

Bericht

Auftrag Nr.: 469.4-01087.1-20

Projekt: Grünzug Nordost, Mannheim
- Au- und Fließgewässer -
Aktualisierung 2021

Auftraggeber: Bundesgartenschau Mannheim 2023 gGmbH
E 3,2
68159 Mannheim

Datum: 2. Februar 2021

RT Consult GmbH

Wachenheimer Straße 14
68309 Mannheim

Telefon: 0621/328918-0

Fax: 0621/328918-29

Email: info@rtconsultgmbh.de

Internet: www.rtconsultgmbh.de

Sparkasse Heidelberg

BLZ 67250020 Konto-Nr. 9059687

IBAN: DE93672500200009059687

BIC: SOLADES1HDB

USt.-Id.Nr.: DE264669369

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Frank Riester

Dipl.-Geol. Gerd Arne Theobald

Sitz der Gesellschaft: Mannheim

Amtsgericht Mannheim HRB 706694

Ein Unternehmen in der



*Metropolregion
Rhein-Neckar*

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite	
1	Einleitung	3
2	Verwendete Unterlagen und Beschreibung der Baumaßnahme	3
3	Beschreibung der Baugrundverhältnisse	3
3.1	Aufschlussprogramm	3
3.2	Bodenverhältnisse	4
3.3	Hydrogeologische Verhältnisse	4
3.4	Bodengruppen, Bodenklassen, Bodenkenngößen	5
4	Abfalltechnische Untersuchungen	6
4.1	Untersuchungsumfang	6
4.2	Analysenergebnisse und Bewertung	6
5	Stützwand	7
5.1	Gründung	7
5.2	Baugrube, Wasserhaltung	7
5.3	Hinterfüllung	7
6	Pumpenschacht	8
7	Au- und Fließgewässer	8
7.1	Mineralische Dichtung	8
7.2	Ausführung	9
8	Bewässerungsleitung	9

ANLAGEN

0	Legende
1	Übersichtslageplan
2	Lageplan
3	Schnitte
4	Bodenmechanische Laborversuche
5	Chemische Analytik
6	Kampfmittelfreimessung
7	GPS-Koordinaten neue Aufschlüsse

VERTEILER

Bundesgartenschau Mannheim 2023 gGmbH
K3,2
68159 Mannheim

1 – fach und per mail

RMP-Landschaftsarchitekten

digital

Björnsen Beratende Ingenieure

digital

1 EINLEITUNG

Im Zuge der Realisierung der Bundesgartenschau 2023 in Mannheim ist u.a. der Bau eines Gewässers vorgesehen. Mit Datum vom 20.12.2017 wurde bereits ein Bericht zum Au-Gewässer seitens der RT Consult GmbH gefertigt. Da inzwischen die Planung hierzu konkreter geworden ist, war eine Überarbeitung bzw. Anpassung des Geotechnischen Berichtes erforderlich. In diesem Bericht wird auch das geplante Fließgewässer aufgenommen.

2 VERWENDETE UNTERLAGEN UND BESCHREIBUNG DER BAUMABNAHME

Für die Ausarbeitung des Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- [1] Übersichtslageplan (Ausführungsplanung), M 1:2500, RMPSL.LA, 14.08.2020
- [2] Lageplan Au-Gewässer (Genehmigungsplanung), Björnsen Beratende Ingenieure, M 1:500, 20.05.2020
- [3] Schnitte Au-Gewässer (Genehmigungsplanung), Björnsen Beratende Ingenieure, M 1:500, 20.05.2020
- [4] Regelprofile Fließ-Gewässer (Genehmigungsplanung), Björnsen Beratende Ingenieure, M 1:50, 12.05.2020
- [5] Längsschnitt Fließ-Gewässer (Genehmigungsplanung), Björnsen Beratende Ingenieure, M 1:200/2000, 12.05.2020
- [6] Diverse Detailpläne (Einbauten/Bauwerke) (Genehmigungsplanung), Björnsen Beratende Ingenieure, M 1:25/50, 12.05.2020
- [7] Bericht 469.4-17, Bau eines Gewässers, RT Consult GmbH, 20.12.2017

