

Antragsunterlagen zum  
Planfeststellungsverfahren

**Neubau der Energietransportleitung**

**2. Abschnitt der ETL 179**

**ETL 179.200**

**Bützfleth - Deinste**

**Teil F – Materialband**

**F4-1 – Fachgutachten Erschütterungen**





Vorhabenträgerin:



**Gasunie Deutschland Transport Services GmbH  
(GUD)**

Pasteurallee 1

30655 Hannover

Tel.: +49 (0)511 640607 -0

E-Mail: projektanfragen@gasunie.de

Internet: www.gasunie.de

Projektleiter: Steffen Reger

Genehmigungsplanung: Anton Kettritz

Generalplaner:



**ILF Beratende Ingenieure GmbH**

Werner-Eckert-Straße 7

81829 München

Projektleiter: Carles Giro

**Antragsunterlagen zum Planfeststellungsverfahren**

**Neubau der Energietransportleitung ETL 179.200 Bützfleth - Deinste**

F4-1 – Fachgutachten Erschütterungen

Stand: 04.03.2025



Hannover – Leipzig

Dr.-Ing. Veenker  
Ingenieurgesellschaft mbH

Heiligengeiststraße 19  
30173 Hannover

Leibnizstraße 25  
04105 Leipzig

mail@veenkerghmbh.de  
www.veenkerghmbh.de

# Gutachten

## Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200

Auftraggeber: ILF Consulting Engineers Germany GmbH

Projekt: 20624-7

Rev.	Anmerkungen	Datum	Erstellt	Freigegeben
00	Erstfassung	29.01.2025	Skife	Brüggemann
01	Berücksichtigung Trassenplanung Version 6, Ergänzung in Kapitel 4.3.1	28.02.2025	Skife	Brüggemann

Vereidigte Sachverständige  
Dipl.-Ing. Jörg Himmerich  
M.Eng. Stanislav Dashevski

Amtsgericht Hannover  
HRB 57 606  
USt-IdNr.: DE 198 708 104

Geschäftsführer  
Jörg Himmerich

## Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang und Zusammenfassung	3
2. Unterlagen	4
3. Definitionen und fachlicher Rahmen	5
3.1 Definitionen	5
3.2 Fachlicher Rahmen	6
4. Berechnung und Ergebnisse	10
4.1 Grundlagen	10
4.2 Rahmenbedingungen der Berechnung	11
4.3 Berechnungsansatz und Bewertung	13
4.3.1 Erschütterung infolge Rammarbeiten	13
4.3.2 Erschütterung infolge Baustellenverkehr	17
4.3.3 Erschütterung infolge Verdichtungsarbeiten	18
5. Fazit	20

## Anlagenverzeichnis

A 1	Erschütterungszonen und betroffene Objekte entlang der Trasse der ETL 182
-----	--

## 1. Vorgang und Zusammenfassung

Die ILF BERATENDE INGENIEURE GMBH (ILF) plant im Auftrag der Gasunie Deutschland GmbH & Co. KG (GUD) die Verlegung der Energietransportleitung 179.200 zur Anbindung eines LNG-Terminalstandortes nördlich von Stade an das bestehende Netz der GUD in Dienste über eine Länge von ca. 17,9 km. Durch Bau-tätigkeiten entlang der Trasse der ETL 179.200 werden Erschütterungen induziert, die Einwirkungen sowohl auf bauliche Anlagen als auch auf Menschen innerhalb von bestimmten Entfernungen haben können.

Wir sind von ILF beauftragt worden, die Einflüsse aus den induzierten Erschütterungen durch die geplanten Bauarbeiten auf Menschen und bauliche Anlagen zu bewerten.

Die geplanten Ramm- und Verdichtungsarbeiten für die Errichtung der ETL 179.200 können unter Einhaltung der in Tabelle 7 und Tabelle 10 angegebenen zugelassenen Energiegruppen, basierend auf den Anforderungen der DIN 4150-3, durchgeführt werden, ohne dass mit Gebäudeschäden zu rechnen ist. Die technische Integrität der betroffenen Gebäude bzw. Bauwerke wird als voll gegeben vorausgesetzt.

Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen ist von mehreren Faktoren abhängig, vor allem von der Einwirkungsdauer. Es wurden konservativ drei Tage Einwirkungsdauer für die Rammarbeiten und ein Tag Einwirkungsdauer für die Verdichtungsarbeiten angesetzt. Bei Einhaltung der in Tabelle 7 und Tabelle 10 angegebenen zugelassenen Energiegruppen, basierend auf den Anforderungen der DIN 4150-2, sind die Erschütterungseinwirkungen als zumutbar anzusehen, ggf. in Kombination mit individuell festzulegenden Maßnahmen zur Minderung der Belästigung (siehe Kapitel 3.2).

## 2. Unterlagen

- U 1            DIN 4150-1: „Erschütterungen im Bauwesen – Teil 1: Vorermittlung von Schwingungsgrößen“, Ausgabe 01/2022
- U 2            DIN 4150-2: „Erschütterungen im Bauwesen – Teil 2: Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, Entwurf“, Ausgabe 08/2023
- U 3            DIN 4150-3: „Erschütterungen im Bauwesen – Teil 3: Einwirkungen auf bauliche Anlagen“, Ausgabe 12/2016
- U 4            Software DynRo, Version 2.3.3 der Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH
- U 5            Dynamische Langzeitstabilität des Unterbaus in Verkehrswegen für LKWs, Dipl.-Ing. H. Reichenbach & Dr.-Ing. T. Rumpelt, Smoltczyk & Partner GmbH, Stuttgart
- U 6            Geplante Trasse der ETL 179.200 (Version 6) mit Kennzeichnung der Standorte der geplanten Spundung entlang der Trasse, übermittelt als SHP-Dateien durch ILF am 04.02.2025
- U 7            Geplante Trasse der ETL 179.200 (Version 6) mit Kennzeichnung der Arbeitsstreifen entlang der Trasse, übermittelt als SHP-Dateien durch ILF am 04.02.2025
- U 8            „Leitungstrasse in offener Bauweise, Teilkampagne ETL 179.200“, Arcadis Germany GmbH vom 19.07.2024, übermittelt durch ILF am 03.12.2024.
- U 9            Diverse Regelpläne: ETL 179.200 Regelplan – Arbeitsstreifen, übermittelt durch ILF am 03.12.2024.
- U 10           ETL 179.200 Regelplan – Baustraße – Grundlegende Anforderungen, übermittelt durch ILF am 03.12.2024.
- U 11           Amtliche Hausumringe als georeferenzierte Umringspolygone von Gebäudegrundrissen, Landesamt für Geoinformation und Landvermessung Niedersachsen, Stand 31.07.2024
- U 12           „Denkmalatlas Niedersachsen“, verfügbar im Internet unter <https://denkmalatlas.niedersachsen.de/>, Stand 24.01.2025
- U 13           © OpenStreetMap contributors, <https://www.openstreetmap.org/copyright>

G:\2024\20624\07\_7.LLeistungsabruf\_Erschütterungsgutachten\_ETL179\02\_Bericht\20624-07\_Ga\_R01.docx

20624-7

### 3. Definitionen und fachlicher Rahmen

#### 3.1 Definitionen

Erschütterungen sind nach Definition der DIN 4150-1 (Unterlage U 1) die „*mechanische Schwingung fester Körper mit potenziell belästigender Wirkung für den Menschen oder schädigender Wirkung für bauliche Anlagen*“.

Im Zuge der Errichtung der ETL 179.200 werden zur Sicherung der Leitungsrampen an einigen Stellen Spundwände eingerammt. Weiterhin sind einige Querungen entlang der ETL 179.200 mittels grabenloser Verlegungsverfahren geplant, deren Baugruben mittels Spundwänden gesichert werden sollen.

Infolge solcher Rammarbeiten werden Schwingungen in den Boden induziert (Emission). Die Schwingung wird sich im Boden durch verschiedene Wellenformen als Freifeldschwingung ausbreiten.

Für die Wellenbetrachtung ist davon auszugehen, dass oberflächennahe Quellen Oberflächenwellen erzeugen und bei unterirdischen, tiefliegenden Quellen mit Raumwellen zu rechnen ist. Die Wellen wirken sich je nach Energieeinleitung und Quellenart unterschiedlich aus. Grundsätzlich treten Kompressions- (P-Wellen) und Scherwellen (S-Wellen) bei den Raumwellen auf, während für die Oberflächenwellen Rayleigh-Wellen (R-Wellen) und Love-Wellen zu erwarten sind.

Die Oberflächenwellen weisen in vertikaler Richtung eine größere Amplitudenverschiebung als in horizontaler Richtung und über die Entfernung die geringste Amplitudenabnahme auf und dominieren deswegen gegenüber anderen Wellen bei großen Entfernungen. Für die weiteren Berechnungen werden die Oberflächenwelleneigenschaften zugrunde gelegt.

Mit der Ausbreitung dieser Wellen können Erschütterungen auf benachbarte Bauwerke (Immission) übertragen werden, die Einwirkungen sowohl auf Bauwerke als auch auf Menschen haben.

### 3.2 Fachlicher Rahmen

Erschütterungseinwirkungen auf bauliche Anlagen werden gemäß DIN 4150-3 (Unterlage U 3) bewertet. Diese Einwirkungen sind von der Art, Dauer und Stärke der Erschütterung zu definieren. Hierzu wird gemäß Unterlage U 3 zwischen kurzzeitigen und Dauererschütterungen unterschieden. Kurzzeitige Erschütterungen sind dabei wie folgt definiert: *„Erschütterungen, deren Häufigkeit des Auftretens nicht ausreicht, um Materialermüdungserscheinungen hervorzurufen, und deren zeitliche Abfolge und Dauer nicht geeignet sind, um in der betroffenen Struktur eine wesentliche Vergrößerung der Schwingungen durch Resonanzerscheinungen zu erzeugen“*. Dauererschütterungen können nach dieser Definition Ermüdungserscheinungen im Bauwerk hervorrufen. Zu dieser Definition gehören beispielsweise die Anregungen aus Maschinenbetrieb.

Da es sich bei den geplanten Rammarbeiten um zeitlich begrenzte Tätigkeiten handelt, werden Ermüdungserscheinungen hier nicht betrachtet und es wird somit von kurzzeitigen Erschütterungen ausgegangen.

Für die kurzzeitigen Erschütterungen führt die DIN 4150-3 Anhaltswerte für verschiedene Bauanlagen auf. Bei Einhaltung der angegebenen Anhaltswerte kann die Wahrscheinlichkeit, dass Schäden an Bauwerken auftreten, minimiert werden.

Anhand der Anhaltswerte für die zulässigen Schwinggeschwindigkeiten für niedrige Frequenzen gemäß Unterlage U 3 werden für die weiteren Betrachtungen drei Grenzwerten für die geplanten Spundungsbereiche wie folgt definiert.

