

Bebauungsplan Neues Stadion am Flugplatz, Freiburg

- Kostenprognose zum Bodenaushub und zur Böschungssicherung -

Ausführungsvariante 2

August/September 2014

Auftraggeber: Stadt Freiburg

Projektnummer: 13.051a / ST

Stand: 12.09.2014

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Anlass und Ziele der Kostenprognose Variante 2.....	5
2 Grundlage der Kostenprognose	5
2.1 Datenbasis	5
2.2 Bautechnische Annahmen.....	6
3 Kostenprognose	7
3.1 Massenermittlung	7
3.2 Böschungssicherung	8
3.3 Arbeitsschutzmaßnahmen.....	9
3.4 Maßnahmen zum Aushubmanagement.....	9
3.5 Kosten.....	10

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageplan 1: 2.500, Zufahrtsstraße Nord
Anlage 2.1	Schnitt 0+030
Anlage 2.2	Schnitt 0+070
Anlage 2.3	Schnitt 0+075
Anlage 2.4	Schnitt 0+100
Anlage 2.5	Schnitt 0+150
Anlage 2.6	Schnitt 0+205
Anlage 2.7	Schnitt 0+250
Anlage 2.8	Schnitt 0+300
Anlage 2.9	Schnitt 0+350
Anlage 2.10	Schnitt 0+400
Anlage 2.11	Schnitt 0+500
Anlage 2.12	Schnitt 0+595
Anlage 2.13	Schnitte durch Sc18 und Sc20
Anlage 2.14	Schnitt 0+110
Anlage 2.15	Schnitt 0+175
Anlage 3.1	Massenberechnung Aushub/Auftrag
Anlage 3.2	Massenberechnung Spritzbetonwand
Anlage 3.3	Massenberechnung Schotterrigolen

Quellenverzeichnis

- ⁽¹⁾Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums Baden-Württemberg für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial; 14.03.2007.
- ⁽²⁾Vorläufige Hinweise zum Einsatz von Baustoffrecyclingmaterial; Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, 13.04.2004.
- ⁽³⁾Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (AVV) vom 10.12.2001, Stand 24. Februar 2012,
- ⁽⁴⁾Verordnung über Deponien und Langzeitlager (DepV) vom 27.04.2009, Stand 24.02.2012.
- ⁽⁵⁾IVV (2014): Lageplan Verkehrsplanung Vorplanung Variante 1, Ingenieurgruppe für Verkehrswesen und Verfahrensentwicklung Aachen, 25.08.2014.
- ⁽⁶⁾IVV (2014): Zufahrtsstraße von Norden, Querschnitte, Ingenieurgruppe für Verkehrswesen und Verfahrensentwicklung Aachen, 25.08.2014.
- ⁽⁷⁾GEOsens (2013): Bebauungsplan Neues Stadion am Flugplatz, Freiburg; Altlasten- und Baugrunduntersuchung, 12.12.2013.

1 Anlass und Ziele der Kostenprognose Variante 2

Im Herbst 2013 wurde für das Bebauungsplangebiet „Neues Stadion am Flugplatz“ im Stadtteil Brühl-Industriegebiet geprüft, ob die Errichtung eines Fußballstadions inkl. aller dafür erforderlicher Infrastruktur möglich ist.

Da die geplanten Zufahrtsstraßen teilweise den Rand der Altablagerung „Wolfsbuck“ anschneiden, wurde unser Büro vom Garten- und Tiefbauamt der Stadt Freiburg beauftragt, auch für eine zweite Ausführungsvariante die hierfür anzusetzenden Kosten für die erforderlichen Erdarbeiten und die Böschungssicherung abzuschätzen.

Die Kostenprognose bezieht sich auf folgende Bauleistungen:

- Kosten für Aushub, Verwertung bzw. Entsorgung von Boden und Abfällen
- Kosten für die erforderliche Sicherung der Böschungen

Die Kosten für das Herstellen der Straße inkl. des frostsicheren Unterbaus einschl. Entwässerung, Beleuchtung, Signalanlagen etc. werden durch den Fachplaner Straßenbau berechnet.

