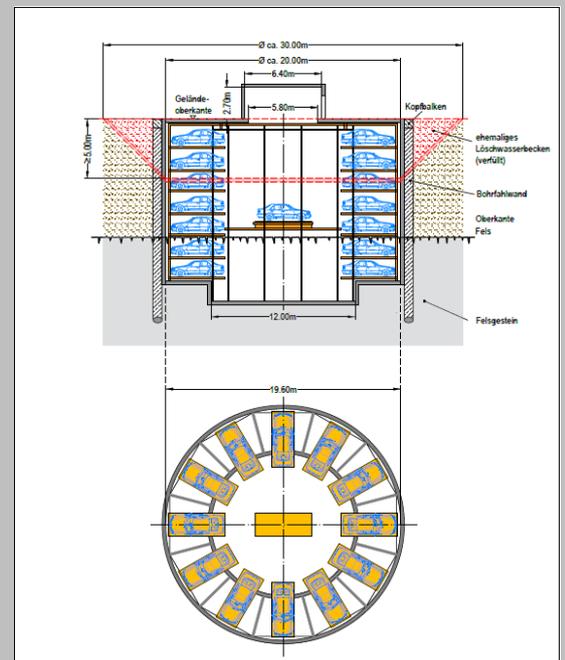


Automatisierte Quartierstiefgarage am Emmeramsplatz – Machbarkeitsstudie –



**Anlage 3 zum Beschluss des Ausschusses
für Stadtplanung, Verkehr und
Wohnungsfragen am 23.11.2021
VO/21/18356/61**

Stadtplanungsamt
Abt. 61.3 (Verkehrsplanung)
18.10.2021

Inhalt

1	Veranlassung / Aufgabenstellung	2
2	Standortanalyse	2
2.1	Baugrunduntersuchung	3
2.2	Bodendenkmal	4
2.3	Sparten.....	4
3	Technische Machbarkeit	5
3.1	Anlagentechnik.....	5
3.2	Ingenieurbauwerk	6
3.3	E-Ladeinfrastruktur.....	7
3.4	Bauphasen.....	7
4	Kostenermittlung	8
4.1	Investitionskosten	8
4.1.1	Anlagentechnik.....	9
4.1.2	Ingenieurbauwerk.....	9
4.1.3	E-Ladeinfrastruktur	9
4.2	Monatliche Kosten pro Stellplatz (grobe Abschätzung)	9
5	Auswertung / Empfehlung.....	10
6	Anlage (Vorentwurfsplanung).....	11

1 Veranlassung / Aufgabenstellung

Im Ausschuss für *Stadtplanung, Verkehr und Wohnungsfragen* wurde am 21. Juli 2020 die Verwaltung beauftragt eine verwaltungsinterne Machbarkeitsstudie, welche eine Aussage zur Umsetzbarkeit einer automatisierten Quartierstiefgarage trifft, zu erstellen.

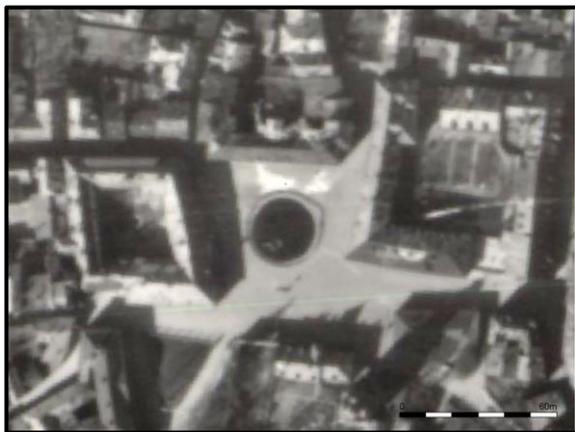
In dieser Machbarkeitsstudie sollen vor allem belastbare Aussagen zu Baugrund und Bodendenkmal, zur Statik sowie zum Ausbau der E-Ladeinfrastruktur getroffen werden. Darüber hinaus sollen die zu erwartenden Kosten konkretisiert und differenziert benannt werden.

In der damaligen Beschlussvorlage wurde eine Gesamtanzahl von ca. 80 Bewohnerstellplätzen angedacht. Im Zuge der vertieften Planung können nun bis zu ca. 120 Stellplätze für Dauerparker (Bewohner, etc.) realisiert werden.

2 Standortanalyse

Als **potentieller Standort** für eine automatisierte Quartierstiefgarage bietet sich auf dem Emmeramsplatz der Bereich des **ehemaligen Löschwasserbeckens**, welcher im Zweiten Weltkrieg zur Brandbekämpfung angelegt wurde, an.

Entsprechend der Luftbildauswertung konnte im Vorfeld die Lage und die Dimension des Löschwasserbeckens grob abgeschätzt werden. Die Tiefe des Löschwasserbeckens wurde im Zuge einer Voruntersuchung mit ca. 5,00 m angenommen, siehe nachfolgende Abbildungen.



In der vorliegenden Machbarkeitsstudie soll eine qualifizierte und belastbare Aussage zur Lage der automatisierten Quartierstiefgarage getroffen werden. Nachfolgend werden die relevanten Themen – **Baugrund / Grundwasser, Bodendenkmal, Sparten** – beschrieben.

2.1 Baugrunduntersuchung

Das Ingenieurbüro **KARGL GEOTECHNIK** wurde im ersten Quartal des Jahres 2021 von der Stadt Regensburg mit der Baugrunduntersuchung am Emmeramsplatz **beauftragt**. Ziel war es die geologischen und hydrologischen Verhältnisse sowie die Lage des ehemaligen Löschwasserbeckens zu erkunden. Außerdem sollten etwaige Bodenverunreinigungen festgestellt werden.