Zeile	Gebäudeart	Maximal zulässige Schwinggeschwindigkeit in mm/s
1	Gewerblich genutzte Gebäude, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten	20
2	Wohngebäude und in ihrer Konstruktion oder Nutzung gleichartige Gebäude	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	3

Tabelle 1: Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit in mm/s für jegliche Gebäudearten gemäß Unterlage U 3.



Die Erschütterungseinwirkungen auf Menschen sind, unabhängig von den oben aufgeführten Anhaltswerten, weiterhin zu untersuchen. Hierfür gibt die DIN 4150-2 (Unterlage U 2) ein Näherungsverfahren zur Ermittlung der Beurteilungsgrößen und die Anhaltswerte der Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen an.

Grundsätzlich ist für die Beurteilung einer Erschütterung hinsichtlich deren Einwirkung auf Menschen die maximal bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  zu ermitteln. Eine weitere Beurteilungsgröße der Erschütterung ist die Beurteilungs-Schwingstärke  $KB_{FTr}$ .

Die Bewertung einer Erschütterung kann in der Planungsphase durch die Ermittlung der Beurteilungsgröße  $KB_{Fmax}$  erfolgen und dann anhand der Anhaltswerte  $A_u$  (Tabelle 2) bewertet werden.

Die Anhaltswerte  $A_r$  sind für die Bewertung der Beurteilungsgröße  $KB_{FTr}$  anhand realer Messdaten (z. B. baubegleitend oder aus Probemessungen) bei Bedarf anzuwenden, um sicherzustellen, dass die Normanforderungen eingehalten werden können.

Eine Überschreitung des Anhaltswertes  $A_0$  führt dazu, dass die Normanforderungen nicht eingehalten werden können.

Anhaltswerte	Einwirkungsdauer D in Tagen <sup>a</sup>							
	1	2	3	4	5	6	7 bis 26	27 bis 78
A <sub>u</sub> (Stufe I)	0,80	0,73	0,67	0,60	0,53	0,47	0,40	0,30
A <sub>u</sub> (Stufe II)	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,87	0,80	0,60
A <sub>u</sub> (Stufe III)	1,60	1,53	1,47	1,40	1,33	1,27	1,20	0,80
A <sub>r</sub> (Stufe I)	0,40	0,38	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30	0,20
A <sub>r</sub> (Stufe II)	0,80	0,77	0,73	0,70	0,67	0,63	0,60	0,40
A <sub>r</sub> (Stufe III)	1,20	1,17	1,13	1,10	1,07	1,03	1,00	0,60
A <sub>0</sub> (Stufen I-III)	5 <sup>b</sup>							
a	Nur Tage mit Einwirkungen werden gezählt.							
b	Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt A <sub>0</sub> = 6.							

Tabelle 2: Anhaltswerte A für Erschütterungseinwirkungen durch Baumaßnahmen außer Sprengungen gemäß Unterlage U 2

Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkungen durch die oben aufgeführten Werte erfolgt in den folgenden drei Stufen:

#### Stufe I:

Beurteilungsgrößen einer Erschütterung, die die Anhaltswerte der Stufe I nicht überschreiten, deuten auf keine erheblichen Belästigungen infolge der Erschütterung hin.

#### Stufe II:

Bei der Unterschreitung der Stufe II ist ebenfalls nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen, jedoch sind hier einige Maßnahmen zur Abminderung der Belästigung zu ergreifen. Die Überschreitung dieser Stufe erhöht die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten erheblicher Belästigungen. Hierfür soll der Einsatz weniger erschütterungsintensiver Verfahren geprüft werden.

#### Stufe III:

Bei Überschreitung dieser Stufe sind die Erschütterungseinwirkungen als unzumutbar zu bewerten. Hierzu ist die Vereinbarung besonderer Maßnahmen notwendig.

Die psychischen Auswirkungen von Erschütterungseinwirkungen können durch die folgenden Maßnahmen gemindert werden.

Minderungsmaßnahmen vor Beginn der erschütterungsverursachenden Bau-  
maßnahme:

- Informieren der Betroffenen über die Baumaßnahme, die Bauverfahren, die Dauer, die zu erwartenden Erschütterungen und deren mögliche Einwirkungen auf Gebäude;
- Aufklärung über die Unvermeidbarkeit von Erschütterungen,
- zusätzliche baubetriebliche Maßnahmen zur Minderung der Belästigung,
- Benennung einer zuständigen Person, bei der Probleme durch die Erschütterungseinwirkungen zu melden sind.

Nachträgliche Minderungsmaßnahmen:

- Nachweis der tatsächlich auftretenden Erschütterungen durch Messungen sowie deren Beurteilung bezüglich der Wirkung auf Menschen und Gebäude.

## 4. Berechnung und Ergebnisse

### 4.1 Grundlagen

Für die Ermittlung von Schwinggeschwindigkeiten und deren Abnahme über ihren Ausbreitungsabstand kommt das von uns entwickelte Softwaresystem DynRo (Unterlage U 4) zur Anwendung.

Um für die Bauausführung maximale Flexibilität in der Wahl der Geräte und Anordnung der Rammobjekte auf dem Baufeld zu gewährleisten, werden im Folgenden Mindestabstände für die maximal zulässige Energie der Rammgeräte angegeben. Die Einhaltung dieser Grenzwerte ist bauseits geeignet sicherzustellen.

Die ermittelten Werte gelten für die Rammung von Spundbohlen und Rammpfählen. Betrachtet werden Impulsrammen und Rüttler. Zu den Impulsrammen gehören: langsam schlagende Geräte wie Freifallbär oder Druckluftbär sowie langsam schlagende Hydraulikbäre (Frequenz 50 bis 150 min<sup>-1</sup>). Zu den Rüttlern gehören schnell schlagende Hydraulikbäre (Frequenz > 150 min<sup>-1</sup>) sowie alle Vibrationsrammen.

Die Rammgeräte werden nach Erregungsart und Energiebetrag wie folgt definiert:

Energiegruppe	Art der Rammgeräte	Energie in kNm
<u>E0</u>	Impulsrammen	≤ 7
<u>E1</u>	Impulsrammen	≤ 13
<u>E2</u>	Impulsrammen	≤ 31
<u>E3</u>	Impulsrammen	≤ 55
<u>E4</u>	Impulsrammen	≤ 100
<u>E5</u>	Impulsrammen	≤ 200
<u>V0</u>	Vibrationsrammen	≤ 5
<u>V1</u>	Vibrationsrammen	≤ 10
<u>V2</u>	Vibrationsrammen	≤ 19
<u>V3</u>	Vibrationsrammen	≤ 30
<u>V4</u>	Vibrationsrammen	≤ 110

Tabelle 3: Klassifizierung von Rammgeräten nach Energiebetrag aus Unterlage U 4.

Im Rahmen der Rohrbauarbeiten innerhalb der Arbeitsstreifen der ETL 179.200 sind Erschütterungen, resultierend aus dem Baustellenverkehr, zu erwarten. Diese Erschütterungen resultieren grundsätzlich aus Unebenheiten in der Fahrbahn. Mit Unterlage U 10 liegen grundlegende Anforderungen an die Baustraßen vor, welche dafür sorgen, Unebenheiten in der Fahrbahn zu vermeiden, womit die aus dem Baustellenverkehr resultierenden Erschütterungen gering ausfallen. Weitere Erschütterungen können durch Bodenabtrag und Aushublagerung auftreten, die nur kurzzeitig einwirken.

Im Rahmen der Herstellung der Baustellenstraßen oder Rohrgräben können Verdichtungsarbeiten erforderlich sein. Werden diese Verdichtungsarbeiten mit Vibrationswalzen durchgeführt, sind ebenfalls Erschütterungen zu erwarten.

Für die Verdichtungsarbeiten werden die folgenden Vibrationswalzen betrachtet:

Energiegruppe	Energie in kNm
<u>W0</u>	≤ 0,5
<u>W1</u>	≤ 1,0
<u>W2</u>	≤ 2,5
<u>W3</u>	≤ 5,0

Tabelle 4: Klassifizierung von Vibrationswalzen nach Energiebetrag aus Unterlage U 4.

## 4.2 Rahmenbedingungen der Berechnung

In Unterlage U 6 ist die geplante Trasse der ETL 179.200 mit Kennzeichnung der Standorte für das Einbringen der Spundwände entlang der Trasse dargestellt. Diese Standorte stellen die Emissionsorte dar.

In der Unterlage U 11 sind bestehende Bauwerke entlang der geplanten Trasse der ETL 179.200 ersichtlich.

Unabhängig von den geplanten Standorten der Spundung entlang der Trasse werden alle Bereiche der Trasse mit Näherung zu Wohnbebauung und sonstigen baulichen Anlagen als gespundet betrachtet und somit bereits im Vorfeld untersucht, falls in diesen Bereichen ggf. ungeplante, jedoch erforderliche Spundungs-

arbeiten während der Bauphase notwendig werden. Die Bewertung der betroffenen baulichen Anlagen durch die geplante Spundung ist in Tabelle 7 dargestellt. Die Bewertung der betroffenen baulichen Anlagen durch die angenommene Spundung ist in der Tabelle 8 enthalten.

Aus der Unterlage U 8 sind die verschiedenen Bodenschichten mit verschiedenen Lagerungsdichten und Bodenbeschaffenheiten entlang der Trasse der ETL 179.200 zu entnehmen. Für die weiteren Berechnungen werden konservative Annahmen angesetzt.

Die Schwingungsausbreitung in Verbindung mit den komplexen Baugrundverhältnissen lässt sich nur eingeschränkt beschreiben. Daher wird die Schwingungsausbreitung im elastischen Halbraum idealisiert.

In Unterlage U 1 ist die Formel zur Ermittlung der maximalen Schwinggeschwindigkeit im Fernfeld in Abhängigkeit der Entfernung wie folgt definiert:

$$v = v_1 \left( \frac{R}{R_1} \right)^{-n} \exp[-\alpha(R - R_1)]$$

Dabei ist:

- $v$ : die Amplitude der Schwinggeschwindigkeit, in mm/s;
- $v_1$ : die Amplitude der Schwinggeschwindigkeit, in mm/s in der Entfernung  $R_1$ ;
- $R_1$ : der Bezugsabstand, in m;
- $R$ : die Entfernung von der Quelle, in m;
- $n$ : der Exponent, der von Wellenart, Quellengeometrie und Art der Schwingung abhängt;
- $\alpha$ : der Abklingkoeffizient.

Für die Ermittlung der Schwinggeschwindigkeiten aus den Rammarbeiten im Nah- und Fernfeld wird das Programmsystem DynRo (Unterlage U 4) angewendet. Für die Berechnungen werden konservative Annahmen zur Beschreibung des angenommenen elastischen Halbraums (Lagerungsdichte, Bodendämpfung, Wellenausbreitungsgeschwindigkeiten etc.) getroffen.

Das Berechnungsverfahren von DynRo basiert auf konservativen Annahmen und liefert Ergebnisse, die auf der sicheren Seite liegen.

