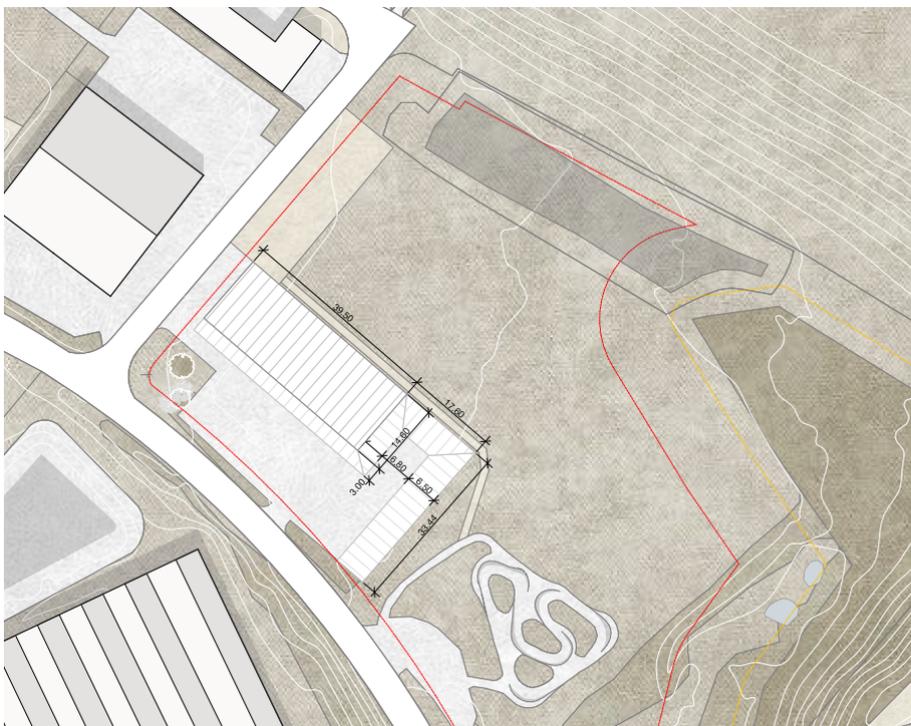


## Neubau Werkhof Parzelle 502, 5413 Birmenstorf

### Varianten, Kostenschätzung Fundationsmassnahmen

Version 1.0 | 28.03.2024



## Impressum

Auftraggeber	Bau und Planung – Gemeinde Birmenstorf	
Datum	28.03.2024	
Version	1.0	
Vorversion	-	
Autor	Andreas Ruoss, HKP Bauingenieure AG	
Freigabe	Andreas Ruoss, HKP Bauingenieure AG	
Verteiler	Auftraggeber	Bau und Planung – Gemeinde Birmenstorf, Hr.Furrer
	Architekt	Plarea AG, Dättwil, Hr. Willimann
Datei	Variantenstudium Fundationsmassnahmen.docx	
Seitenanzahl		
Copyright	© HKP Bauingenieure AG	

---

<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>1</b>
2.1	Pläne	1
2.2	Berichte	1
<b>3</b>	<b>Baugrund</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Rückschlüsse aus Geologie und Belastungssituation auf Fundation</b>	<b>1</b>
<b>5</b>	<b>Mögliche Fundationsvariante</b>	<b>2</b>
5.1	Rüttelstopfsäulen für Werkhofgebäude	2
5.2	Bodenstabilisierung für Vorplatz und Planum	2
<b>6</b>	<b>Kostenschätzung Fundationsmassnahmen</b>	<b>3</b>
6.1	Rüttelstopfsäulen für Werkhofgebäude, Entsorgungsbereich, Silo	3
6.2	Bodenstabilisierung für Vorplatz und Planum Rüttelstopfsäulen	3

---

## Beilagen

---

Broschüre: Tiefenrüttelverfahren (Keller MTS)

## 2 Grundlagen

### 2.1 Pläne

- [1] Werkhof Birmenstorf – Überarbeitung Vorprojekt, Planstand 20.12.2023 von Planera AG Dättwil

### 2.2 Berichte

- [2] Baugrunduntersuchung Neubau Werkhof Birmenstorf, Parzelle 502, Birmenstorf, von Dr. Von Moos Baden, vom 12.Dez.2023

## 3 Baugrund

Gemäss Geotechnischem Bericht (siehe [2])

Auf dem gesamten Areal des geplanten Werkhofes finden sich bis zu 10m mächtige künstliche Auffüllungen aus der Aufschüttung der ehemaligen Kiesgrube. Die Auffüllungen sind heterogen zusammengesetzt. Diese sind locker gelagert und teilweise stark verschmutzt.