Entsprechend des Baugrundgutachtens wurde die geplante Maßnahme nach DIN 4020 in die **geotechnische Kategorie 3** „hoher Schwierigkeitsgrad“ eingestuft.

Der **Baugrund** wurde mit insgesamt drei Suchschlitzen, drei Kernbohrungen und zwei schweren Rammsondierungen erkundet. Die Suchschlitze dienten dabei zur Erkundung des Beckenrandes. Der Beckenrand wurde dabei bei ca. 0,50 m bis 0,70 m unter Geländeoberkante angetroffen. Mittels der Kernbohrungen, welche maximal ca. 15,50 m abgeteuft wurden, wurde der anstehende Baugrund direkt angesprochen. Mit den schweren Rammsondierungen wurde der anstehende Boden außerhalb des Löschwasserbeckens indirekt angesprochen. Die direkten Bodenaufschlüsse wurde im Zuge der Felduntersuchung auch mittels einer Fotodokumentation festgehalten.

Der **anstehende Baugrund** stellt sich vereinfacht wie folgt dar:

- Asphalt / Tragschicht bis ca. 0,30 m u. Geländeoberkante (GOK)
- Auffüllungen bis ca. 2,80 m u. GOK
- Quartäre Decklehme, Sande und Kiese bis ca. 8,00 m u. GOK
- Verwitterter bis zersetzter Fels bis ca. 10,40 m u. GOK (späteste Ansprache)
- Fels bzw. Sandstein ab ca. 9,00 m u. GOK (früheste Ansprache)

Grundwasser wurde bei der Bohrung B1 bei ca. 11,30 m u. GOK (ca. 329,36 mNN) innerhalb des Felshorizonts angetroffen und stieg bis ca. 331,31 mNN an. Bei den Bohrungen B2 und B3 wurde kein Grundwasser angetroffen. Zur besseren Einschätzung der Grundwasserschwankungen wurden die Wasserstände des Pegels „Milchwerk TB M5B“ ausgewertet. Entsprechend dem Baugrundgutachten wird empfohlen für die Baumaßnahme einen Höchstgrundwasserstand von **HWG = 333,00 mNN** anzusetzen.

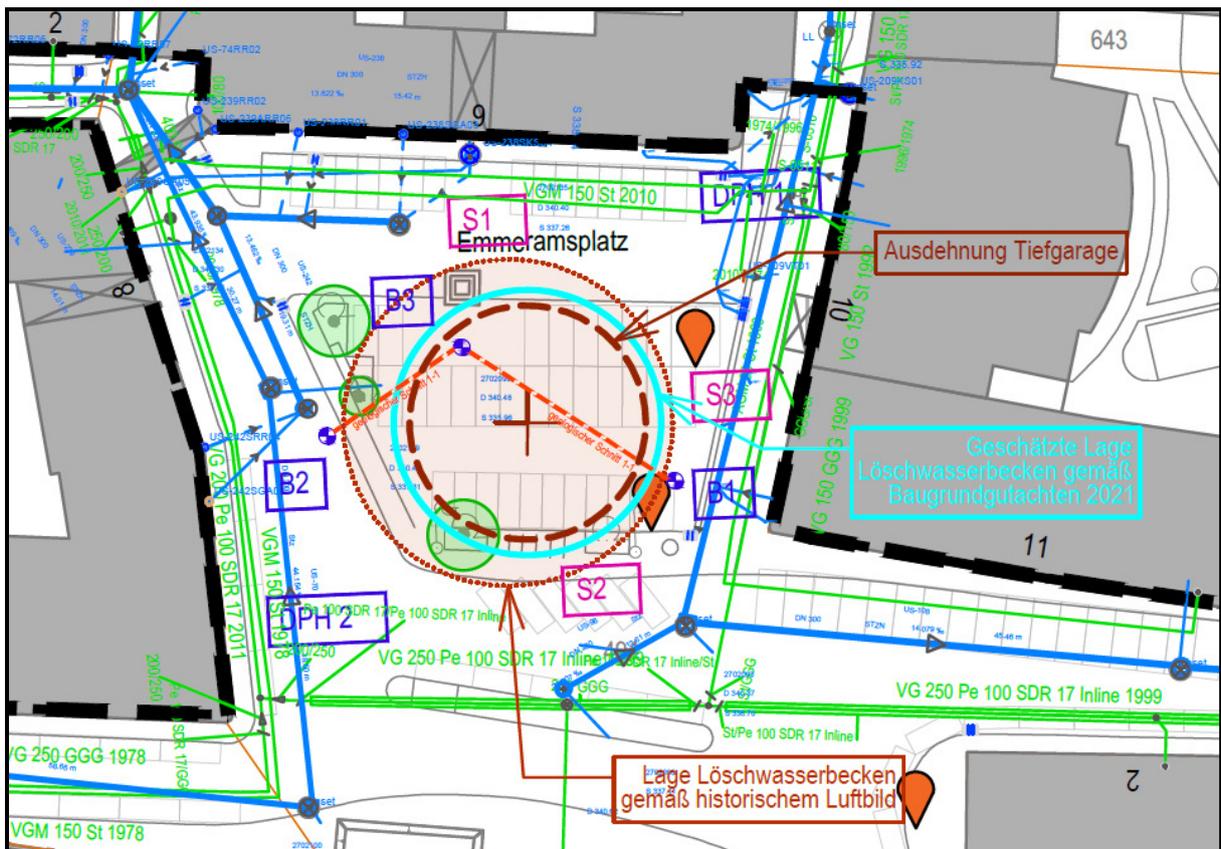
Im Vorfeld zu den Aufschlussbohrungen wurden aufgrund von etwaigen **militärischen Altlasten** die Aufschlusspunkte freigemessen. Falls die geplanten Baumaßnahmen umgesetzt werden sollen, sind vor Bohrarbeiten Kampfmittelsondierungen durchzuführen und Erdarbeiten durch entsprechendes Fachpersonal zu begleiten.