Aus der Unterlage U 9 kann angenommen werden, dass die Arbeitsstreifenbreiten je nach Örtlichkeit und Arbeitsanforderungen zwischen 18 m und 38 m betragen, wodurch die Baustraßen zum Außenrand der Arbeitsstreifen einen Abstand von mindestens 2 m aufweisen. Dieser Abstand wird konservativ nicht berücksichtigt. Für die Beurteilung der Erschütterungen aus dem Baustellenverkehr werden die Außenränder der Arbeitsstreifen angesetzt.

## 4.3 Berechnungsansatz und Bewertung

### 4.3.1 Erschütterung infolge Rammarbeiten

Für alle weiteren Betrachtungen wird die technische Integrität der betroffenen Gebäude bzw. Bauwerke als voll gegeben vorausgesetzt.

Die Berechnungen werden mithilfe von DynRo (Unterlage U 4) für die Energiegruppen E5 und V4 durchgeführt. Daraus werden Abstände ermittelt, bei denen die Anhaltswerte der Tabelle 2 eingehalten werden. Die sich daraus ergebenden Abstände werden konservativ mit einem Toleranzzuschlag von 10 % beaufschlagt, um ggf. mögliche kleinräumige Abweichungen in der Ausführung vorab abzudecken.

Die Erschütterungszonen mit den betroffenen Gebäuden aus der Unterlage U 11 entlang der Trasse der ETL 179.200 sind in der Anlage A 1 dargestellt.

Im nächsten Schritt werden drei Zonen entlang der Trasse der ETL 179.200 um die angenommenen und geplanten Spundungsorte wie folgt definiert.

Erschütterungszone	Abstand zur Spundung	Außerhalb dieser Zone wird der Anhaltswert der Tabelle 1 eingehalten für
Zone 1	13,5 m	Zeile 1
Zone 2	42,5 m	Zeile 2
Zone 3	54,5 m	Zeile 3

Tabelle 5: Erschütterungszonen um die ETL 179.200

G:\2024\20624\07\_7.Lleistungsabruf\_Erschütterungsgutachten\_ETL179\02\_Bericht\20624-07\_Ga\_R01.docx

20624-7

Da die Außengrenze der Zone 3 eine konservative Entfernung zur Spundung widerspiegelt, wobei eine maximale Schwinggeschwindigkeit von 3 mm/s nicht<sup>1</sup> überschritten wird, und folglich für alle Bauarten nach Tabelle 1 als zulässig zu bewerten ist, werden die Rammarbeiten für die außerhalb dieser Zone befindlichen baulichen Anlagen ohne weitere Betrachtung als zulässig im Sinne der DIN 4150-3 (Unterlage U 3) bewertet.

Eine Bewertung der Erschütterungseinwirkungen auf Menschen nach DIN 4150-2 (Unterlage U 2) kann nur anhand des Prognoseverfahrens durchgeführt werden. Es ist festzulegen, ob die Normanforderungen während der Maßnahmen eingehalten werden können.

Rammarbeiten für Rohrgräben werden in der Regel innerhalb von ein bis zwei Tagen durchgeführt. Um für die Bauausführung maximale Flexibilität zu gewährleisten, werden hier konservativ drei Tage für die Einwirkungsdauer angesetzt.

Mit prognostizierten Schwinggeschwindigkeiten am äußeren Rand der Zone 3 (Tabelle 5) lässt sich die Anforderung der DIN 4150-2 (Unterlage U 2) mit der Einordnung in Stufe I einhalten.

Innerhalb der drei Erschütterungszonen wurden die folgenden Bauten identifiziert:

---

<sup>1</sup> Hindernisse im Untergrund oder die Durchörterung schwieriger Bodenschichten können grundsätzlich zu kurzfristiger Überschreitung der prognostizierten Schwinggeschwindigkeiten führen. Aufgrund der sehr geringen Einwirkungszeit können die Normanforderungen weiterhin als eingehalten angesehen werden.



Objekt- nummer	Bezeichnung	Standort	Adresse	Koordinaten ETRS 89 UTM 32	
				x	y
1	350000GDwk	21684 Stade	Flachsröppen	527550,50	5935953,90
2	3500006XE7	21680 Stade	Stadtweg 50	530574,70	5934294,10
3	3500006Xv9	21680 Stade	Stadtweg 50	530575,80	5934292,50
4	350000xGlr	21684 Stade	Altmarkstraße 25	530593,70	5934285,10
5	350000HkS1	21684 Stade	Braakweg	530783,92	5934244,87
6	350000HkRW	21684 Stade	Braakweg	530785,69	5934249,72
7	350000HkRQ	21684 Stade	Braakweg	530786,47	5934246,67
8	350000LRIG	21684 Stade	Kiebitzkamp	530961,50	5933894,80

Tabelle 6: Identifizierte Bauten innerhalb der Erschütterungszonen

Die oben aufgeführten Objekte werden individuell gemäß den Unterlagen U 2 und U 3 in Abhängigkeit von der Rammenergie wie folgt beurteilt:

Nach dem online verfügbaren „Denkmalatlas Niedersachsen“ (Unterlage U 12) befinden sich keine denkmalgeschützten Gebäude innerhalb der drei Erschütterungszonen.

Es konnten diverse Freileitungsmasten entlang der Trasse identifiziert werden, die sich außerhalb der Zone 1 befinden und somit ausreichenden Abstand zu den Rammarbeiten aufweisen, um die Anforderung der DIN 4150-3 zu erfüllen.

Die oben aufgeführten Objekte sind augenscheinlich überwiegend als gewerblich genutzte Gebäude, Industriebauten und ähnlich strukturierte Bauten zu identifizieren. Jedoch wird hier konservativ eine Beurteilung für Wohngebäude vorgenommen.

Die Beurteilung erfolgt mit der folgenden Beurteilungsmatrix. Die prognostizierten Schwinggeschwindigkeiten werden für die zugehörigen Abstände unter Einsatz der größten Rammgeräte nach Tabelle 3 ermittelt und dann nach den Kriterien der DIN 4150-3 beurteilt. Sofern die Anforderungen der Norm nicht eingehalten werden, werden iterativ die maximal zulässigen Energiegruppen festgelegt, bei denen die Anforderungen der DIN 4150-3 eingehalten werden können. Die Anforderungen der DIN 4150-2 werden dann für die zugelassenen Energiegruppen

überprüft. Hierzu erfolgt weiterhin eine iterative Beurteilung der Energiegruppen und somit die entsprechende Einstufung gemäß Kapitel 3.2.

Objekt-num-mer	Abstand zur Spun-dung in m	Zugelassene Energiegruppen nach Anforderung der DIN 4150-3		Einordnung der Energiegruppen nach Anforderung der DIN 4150-2					
				Stufe I	Stufe II	Stufe III	Stufe I	Stufe II	Stufe III
1	Gemäß U 6 befindet sich keine geplante Spundung im Umfeld des Objekts								
2	18	V1	E1			V0*, V1*	E0	E1	
3	21	V2	E2			V0, V1*, V2*	E0	E2	
4	48	V4	E5	V3	V4		E4	E5	
5	59	V4	E5	V4			E5		
6	61	V4	E5	V4			E5		
7	63	V4	E5	V4			E5		
8	Gemäß U 6 befindet sich keine geplante Spundung im Umfeld des Objekts								
* Bei Einsatz eines Rammgerätes dieser Energiegruppe kann/wird die Stufe III überschritten werden. Hierzu müssen vorab besondere Maßnahmen zu Minderung der Belästigung vorgenommen werden.									

Tabelle 7: Beurteilungsmatrix der Einflüsse der Rammarbeiten auf die betroffenen Objekte infolge der geplanten Spundung entlang der Trasse der ETL 179.200

Objekt-num-mer	Abstand zur Spun-dung in m	Zugelassene Energiegruppen nach Anforderung der DIN 4150-3		Einordnung der Energiegruppen nach Anforderung der DIN 4150-2					
				Stufe I	Stufe II	Stufe III	Stufe I	Stufe II	Stufe III
1	37	V4	E4	V1	V2	V3, V4*	E3	E4	
2	18	V1	E1			V0*, V1*	E0	E1	
3	21	V2	E2			V0, V1*, V2*	E0	E2	
4	45	V4	E5	V3		V4	E4	E5	
5	32	V3	E3		V1	V2*, V3*	E3		
6	33	V3	E4	V0	V1	V2, V3*	E2	E3	E4
7	34	V3	E4	V0	V1	V2, V3*	E2	E4	
8	43	V4	E5	V2	V3	V4	E4	E5	
* Bei Einsatz eines Rammgerätes dieser Energiegruppe kann/wird die Stufe III überschritten werden. Hierzu müssen vorab besondere Maßnahmen zu Minderung der Belästigung vorgenommen werden.									

Tabelle 8: Beurteilungsmatrix der Einflüsse der Rammarbeiten auf die betroffenen Objekte infolge der angenommenen Spundung entlang der Trasse der ETL 179.200

Die in Tabelle 7 und in Tabelle 10 (Kapitel 4.3.3) zugelassenen Energiegruppen zur Erfüllung der Anforderung der DIN 4150-3 gelten konservativ für Wohngebäude. Für alle oben aufgeführten Objekte, die gewerblich genutzt werden oder als

Industriebauten zu definieren sind, sind Rammarbeiten mittels Rammgeräten der Energiegruppen V4 und E5 zulässig. Ggf. sind die oben aufgeführten Energiegruppen zur Einhaltung der Anforderung der DIN 4150-2 zu beachten.

Gemäß Unterlage U 13 befindet sich angrenzend zur Erschütterungszone 3 der Leitungstrasse bei Station 05+000 ein Denkmal. Über diese Örtlichkeit stellt Unterlage U 12 jedoch keine weiteren Daten zur Verfügung.

Gemäß Unterlage U 6 sind in der Örtlichkeit keine Spundungs- oder Rammarbeiten vorgesehen. Sollte jedoch in späteren Planungsphasen festgestellt werden, dass an dieser Stelle Rammarbeiten erforderlich sind, ist gemäß Unterlage U 3 (Tabelle 1) eine maximale Schwinggeschwindigkeit von 3 mm/s einzuhalten.

Diese Anforderung wird erfüllt, wenn ein Mindestabstand von 50 m zur Spundung eingehalten wird, sofern Rammgeräte der Energiegruppe V4 und E5 aus Tabelle 4 zum Einsatz kommen. Für Rammgeräte mit geringerer Energie gelten entsprechend kleinere Mindestabstände.

#### 4.3.2 Erschütterung infolge Baustellenverkehr

Grundsätzlich sind verkehrsbedingte Schwingungen durch das für die Auslegung von Straßen anzusetzende Lastmodell (SLW60 oder LM1) durch einen pauschalen Schwingbeiwert abgedeckt und bedürfen keiner gesonderten Betrachtung.

