

Müller-BBM GmbH
Niederlassung BFB Stuttgart
Schwieberdinger Str. 62
70435 Stuttgart

Telefon +49(711)136757 0
Telefax +49(711)136757 9

www.MuellerBBM.com

Dipl.-Ing. (FH) Markus Löffler M.Eng.
Telefon +49(711)136757 19
Markus.Loeffler@mbbm.com

23. November 2020
~~05. Februar 2020~~
M154778/01 Version 2 LFL/EZR

Neckar-Alb-Bahn

Neubewertung der Erschütterungen nach Planänderung an der Haltestelle Storlach

Bericht Nr. M154778/01

Auftraggeber:

Erms-Neckar-Bahn AG
Pfählerstraße 17
72574 Bad Urach

Berichtsversion

M154778/01, Version 2 vom 23.11.2020
ersetzt die Version 2 vom 05.02.2020

Bearbeitet von:

Dipl.-Ing. (FH) Markus Löffler M.Eng.

Berichtsumfang:

Insgesamt 14 Seiten

Müller-BBM GmbH
Niederlassung BFB Stuttgart
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz,
Stefan Schierer, Elmar Schröder

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	3
2	Unterlagen	4
3	Bewertungsgrundlage	5
3.1	DIN 4150-3:1999	5
3.2	SN 640 312a	6
3.3	Verwendete Anhaltswerte	7
4	Erschütterungsprognose	8
4.1	Allgemeines	8
4.2	Untersuchtes Bodenprofil	8
5	Prognoseergebnisse	9
5.1	Rammen	9
5.2	Vibrationsrammen	9
5.3	Verdichtungsarbeiten	10
6	Bewertung	11
6.1	Schlagrammen	11
6.2	Vibrationsrammen	11
6.3	Verdichtungsarbeiten	11
6.4	Bohrpfähle	11
6.5	Bagger	11
6.6	Abbrucharbeiten	11
7	Schlussfolgerungen und Fazit	13

1 Situation und Aufgabenstellung

Die ENAG plant den Ausbau der Neckar-Alb-Bahn zwischen Tübingen und Metzingen. Im Zuge der Bauarbeiten werden u. a. bereits bestehende Haltepunkte ausgebaut bzw. umstrukturiert und zusätzliche Stationen neugebaut und in die bestehende Strecke integriert. Dabei werden teilweise erschütterungsintensive Arbeiten wie Verdichten des Untergrundes oder ggf. Rammen von Pfählen für die Fundamentierung von Oberleitungsmasten durchgeführt.

Die Strecke führt in verschiedenen Abschnitten durch Wohn- und Gewerbegebiete. Im Rahmen einer Voruntersuchung für das Planfeststellungsverfahren wurden in 2015 von Müller-BBM umfangreiche Prognoseberechnungen, dokumentiert in [1], durchgeführt. Teil dieser Untersuchung war auch der Bereich Reutlingen Storlach für dessen Haltestelle nun eine Planänderung angedacht ist. Die Haltestelle Storlach soll gemäß Planung der Stadt Reutlingen auf der anderen Seite der Siemensstraße errichtet werden. Hier soll zusätzlich auch eine Bushaltstelle, Stellplätze und ein Zugang zum **südlich** **nördlich** gelegenen Gewerbegebiet entstehen.