Unter den künstlichen Auffüllungen folgen sandig-kiesige Niederterrassenschotter. Die Schotter sind locker bis mitteldicht gelagert.

Der mittlere Grundwasserspiegel liegt auf Kote 364.00 bis 365.00, das heisst in 10 bis 12m Tiefe.

## 4 Rückschlüsse aus Geologie und Belastungssituation auf Foundation

Die künstlichen Auffüllungen eignen sich nicht für eine Foundation des Werkhofgebäudes. Dieses muss mit Tiefenfundationsmassnahmen auf den Niederterrassenschotter abgestellt werden. Fundationsvarianten, die punktuelle Lasten aus dem Gebäude aufnehmen und in die tragfähige Schicht ableiten, müssen in den Niederterrassenschotter eingebunden werden. Dieser ist locker bis höchstens mitteldicht gelagert. Gemäss [2] kann in diesem Baugrund nur mit Pfahlmantelreibung, nicht aber mit Pfahlsitzenwiderstand gerechnet werden. Erst in den darunterliegenden Seeablagerungen kann von einem Pfahlsitzenwiderstand ausgegangen werden. Dies liegen deutlich unter dem mittleren Grundwasserspiegel.

Dies bedeutet, dass folgende Fundationsvarianten mehrere Meter in den Niederterrassenschotter, ev. Bis auf die Seeablagerungen, eingebunden werden müssen.

- Sämtliche Bohrpfahlvarianten wie Injektionsbohrpfähle, Mikrobohrpfähle, Grossbohrpfähle
- Voll- und Teilverdrängungsbohrpfähle
- Sämtliche Ramppfähle wie Fertigbetonrammpfähle, Injektionsrammpfähle

Alle diese Pfahlfundationsvarianten reichen deutlich unter den mittleren Grundwasserspiegel, sodass diese aus Grundwasserrechtlicher Sicht nicht bewilligungsfähig sind, wenn eine alternative Variante möglich ist, die nicht unter den mittleren Grundwasserspiegel reicht.

Aus abfalltechnischer Sicht sind von Fundationsmassnahmen, die verschmutztes Material in die sauberen Niederterrassenschotter eintragen können, abzusehen. Darunter fallen folgende Fundationssysteme.

- Voll- und Teilverdrängungsbohrpfähle
- Sämtliche Ramppfähle wie Fertigbetonrammpfähle, Injektionsrammpfähle

Bei mögliche Fundationsvarianten ist auch immer zu berücksichtigen, dass das anstehende Bodenmaterial z.T. stark verschmutzt ist. Dies bedeutet, dass sämtliche Aushübe fachgerecht entsorgt werden müssen. Diese müssen je nach Verschmutzungsgrad und -art, aufbereitet und wiederverwendet werden, oder in einer Deponie entsorgt werden, was beides zu nicht unterschätzenden Kosten führen würde.

## 5 Mögliche Fundationsvariante

### 5.1 Rüttelstopfsäulen für Werkhofgebäude

Als mögliche Fundationsvariante für das Werkhofgebäude bietet sich das bereits in [2] genannte Fundationssystem mittels Rüttelstopfsäulen an.

Bei diesem Verfahren wird der anstehende Baugrund mittels lastabtragender Säulen aus Schotter oder Kies verbessert. Die Säulen ragen bis max. auf den Niederterrassenschotter. Eventuell können diese, je nach zu übertragender Last, auch kürzer ausgeführt werden. Dies müssten aber zusätzliche erweiterte Baugrunduntersuchungen zeigen. Material wird bei dieser Methode nicht gefördert, sodass keine Entsorgung von belastetem Material anfällt.