Aus der Unterlage U 7 und Unterlage U 11 ist zu erkennen, dass die geplanten Arbeitsstreifen ausreichenden Abstand zu den Bauwerken aufweisen. Im Umfeld der Arbeitsstreifen wurden die folgenden Bauten identifiziert:

Objektnummer (aus Tabelle 6)	Abstand zum Außenrand der Arbeitsstreifen
2	3,9 m
3	3,4 m
5	8,1
6	9,6
7	9,7

Tabelle 9: Identifizierte Bauten im Umfeld der Arbeitsstreifen der ETL 179.200

Für die Beurteilung des Baustellenverkehrs wird konservativ und in Anlehnung an Unterlage U 5 eine maximale Schwinggeschwindigkeit von 5 mm/s angesetzt, um mögliche Unebenheiten in den Baustraßen und die dadurch verursachten Erschütterungen abzudecken. Die Anforderungen der DIN 4150-3 sind somit konservativ für Wohngebäude eingehalten.

Die Schwinggeschwindigkeit, die sich konservativ aus dem Außenrand der Arbeitsstreifen bis zum nächsten Objekt ausbreitet, beträgt maximal 2,87 mm/s. Die Anhaltswerte aus der Tabelle 2 sind für den Baustellenverkehr mit einer Einwirkungsdauer bis zu 26 Tagen anzusetzen.

Aus der maximal prognostizierten Schwinggeschwindigkeit wird eine maximal bewertete Schwingstärke  $KB_{Fmax}$  von bis zu 0,52 ermittelt. Die Anforderungen der Norm DIN 4150-2 sind somit eingehalten. Eine Überschreitung der Stufe II ist nicht zu erwarten.

#### 4.3.3 Erschütterung infolge Verdichtungsarbeiten

Da der Bedarf an Verdichtungsart und -intensität nicht verallgemeinert werden kann, werden hier Energiegruppen mit einzuhaltenden Abständen ermittelt.

Der einzuhaltende Abstand gilt von der Emission (Verdichtungsort) bis zur Immission (bauliche Anlage).

Als Einwirkungsdauer wird für die Verdichtungsarbeiten ein Tag eingesetzt.

Abstand zur Verdichtung in m	Zugelassene Energiegruppen nach Anforderung der DIN 4150-3	Zugelassene Energiegruppen nach Anforderung der DIN 4150-2		
		Stufe I	Stufe II	Stufe III
5	W1			W0*, W1*
10	W3		W0	W1, W2*, W3*
15	W3	W0	W1	W2, W3*
20	W3	W1	W2	W3
25	W3	W2	W3	
30	W3	W2	W3	
35	W3	W3		
* Bei Einsatz einer Vibrationswalze dieser Energiegruppe kann/wird die Stufe III überschritten werden. Hierzu müssen vorab besondere Maßnahmen zur Minderung der Belästigung vorgenommen werden.				

Tabelle 10: Zuordnung der zugelassenen Verdichtungsarbeiten in Abhängigkeit der einzuhaltenden Abstände

Die in Tabelle 10 zugelassenen Energiegruppen zur Erfüllung der Anforderung der DIN 4150-3 gelten konservativ für Wohngebäude. Für gewerblich genutzte Bauten oder Industriebauten sind sie mit geringeren Abständen zulässig. Ggf. sind die Anforderungen der DIN 4150-2 zu beachten.

## 5. Fazit

Die geplanten Ramm- und Verdichtungsarbeiten für die Errichtung der ETL 179.200 können, unter Einhaltung der in Tabelle 7 und Tabelle 10 angegebenen zugelassenen Energiegruppen, basierend auf den Anforderungen der DIN 4150-3 durchgeführt werden, ohne dass mit Gebäudeschäden zu rechnen ist, solange die technische Integrität der betroffenen Gebäude bzw. Bauwerke voll gegeben ist. Wird (z. B. im Rahmen der Beweissicherung oder Ausführung) eine Minderung bzw. eine Beeinträchtigung der technischen Integrität eines Bauwerks festgestellt, muss die Zulässigkeit der beabsichtigten Bauarbeiten detailliert überprüft werden. Hierfür können gesonderte Anhaltswerte bzw. ggf. zu treffende Sicherungsmaßnahmen (wie beispielsweise messtechnische Baubegleitung etc.) definiert werden.

Die Beurteilung der Erschütterungseinwirkung auf Menschen ist von mehreren Faktoren abhängig, vor allem von der Einwirkungsdauer. Es wurden konservativ drei Tage Einwirkungsdauer für die Rammarbeiten und ein Tag Einwirkungsdauer für die Verdichtungsarbeiten angesetzt. Bei Einhaltung der in Tabelle 7 und Tabelle 10 angegebenen zugelassenen Energiegruppen, basierend auf den Anforderungen der DIN 4150-2, führt die Bewertung zu folgenden Ergebnissen:

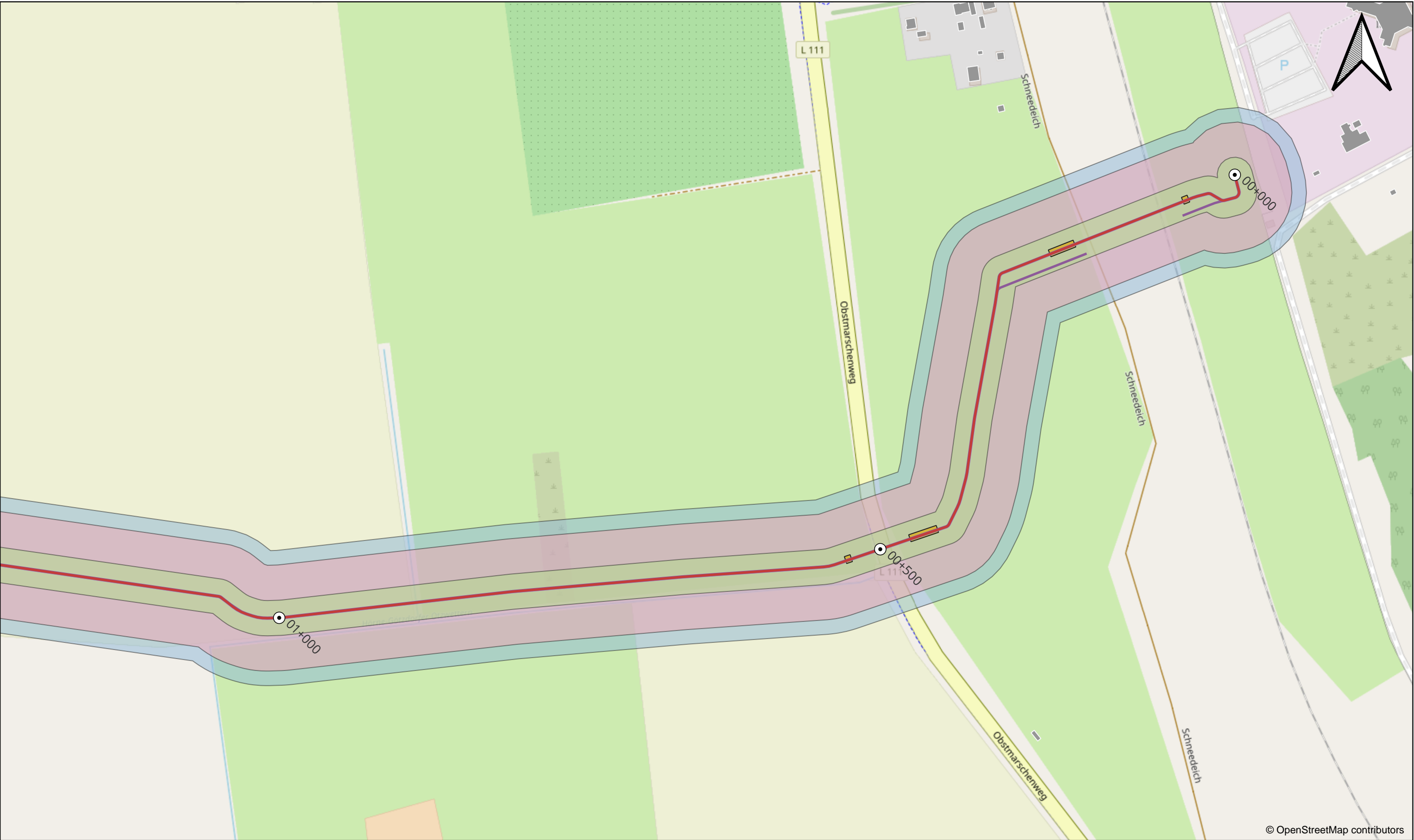
- **Stufe I:**  
Auch ohne besondere Vorinformation ist nicht mit erheblichen Belästigungen zu rechnen.
- **Stufe II:**  
Es ist ebenfalls noch nicht mit erheblicher Belästigung zu rechnen, vorausgesetzt es werden die in Kapitel 3.2 aufgeführten Maßnahmen ergriffen. Mit zunehmender Überschreitung dieser Stufe nimmt die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von erheblichen Belästigungen zu. Hierfür ist zu prüfen, ob die Durchführung der Baumaßnahme mit erschütterungsarmer oder weniger intensiver Erschütterung möglich ist.
- **Stufe III:**
  - Der Einsatz der unteren Energiegruppe ist zu prüfen. Bei unvermeidbarer Überschreitung dieser Stufe sind besondere, über die in Kapitel 3.2 aufgeführten hinausgehende, Maßnahmen zu vereinbaren.

- Die Einwirkungsdauer ist, wo möglich, im Sinne der Abminderung der Belästigung zu verkürzen bzw. zu dämpfen, z. B. durch längere Pausen.
- Für Erschütterungen während der Nacht sowie an Sonn- und Feiertagen gelten ggf. gesonderte Anhaltswerte.
- Besonders schutzbedürftige Objekte, z. B. Krankenhäuser, wurden im betrachteten Bereich nicht berücksichtigt. Ggf. gelten für diese Objekte besondere Kriterien und Anhaltswerte.