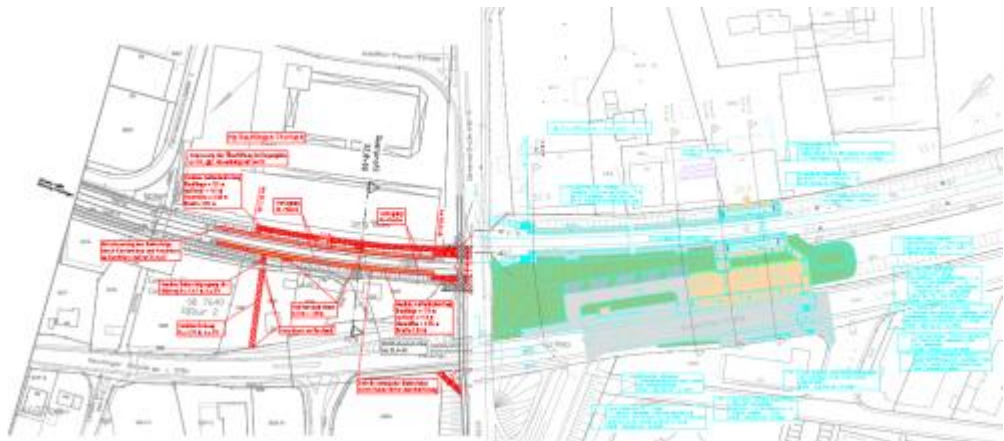


Abbildung 1. Streckenabschnitt Haltestelle Reutlingen Storlach der Neckar-Alb-Bahn, mit Haltestellenplanung aus 2015 (roter Bereich links im Bild) und neuem Haltestellenkonzept von 2020 (grün-blauer Bereich rechts im Bild).

Auf Grund der sehr geringen Abstände zur Nachbarbebauung nördlich sowie südlich der Bahntrasse sollte eine Neubewertung der Erschütterungssituation aus den unterschiedlichen Bauverfahren erfolgen.

2 Unterlagen

- [1] Müller-BBM Bericht M123401/01, „Erms-Neckar-Bahn AG, Erschütterungsprognose für Bauarbeiten an Haltepunkten im Landkreis Reutlingen“, vom 18. August 2015
- [2] Baustelleneinrichtungsplan Hp Reutlingen-Storlach, _D_VA_GP_VS_BE-Layout1.pdf, per E-Mail von Herrn Groszmuk am 29.01.2019
- [3] DIN 4150-3 „Erschütterungen im Bauwesen; Teil 3, Einwirkungen auf bauliche Anlagen“, Dezember 2016
- [4] SN640 312a „Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke“, April 1992
- [5] „Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugrunddynamik“, Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V., 2002
- [6] „Grundbautaschenbuch – Teil 3: Gründungen“, Ernst & Sohn Verlag, 7. Auflage, 2009
- [7] „Betonkalender 1988, Baudynamik“, Eibl/Henseleit/Schlüter, 1988
- [8] „Bauwerkserschütterungen durch Tiefbauarbeiten, Grundlagen – Messergebnisse - Prognosen“, M. Achmus, J. Kaiser, F. tom Wörden, Institut für Bauforschung e.V. Hannover, 2004
- [9] „Geotechnischer Bericht - Bauvorhaben Regional-Stadtbahn Neckar-Alb, Modul 1 (Landkreis Reutlingen)“, Auftragsnummer DBI: D-KA00166/976837/502485, DB International GmbH, Karlsruhe, 05.02.2015
- [10] Übersichtskarte „Neckar-Alb-Bahn, Reutlingen - Metzingen“, ENAG, Stand: Juni 2015

\\S-STR2-FS01\ALLEFIRMEN\PROJ154\IM154778\IM154778_01_BER_3D.DOCX:23. 11. 2020

3 Bewertungsgrundlage

3.1 DIN 4150-3:1999

Erschütterungen, die über Baugrund und Gründung auf Bauwerke übertragen werden, können Schäden hervorrufen durch

- direkte dynamische Beanspruchungen der Bausubstanz, die aufgrund der daraus resultierenden Spannungserhöhungen und/oder Ermüdungserscheinungen zu Rissen bzw. zu anderen Gebrauchswertminderungen am Gebäude führen,
- indirekte Beanspruchungen infolge erschütterungsbedingter Nachverdichtungen, Kornumlagerungen oder Rutschungen des Baugrundes, die wiederum partielle Setzungen auslösen.

Eine Beurteilung der direkten dynamischen Beanspruchung kann durch Vergleich der zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen mit den Anhaltswerten der DIN 4150, Teil 3 „Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf bauliche Anlagen“ [3] vorgenommen werden. Bei Einhaltung der Anhaltswerte treten Schäden im Sinne einer Gebrauchswertminderung an der Bausubstanz nach allen vorliegenden Erfahrungen nicht auf. Allerdings können Schäden, die die optische Wirkung des Bauwerks beeinflussen, jedoch keine Auswirkungen auf die Tragfähigkeit haben, z. B. oberflächliche Risse im Putz, nicht ausgeschlossen werden.