Unter dem Werkhofgebäude werden die Säulen in einem regelmässigen Raster angeordnet. Unter der Entsorgungsstelle werden unter den tragenden Strukturelementen entsprechende Säulen angeordnet.

Das freistehende Silo wird mit einzelnen Betonstopfsäulen unter den Abstützungen fundiert. Bei diesem Verfahren wird wie beim Rüttelstopfverfahren Kiessäulen hergestellt, die aber mit Zement zusätzlich zu gebunden werden. Diese Verfahren ist teurer, eignet sich aber besser für hohe Einzellasten.

Die Säulen werden ab dem anstehenden Niveau ausgeführt. Das dazu notwendige Gerät wiegt ca. 45t und benötigt ein tragfähiges Planum.

### 5.2 Bodenstabilisierung für Vorplatz und Planum

Für den mit 28 to schweren Fahrzeugen befahrbaren Vorplatz, sowie für das Planum zur Herstellung der Rüttelstopfsäulen eignet sich das anstehende Bodenmaterial der künstlichen Auffüllung, ohne spezielle Massnahmen nicht.

Der geologische Bericht ist in der Beschreibung der künstlichen Auffüllungen etwas vage, da mit den bisher getätigten Sondagen keine genaueren Angaben bezüglich Tragfähigkeit gemacht werden können. Der angegebene ME-Wert variiert zwischen 2-30 MPa.

Nach Rücksprache mit dem Geologen, und aufgrund der Rammsondagen, die in den oberen ca.1.5m auf einen nicht so schlechten Boden schliessen lassen, wäre für die Ausbildung des Vorplatzes und des Planums eine Bodenstabilisierung grundsätzlich möglich.

Dabei wird das anstehende Bodenmaterial mit einem Zement-Kalk-Gemisch auf eine Tiefe von ca. 40-50cm vermengt, was zu einer Verbesserung der Bodeneigenschaften führt, und eine Druckverteilung auf die darunterliegende Schicht bewirkt. Material wird bei dieser Methode nicht gefördert, sodass keine Entsorgung von belastetem Material anfällt.

Allerdings muss vorausgeschickt werden, dass bei Bereichen, bei denen der ME-Wert eher im unteren angegebenen Bereich liegt, die Bodenstabilisierung nicht ausreicht. In einem solchen Fall wären noch zusätzliche Rüttelstopfsäulen erforderlich. Kosten für solche ev. notwendigen Säulen können aber mit den vorhandenen Kenntnissen nicht angegeben werden.

## 6 Kostenschätzung Fundationsmassnahmen

Bei der Kostenschätzung gehen wir von folgenden Annahmen aus.

- Ebene Fläche auf den Projektareal. Allfällige Kosten für das Ausebnen des Geländes sind nicht eingerechnet
- Betonbodenplatte im Bereich des Werkhofgebäudes, sowie im Entsorgungsbereich, sowie unter dem Silo.
- Asphalttragschicht und -Belag mit einer min. 5cm starken Kiesschicht auf der stabilisierten Bodenschicht beim Vorplatz.
- Da für die Bemessung der Foundation keine Dimensionierung des Gebäudes, resp. Lastangabe vorhanden sind, mussten diese approximativ bestimmt werden. Nach der definitiven Dimensionierung durch einen beauftragten Ingenieur, müssen die Fundationsmassnahmen def. bemessen, und die Kosten entsprechend überprüft werden.

### 6.1 Rüttelstopfsäulen für Werkhofgebäude, Entsorgungsbereich, Silo

Die Kostenschätzung basiert auf Angaben der Firma Keller MTS, die Rüttelstopfsäulen herstellen.