2 Grundlage der Kostenprognose

2.1 Datenbasis

Als Plangrundlage zur Abschätzung der Aushubmassen wurden der Lageplan und die 14 Schnitte des Planungsbüros IVV Aachen, Stand 25.08.2014, verwendet⁽⁵⁾⁽⁶⁾.

Bei der Bodenuntersuchung im Herbst 2013⁽⁷⁾ wurde ein Baugrund- und Standortmodell erstellt. Es wird als geotechnische Datenbasis verwendet. Die Kernaussagen sind dabei folgende:

- Unterhalb der Ablagerung und der bindigen quartären Deckschichten stehen die bautechnisch geeigneten, verdichtungsfähigen quartären Schotter an. Für das Niveau des Rohplanums der Erschließungsstraßen liegt keine Beeinflussung durch Grundwasser vor.
- Die bestehenden Böschungen werden als standsicher eingestuft. Eine Versteilung der Böschungen mit Neigungen von $> 1: 2,0$ ($= 26,5^\circ$) würde zu nicht standsicheren Verhältnissen führen.
- Deponiegase spielen für die Bauausführung im potenziellen Baufeld keine Rolle.

- Aufgrund der Erdarbeiten im Bereich der Altablagerung „Wolfsbuck“ sind Mehrkosten für die Baudurchführung (Arbeitsschutz, Kampfmittelbegleitung), für die Entsorgung von müllhaltigem bzw. nicht verwertbarem Bodenaushub und für Maßnahmen zur Böschungssicherung anzusetzen.

2.2 Bautechnische Annahmen

Zum Bau der Zufahrtsstraße von Norden wurden mit den Planungsbeteiligten (GUT Freiburg, IVV Aachen) folgende bautechnischen Annahmen abgestimmt:

- In der vorliegenden Planungsvariante vom 25.08.2014 wurde im Vergleich zur Variante vom 14.07.2014 das Straßenniveau der Zufahrtstraße Nord angehoben. Auf den parallel der Böschung des Wolfsbuck verlaufenden Gehweg wurde verzichtet.
- Die Gesamtmächtigkeit des frostsicheren Straßenaufbaus beträgt im Bereich der Fahrbahn 60 cm und im Bereich des Gehwegs 40 cm.
- Um den auf dem Rohplanum zu erzielenden E_{v2} -Wert von $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ sicherzustellen, wird bei dem jetzigen Ausführungskonzept davon ausgegangen, dass die Auffüllung unter dem frostsicheren Straßenaufbau mit einer Mächtigkeit von 40 cm ausgetauscht werden muss. Ein Bodenaustausch von 30 cm wird für den humosen Oberboden (als Teil der Deckschichten) angesetzt, sobald er bei der Baumaßnahme überbaut werden soll. Bei den Kiesen wird davon ausgegangen, dass eine Nachverdichtung möglich ist. Bei Schnittlagen in denen der frostsichere Bodenaufbau in den quartären Kiesen gründet, wird daher kein weiterer Bodenaustausch angesetzt.
- Am Ostrand der Altablagerung „Wolfsbuck“ werden die anzulegenden Böschungen mit einer einlagig bewehrten Spritzbetonwand (Böschungswinkel 70°) mit ungespannter Dauervernagelung gesichert. Die Bodenuntersuchung in diesem Bereich⁽⁷⁾ schloss gemischtkörnige und rollige Böden mit weicher bis steifer Konsistenz bzw. sehr lockerer bis mitteldichter Lagerung auf. Geotechnisch relevante Anteile an Hausmüll wurden in diesem Bereich nicht angetroffen. Im Vergleich zu einer Sicherung mittels Schwergewichtsmauer sprechen für diese Sicherungsvariante die geringere Masse an Bodenaushub und der Umstand, dass im Bauzustand keine bis zu ca. 6 m hohen Böschungen entstehen, die nur durch zusätzliche Sicherungsmaßnahmen im Bauzustand standsicher sind. Ein Fanggraben am Kopf der Böschungssicherung fängt abfließendes Hangwasser ab. Dieses wird über eine Ableitung durch die Spritzbetonwand in den Randgraben geleitet.