Das **Au-Gewässer** ist am Fuße des Aubuckels im nördlichen Bereich der „Feudenheimer Au“ geplant und besitzt eine Ausdehnung von etwa 320 · 60 m. Der Wasserspiegel wird auf etwa 91,5 mNN angesiedelt werden. Neben einem Flachwasserbereich (Wassertiefe ca. 0,5 m) gibt es einen Bereich mit Normaltiefe (ca. 1,8 m Tiefe) und einen Tiefwasserbereich mit 3,3 m Wassertiefe. Die Randbereiche des Gewässers sind teils als Steilufer, teils als Flachwasserufer geplant. Im südöstlichen Bereich ist eine Winkelstützwand mit einem Holzsteg vorgesehen. Vom Au-Gewässer aus ist eine **Bewässerungsleitung** auf das Spinelli-Areal vorgesehen.

Direkt an des Au-Gewässer schließt das **Fließ-Gewässer** an, welches sich am Ostrand der Feudenheimer Au entlangschlängelt und im Süden der Au in einem Bodenfilter endet. Im Bereich des Bodenfilters werden Brunnen errichtet, die das Fließ- und Au-Gewässer speisen. An mehreren Stellen werden Durchlässe errichtet. Sämtliche Gewässerbereiche sind mit einer mineralischen Dichtung geplant.

3 BESCHREIBUNG DER BAUGRUNDVERHÄLTNISSE

3.1 Aufschlussprogramm

Zur Erkundung des Untergrundes wurden als Ergänzung zu den vorhandenen 8 Sondierbohrungen aus 2017 weitere 16 Sondierbohrungen sowie 2 Rammsondierungen ausgeführt.





Sämtliche Aufschlusspunkte wurden vor der Ausführung der Arbeiten kampfmitteltechnisch (Schneckenbohrung/Oberflächenmessung) freigemessen.

An ausgewählten Bodenproben wurden verschiedene Indexversuche vorgenommen (Anlage 4). Zur Klärung der Wiederverwertbarkeit aus abfall-/umwelttechnischer Sicht wurden Deklarationsanalysen (s. Abs. 4/Anlage 5) durchgeführt.

Die Lage der Aufschlusspunkte kann dem Lageplan (Anlage 2) entnommen werden. Die Ergebnisse der Aufschlüsse sind in Form von Bohrprofilen in den Schnitten der Anlage 3 dargestellt.

3.2 Bodenverhältnisse

Die Bodenverhältnisse können grob in folgende Schichtpakete untergliedert werden, wobei die Schicht des Mutterbodens quasi dem unterlagernden Ton sehr ähnlich ist und daher auch kaum unterschieden werden kann.

 Mu	Mutterboden
 A	Auffüllung
 Ton, Schluff	
 Sand, Kies	

Au- und Fließgewässer

Im Bereich des Augewässers stehen zunächst Tone an. Diese reichen im Mittel bis in eine Tiefe von etwa 2 m. Mit Ausnahme von oberflächlichen Aufweichungen stellen sich die eher leichtplastischen Böden durchweg mit steif-halbfester Konsistenz dar. Entlang des Fließgewässers sind mitunter auch mittel- und ausgeprägt plastische Tone sowie auch Schluffe vorhanden, die dann auch bis zur Endtiefe der Aufschlüsse (3 m) anstehen. Ausschließlich in Bohrung 115 wurden bis 1,7 m Tiefe Auffüllungen angetroffen.

Unter den Tönen folgen Sande, die bis in größere Tiefen reichen und meist feinkornarm sind. Nur selten sind die Sande dabei feinkornhaltig. Die Sande sind mitteldicht – dicht gelagert.

Bewässerungsleitung

Die Aufschlüsse für die Bewässerungsleitung erbrachten nur grobkörnige Böden. Zunächst liegen diese in aufgefüllter Form (Schotter) vor. Darunter folgen Sande.

3.3 Hydrogeologische Verhältnisse

Grundwasser wurde in den Aufschlüssen in etwa 2,6 – 3,3 m Tiefe angetroffen. Dies entspricht einem aktuellen Grundwasserstand bei etwa 88,6 – 88,9 mNN, der auch so im Rammpegel eingemessen wurde (aktuell gemessen am 23.09.2020 bei 88,71 mNN).