Preise **exkl. MwSt.**

Baustelleninstallation / Räumung, 1 Geräteeinheit	30'000.-
Rüttelstofverdichtung ca. 220 Stück, Länge im Mittel ca. 8.5m	110'000.-
Betonstopfsäulen für Silo, 4 Stück	5'000.-
<b>Total exkl. MwSt.</b>	<b>145'000.-</b>

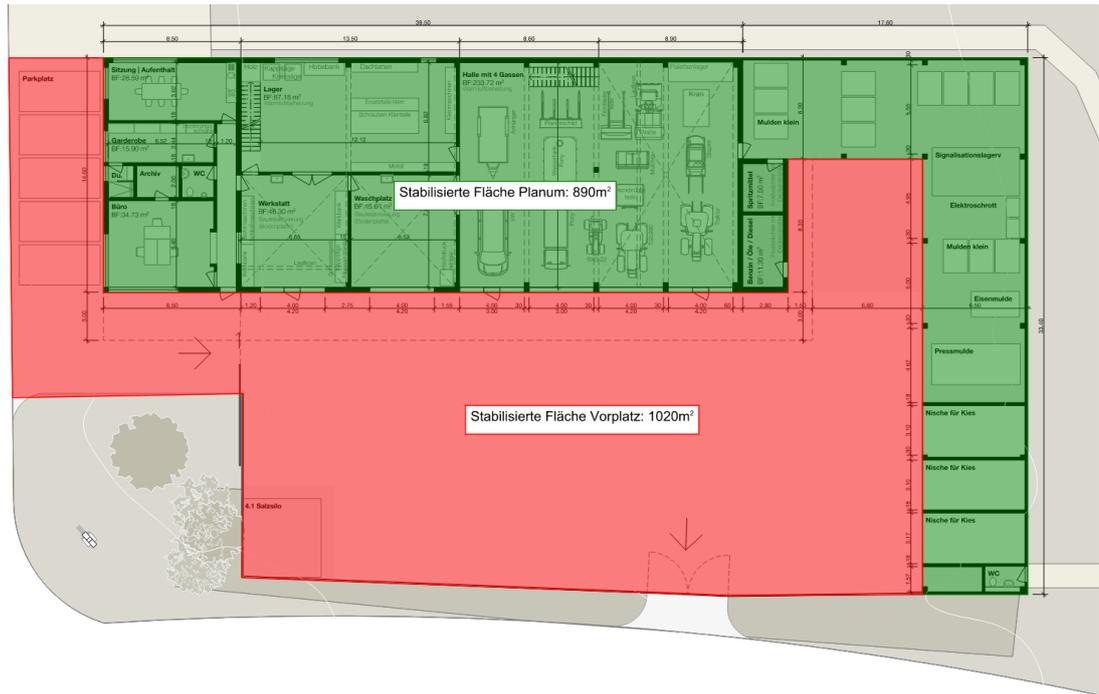
### 6.2 Bodenstabilisierung für Vorplatz und Planum Rüttelstopfsäulen

Die Kostenschätzung basiert auf Angaben der Eberhard AG.

Preise **exkl. MwSt.**

	Menge	Einheit	EP	Total
Eignungsprüfungen für Stabilisierung	1	gl	6'000.-	6'000.-
Installation Unternehmer (Bodenfräse, Bulldozer, Walze	1	gl	8'000.-	8'000.-
<b>Für Vorplatz</b>	1020	m <sup>2</sup>	23.-	23'460.-
Liefern Bindemittel, Stabilisierung mittels Bodenfräse ca. 40-50cm tief, Planieren inkl. Verdichten nach dem Fräsvorgang (Rohplanie), Vermessen und Maschinenmodell				
<b>Für Planum Rüttelstopfsäulen</b>	890	m <sup>2</sup>	23.-	20'470.-
Liefern Bindemittel, Stabilisierung mittels Bodenfräse ca. 40-50cm tief, Planieren inkl. Verdichten nach dem Fräsvorgang (Rohplanie), Vermessen und Maschinenmodell				
Diverses				2'070.-
<b>Total exkl. MwSt.</b>				<b>60'000.-</b>

Sind Bodenbereiche für eine Stabilisierung nicht geeignet, müssen dort zusätzliche Rüttelstopfsäulen erstellt werden, deren allfällige Kosten nicht erfasst sind (siehe Kap.5.2).



Flächen für die Bodenstabilisierung.