Die DIN 4150-3 unterscheidet dabei nach kurzzeitiger Einwirkungsdauer (Tabelle 1) und Dauererschütterungen (Tabelle 2). Die Entscheidung, welche Anhaltswerte zur Bewertung anzusetzen sind, richtet sich dabei nach dem betrachteten Bauverfahren und der zu bewertenden Bautätigkeit.

Tabelle 1. Anhaltswerte in [mm/s] nach DIN 4150-3 für kurzzeitige Einwirkungen [3], Tab. 1.

Messort		Fundament			Oberste Deckenebene	Decken
Messrichtung		vertikal und horizontal			horizontal	vertikal
Frequenz		1 – 10 Hz	10 – 50 Hz	50 – 100 Hz	alle	alle
Zeile	Art des Bauwerks					
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20	20 – 40	40 – 50	40	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5	5 – 15	15 – 20	15	20
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert sind (z. B. unter Denkmalschutz stehend)	3	3 – 8	8 – 10	8	Im Einzelfall festzustellen jedoch < 20

Tabelle 2. Anhaltswerte in [mm/s] nach DIN 4150-3 für Dauererschütterungen [3], Tab. 3.

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit v_i in mm/s
		Oberste Deckenebene, horizontal, alle Frequenzen
1	Gewerblich genutzte Bauten, Industriebauten und ähnliche strukturierte Bauten	10
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion und/oder Nutzung gleichartige Bauten	5
3	Bauten, die wegen ihrer besonderen Erschütterungsempfindlichkeit nicht denen nach Zeile 1 und Zeile 2 entsprechen und besonders erhaltenswert (z.B. unter Denkmalschutz stehend) sind	2,5

3.2 SN 640 312a

Für länger einwirkende Erschütterungen, z. B. durch Verdichtungs- oder Rüttelarbeiten, die nicht explizit in der DIN 4150-3 behandelt werden, wird zur Bewertung der Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke auch die Schweizer Norm SN 640 312a „Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke“ [4] angewendet. Diese Norm unterscheidet zwischen vier Empfindlichkeitsklassen für die zu bewertenden Gebäude:

1. Sehr wenig empfindlich (Brücken, Stützbauwerke etc.)
2. Wenig empfindlich (Industrie- und Gewerbebauten in Stahlbeton oder Stahlkonstruktion)
3. Normal empfindlich (Wohnbauten und Kirchen mit Mauerwerk in Beton, Stahlbeton oder künstlichen Bausteinen, Bürogebäude, Schulhäuser, Spitäler)
4. Erhöht empfindlich (u. a. historische Bauten)

Die Einwirkungen werden nach ihrer Häufigkeit klassiert:

- Gelegentlich (Sprengungen, Verdichtungsgeräte und Vibrationsrammen, wenn sie nur beim Starten und Abstellen größere Schwingungen erzeugen)
- Häufig (u. a. Schlag- und Vibrationsrammen, Verdichtungsgeräte)
- Permanent (u. a. Verkehr, festinstallierte Maschinen)

Die hier untersuchten Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude gehören zu der Häufigkeitsklasse „häufig“. Als Empfindlichkeitsklassen werden die Klassen 2 bis 4 berücksichtigt.

Tabelle 3. Richtwerte der SN 640 312a [4] in [mm/s] für häufige Einwirkungen.

Empfindlichkeitsklasse	< 30 Hz	30 Hz < f < 60 Hz	> 60 Hz
wenig empfindlich	12	16	24
normal empfindlich	6	8	12
erhöht empfindlich	3	6	6

Im Gegensatz zur deutschen DIN 4150-3 werden die Richtwerte für das gesamte Gebäude angesetzt und nicht weiter zwischen Fundament, Geschossdecke u. ä. unterschieden.