## Anlage

- A 1      Erschütterungszonen und betroffene Objekte entlang der Trasse der  
                 ETL 182





© OpenStreetMap contributors

**Legende**

- ⊙ Stationierung\_500m

— ETL 179.200

— Spundungsabschnitte

■ geplante Spundung

■ Bauwerk Erschütterungszone 1
- Bauwerk Erschütterungszone 2

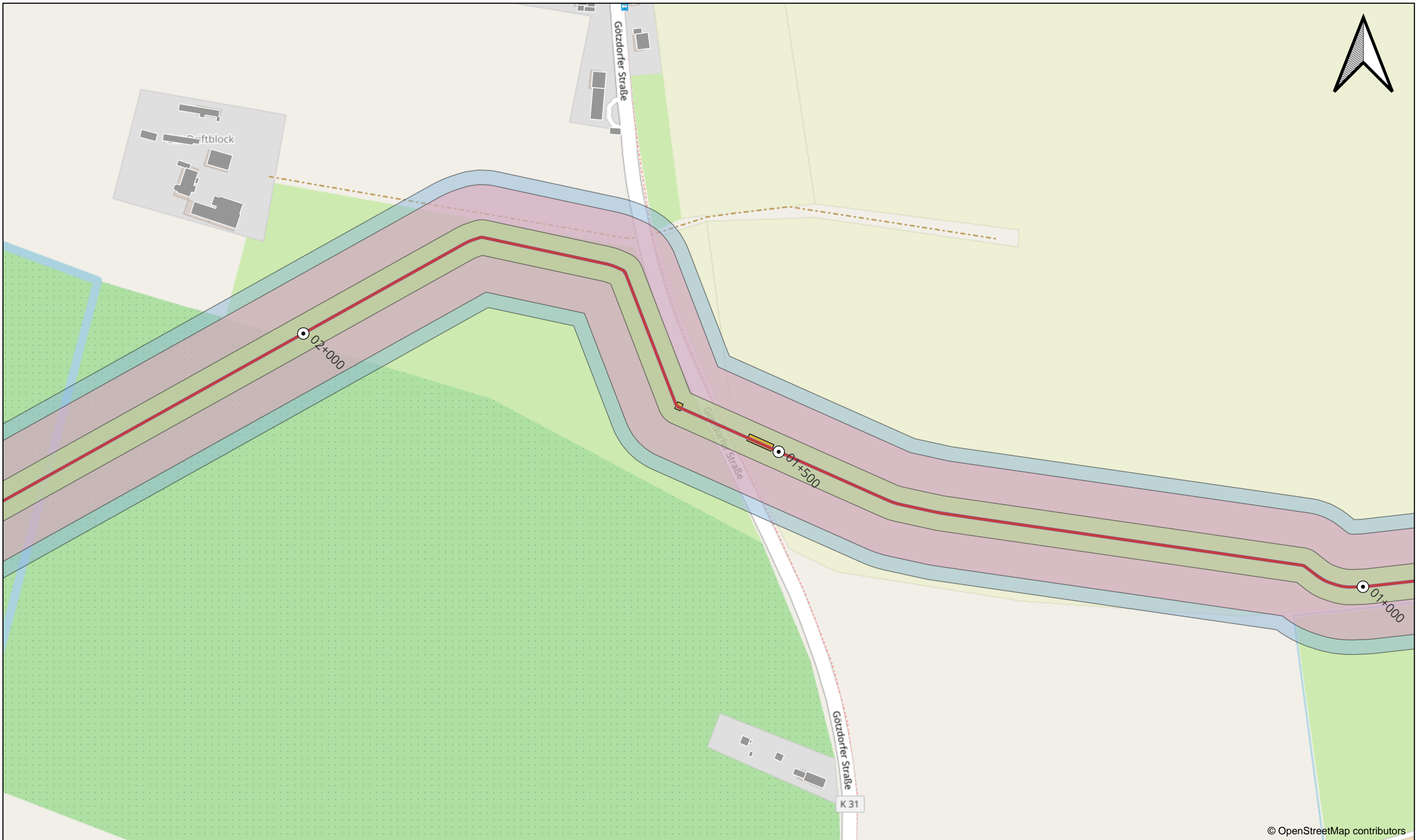
■ Bauwerk Erschütterungszone 3

■ Erschütterungszone 1

■ Erschütterungszone 2

■ Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
			1 : 5.000	20624.07	1
Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>		
Geprüft:	28.01.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					

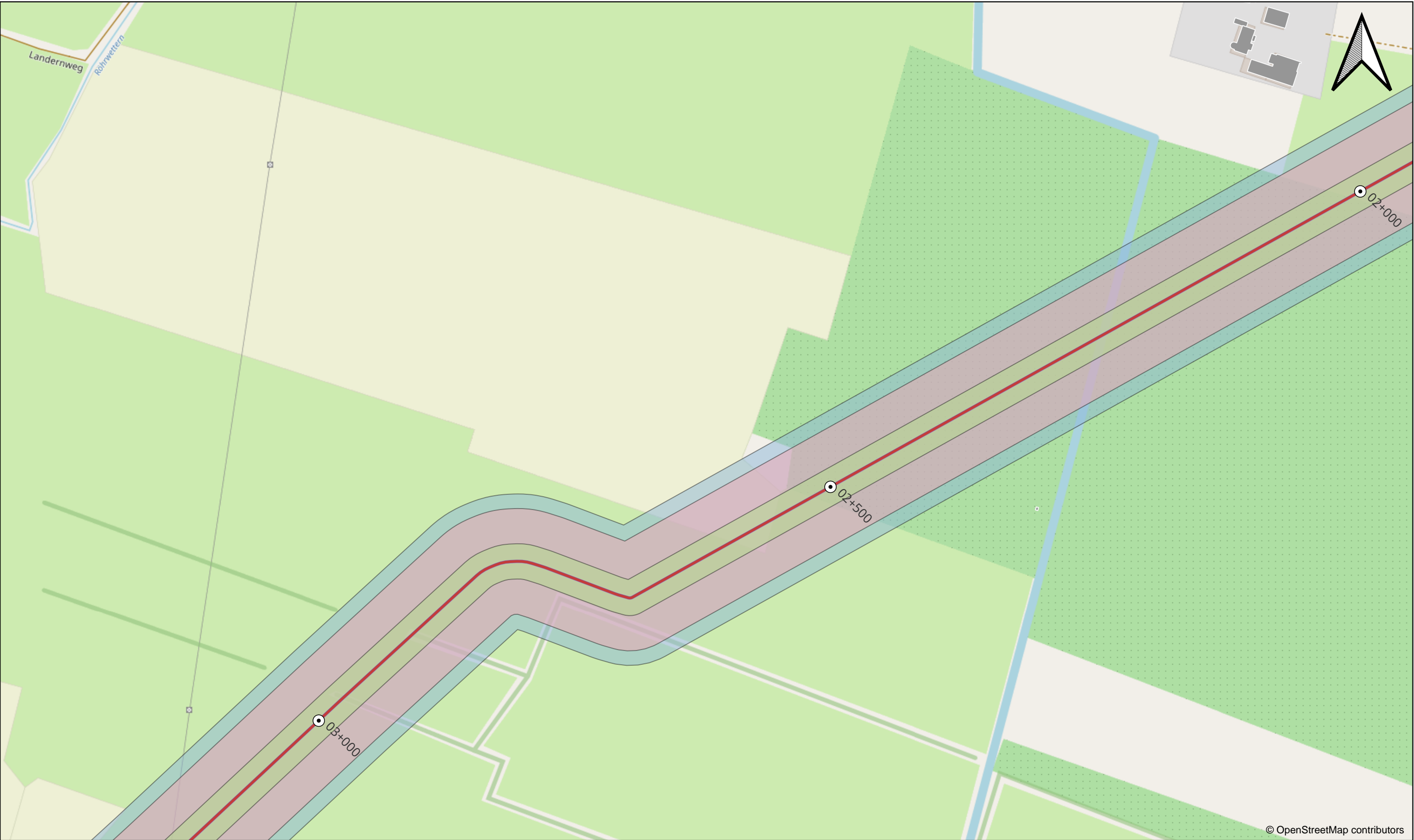


© OpenStreetMap contributors

**Legende**

- ⊙ Stationierung\_500m
- ETL 179.200
- Spundungsabschnitte
- geplante Spundung
- Bauwerk Erschütterungszone 1
- Bauwerk Erschütterungszone 2
- Bauwerk Erschütterungszone 3
- Erschütterungszone 1
- Erschütterungszone 2
- Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
			1 : 5.000	20624.07	2
Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>		
Geprüft:	28.01.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					

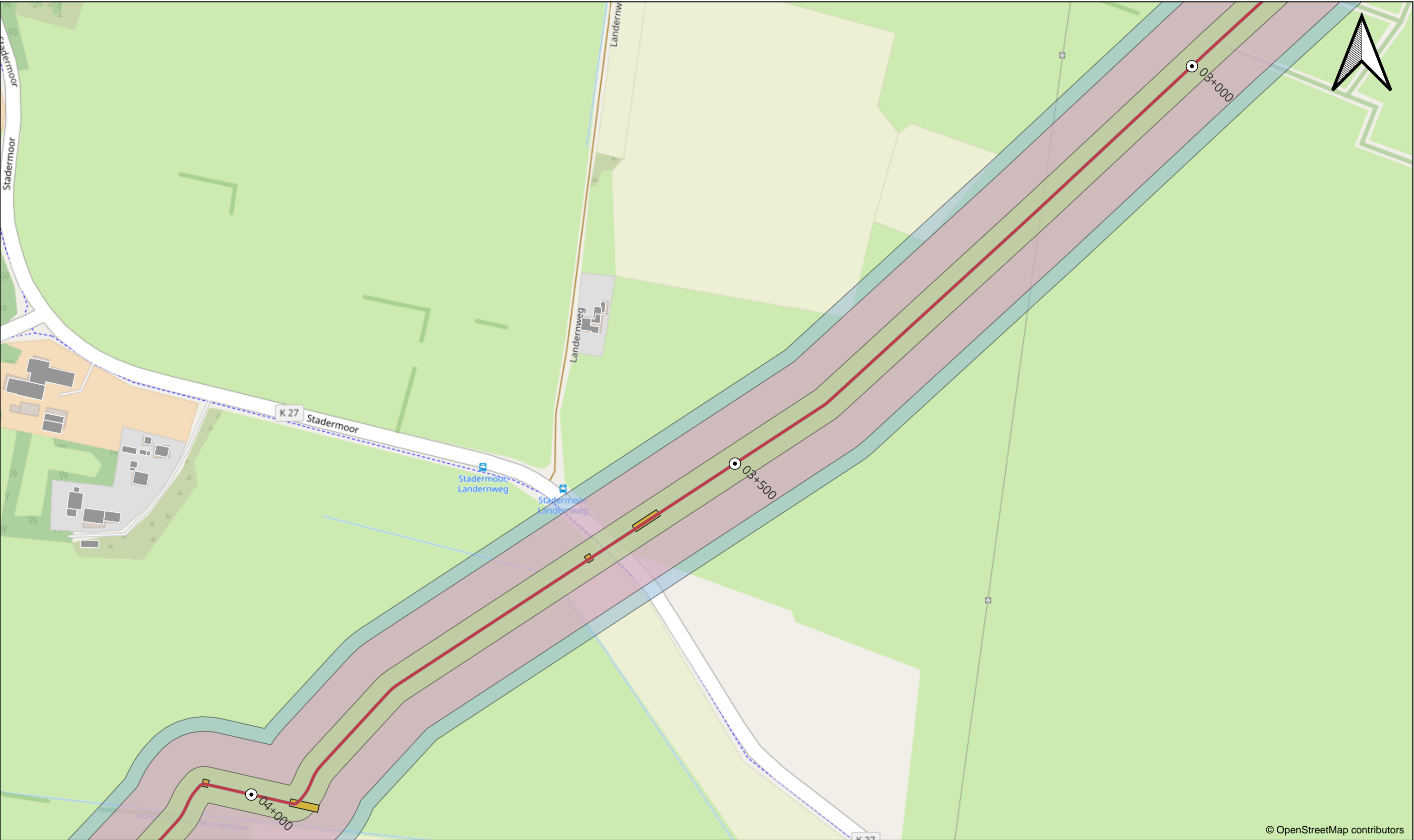


© OpenStreetMap contributors

**Legende**

- Stationierung\_500m
- ETL 179.200
- Spundungsabschnitte
- geplante Spundung
- Bauwerk Erschütterungszone 1
- Bauwerk Erschütterungszone 2
- Bauwerk Erschütterungszone 3
- Erschütterungszone 1
- Erschütterungszone 2
- Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
			1 : 5.000	20624.07	3
Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>		
Geprüft:	28.01.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					