- Nördlich der Granadaallee wurden keine Planungsänderungen am Straßenbau vorgenommen. Hier besteht die Aufhaltung überwiegend aus locker gelagertem Hausmüll. Da die Ablagerung in diesem Bereich nur eine Höhe von maximal 4 m hat wird das Anlegen einer freien Böschung (1:2) vorgeschlagen. Eine zusätzliche Sicherung durch eine Spritzbetonwand ist in der Kostenprognose nicht vorgesehen.
- Böschungsseitig wird der Randgraben zur Fassung des Oberflächenwassers über Rigolenbauwerke (Bypass) an die versickerungsfähigen Kiese angeschlossen. Die Rigole greift 30 cm in die Kiese ein. Der Abstand zwischen den einzelnen Rigolenkörpern wird in einem ersten Ansatz mit 30 m angesetzt.
- In den Bereichen ohne Böschungen wird der Randgraben nur alle 50 m an die versickerungsfähigen Kiese angeschlossen, da hier mit weniger Oberflächenwasser zu rechnen ist.

3 Kostenprognose

3.1 Massenermittlung

Die Massenermittlung erfolgte auf Basis der Schnittlagen vom 25.08.2014. Diese sind in den Anlagen 2.1 bis 2.15 dokumentiert. Zwischen den angrenzenden Schnittlagen wurden die Schnittflächen für Aushub und Abtrag linear interpoliert.

Aus abfallrechtlichen Gründen wird in den Schnitten zwischen „Aushub Auffüllung“ und „Aushub Quartär“ bzw. zwischen „Bodenaustausch Auffüllung“ und „Bodenaustausch Quartär“ unterschieden.

„Aushub Auffüllung“ und „Aushub Quartär“ werden aufgrund der überwiegend unterschiedlichen abfallrechtlichen Eignung unterschieden. Die anfallenden Mengen sind bei derzeitiger Planungsvariante nicht veränderlich, da ein Mindestabtrag für einen regelkonformen Straßenaufbau erforderlich ist.

Die Flächen mit „Bodenaustausch Auffüllung“ und „Bodenaustausch Quartär“ signalisieren, dass aufgrund der fehlenden geotechnischen Eignung beim derzeitigen Kenntnissstand ein zusätzlicher Bodenaushub und ein Ersatz mit geeignetem Bodenmaterial (z.B. Schroppen oder Schotter 0/45) einzuplanen ist. Der „Bodenaustausch Auffüllung“ wurde auf 40 cm und der „Bodenaustausch Quartär“ auf 30 cm angesetzt.

Mit Ausnahme von Anlage 2.13 basieren die Schnitte auf einer Detailvermessung des Vermessungsamts der Stadt Freiburg aus 2014 in Verbindung mit der Vorplanungsvariante des Planungsbüros IVV in Aachen⁽⁵⁾⁽⁶⁾ (Stand 25.08.2014).

Für die geplante Spurverbreiterung nördlich der Granadaallee gab es keine neuen Vermessungsdaten und damit auch keine auf dem digitalen Höhenmodell basierenden Schnitte. Hilfsweise wurden daher die Daten aus der Bodenuntersuchung 2013⁽⁷⁾ verwendet.

Die Lage der Zufahrtsstraße, die vom Wolfswinkel nach Osten hinter dem potenziellen Stadionstandort verläuft, tangiert auch in der jetzigen Variante nicht die Südböschung der Altablagerung „Wolfsbuck“ (siehe Anlage 1). Eine Detailvermessung bzw. aktuelle Schnitte lagen nicht vor. Hier wurde zur Ermittlung der Erdaushubmassen mit Volumina gerechnet, die sich aus der Straßenbreite und einer mittleren Aushubtiefe von 60 cm ergeben. Entsprechend den abfallrechtlichen Befunden der Bodenuntersuchung⁽⁷⁾ erfolgte dann eine Zuordnung zu den entsprechenden Verwertungsklassen.

Auf Basis der abfallrechtlichen Einstufung der Bodenuntersuchung⁽⁷⁾ (siehe Anlage 1) und der Schnittlagen in Anlage 2 ergeben sich folgende Abtragsmassen:

	m ³	Massenanteil
Masse Abtrag Z0/Z0*	11.800	30%
Masse Abtrag Z1.1/Z1.2	12.277	31%
Masse Abtrag > Z2/ DKII/III	15.189	39%
Summe Abtrag	39.267	100%

Tab. 1; Ermittelte (feste) Massen Bodenabtrag

Details zur Berechnung der Aushubmassen sind in Anlage 3.1 dokumentiert.