Das Grundwasser unterliegt jahreszeitlichen Schwankungen. Demzufolge sind Grundwasserhöchststände durchaus etwa 1,5 m höher anzusiedeln, allerdings aber auch recht unwahrscheinlich. Niedrigwasserstände liegen etwa 1,5 m unter dem aktuellen.

3.4 Bodengruppen, Bodenklassen, Bodenkenngößen

Der folgenden Tabelle kann die Zuordnung der aufgeschlossenen Schichten in die jeweiligen Bodengruppen (gemäß DIN 18196), Bodenklassen/Homogenbereiche (gemäß DIN 18300) im aufgeschlossenen Zustand entnommen werden. Die wenigen Auffüllungen wurden hierbei vernachlässigt.

Die ebenfalls in der Tabelle enthaltenen Bodenkenngößen sind charakteristische Werte im Sinne der DIN 1054, die für Bemessungszwecke mit entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten zu beaufschlagen sind. Die Zuordnung kann anhand der Schichtenzusammenfassung vorgenommen werden.

Tabelle 1: Homogenbereiche

KenngroÙe/Eigenschaft	Einheit	Homogenbereich	
		1	2
Ortsübliche Bezeichnung	-	Ton, Schluff	Sand, Kies
Korngrößenverteilung	-	s. Anlage 4	-
Anteil Steine/Blöcke/groÙe Blöcke	%	0/0/0	<5/0/0
Dichte	t/m ³	1,8 - 2,0	1,9 - 2,1
Wichte γ/γ'	kN/m ³	17 -19/7 - 9	20 - 22/12 - 14
Reibungswinkel ϕ'	°	25 - 27,5	35 - 37,5
Kohäsion c'	kN/m ²	5 - 20	-
Undränirierte Scherfestigkeit c_u	kN/m ²	20 - 50	-
Steifemodul $E_{s,k}$	MN/m ²	10 - 15	100 - 150
Wassergehalt w	%	15 - 40	5 - 10
Plastizität I_p	%	10 - 35	-
Konsistenz I_c	-	0,7 - 1,25	-
Lagerungsdichte	-	-	mitteldicht - dicht
Organischer Anteil	%	< 3 %	< 1 %
Durchlässigkeitsbeiwert k_f	m/s	$1 \cdot 10^{-8}$ - $1 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-3}$ - $5 \cdot 10^{-5}$
Bodengruppe	-	TL, TM, TA, UL	ST, SW, SE, SI, GI
Bodenklasse (alte DIN 18300)	-	4 - 5	3

Gemäß DIN 4149 befindet sich das Untersuchungsgebiet in der Erdbebenzone 1. Die Untergrundverhältnisse sind der Geologischen Untergrundklasse S und der Baugrundklasse C zuzuordnen.

4 ABFALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN

4.1 Untersuchungsumfang

Die aus den Aufschlüssen gewonnenen Bodenproben sind als Mischproben nach organoleptischem Befund und bautechnischen Gesichtspunkten zusammengestellt und nach den Richtlinien der baden-württembergischen Verwaltungsvorschrift (VwV-Boden)¹ bzw. der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) sowie nach der DepV² analysiert worden.

In der Tabelle der Anlage 4.1 sind die Mischproben sowie der analysierte chemische Parameterumfang aufgelistet.

4.2 Analysenergebnisse und Bewertung

Das Ergebnis der Deklarationsanalyse am natürlich gewachsenen Boden ist in der Anlage 4.2 den Zuordnungswerten nach der baden-württembergischen Verwaltungsvorschrift (VwV-Boden)¹ und der DepV² gegenübergestellt. Der analytische Prüfbericht kann in der Anlage 4.3 eingesehen werden.