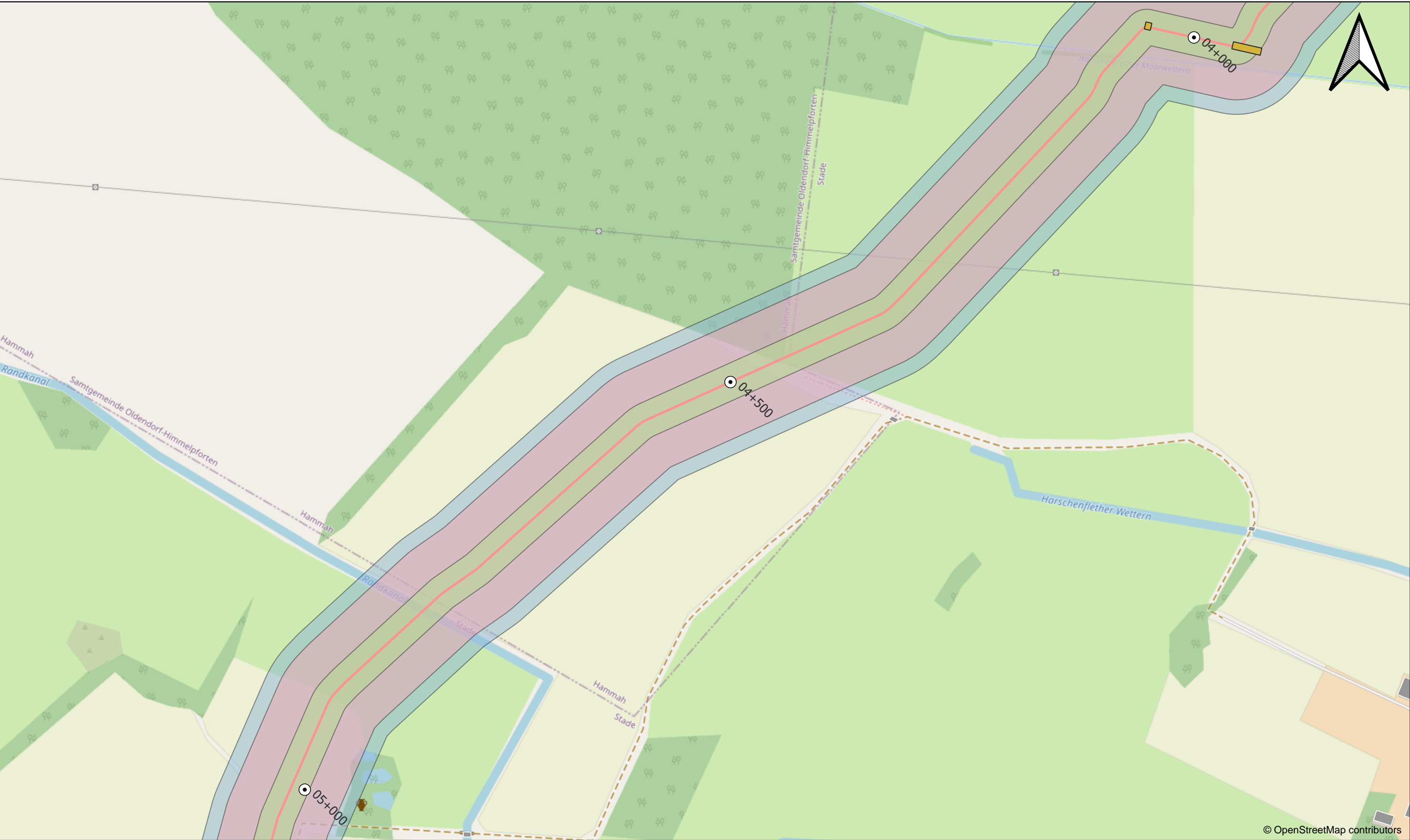
© OpenStreetMap contributors

**Legende**

- Stationierung\_500m
- ETL 179.200
- Spundungsabschnitte
- geplante Spundung
- Bauwerk Erschütterungszone 1
- Bauwerk Erschütterungszone 2
- Bauwerk Erschütterungszone 3
- Erschütterungszone 1
- Erschütterungszone 2
- Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
			1 : 5.000	20624.07	4
Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>		
Geprüft:	28.01.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					





© OpenStreetMap contributors

**Legende**

- ⊙ Stationierung\_500m

— ETL 179.200

- - Spundungsabschnitte

■ geplante Spundung

■ Bauwerk Erschütterungszone 1
- Bauwerk Erschütterungszone 2

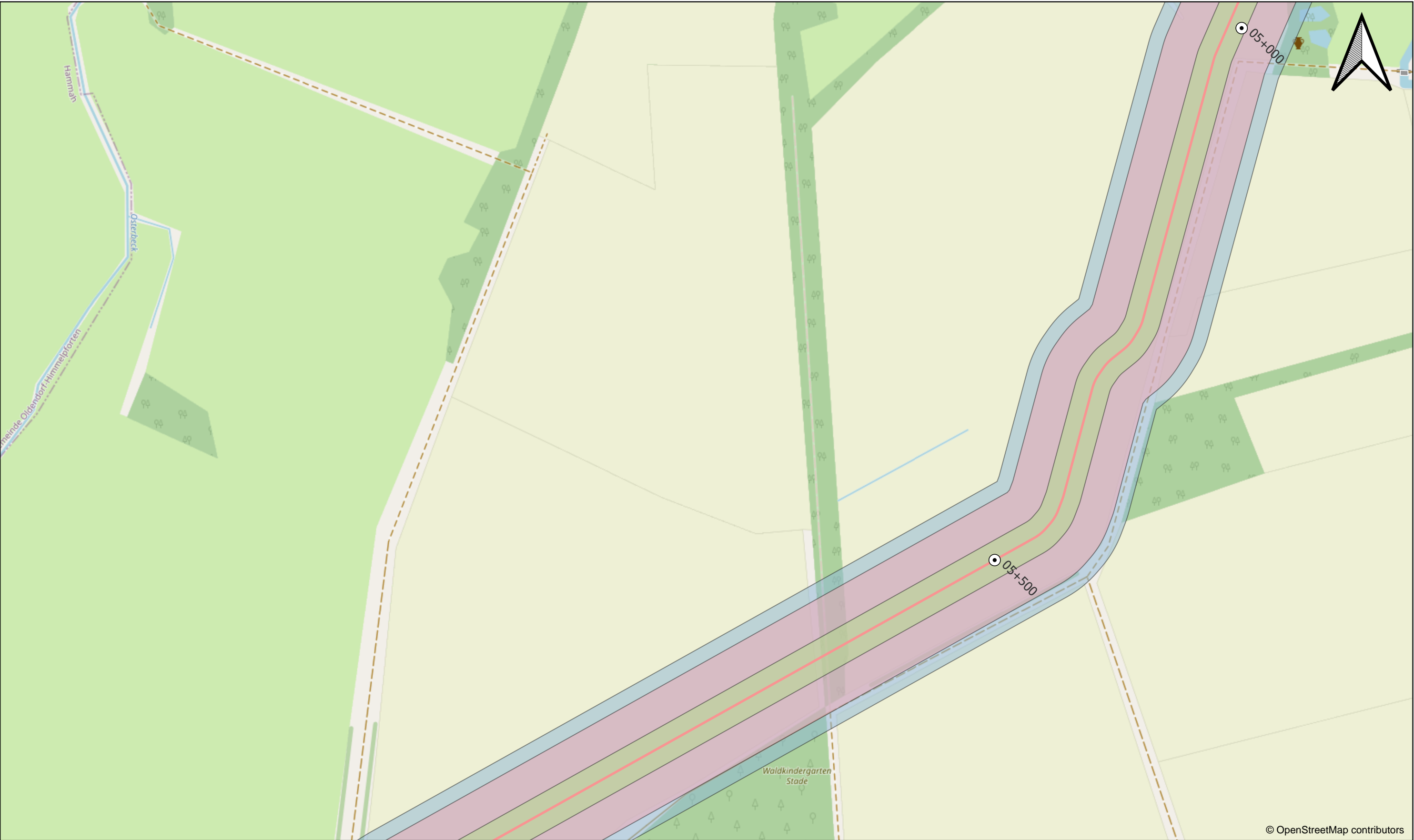
■ Bauwerk Erschütterungszone 3

■ Erschütterungszone 1

■ Erschütterungszone 2

■ Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
			1 : 5.000	20624.07	5
Bearbeitet:	25.02.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>		
Geprüft:	25.02.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					