3.2 Böschungssicherung

Wie in Kap. 2.2 dargestellt, sind Böschungssicherungsmaßnahmen nur im Bereich der Zufahrtsstraße Nord erforderlich.

Die Böschungssicherung wird als stahlbewehrte Spritzbetonwand mit Vernagelung in ca. 15 cm Stärke ausgeführt. Die Nageldichte wurde mit 0,7 pro m² und die mittlere Nagellänge mit 6 m vorbemessen. Für die Bewehrung ist eine Überlappung von 20% vorgesehen. Im Bauzustand entstehen Böschungshöhen von bis zu ca. 6 m. Im Endzustand betragen die Böschungen max. 5 m.

Bei einer Böschungssicherung in homogenem Boden ist derzeit ein Preis von ca. 350 €/m² marktüblich. Ein Richtpreisangebot bezogen auf eine Böschungssicherung am Standort ergab einen Preis von 450 €/m², da zusätzliche Leistungen, wie z.B. das Durchrötern von Hindernissen, einkalkuliert wurden.

Im Wettbewerb ist zu erwarten, dass die anzusetzenden Kosten unter denen des Richtpreisangebots liegen. Für die Kostenprognose wird daher ein Mittelpreis von 400 €/m² angesetzt.

3.3 Arbeitsschutzmaßnahmen

Aufgrund der Erdarbeiten im Bereich einer Altablagerung sind zusätzliche Arbeitsschutzmaßnahmen einzuplanen. Aufgrund der zu erwartenden Größe der Baustelle (> 500 Personentage, mehrere Baufirmen tätig) ist gemäß Baustellen-Verordnung ein SiGe-Plan inkl. Koordinator erforderlich.

Für potenziell Gefährliche Arbeiten (z.B. der Umgang mit Müll oder Bodenaushub mit Asbestanteilen) ist zusätzlich ein Arbeitsschutz und Sicherheitsplan gemäß TRGS 524/ BGR128 zu erstellen.

Bereiche, in denen Müll angetroffen wird, wären als Schwarzbereich abzugrenzen. Vor Verlassen des Schwarzbereichs wären organisatorische Maßnahmen zur Reinigung von Fahrzeugen und zum Ab- bzw. Anlegen der persönlichen Arbeitsschutzausrüstung einzuplanen. In der Kostenprognose wird für o.g. Leistungen eine bauübliche Pauschale angesetzt (s.u.).

Im südlichen Teil der Altablagerung (siehe Bericht⁽⁷⁾) ist ein Kampfmittelverdacht bzgl. Brand- und Munitionsresten nach wie vor nicht ausgeräumt. Sprengbomben werden nicht erwartet. Eine Begleitung der Erdarbeiten durch einen Feuerwerker gemäß §20 Sprengstoffgesetz ist hier erforderlich. In diesem Bereich werden ca. 17.000 m³ Erdmassen bewegt. Bei einem Baufortschritt von 800 bis 1.000 m³ pro Tag wären damit ca. 20 Mann-Tage anzusetzen.

3.4 Maßnahmen zum Aushubmanagement

Aufgrund der Heterogenität des Bodenaushubs, der beim Anschnitt der Altablagerung anfällt, empfiehlt sich eine fachtechnische Begleitung der Erdarbeiten im Bereich der Altablagerung.

Damit soll eine unzulässige Vermischung von Aushub vermieden und die Massen an zu deponierendem Aushub optimiert werden.

Das Auffüllungsmaterial sollte sortenrein zwischengelagert, mischbeprobt und abfallrechtlich untersucht werden.

Bei einem Bodenvolumen von ca. 27.500 m³ und einer Untersuchung von je 2 Mischproben pro 500 m³ wären ca. 110 Deklarationsanalysen anzusetzen.

Die Aushubbegleitung wäre primär für den Aushub der Auffüllungen vorzusehen. Bei angesetzten 27.500 m³ und einem Baufortschritt von 800 bis 1.000 m³ pro Tag wären ca. 30 Mann-Tage anzusetzen.