Während der Baugrunderkundung wurden insgesamt vier Bodenproben entnommen und labortechnisch auf etwaige Altlasten bzw. Kontaminationen untersucht. Hierbei wurde festgestellt, dass die Proben innerhalb des Löschwasserbeckens (Auffüllmaterial) geringfügig belastet sind. Die Proben unterhalb des Löschwasserbeckens, innerhalb des natürliche gewachsenen Bodens, wiesen keine bis geringe Verunreinigungen auf. Die Böden entsprechend einer **Einstufung** gemäß **LAGA** und **Eckpunktepapier bis Z1.2**.

2.2 Bodendenkmal

Im Bereich des ehemaligen Löschwasserbeckens kann **bis zu einer Tiefe von mindestens 3,00 m** (Bohrung B3 ca. 3,00 m u. GOK; Bild ca. 5,00 m u. GOK) davon ausgegangen werden, dass sich keine nennenswerten **archäologischen Funde** mehr innerhalb der künstlichen Auffüllungen befinden. Im Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass **ab einer Tiefe von ca. 3,00 m** der natürlich gewachsene Boden ansteht. Somit ist die Wahrscheinlichkeit sehr gering, in diesem Bereich noch auf **archäologische Funde** zu stoßen.

Die **Lage** der angedachten Quartierstiefgarage wurde mit der Unteren Denkmalschutzbehörde abgestimmt und kann der nachfolgenden Abbildung entnommen werden (braun strichliert).



2.3 Sparten

Kanal und Gasleitungen liegen nach derzeitigem Kenntnisstand außerhalb des Planungsbereichs.

Im Zuge der Ausführungsplanung sind alle weiteren Sparten wie z. B. Strom, Wasser, Telekom, etc. abzufragen. Mit einer relevanten Kostensteigerung oder gar eine Verhinderung des Projekts ist nicht zu rechnen.

3 Technische Machbarkeit

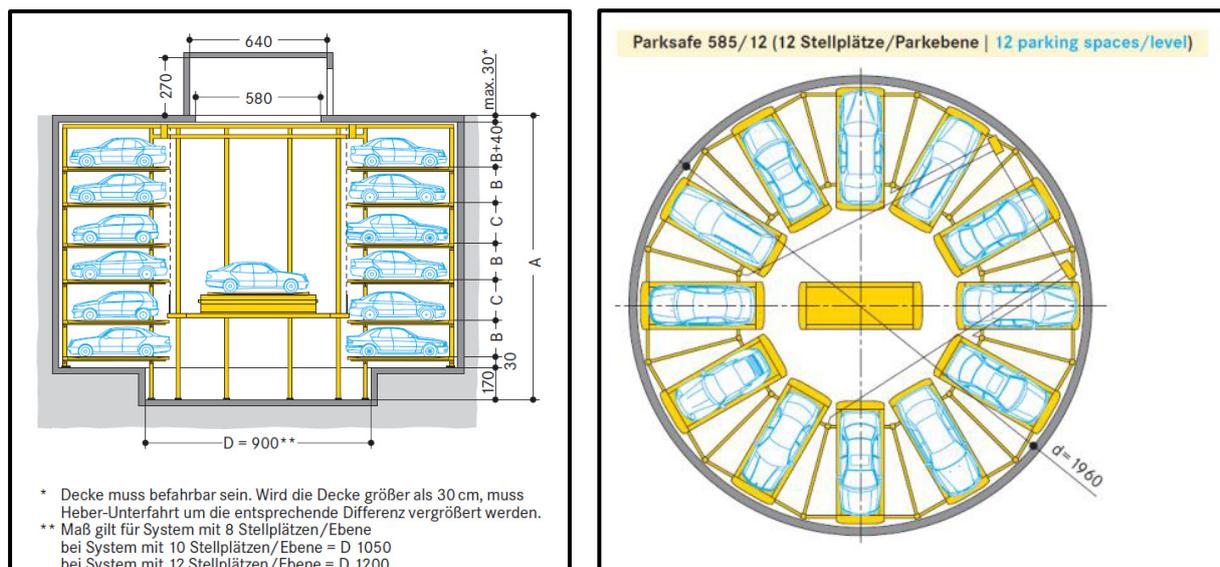
Nachfolgend wird die technische Machbarkeit bezogen auf Anlagentechnik, Ingenieurbauwerk (Trogbauwerk) und E-Ladeinfrastruktur behandelt.

3.1 Anlagentechnik

Der Markt bietet zunehmend unterirdische, automatisierte Parkanlagen, bei denen lediglich an der Oberfläche ein Übergabebereich (d. h. Aufzugsschacht) vorzusehen ist, an. Nach einer ersten Markerkundung bietet jedoch nur die Firma WÖHR ein radial angeordnetes System an. Auf Grund der geometrischen Vorgabe (Löschwasserbecken) wird daher im Weiteren das Produkt Parksafe 585/12 als Schachtversion mit 120 Stellplätzen (10 Parkebenen) untersucht.

