anschneiden des Hangs infolge der Straßenverbreiterung, die Standsicherheit nicht mehr gewährleistet ist. Durch das Anschneiden von Fels kommt die Gefahr von Stein- und Blockschlag hinzu. Bei einem Hanganschnitt sind deshalb zwingend Stütz- und Sicherungsmaßnahmen erforderlich.
Im gesamten Streckenabschnitt steht der Fels in jeweils kurzen Abschnitten, in Summe rd. 570 m, oberflächennah an. Bei einer Gesamtlänge von etwa 3 km entspricht dies rd. 20% der Anschnittsböschungen. Im 1. Bauabschnitt ist in zwei Bereichen auf insgesamt ca. 90 m, ebenfalls rd. 20 % der Böschungen, mit reinen Felsanschnitten zu rechnen. Für einen vereinfachten Baubetrieb wird deshalb empfohlen, durchgehend in allen zu sichernden Bereichen ein einheitliches System vorzusehen.
Generell können Stütz- und Sicherungsmaßnahmen beispielsweise als

- Stützmauern (Winkelstützmauer, Schwergewichts- oder Gabionenwand),
- Raumgittermauern,
- verankerte Futtermauern,
- Bohrpfahlwände oder
- Bodenvernagelungen, die mittels Spritzbeton oder einem hochzugfesten Stahldrahtgeflecht zu einem statisch wirksamen Verbundkörper werden,

ausgeführt werden.

Der große Nachteil der genannten Mauersysteme ist, dass sie alle von unten nach oben hergestellt werden müssen. Es sind deshalb temporäre, ggf. abschnittsweise herzustellende Baugruben erforderlich, die aufgrund der geometrisch-geotechnischen Verhältnisse ebenfalls gesichert werden müssen. Die Folgen sind zusätzliche Eingriffe in den Hang, zusätzliche Sicherungen der Baugruben und zusätzlicher Bodenaushub, was insgesamt zu höheren Kosten und damit zu einer unwirtschaftlicheren Bauweise führt.

Die genannten Bodenvernagelungen ("Nagelwände") können dagegen ohne zusätzliche Eingriffe in den Hang von oben nach unten, also der Herstellung des Hanganschnitts folgend, ausgeführt werden. Durch die schlaff, relativ dicht eingebauten Nägel entstehen statisch wirksame Verbundkörper, die an der Geländeoberfläche mittels Spritzbeton oder Stahldrahtnetze zusammengehalten werden. Aufgrund der geringen Anschnittshöhen bis etwa 3 m können die Nägel und der Spritzbeton bzw. die Netze voraussichtlich von der Straße aus unter Vollsperrung mittels Bohrlafette oder Hebebühne mit Handbohrgeräten eingebaut werden.
Aus den genannten Gründen empfehlen wir eine Bodenvernagelung, die zudem einfach an die örtlichen, geologisch-geotechnischen Verhältnissen und geometrischen Randbedingungen angepasst werden kann.

Erdstatische Berechnungen: Für eine erste Massenermittlung und Kostenschätzung haben wir mit die Gesamtstandsicherheit (GEO-3) der Anschnittsböschungen mit variierten, unendlich langen Gleitkörpern (ebener Bruchkörper) nach dem Lamellenverfahren mit dem Berechnungsprogramm GGU Stability untersucht.
Die Geometrie haben wir entsprechend dem geometrisch ungünstigsten Schnitt in Station km 2+940 angesetzt. Der linke Rand des Berechnungsmodells liegt in der Straßenachse und der rechte Rand ist 20 m von der Straßenachse entfernt. Der knapp 3 m hohe unter 83° geneigte Hanganschnitt (438,03 mNN bis 440,91 mNN) hat einen Abstand von 5 m zur Straßenachse.
Da die Ergebnisse unserer geomechanischen Laborversuche noch nicht vollständig vorliegen, haben wir die charakteristischen Rechenwerte vorläufig auf Basis unserer Erfahrungswerte mit vergleichbaren Böden geschätzt und für den Hangschutt ergänzend durch eine Rückrechnung mit der derzeitigen Hanggeometrie bestätigt. Hierzu haben wir auf der sicheren Seite liegend angenommen, dass sich der eiszeitlich entstandene Hang in einem labilen Gleichgewicht befindet und die charakteristische Scherfestigkeit so lange reduziert, bis der Ausnut-

zungsgrad der äußeren Hangstandsicherheit im Bruchzustand μ = 1,0 beträgt.