3.5 Kosten

Für die Erdarbeiten bis Oberkante Rohplanum werden folgende Kosten angesetzt:

	Anzahl	Einheit	EP €/m ³	GP
Boden Z0/Z0* IIIA inkl. Mutterboden	11.800	m ^{3*}	24 €	283.211 €
Boden/Bauschutt bis Z1.2	12.277	m ^{3*}	30 €	368.316 €
Boden DK II/III	15.189	m ^{3*}	170 €	2.582.188 €
<i>Summe</i>	<i>39.267</i>	<i>m^{3*}</i>		<i>3.233.715 €</i>
Bodenauftrag	5.261	m ^{3*}	24 €	126.262 €

Tab. 2; Kostenprognose Erdarbeiten (m^{3*} = feste Massen)

Der Umstand, dass Teile der Auffüllungen nicht verwertbar sind und mit den 5 bis 6-fachen Kosten entsorgt werden müssen, schlägt sich in Entsorgungsmehrkosten von ca. 2,1 Mio. € netto für die Baumaßnahme nieder.

In Tabelle 3 sind die Gesamtkosten, gegliedert nach o.g. Punkten, aufgeführt.

Kostenpunkt	Masse	Einheit	Einzelpreis	Gesamtpreis
Kosten Erdaushub (Deponierung)				2.582.188 €
Kosten Erdaushub (Verwertung)				651.527 €
Kosten Bodenauftrag				126.262 €
Kosten Aushubüberwachung (Gutachter)	30	AT	520 €	15.600 €
Kosten Aushubüberwachung (Deklarationsanalytik)	110	St	300 €	32.960 €
Kosten Zwischenlagerung (Abladen/Aufnehmen)	27.467	m ³	1,60 €	43.946 €
Kosten für A-Schutz Bauzaun, SW-Anlage etc.)				35.000 €
Kosten Kampfmittelbegleitung (Feuerwerker)	20	AT	600 €	12.000 €
Kosten Böschungssicherung	2.580	m ²	400 €	1.032.000 €
Anteil Planungsleistungen Erdarbeiten/Böschungssicherung				16.000 €
			Summe netto	4.547.484 €
			Summe brutto gerundet	5.500.000 €

Tab. 3; Gesamtkosten Erdarbeiten und Böschungssicherung.

Es wird darauf hingewiesen, dass für die in den Tabellen 1 bis 3 veröffentlichten Massen (inkl. Anlage 3) keine Sicherheiten eingerechnet wurden. Bei jetziger Datenlage wären für die errechneten Aushubkubaturen $\pm 30\%$ und für die ermittelten Flächen der Spritzbetonwände $\pm 20\%$ anzusetzen, um die Unsicherheit auszugleichen, die sich darin begründet, dass die Unschärfe bei der Vorhersage von Schichtgrenzen im Dezimeterbereich liegt. Alternativ kann auch mit einem globalen Sicherheitszuschlag gearbeitet werden, der für diesen Teil der Baumaßnahmen mit mind. 10 % angesetzt werden sollte.

Möglichkeiten der Kostenoptimierung werden bei aktuellem Planungsstand bei der Verwertung von Bodenaushub am Standort und bei Maßnahmen zur Bodenverbesserung im Rohplanumbereich gesehen.

Für eine Verwertung von Bodenaushub am Standort käme aus abfallrechtlicher Sicht grundsätzlich Bodenaushub der Zuordnungsklassen Z0/Z0* und innerhalb technischer Bauwerke auch Bodenaushub Z1.2 in Frage.

Maßnahmen zur Bodenverbesserung könnten, alternativ zum Bodenaustausch, auch z.B. durch Kalkung oder den Einbau von Geogittern erfolgen. Inwieweit diese Optionen wirtschaftlicher sind als ein Bodenaustausch, wäre im nächsten Planungsschritt zu prüfen und zu präzisieren.

GEOSENS INGENIEURPARTNERSCHAFT

KRAUSE, SCHULZE & UDRI

S. Schulze

Sachverständiger gemäß § 18 BBodSchG

Wirkungspfad Boden-Gewässer