Produktübersicht – Parksafe 585/12:

Bei der automatisierten Parkanlage – Parksafe 585/12 (Schachtversion) – handelt es um eine radial angeordnete Parkanlage mit 12 Stellplätzen je Ebene. Die Schachttiefe beträgt je nach Anzahl der Parkebenen bis ca. 26,00 m (zehn Parkebenen). Bei einer maximalen Anzahl von zehn Parkebenen kann eine Anlage 120 Stellplätze fassen. Falls der Übergabeschacht nicht mittig, sondern seitlich angeordnet wird, muss dafür ein Stellplatz entfallen. In den nachfolgenden Abbildungen ist die Parkanlage der Firma WÖHR im Schnitt und Grundriss dargestellt.



Der Systembaukasten der Fa. Wöhr sieht eine **variable PKW-Höhe** (160 cm, 175 cm, 195 cm) zur Konfiguration vor. Im Zuge der Machbarkeitsstudie ist man durchgehend von einer maximalen PKW-Höhe von 1,95 m ausgegangen. Somit besteht im Rahmen der Ausführungsplanung die Möglichkeit die maximale Herstellungstiefe und die damit verbundenen Kosten zu reduzieren bzw. zu optimieren.

Der **Übergabebereich** kann im Rahmen der geometrischen und technischen Vorgaben des Herstellers sowie nach den Vorstellungen des Stadtplanungsamtes gestaltet werden.

3.2 Ingenieurbauwerk

Das Ingenieurbüro **MKIngenieure im Bauwesen GmbH** wurde im zweiten Quartal des Jahres 2021 von der Stadt Regensburg mit einer statischen Voruntersuchung **beauftragt**. Ziel war es die technische Realisierbarkeit nachzuweisen, die maßgebenden Spezialtiefbau- und Ingenieurbaulemente überschlägig zu bemessen und daraus resultierende innere Massen anzugeben, die Bauphasen grafisch darstellen sowie eine grobe Kostenschätzung für die Spezialtiefbauarbeiten zu erstellen. Sämtliche Annahmen, Grundlagen und Ergebnisse wurden in einem kurzen statischen Bericht zusammengefasst, der dem Stadtplanungsamt vorliegt.

Das erforderliche Trogbauwerk wird mittels einer unbewehrten **überschnittenen Bohrfahlwand** Ø1200/950 hergestellt und bildet somit die Außenwand des Ingenieurbauwerks (siehe z. B. Tiefgarage am Bismarckplatz). Die Bohrpfähle binden ausreichend tief in den Felshorizont ein, welcher als Grundwasserstauer fungiert. Hierbei geht man davon aus, dass das Trogbauwerk technisch dicht ist. Der große Bohrfahldurchmesser resultiert aus den bis zu ca. 24 m tiefen Bohrpfählen bei einer maximalen Stellplatzanzahl von ca. 120. Im Bauzustand dient die Bohrfahlwand außerdem als Baugrubenverbau. Auf Grund der Kreisform sind weder im Bau- noch im Endzustand Aussteifungs- oder Rückverankerungssysteme erforderlich, was sich positiv auf die Herstellungskosten auswirkt.

Nach dem **Aushub** des **Erd- und Felsmaterials**, ggf. mit einer etwaigen **bauzeitlichen Wasserhaltung**, wird die **Sohlplatte** eingebaut. Diese schließt abdichtend an die Bohrfahlwand an. Auf Grund des hohen Wasserdrucks von ca. 17 m (1,7 Bar) muss die Bodenplatte mit einer Bauteilstärke von ca. 80 cm ausgebildet werden. Infolge des anstehenden Grundwasser müssen somit ca. 25 kurze **Gründungspfähle** (Zugpfähle), mit einer Länge von ca. 5,00 m bis 7,00m, hergestellt werden. Zur Auftriebssicherheit muss die Bodenplatte zusätzlich mittels Konsolen an die Bohrfahlwand adaptiert werden.

Nach dem Einbau der Anlagentechnik wird der **Deckel** hergestellt. Um eine zulässige Durchbiegung des Deckels (Spannweite ca. 20 m) einhalten zu können wird die geplante Stahlbetonplatte auf einem Raster aus **Unterzügen** aufliegen. Die Unterzüge müssen aufgrund der hohen Verformungen zusätzlich überhöht eingebaut werden. Entsprechend der überschlägigen statischen Berechnungen weist der Deckel eine Stärke von 30 cm auf. Die Unterzüge werden ca. 70 cm hoch und ca. 40 cm breit sein.

3.3 E-Ladeinfrastruktur

Nach Aussage des Herstellers besteht die Option eine E-Ladeinfrastruktur in die Anlagentechnik zu integrieren. Dies kann systembedingt nur palettenweise (Palette = 12 Stellplätze = 1 Ebene) umgesetzt werden. Eine spätere Nachrüstung würde nach Aussage des Herstellers erhebliche Mehrkosten hervorrufen.

Durch einen hohen Anteil an E-Ladestationen innerhalb der automatisierten Parkierungsanlage werden, technisch bedingt, zusätzliche Infrastrukturmaßnahmen (z. B. Trafostation) im nahen Umfeld erforderlich.

Die Berücksichtigung einer **E-Ladeinfrastruktur** ist bei der weiteren Planung möglich und sollte vor allem im Bereich der Altstadt, auf Grund des hohen Defizits an E-Ladeinfrastruktur und mangelnden Alternativen, **forciert werden**.