© OpenStreetMap contributors

Legende

- ⦿ Stationierung\_500m

— ETL 179.200

— Spundungsabschnitte

■ geplante Spundung

■ Bauwerk Erschütterungszone 1
- Bauwerk Erschütterungszone 2

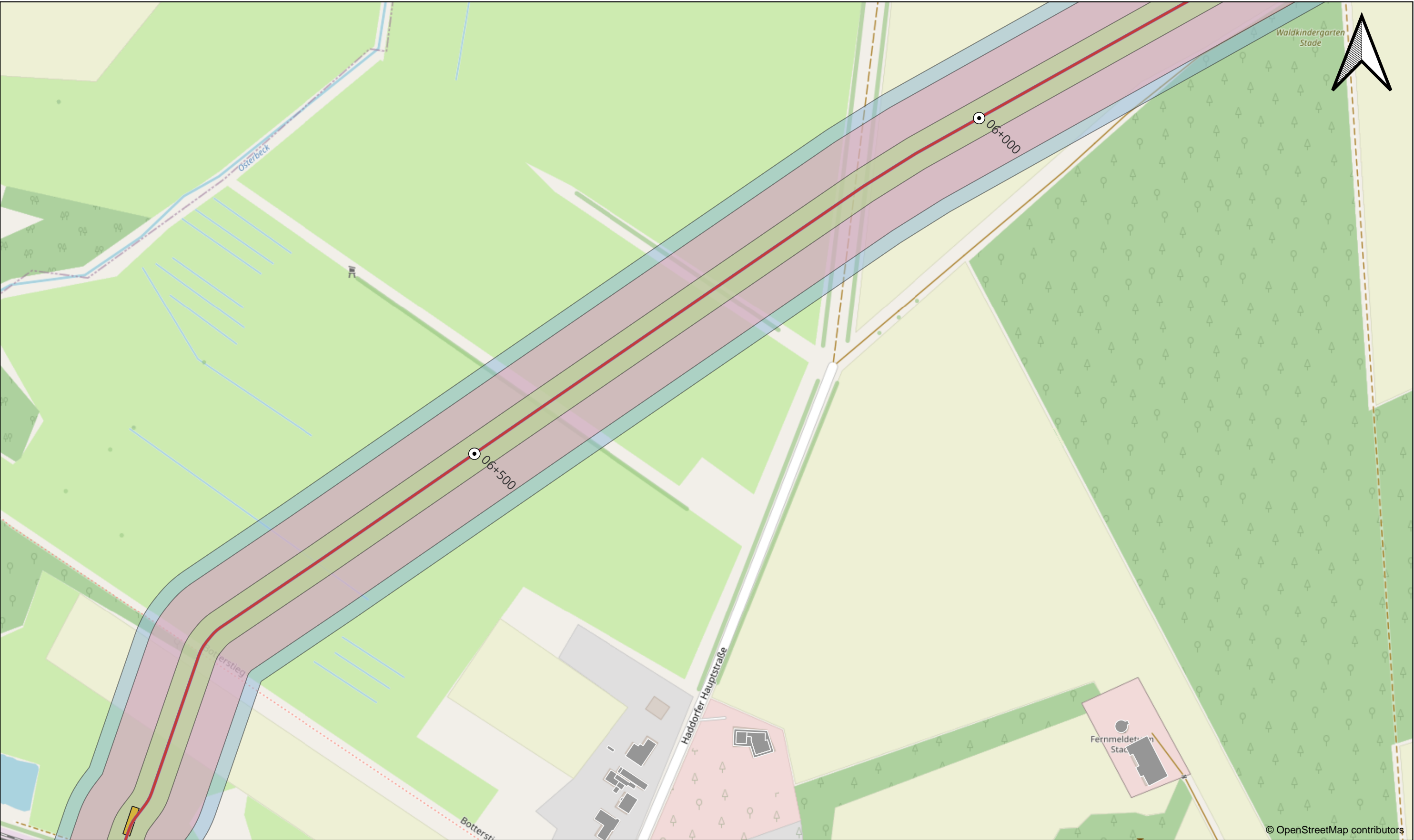
■ Bauwerk Erschütterungszone 3

■ Erschütterungszone 1

■ Erschütterungszone 2

■ Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
			1 : 5.000	20624.07	6
Bearbeitet:	25.02.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>		
Geprüft:	25.02.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					



<u>Legende</u>		Datum		Name		Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
						1 : 5.000	20624.07	7
⊙ Stationierung_500m	■ Bauwerk Erschütterungszone 2	Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	Skife	<div>Veenker Ingenieure</div>		
— ETL 179.200	■ Bauwerk Erschütterungszone 3							
— Spundungsabschnitte	■ Erschütterungszone 1	Geprüft:	28.01.2025	Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200				
■ geplante Spundung	■ Erschütterungszone 2							
■ Bauwerk Erschütterungszone 1	■ Erschütterungszone 3							





Legende

⊙ Stationierung\_500m

— ETL 179.200

— Spundungsabschnitte

geplante Spundung

Bauwerk Erschütterungszone 1

Bauwerk Erschütterungszone 2

Bauwerk Erschütterungszone 3

Erschütterungszone 1

Erschütterungszone 2

Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab: 1 : 5.000	Proj.-Nr.: 20624.07	Blatt-Nr.: 8
Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div><div>Veenker</div><div>Ingenieure</div></div>		
Geprüft:	28.01.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					







© OpenStreetMap contributors

### Legende

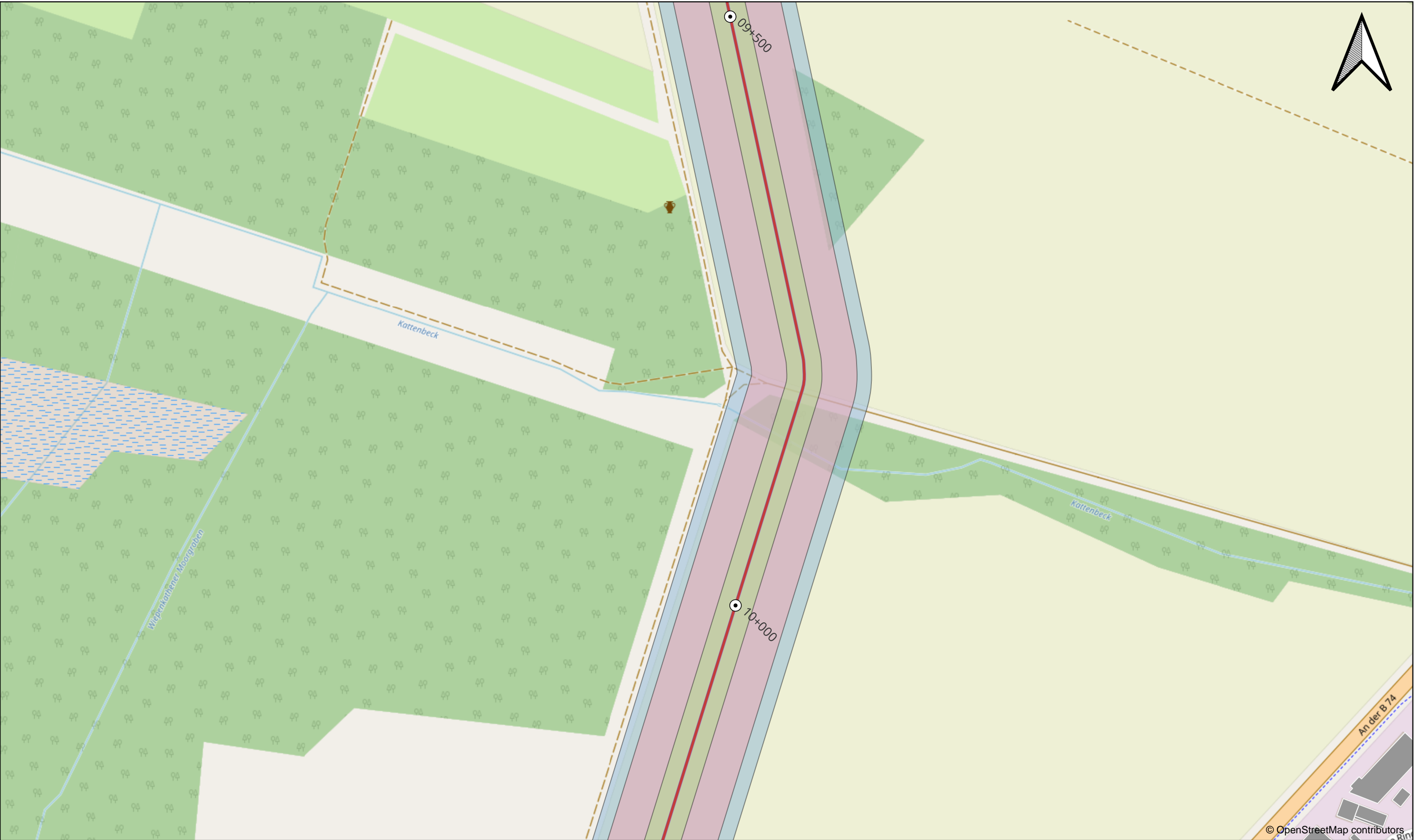
- Stationierung\_500m
- ETL 179.200
- Spundungsabschnitte
- geplante Spundung
- Bauwerk Erschütterungszone 1
- Bauwerk Erschütterungszone 2
- Bauwerk Erschütterungszone 3
- Erschütterungszone 1
- Erschütterungszone 2
- Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
			1 : 5.000	20624.07	10
Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>		
Geprüft:	28.01.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					

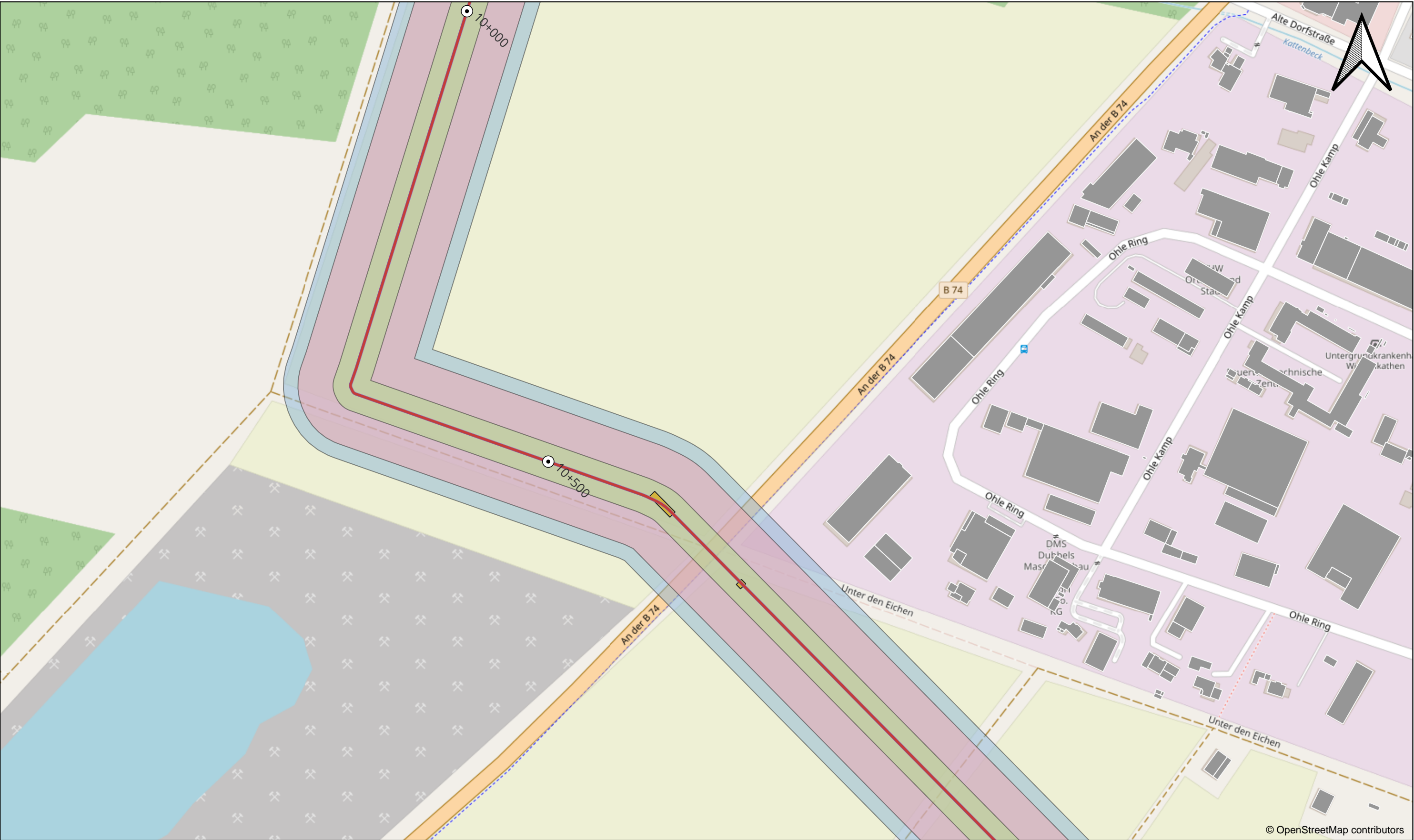


Legende		Datum		Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:	
					1 : 5.000	20624.07	11	
⊙ Stationierung_500m		Bauwerk Erschütterungszone 2		Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>	
— ETL 179.200		Bauwerk Erschütterungszone 3		Geprüft:	28.01.2025	Skife		
— Spundungsabschnitte		Erschütterungszone 1		Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200				
■ geplante Spundung		Erschütterungszone 2						
■ Bauwerk Erschütterungszone 1		Erschütterungszone 3						