Die vorläufig angesetzten geomechanischen charakteristischen Rechenwerte sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Geologie	Hangschutt	Muschelkalk
Wichte γ/γ' [kN/m^3]	20/10	21,5/11,5
Reibungswinkel φ' [°]	27,5	25
Kohäsion c' [kN/m^2]	15	30

Tabelle 1: Charakteristische Rechenwerte

Aufgrund des im Streckenabschnitt wechselnden Baugrundaufbaus haben wir mit unserem Berechnungsmodell vereinfachend folgende drei charakteristische Baugrundsituationen untersucht:

- ausschließlich Hangschutt,
- Hangschutt über Muschelkalk, Schichtgrenze auf der Hälfte der Anschnittshöhe (439,5 mNN) und ab 10 m Abstand zu Straßenachse hangparallel ansteigend sowie
- Ausschließlich Muschelkalk.

Zur Berücksichtigung von Sicker- und Hangwasser haben wir bergseits, auf der sicheren Seite liegend, einen Wasserstand von etwa 2 m unter Gelände und auf der Straßenseite bei 438 mNN angesetzt und daraus eine Sickerlinie interpretiert, die innerhalb der Böschungskontur bleibt. Bei entwässerter Böschung kann der Ansatz des Wasserdrucks vollständig entfallen.

Für die permanente Bemessungssituation BS-P (Endzustand) sind die Hanganschnitte der Berechnungsmodelle mit Hangschutt sowie Hangschutt über Muschelkalk sind ohne zusätzliche Sicherungsmaßnahmen nicht standsicher, da $\mu_{max} > 1,0$ (siehe Tabelle 2). Liegt die Anschnittsböschung vollständig im Muschelkalk, so ist diese unter Berücksichtigung der oben beschriebenen Randbedingungen auch ohne zusätzliche Sicherungsmaßnahmen mit

einem Ausnutzungsgrad von μ_{max} = 0,99 gerade noch standsicher (Anlage 4.3).

Dort wo der Fels in der gesamten Anschnittshöhe ansteht ist es also ausreichend, lediglich einen Steinschlagschutz aufzubringen. Dieser besteht aus herkömmlichen Sechseckdrahtgeflechten und ggf. örtlich erforderlichen, statisch wirksamen Sicherungsmaßnahmen aus Nägeln und Spritzbeton. Steinschlagschutznetze, die sich nur ungenügend dem Untergrund anpassen, bedürfen aber regelmäßiger Kontrolle und Wartung, beispielsweise durch das Ausräumen von Steinsäcken.

Eine ausreichend Standsicherheit für die Hanganschnitte mit Hangschutt bzw. Hangschutt über Muschelkalk haben wir mittels des Ansatzes einer Bodenvernagelung nachgewiesen (Anlagen 4.1 und 4.2).

Die angesetzten Nagelwiderstände haben wir wie folgt ermittelt:

- Annahmen Bodenvernagelung:
  - Bohrwerkzeug: Durchmesser D = 0,133 m
  - Verpresskörper: Durchmesser D = 0,133 m
  - Horizontaler Nagelabstand a = 1,5 m
- Verbund Nagel - Boden (Äußerer Tragwiderstand):
  - Festgelegter Verbundspannungen $q_{s,k}$ [kN/m²] mit mindestens einfacher Nachverpressung:
    - × Hangschutt: $q_{s,k}$ = 170 kN/m²
    - × Muschelkalk: $q_{s,k}$ = 540 kN/m²
  - Resultierende Verbundkraft $T_{a,d} = \pi * D * q_{s,k} / \gamma_a$ [kN/m]:
    - × Hangschutt:
      $T_{a,d} = \pi * 0,133 * 170 / 1,4 = 50,7$ kN/m
    - × Muschelkalk:
      $T_{a,d} = \pi * 0,133 * 540 / 1,4 = 161,2$ kN/m
  - Bemessungswert der äußeren Nagelkraft
    $r_{a,d} = T_{a,d}/a$ [kN/m je m Böschung]:
    - × Hangschutt: $r_{a,d}$ = 33,8 kN/m
    - × Muschelkalk: $r_{a,d}$ = 107,5 kN/m

Die Bodennägel haben wir mit einer Neigung von 7,5° zur Waagerechten etwa orthogonal zur Anschnittsfläche angesetzt. Den horizontalen Nagelabstand haben wir mit a = 1,5 m angenommen. Bei einem Drahtgitternetz werden voraussichtlich aus konstruktiven Gründen bezüglich einer sicheren Befestigung 3 Nagelreihen erforderlich.