3.4 Bauphasen

Die relevanten Bauphasen (a bis f) sind nachfolgend vereinfacht aufgelistet:

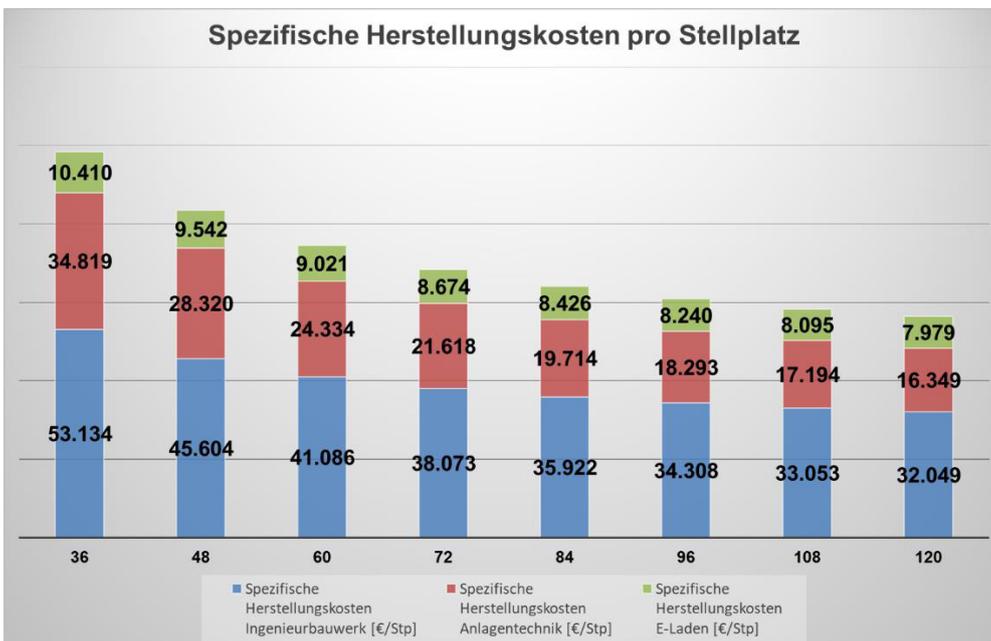
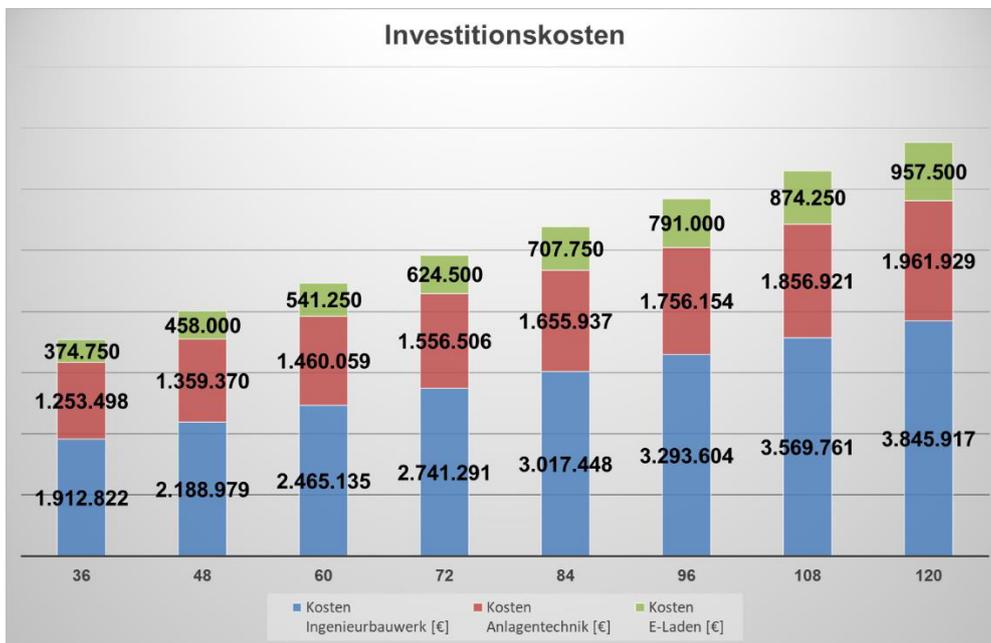
- a. Herstellung der Bohrpfahlwand und Einzelpfähle.
- b. Aushub des Boden- und Felsmaterials bis auf die geplante Endtiefe.
- c. Herstellung der Sohlplatte (WU-Beton), welche das Bauwerk nach unten abdichtet.
- d. Einbau der Anlagentechnik.
- e. Herstellung des Deckels inkl. Unterzüge.
- f. Überschütten der Platte und restliche oberflächlichen Arbeiten.

4 Kostenermittlung

Nachfolgend werden die **Investitionskosten** grob abgeschätzt und die sich daraus ergebenden **monatlichen Kosten pro Stellplatz** überschlägig ermittelt.

4.1 Investitionskosten

Für die anfallenden Herstellungskosten (Trogbauwerk, Erdarbeiten, Rohbau, etc.), der Anlagentechnik und die Ausstattung für die E-Ladeinfrastruktur wurde für ca. 120 Stellplätze eine **Investitionssumme** von ca. **6.765.000 €-brutto-** ermittelt. Die **Herstellungskosten pro Stellplatz** liegen somit bei ca. **56.375 € -brutto-**. In den nachfolgenden Abbildungen sind die relevanten Hauptkostenanteile und die spezifischen Herstellungskosten je Stellplatz in Abhängigkeit der Gesamtanzahl an Stellplätzen dargestellt.