Laut Norm sind „bei Werten unterhalb der Richtwerte kleinere Schäden kaum wahrscheinlich. Vereinzelt Überschreitungen der Richtwerte bis etwa 30 % vergrößern die Schadenwahrscheinlichkeit nur geringfügig. Bei Werten ab dem doppelten Richtwert sind Schäden wahrscheinlich. ([4], Absatz B12)“

3.3 Verwendete Anhaltswerte

Für die Beurteilung der einwirkenden Erschütterungen aus Schlagrammen (impulsartige und somit kurzzeitige Anregungen) werden für die Fundamentalschwingungen die angegebenen Anhaltswerte bis 10 Hz herangezogen. Erschütterungen infolge Vibrationsrammen und dem Einsatz von Verdichtungsgeräten werden entsprechend der jeweiligen Arbeitsfrequenz bewertet.

Für die hier dokumentierte Beurteilung der einwirkenden Erschütterungen infolge Bauarbeiten werden folgende Anhaltswerte für die Bewertung von Wohngebäuden herangezogen:

Tabelle 4. Verwendete Anhaltswerte für die untersuchten Bauverfahren nach [3], Tab. 1, Zeile 2.

Bauverfahren	Art der Einwirkung	Arbeitsfrequenz	Anhaltswerte in [mm/s] für	
			Fundament	Geschossdecke
Schlagrammen	Kurzzeitig	Breitbandig	5	15/20
Vibrationsrammen	Dauerhaft	35-40 Hz	8	8
Bohrgeräte	Kurzzeitig	Breitbandig	5	15/20
Bagger	Kurzzeitig	Breitbandig	5	15/20
Vibrationsplatten/-walzen	Dauerhaft	Abhängig von der Maschine (25-75Hz)	5	5/5
Abrissarbeiten	Kurzzeitig	Breitbandig	5	15/20

4 Erschütterungsprognose

4.1 Allgemeines

Das Projekt befindet sich derzeit in der Phase der Entwurfs- und Genehmigungsplanung, so dass zum Zeitpunkt der Prognoseberechnungen keine detaillierten Angaben über die zum Einsatz kommenden Bauverfahren und –geräte gemacht werden können. Auf der Basis der Dokumentationen in [1] wurden nachfolgende Bauverfahren als potentiell einsetzbar definiert:

- Ramme (Schlag- und Vibrationsrammen)
- Bohrgerät
- Bagger
- Verdichtungsgeräte in verschiedenen Gewichtsklassen
- Abrissarbeiten

Die Abschätzung und Prognose der zu erwartenden Erschütterungseinwirkungen auf die Gebäude erfolgen anhand von Vergleichsmessungen, Berechnungen durch Finite-Elemente-Modelle und empirischen Formeln, die der Literatur entnommen wurden. Die hier durchgeführten Berechnungsverfahren wurden analog zu den Prognoseberechnungen in [1] durchgeführt.

4.2 Untersuchtes Bodenprofil

Für die hier betrachtete Haltestelle Storlach wurde folgendes repräsentatives Bodenprofil anhand des Baugrundgutachtens untersucht. Dieses ist in der folgenden Abbildung 2 dargestellt. Die angesetzten Bodenkennwerte und das Berechnungsverfahren können dem Bericht [1] entnommen werden.

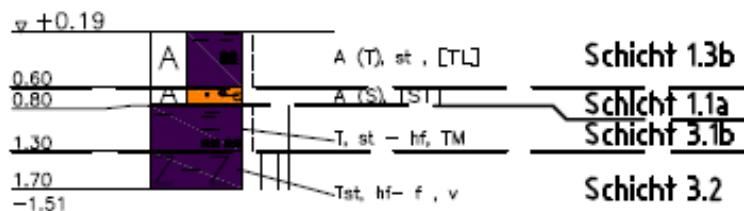


Abbildung 2. Bodenprofil 1 – „Reutlingen Storlach“ (32,846 km).

5 Prognoseergebnisse

5.1 Rammen

In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die maximalen Schwinggeschwindigkeiten unter Anregung einer beispielhaften Dieselramme (DELMAG D6-32, Schlaggewicht 600 kg, Schlagenergie 19 kNm) für unterschiedliche Gründungsvarianten am Standort Reutlingen Storlach dargestellt.