Berechnungsmodell mit Baugrund aus	Ausnutzungsgrad μ_{max} ohne Vernagelung	mit Vernagelung
Hangschutt	1,31	0,97
Hangschutt über Muschelkalk	1,15	1,00
Muschelkalk	0,96	-

Tabelle 2: Ausnutzungsgrade der Gesamtstandsicherheit GEO-3

Eine ausreichende Gesamtstandsicherheit (Tabelle 2) wird mit einer Bodenvernagelung mit folgendem Nagellängen L nachgewiesen:

- Berechnungsmodell mit ausschließlich Hangschutt:
  - Nagelreihe 1 (oben, Nagelkopf 440,65 mNN): L = 10 m,
  - Nagelreihe 2 (Mitte Nagelkopf 439,43 mNN): L = 8 m,
  - Nagelreihe 3 (unten Nagelkopf 438,19 mNN): L = 3 m.

  Gesamt: 14 m Erdnagel je Streckenmeter,
- Berechnungsmodell mit Hangschutt über Muschelkalk:
  - Nagelreihe 1 (oben, Nagelkopf 440,65 mNN): L = 5 m,
  - Nagelreihe 2 (Mitte Nagelkopf 439,43 mNN): L = 5 m,
  - Nagelreihe 3 (unten Nagelkopf 438,19 mNN): L = 3 m,

  Gesamt: 8,67 m Erdnagel je Streckenmeter.

Für Hanganschnitte, die vollständig im Muschelkalk liegen, werden Bodennägel nur zur Befestigung der Drahtgeflechte erforderlich. Die Länge und Anzahl der Bodennägel hängen im Wesentlichen vom verwendeten System ab. Wir gehen vorab für die Massenermittlung von 3 Nagelreihen mit jeweils 3 m langen Bodennägeln aus. Bei einem horizontalen Nagelabstand von a = 1,5 m werden damit 6 m Bodennagel je Streckenmeter erforderlich.

Wir empfehlen, die Hanganschnitte hinsichtlich ihrer Baugrundsituationen den oben beschriebenen charakteristischen Abschnitten zuzuordnen und entsprechend dem jeweils statisch ermittelten Umfang zu sichern.

Kostenschätzung: Für die Bodenvernagelung mit Spritzbeton ist erfahrungsgemäß mit **Baukosten** von ca. 320 €/m² bis 380 €/m², für die Bodenvernagelung mit hochzugfesten Stahldrahtgeflechten ebenfalls mit ca. 350 €/m² zu rechnen. Einfache Steinschlagschutznetze kosten ca. 220 €/m². Die Einheitspreise, die sehr stark von der Menge abhängig sind, beziehen sich lediglich auf die Bodenvernagelung bzw. die Netze selbst.

Wir haben aufgrund den in unseren statischen Berechnungen ermittelten Massen überschlägige Kostenschätzungen aufgestellt. Diese sind im Einzelnen zusammen mit den Massen und angenommenen Einheitspreisen für eine Bodenvernagelung mit Stahldrahtnetzen in Anlage 5.1 und für eine Bodenvernagelung mit Spritzbetonschale in Anlage 5.2 zusammengestellt. Beim letztgenannten System werden voraussichtlich 2 Nagelreihen ausreichen, die jedoch unter Umständen mit größeren Längen ausgeführt werden müssen. Wir haben deshalb die angesetzten Nagellängen je Meter Strecke gegenüber den für ein Stahldrahtnetz um rund 20 % reduziert. Grundsätzlich sind wir aber von den ungünstigsten Verhältnissen ausgegangen. Örtlich sind geringere Anschnittshöhen zu erwarten, wo u. U. lediglich eine Profilierung des Geländers notwendig ist.

Die Baukosten belaufen sich danach zu insgesamt etwa:

- 630.000 € netto für eine Bodenvernagelung mit Stahldrahtnetzen und
- 625.000 € netto für eine Bodenvernagelung mit Spritzbetonschale

und liegen damit in ähnlicher Größenordnung.

Kosten für den Erdbau, Verkehrssicherung, Baustelleneinrichtung usw. sind dabei nicht berücksichtigt.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Freundliche Grüße

Smoltczyk & Partner GmbH

Anlagen:

Lagepläne des Bauvorhabens

- Übersichtslageplan (M 1:25 000) mit Lage des Bauvorhabens 1.1
- Lageplan (M 1: 5 000) mit Lage der Erkundungspunkte und Verlauf der geologischen Schnitte (Anlage 3) 1.2

Gelände-Erkundung (M 1:100)

- Kurzzeichen und Abkürzungen nach DIN 4023 und DIN 18 196 2.0
- Schichtenfolgen der Schürfe 2.1
  - SCH 1 und SCH 2 2.1.1
  - SCH 3 und SCH 4 2.1.2
  - SCH 5 und SCH 6 2.1.3
  - SCH 7 und SCH 8 2.1.4
  - SCH 9 und SCH 10 2.1.5
  - SCH 11 und SCH 12 2.1.6
- Schichtenfolgen der Fremdschürfe (BGU)
  - SG 1 2.2.1
  - SG 2 2.2.2
  - SG 3 2.2.3
  - SG 4 2.2.4
  - SG 5 2.2.5
  - SG 6 2.2.6