4.1.1 Anlagentechnik

Die Gesamtinvestitionskosten für die Anlagentechnik hängen von der angedachten maximalen Stellplatzkapazität ab. Die spezifischen Kosten je Stellplatz verlaufen jedoch nicht proportional, sondern regressiv. Dies bedeutet, dass die spezifischen Kosten je Stellplatz geringer werden je mehr Ebenen bzw. Stellplätze vorgesehen werden.

4.1.2 Ingenieurbauwerk

Die Hauptkostenträger der Spezialtiefbau- und Ingenieurbauwerke (Baugrubenverbau, Schachtdeckel, Erdarbeiten, etc.) wurden im Zuge der statischen Voruntersuchung ermittelt. Die sich aus der Vordimensionierung ergebenden inneren Massen und aktuell auf dem Markt gängigen Einheitspreisen sind Grundlage für tiefenabhängige Kostenermittlung.

Die geringsten spezifischen Kosten pro Stellplatz ergeben sich rechnerisch bei einer Stellplatzanzahl von **120** zu ca. **32.049 €** -brutto-pro Stellplatz.

4.1.3 E-Ladeinfrastruktur

Die Kosten für die Ladeinfrastruktur betragen ca. 5.300 € -netto- pro Stellplatz, dies entspricht ca. 83.250 € -brutto- inkl. Baunebenkosten je Ebene bzw. Palette.

Darüber hinaus sind, je nach angedachter Art bzw. Leistung des Elektroladens, weitere zusätzliche Kosten für z. B. ein Transformatorenhäuschen zu berücksichtigen. Diese Kosten werden mit ca. 125.000 € -brutto- grob abgeschätzt.

Unter der Annahme, dass die **Parkierungsanlage** mit ca. 120 Stellplätzen geplant wird und alle Stellplätze mit einer **Ladeinfrastruktur** ausgestattet werden, sind für die Baumaßnahme mit zusätzlichen Kosten in Höhe von ca. **957.500 €** zu rechnen.

4.2 Monatliche Kosten pro Stellplatz (grobe Abschätzung)

Die Machbarkeitsstudie hat sich im Weiteren damit beschäftigt, eine **qualitative Aussage** bezüglich der anfallenden **monatlichen Kosten** zu treffen.

Die monatlichen Kosten pro Stellplatz setzen sich aus den folgenden Kostenteilen zusammen:

Zusammensetzung – Kosten pro Stellplatz	[€]
Wartung und Unterhalt	30
Betriebskosten	20
Finanzierung	10
Abschreibung	180
Summe monatliche Kosten pro Stellplatz	240 € -brutto-

Aus der Summe der oben genannten Kostenanteile ergeben sich **vorläufig Kosten je Monat** in Höhe von ca. **240,00 € -brutto-** pro Stellplatz. Nach Rücksprache mit den Stadtwerken sind monatliche Mietkosten in Höhe von ca. 150,00 € in diesem Stadtteil realistisch. Eine **Bezuschussung** in Höhe von ca. **90,00 €** pro Stellplatz und Monat könnte erforderlich werden. Um den Zuschussanteil zu verringern, besteht die Möglichkeit ein Anteil an Stellplätzen doppelt zu bewirtschaften (Bewohner / Arbeiter).

5 Auswertung / Empfehlung

Unter den vorhandenen geologischen und hydrologischen Gegebenheiten und dem Stand der Technik wären die Herstellung des Schachtes (Baugrubenverbau, Erdarbeiten, Rohbau) sowie die Errichtung einer automatisierten **Parkieranlage** am Emmeramsplatz **technisch möglich**.

Unter Beachtung, dass es im Bereich der Altstadt ein erhebliches Defizit an Stellplätzen, vor allem bezogen auf die E-Ladeinfrastruktur, gibt und ein übergeordnetes politisches Ziel (CO₂ Reduzierung, Elektrifizierung des MIVs) erreicht werden soll, wird ausdrücklich empfohlen bei der zukünftigen Planung **eine vollständige E-Ladeinfrastruktur vorzusehen**.

Für die anfallenden Herstellungskosten (Trogbauwerk, Erdarbeiten, Rohbau, etc.), der Anlagentechnik und die Ausstattung für die E-Ladeinfrastruktur wurde für ca. 120 Stellplätze eine **Investitionssumme** von ca. **6.765.000 €-brutto-** ermittelt. Die **Herstellungskosten pro Stellplatz** liegen somit bei ca. **56.375 €-brutto-**.

Die sich aktuell rechnerisch ergebenden monatlichen **Kosten pro Stellplatz** betragen ca. **240,00 € -brutto-**. Es wird zunächst davon ausgegangen, dass eine **Bezuschussung** in Höhe von ca. **90,00 €** pro Stellplatz und Monat notwendig wird. Die Möglichkeit einen Teil der Stellplätze doppelt zu bewirtschaften (Bewohner / Arbeiter) kann den Anteil der erforderlichen Zuschussung ggf. reduzieren.