Tabelle 5. Varianten mit und ohne Unterkellerung für die Haltestelle Reutlingen Storlach. Überschreitungen des angesetzten Anhaltswerts sind fettgedruckt.

Profil	Antwortknoten – v_{\max} in [mm/s]				
	A (5m)	B (10m)	C (15m)	D (20m)	E (25m)
Reutlingen Storlach ohne UG (32,846 km)	6,7	3,9	2,4	1,7	1,2
Reutlingen Storlach mit UG (32,846 km)	6,1	3,5	4,5	-	-
Anhaltswerte	5 mm/s				

5.2 Vibrationsrammen

Alternativ können Pfahlgründungen auch mittels Vibrationsrammgeräten hergestellt werden. Ihr Einsatz ist ebenfalls als erschütterungsintensiv zu bewerten, jedoch sind bei Verwendung von Vibratoren mit Hochfrequenztechnik und dynamisch verstellbaren Unwuchten deutlich geringere Amplituden zu erwarten. In der nachfolgenden Tabelle 6 sind die Prognoseberechnungen für unterschiedlich große Vibrationsrammen zusammengefasst. Die hier durchgeführte Berechnung geht davon aus, dass kein Resonanzfall vorliegt, wenn Vibrationsrammen mit einer Betriebsfrequenz von >38 Hz eingesetzt werden.

Tabelle 6. Max. zu erwartende Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude (Bodenplatte/ Geschossdecken im Resonanzfall) infolge Vibrationsrammen bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit $P = 5\%$ und unterschiedlichen Abständen. Überschreitungen des Anhaltswertes sind fettgedruckt.

Energieklasse	v_{\max} in [mm/s] für die Abstände r_i				
	5,0 m	10,0 m	15,0 m	20,0 m	25
Enk1 (E = 1kNm)	3,2/ 16	1,8/ 9,0	1,2/6,0	0,9/4,5	0,8/4,0
Enk2 (E = 3kNm)	5,9/ 29,5	3,0/ 15	2,1/ 10	1,5/7,5	1,3/6,5
Enk3 (E = 6kNm)	8,1/40	4,3/ 21	2,9/ 14	2,2/ 11	1,6/8,0
Enk4 (E = 7,5kNm)	9,2/46	4,5/ 22	3,1/ 15	2,4/ 12	1,8/ 9
Anhaltswerte	8,0 mm/s				

5.3 Verdichtungsarbeiten

Für die Herstellung von Bahnsteigen sowie Betonfundamenten, als auch das Planum für die Bushaltestelle ist die Erstellung eines planen und tragfähigen Untergrunds notwendig. Hierfür werden erfahrungsgemäß Verdichtungsgeräte unterschiedlicher Größen wie Rüttelplatten und Handstampfer, bei größeren Flächen jedoch auch Vibrationswalzen eingesetzt.

In der nachfolgenden Tabelle 7 sind die Berechnungsergebnisse für unterschiedliche Verdichtungsgeräte und Betriebsfrequenzen zusammengefasst.

Tabelle 7. Max. zu erwartende Erschütterungseinwirkungen auf Gebäude (Bodenplatte/ Geschossdecke) infolge Verdichtungsarbeiten mit Rüttelplatten und unterschiedlichen Abständen (stationärer Betrieb). Überschreitungen des Anhaltswertes für Wohnbebauungen sind fettgedruckt.