- Geologische Schnitte
  - Querprofil 0+400 und 0+560 3.1
  - Querprofil 0+900 und 1+080 3.2
  - Querprofil 1+340 und 1+580 3.3
  - Querprofil 1+720 und 1+960 3.4
  - Querprofil 2+120 und 2+320 3.5
  - Querprofil 2+580 und 2+980 3.6
- Berechnung der Gesamtstandsicherheit Hanganschnitt
  - im Hangschutt 4.1
  - im Hangschutt über Muschelkalk 4.2
  - im Muschelkalk 4.3
- Kostenschätzung Hangsicherung BA 1
  - Bodenvernagelung und Stahldrahtnetz 5.1
  - Bodenvernagelung und Spritzbetonschale 5.2

S&P

Kostenschätzung BA 1 (km 2+525 bis km 3+000)								
Variante 1: Stahldrahtnetz								
Streckenlänge:	475	m						
Mittlere Anschnittshöhe	3	m						
Nagelabstand								
h =	1,5	m						
v = ca.	1,5	m	--> 3 Nagelreihen					
Erdnägel								
Masse								
Baugrund		Anteil BA 1	Teillänge		Nagellänge		gesamt	
nur Hangschutt		60,00%	285	m	14	m je Streckenmeter	3990	m
Hangschutt und Muschelkalk		20,00%	95	m	8,67	m je Streckenmeter	823,65	m
nur Muschelkalk		20,00%	95	m	6	m je Streckenmeter	570	m
							5383,65	m
Kosten								
BE					40.000,00 €			
Erdnägel	5383,65	m x	80,00 €	/m =	430.692,00 €			
					470.692,00 €			
Oberfläche								
Masse								
nur Hangschutt		60,00%		855	m²	--> Stahldrahtnetz		
Hangschutt und Muschelkalk		20,00%		285	m²	--> Stahldrahtnetz		
nur Muschelkalk		20,00%		285	m²	--> Scheinschlagschutznetz		
				1425	m²			
Kosten								
BE					10.000,00 €			
Stahldrahtnetz	1140	m² x	21,00 €	/m² =	23.940,00 €			
Steinschlagschutz	285	m² x	21,00 €	/m² =	5.985,00 €			
Montage Netze	1140	m² x	12,50 €	/m² =	14.250,00 €			
					54.175,00 €			
Unvorhergesehens:	ca. 20 %				104.973,40 €			
Gesamtkosten					**629.840,40 €**	netto		

gez.	gepr.	gepr.
ko	ad	Py

16085bz5.cdr

Kostenschätzung Hangsicherung BA 1
Bodenvernagelung und Stahldrahtnetz

Anlage
5.1

gez. gepr. gepr.

16085bz5.cdr

Kostenschätzung BA 1 (km 2+525 bis km 3+000)										
Variante 2: Spritzbetonschale										
Streckenlänge:		475	m							
Mittlere Anschnittshöhe		3	m							
Nagelabstand										
h =		1,5	m							
v =	ca.	2	m	--> 2. Nagelreihen						
Erdnägel										
Masse										
Baugrund			Anteil BA 1	Teillänge			Nagellänge		gesamt	
nur Hangschutt			60,00%	285	m		11,2	m je Streckenmeter	3192	m
Hangschutt und Muschelkalk			20,00%	95	m		7	m je Streckenmeter	665	m
nur Muschelkalk			20,00%	95	m		4,8	m je Streckenmeter	456	m
									4313	m
Kosten										
BE							40.000,00 €			
Erdnägel		4313	m x	80,00 €	/m	=	345.040,00 €			
							385.040,00 €			
Oberfläche			Anteil BA 1							
Masse										
nur Hangschutt			60,00%			855	m²	--> Spritzbetonschale		
Hangschutt und Muschelkalk			20,00%			285	m²	--> Spritzbetonschale		
nur Muschelkalk			20,00%			285	m²	--> Scheinschlagschutznetz		
						1425	m²			
Kosten										
BE							10.000,00 €			
Spritzbetonschale		1140	m² x	100,00 €	/m²	=	114.000,00 €			
Steinschlagschutz		285	m² x	22,00 €	/m²	=	6.270,00 €			
Montage Netz		285	m² x	12,50 €	/m²	=	3.562,50 €			
							133.832,50 €			
Unvorhergesehens:	ca. 20 %						103.774,50 €			
Gesamtkosten							**622.647,00 €**	netto		

Kostenschätzung Hangsicherung BA 1
Bodenvernagelung und Spritzbetonschale

Anlage 5.2

Geotechnischer Bericht
16-085 Aidlingen-Ehningen: Sanierung der K 1001

S&P