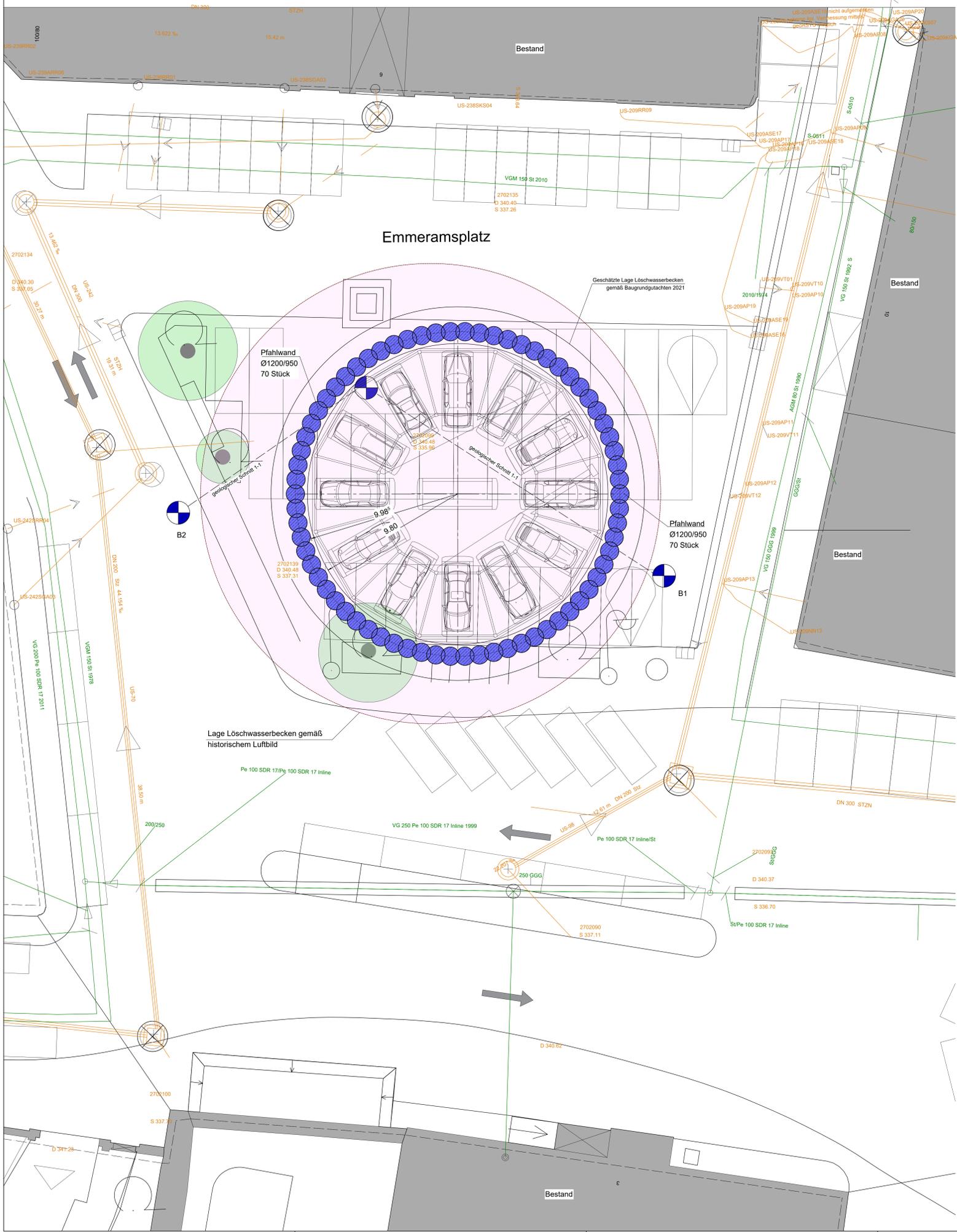
Die Prüfung der rechtlichen Rahmenbedingungen für eine Zuschussung durch die Stadt sowie die Prüfung, ob und in welcher Form Planung, Bau und Betrieb durch Dritte durchgeführt werden können, obliegt dem weiteren Verfahren.

Im Weiteren ist anzumerken, dass im Zuge einer öffentlichen Ausschreibung und einer optimierten Planung mit **geringeren Investitionskosten** zu rechnen ist und sich weitere Förderquellen ergeben könnten. Zudem könnten sich bei Realisierung durch Dritte insbesondere die laufenden Kosten völlig anders darstellen.

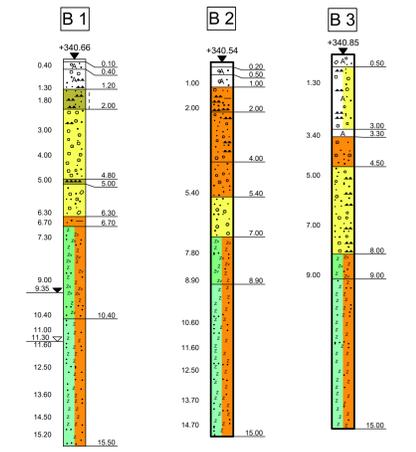
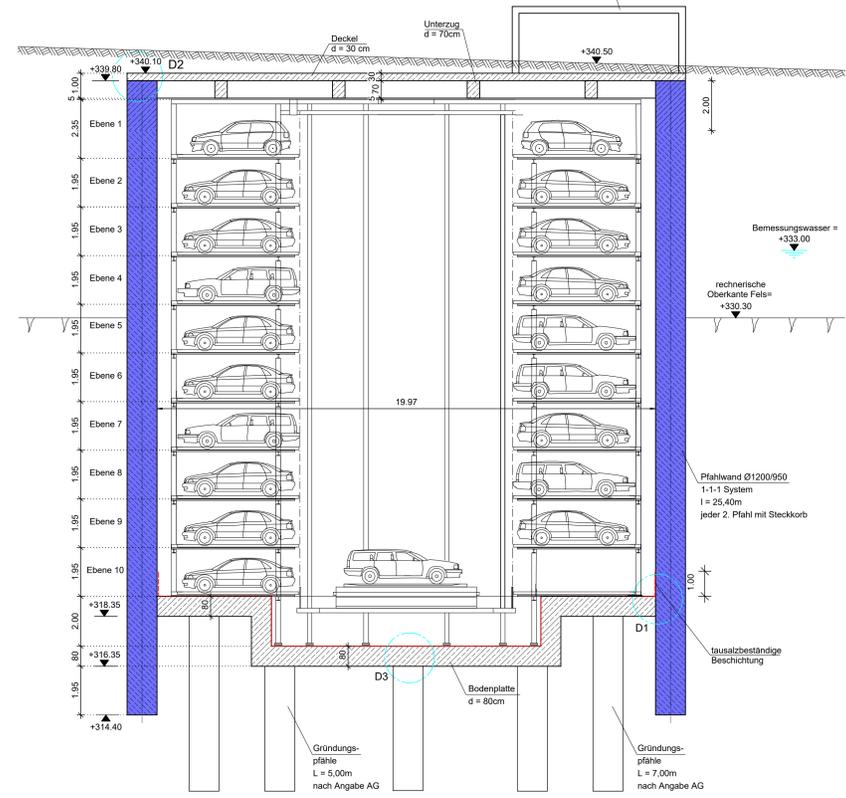
Auf Grund der einmaligen Möglichkeit das Potential des ehemaligen Löschwasserbeckens für eine automatisierte Quartierstiefgarage mit ca. 120 Stellplätzen zu nutzen und den sich daraus ergebenden **städtebaulichen Möglichkeiten** wird empfohlen, die automatisierte Quartierstiefgarage weiter zu verfolgen.