Tabelle 2: Abfalltechnische Einstufungen

Mischprobe	Abfalltechnische Einstufung B.-W. ¹	Grund der Einstufung	Abfalltechnische Einstufung DepV	Grund der Einstufung
MP Gewässer	Einbauklasse Z 0	Keine Überschreitungen	Deponieklasse DK II	TOC: 1,1 %
MP 1	Einbauklasse Z 0	Keine Überschreitungen	Deponieklasse DK 0	Keine Überschreitungen
MP 2	Einbauklasse Z 0	Keine Überschreitungen	Deponieklasse DK 0	Keine Überschreitungen
BS 115: 0-1,7	Einbauklasse Z 1.2	PAK 3,8 mg/kg	Deponieklasse DK 0	Keine Überschreitungen

Der in der Mischprobe MP Gewässer nachgewiesene einstufigsrelevante TOC-Gehalt überschreitet mit 1,1 % den Zuordnungswert der Deponieklasse DK 0/I (1 %). Über Zusatzanalytik (z.B. Gehalt an elementarem Kohlenstoff) könnte u.U. belegt werden, dass diese Überschreitung nicht auf Abfallbestandteile zurück zu führen ist, die Deponiegase bilden können. Somit könnte für die genehmigende Fachbehörde die Möglichkeit bestehen, einer deponietechnischen Entsorgung unter den Bedingungen der Deponieklasse DK 0 zuzustimmen. Allerdings ist eine deponietechnische Entsorgung nicht erforderlich und sollte auch nicht angestrebt werden.

Die untersuchten Bodenmaterialien stellen keinen gefährlichen Abfall dar.

¹ Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums für die Verwertung von als Abfall eingestuftem Bodenmaterial vom 14. März 2007

² Deponieverordnung; 2009, aktualisiert 12/2011

5 STÜTZWAND

5.1 Gründung

Die Gründung der Stützwand ist auf etwa 3,7 m unterhalb des Steges vorgesehen. In dieser Tiefe stehen bereits die Sande bzw. Kiese an, die eine gute Tragfähigkeit aufweisen, allerdings auch unter Grundwassereinfluss stehen.

Die Gründung kann hier dennoch flächig erfolgen. Die zulässige Bodenpressung beträgt 300 kN/m² (Bemessungswert des Sohlwiderstandes nach EC 7 wäre 420 kN/m²). Sie wird bei Winkelelementen mit einer Wandhöhe von 3 m und damit einer Fußlänge von ca. 1,8 m i.d.R. deutlich eingehalten. Setzungen treten praktisch nicht auf.

5.2 Baugrube, Wasserhaltung

Die Baugrube wird etwa 3,5 – 4 m tief und bindet beim aktuellen Wasserstand ins Grundwasser ein. Theoretisch wären hier geböschte Baugrubenwände unter 45° denkbar, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass eine Wasserhaltung betrieben wird. Die Wasserhaltung wird bei dem erforderlichen Absenkungsbetrag und der Durchlässigkeit der anstehenden Böden nur mittels geschlossener Systeme funktionieren.

Die anfallenden Wassermengen hängen stark vom erforderlichen Absenkungsbetrag ab. Bei ungünstigen Wasserständen können hier durchaus bis zu 50 m³/h anfallen. An dieser Stelle sei anzumerken, dass Wasserhaltungsmaßnahmen genehmigungspflichtig sind.

Aufgrund bekannter Grundwasserbelastungen im Bereich des Spinelli-Areals sind diesbezüglich weitere Recherchen bzw. auch Untersuchungen (z.B. Pumpversuche, Analytik etc.) anzuraten.

5.3 Hinterfüllung

Für die Hinterfüllung der Stützwand sind verdichtungsfähige Massen zu verwenden. Die Anforderungen an die Zusammensetzung und Verdichtung von Hinterfüllböden sind in der Tabelle 3 zusammengefasst. Die anfallenden Sande und Kiese wären hierzu ebenfalls geeignet, entsprechende Zwischenlagerung vorausgesetzt.

Tabelle 3: Anforderung an die Hinterfüllböden

Feinkornanteil $\leq 0,063$ mm	≤ 15 %
Größtkorn	45 mm
Bodengruppen nach DIN 18196	GW, GI, GU, SW, SI, SU
Einbauwassergehalt	$w \leq w_{Pr}$
Schüttmächtigkeit	≤ 30 cm
Verdichtungsgrad	$D_{Pr} \geq 100$ %

Bei der Bemessung auf Erddruck sind folgende Parameter anzusetzen:

$$\begin{array}{llll} \text{Wichte} & \gamma & = & 20 \text{ kN/m}^3 \\ \text{Reibungswinkel} & \varphi^{\prime} & = & 35^{\circ}. \end{array}$$

Der geforderte Verdichtungsgrad ist nachzuweisen.