Maschine	v _{max} in [mm/s] für die Abstände r _i				
	2,0 m	5,0 m	10,0 m	15,0 m	20,0 m
Vibrationswalze CS433C, niedrige Verdichtungsstufe	6,5/ 32,5	3,3/ 16,5	2/ 10,0	1,5/7,5	1,2/6,0
Vibrationswalze CS433C, hohe Verdichtungsstufe	7,6/38,0	3,60/ 18,0	2,2/ 11,0	1,8/ 9,0	1,3/6,5
Grabenwalze BMP851	2,50/ 12,5	1,00/5,0	0,5/7,5	0,33/5,0	0,25/3,75
Rüttelplatte BPR65/70D (>60 Hz)	3,85/5,78	1,42/2,13	0,73/1,1	0,52/0,78	0,39/0,59
Rüttelplatte BPR30 (>60 Hz)	1,15/1,73	0,43/0,65	0,25/0,38	0,16/0,24	0,11/0,17
Anhaltswerte	30 Hz < f < 60 Hz 8 mm/s			f > 60 Hz 12 mm/s	

6 Bewertung

6.1 Schlagrammen

Schlagrammungen müssen generell aufgrund der impulsartigen, direkten Energieeinführung in den Boden als äußerst erschütterungs- und schallintensiv beurteilt werden. Die beispielhaft beurteilte Dieselramme ist eine verhältnismäßig leichte Ramme. Darüber hinaus sind durch Dieselmäßen mit einer erhöhten Belästigung durch Lärm und Abgase zu rechnen. Es wird daher empfohlen, auf diese Einbringungsart nach Möglichkeit zu verzichten. Für die Haltestelle Storlach sollte ein Mindestabstand von >10 m zur nächsten Bebauung eingehalten werden. Beim Einsatz von größeren Rammen, als hier angenommen, ist mit deutlich größeren Abständen zu rechnen.

6.2 Vibrationsrammen

Bei Einsatz von Vibrationsrammen mit Hochfrequenztechnik (Betriebsfrequenz >38 Hz) und dynamisch verstellbaren Unwuchten ist damit zu rechnen, dass die zulässigen Anhaltswerte ab einem Abstand von 20 m eingehalten werden können. Dies gilt aber nur für Vibrationsrammen der Energieklasse Enk-2 (3 kNm) und darunter.

6.3 Verdichtungsarbeiten

Auf der Basis der prognostizierten Schwinggeschwindigkeiten an Fundament und auf den Geschossdecken wird empfohlen, große Vibrationswalzen, wie z. B. die hier betrachtete CS433C, nur mit niedrigen Verdichtungsstufen, d. h. mit Arbeitsfrequenzen ≥ 35 Hz in Abständen ≥ 20 m zur nächsten Bebauung einzusetzen.

6.4 Bohrpfähle

Beim Bohren treten i. d. R. keine nennenswerten Erschütterungen auf. Lediglich beim Auftreffen auf Hindernisse als auch beim „Abschütteln“ des geförderteten Bodenmaterials vom Bohrgerät könnten kurzzeitige, erhöhte Erschütterungsanregungen verzeichnet werden. Es wird daher empfohlen, besonders beim Übergang von weichen in feste Bodenschichten eine niedrige Drehgeschwindigkeit des Bohrkopfs zu wählen.

6.5 Bagger

Die Herstellung von Gründungen mittels Bagger ist grundsätzlich als eher erschütterungsarm einzuschätzen. Zu beachten ist jedoch, dass, analog zur Herstellung von Bohrpfählen, besonders beim Ausschlagen der Baggerschaufel als auch beim Lösen eventueller fester Schichten impulsartige, kurzzeitig erhöhte Erschütterungsanregungen auftreten können, die jedoch nicht als kritisch im Sinne der DIN 4150-3 bzw. der SN 640 312a eingestuft werden können. Ebenfalls analog zu den Bohrgeräten ist ggf. der relativ hohe Platzbedarf der Baggergeräte.

6.6 Abbrucharbeiten

Müller-BBM verfügt über eine Vielzahl von Messdaten von Abbrucharbeiten und deren Erschütterungseinwirkung auf Nachbarbebauungen. In den aller meisten Fällen

liegen hier die Schwinggeschwindigkeitsamplituden im Nahbereich von 5-10 mm/s. Diese meist impulsartigen Erschütterungseinwirkungen nehmen mit dem Abstand zur Quelle relativ schnell ab, sodass in einem Abstand von 15-25 m nur noch mit sehr geringen Amplituden < 3 mm/s zu rechnen ist. Damit werden die Anforderungen der DIN 4150-3 mit hoher Wahrscheinlichkeit ab einem Abstand von >15 m eingehalten.