6 **Anlage** (Vorentwurfsplanung)

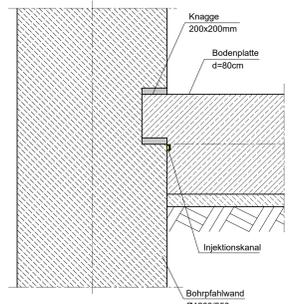
Grundriss
M 1:100



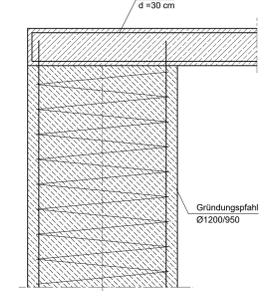
Systemschnitt
M 1:100



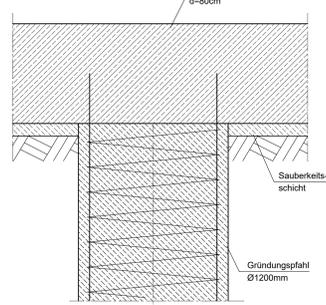
Detail 1
Bodenplatte an Pfahl
M 1:20



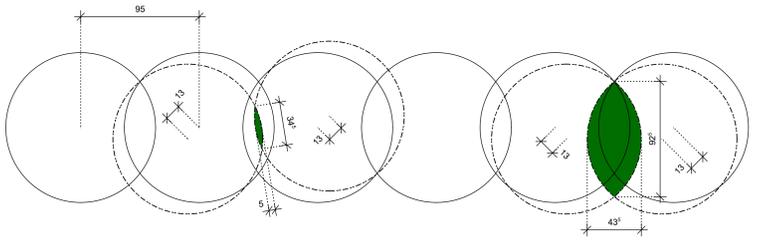
Detail 2
Pfahl an Decke
M 1:20



Detail 3
Gründungspfahl an Bodenplatte
M 1:20



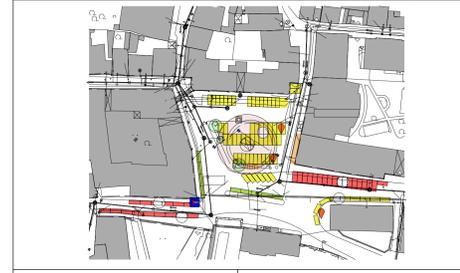
Maximale / Minimale Überschneidung
Regelbereich max. Höhe
Schablone Ø1200/950
M 1:20



Grundlagen:
[G1] Baugrundgutachten Bericht Nr. 20.03.281* der Kargl Geotechnik GmbH & Co. KG in der Blumenstraße 18, 93055 Regensburg vom 29.03.2021
[G2] Datenblatt zum Währ Parksafes 585, versandt per E-Mail durch Herrn Kaboth (Stadtplanungsamt Regensburg) am 12.03.2021

- Baustoffe:**
- Beton Deckel: C35/45, XC2; WF
 - Beton Bohrfähle: C25/30, XC2; WF
 - Beton Innenschale: C35/45, XC2, XD3; WF
 - Beton Sohle: C35/45, XC2; XD3; WF
 - Betonstahl: B500B S + M

Machbarkeitsstudie	Projekt Nr. 21_1114	Plan Nr. VB_001	Index a
---------------------------	---------------------	-----------------	---------



Tragwerksplaner: **MKG INGENIEUR IM BRUWESSEN GMBH**
Gallertbergstraße 4, 93053 Regensburg
Auftraggeber: **STADT REGENSBURG**

Projekt: Planung eines Untergrund-Parksystems am Emmeramsplatz, 93053 Regensburg	Maßstab: 1:100/20
Bau teil: Machbarkeitsstudie	Gezeichnet: 24.09.21 D.R.
Grundriss, Schnitt, Details	Geprüft: 24.09.21 D.R.
Datum/Index: 27.09.21/a	Änderung
Projekt Nr.: 21-1114	Plan Nr.: VB_001_a
Änderung: Pfahlwand angepasst - Grundriss + Schnitt	Bearbeitet: D.R.
Detail Pfahlschablone ergänzt	