6 PUMPENSCHACHT

Der Pumpenschacht kommt ebenfalls bereits in die grobkörnigen Böden knapp oberhalb des aktuellen Grundwasserstandes zu liegen. Die Gründung kann flach mittels Bodenplatte ohne Zusatzaßnahmen erfolgen.

Tabelle 4: Gründungsparameter Flachgründung (Bodenplatte)

Gründungshorizont	ca. 2,5 - 3 m unter Gelände
mittlere wirksame Sohlspannung	20 kN/m ²
max. Setzungen / Setzungsunterschiede	s ≤ 0,5 cm / Δs < 0,3 cm
zeitlicher Setzungsverlauf	sofort mit Belasten des Baugrundes
Sohleibungswinkel ¹⁾	δ _{s,k} = 35°
Bettungsmodul ¹⁾ <i>Feldmitte</i> <i>Plattenrand</i>	k _{s,k} = 30 MN/m ³ k _{s,k} = 40 MN/m ³

¹⁾ charakteristische Werte

Bezüglich der Baugrube und der Hinterfüllung können die Angaben aus den vorhergehenden Kapiteln übernommen werden. U.U. wird auch hier eine Wasserhaltung erforderlich.

7 AU- UND FLIESSGEWÄSSER

7.1 Mineralische Dichtung

Es ist vorgesehen die vorhandenen Böden als mineralische Dichtung zu verwenden. Die bindigen Böden weisen jedoch unterschiedliche Qualitäten auf was die Plastizität und auch die Durchlässigkeit betrifft. Tendenziell weisen die Tone im Bereich Augewässer eine höheren Feinstkorngehalt aus als die Tone und Schluffe Richtung Fließgewässer (südlicher Bereich der Au). Ohne Aufbereitung wird somit eine durchgehend angestrebte Durchlässigkeit von $k_f < 10^{-10}$ m/s nicht gewährleistet sein. Dies geschieht mit einer Zugabe von Tonmineralen (beispielsweise Bentonit) und entsprechender Durchmischung. Zu kalkulatorischen Zwecken ist von einer Zugabe von 2 - 3 % auszugehen. Die genaue Menge ist über entsprechende Eignungsversuche zu ermitteln. U.U. fallen gerade im Augewässerbereich auch Tone an, die nicht zu verbessern wären

Der Einbau hat lagenweise mit Walzenzug bestehend auch Schaffußwalze und Glattmantelwalze zu erfolgen. Die Einbaulagen sollten 20 - 25 cm nicht übersteigen. Der zu erreichende Verdichtungsgrad muss bei $D_{Pr} > 95$ %, der Luftporenanteil bei $n_a < 5$ %.

Um eine filterstabile Trennung ist unterhalb der bindigen Deckschichten ein Geotextil zu verlegen.

7.2 Ausführung

Die Ausführung, d.h. der Einbau der mineralischen Dichtung wird maßgebend vom Grundwasserstand beeinflusst. Beim aktuellen Grundwasserstand wird dies für die Normal- und Flachwasserzone gerade noch funktionieren. Im Tiefwasserbereich befindet sich die Aushubsohle nahezu 2 m unterhalb des Grundwasserspiegels. Der Einbau wird hier nur mit einer entsprechenden Grundwasserhaltung funktionieren.

Diese ist nur als geschlossene Wasserhaltung möglich, wobei alleine vom Absenkziel her (> 2 m) enorme Wassermassen anfallen werden. Schätzungsweise ist von >100 m³/h auszugehen (s. hierzu auch Abs. 5.2).

Die Wasserhaltung muss solange aufrecht gehalten werden, bis durch entsprechende Auflast die Auftriebssicherheit gewährleistet ist.

8 BEWÄSSERUNGSLEITUNG

Die Bewässerungsleitung auf Spinelli kann im offenen Graben verlegt werden. Die Grabensohle ist ausreichend tragfähig.

Die Grabenböschungen sind unter 45° anzulegen. Zur Verfüllung des Grabens sind die anfallenden Sande sowie auch die Auffüllungen geeignet. In der Leitungszone können auch die Sande verwendet werden.

2. Februar 2021
rie/th

Dipl.-Ing. Frank Riester