7 Schlussfolgerungen und Fazit

Im Bereich des neuen Standorts für die Haltestelle Reutlingen Storlach gibt es prinzipiell zwei relevante Immissionsorte. **Südöstlich** ~~Nördlich~~ der Gleise befindet sich mit einem Abstand von ca. 10 m ein Logistikunternehmen, sowie **nordwestlich** ~~südlich~~ auf der anderen Seite der Sondelfingerstraße ein Bürogebäude mit einem Abstand von ca. 20 m, siehe folgende Abbildung 3.

Nach bisherigem Kenntnisstand soll das Logistikunternehmen vor den Baumaßnahmen in 2022 abgerissen werden, sodass dieser Immissionsort nicht mehr relevant ist. Was auf dem freiwerdenden Gelände geplant ist und welchen Abstand es zur Baustelle „Haltestelle Storlach“ haben wird ist derzeit unbekannt.

Daher ist für den neuen Standort der Haltestelle Storlach nur noch das nächstgelegene Bürogebäude **nördlich** ~~südlich~~ der Sondelfingerstraße bewertungsrelevant.

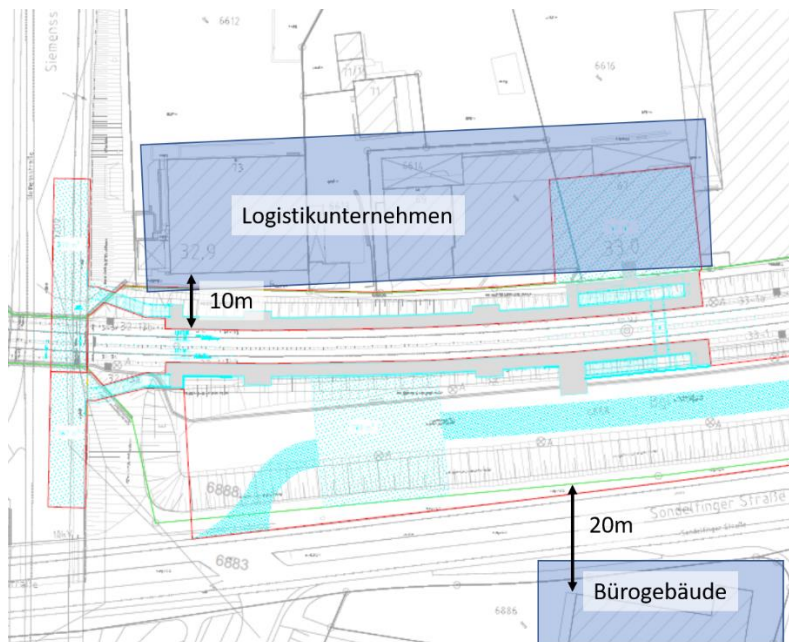


Abbildung 3. Übersichtsplan vom Baufeld mit Abstandsangabe zu den nächstgelegenen Gebäuden im Bereich der Haltestelle „Storlach“ aus [2].

Für den ~~nordwestlich~~ ~~südlich~~ gelegenen Immissionsort „Bürogebäude“ werden die angesetzten Anhaltswerte eingehalten, sofern folgende Baugeräte und Energieklassen eingehalten werden:

- Schlagramme mit einer Energieklasse < 19 kNm
- Vibrationsramme mit Hochfrequenztechnik (>38 Hz), dynamisch verstellbaren Unwuchten und einer Energieklasse < Enk_2 ($E = 3 \text{ kNm}$)
- Verdichtungsarbeiten mit Walzenzügen mit einer Betriebsfrequenz >35 Hz und einem Einsatzgewicht < 6,5 t

Andere Bauverfahren, wie Baustellenverkehr, das Erstellen von Bohrpfehlen, sowie Bagger- und Abrissarbeiten führen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zu einer Überschreitung der Anhaltswerte.



Dipl.-Ing. (FH) Markus Löffler M.Eng.
Telefon +49 (0)711 136757 –19
Projektverantwortlicher