Legende		Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
				1 : 5.000	20624.07	12
⊙ Stationierung_500m	<div></div> Bauwerk Erschütterungszone 2	Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>	
— ETL 179.200	<div></div> Bauwerk Erschütterungszone 3	Geprüft:	28.01.2025	Skife		
— Spundungsabschnitte	<div></div> Erschütterungszone 1	Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200				
<div></div> geplante Spundung	<div></div> Erschütterungszone 2					
<div></div> Bauwerk Erschütterungszone 1	<div></div> Erschütterungszone 3					



© OpenStreetMap contributors

**Legende**

- ⊙ Stationierung\_500m

— ETL 179.200

— Spundungsabschnitte

■ geplante Spundung

■ Bauwerk Erschütterungszone 1
- Bauwerk Erschütterungszone 2

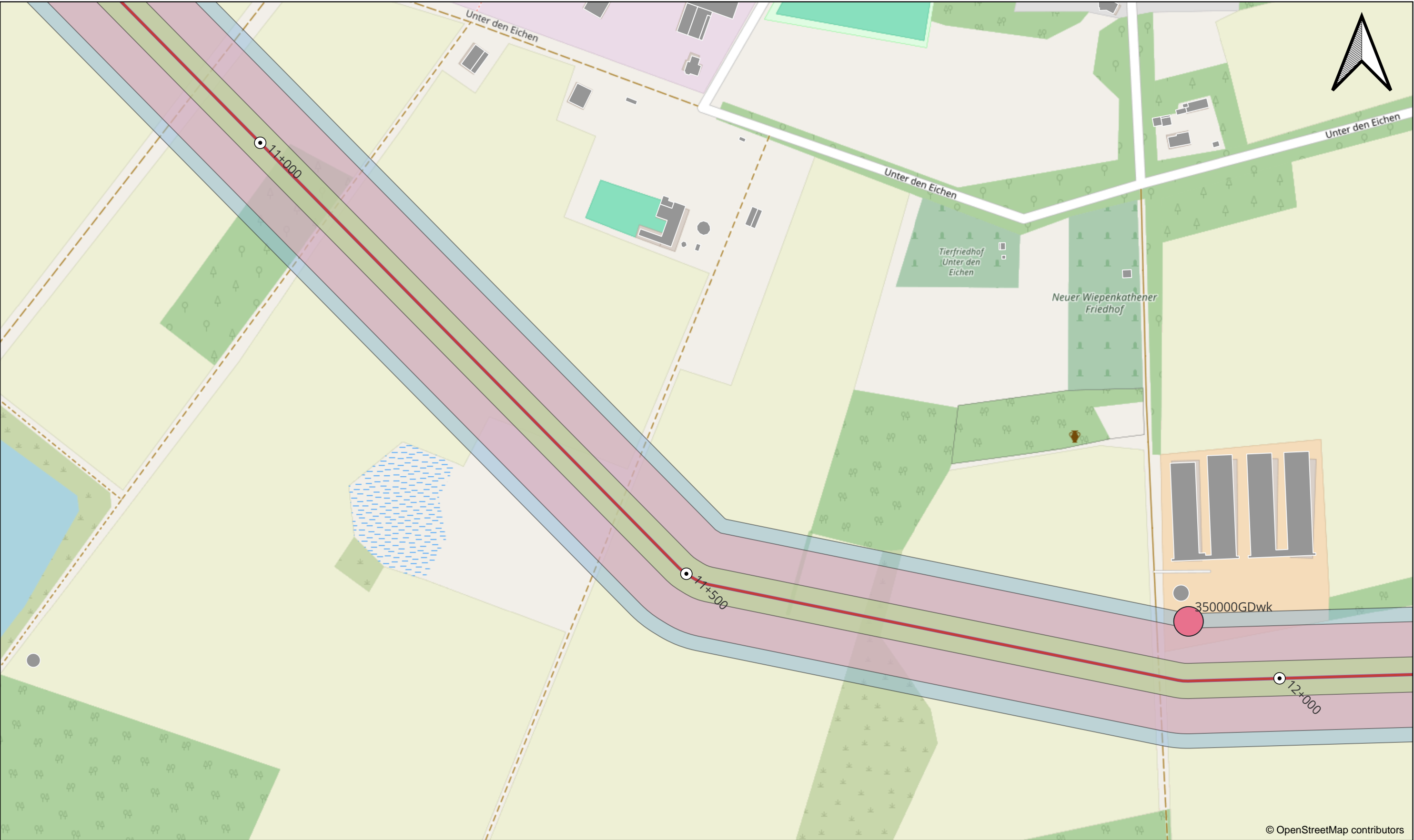
■ Bauwerk Erschütterungszone 3

■ Erschütterungszone 1

■ Erschütterungszone 2

■ Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
			1 : 5.000	20624.07	13
Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>		
Geprüft:	28.01.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					



<div><div><div>Legende</div><div><div><div><div>⊙ Stationierung_500m</div><div>ETL 179.200</div><div>Spundungsabschnitte</div><div>geplante Spundung</div><div>Bauwerk Erschütterungszone 1</div></div><div><div><div>Bauwerk Erschütterungszone 2</div><div>Bauwerk Erschütterungszone 3</div><div>Erschütterungszone 1</div><div>Erschütterungszone 2</div><div>Erschütterungszone 3</div></div></div></div></div></div></div>			Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:	
						1 : 5.000	20624.07	14
			Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div><div>Veenker</div><div>Ingenieure</div></div>		
			Geprüft:	28.01.2025	Skife			
			Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					





© OpenStreetMap contributors

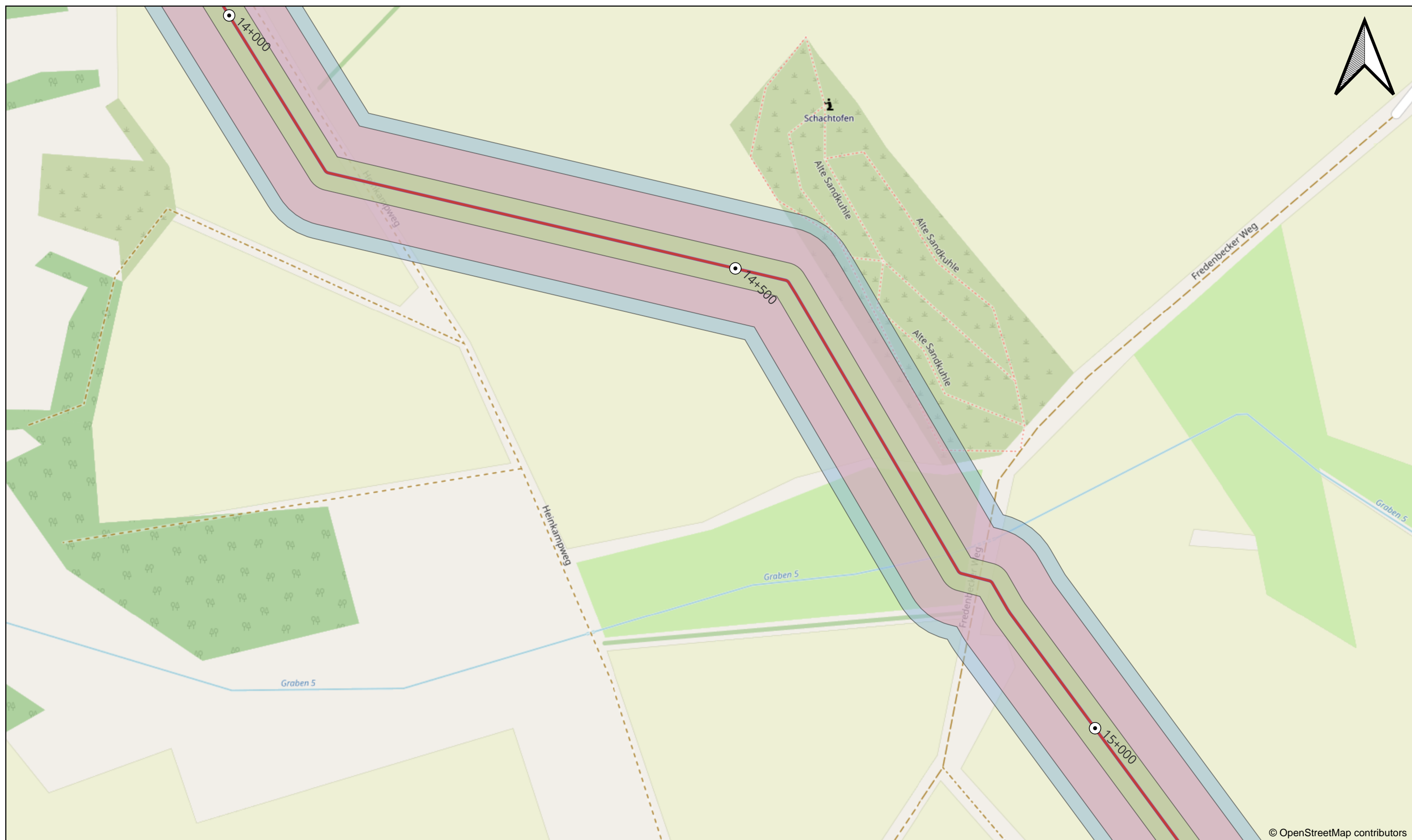
**Legende**

- ⊙ Stationierung\_500m
- ETL 179.200
- Spundungsabschnitte
- geplante Spundung
- Bauwerk Erschütterungszone 1
- Bauwerk Erschütterungszone 2
- Bauwerk Erschütterungszone 3
- Erschütterungszone 1
- Erschütterungszone 2
- Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
			1 : 5.000	20624.07	15
Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>		
Geprüft:	28.01.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					






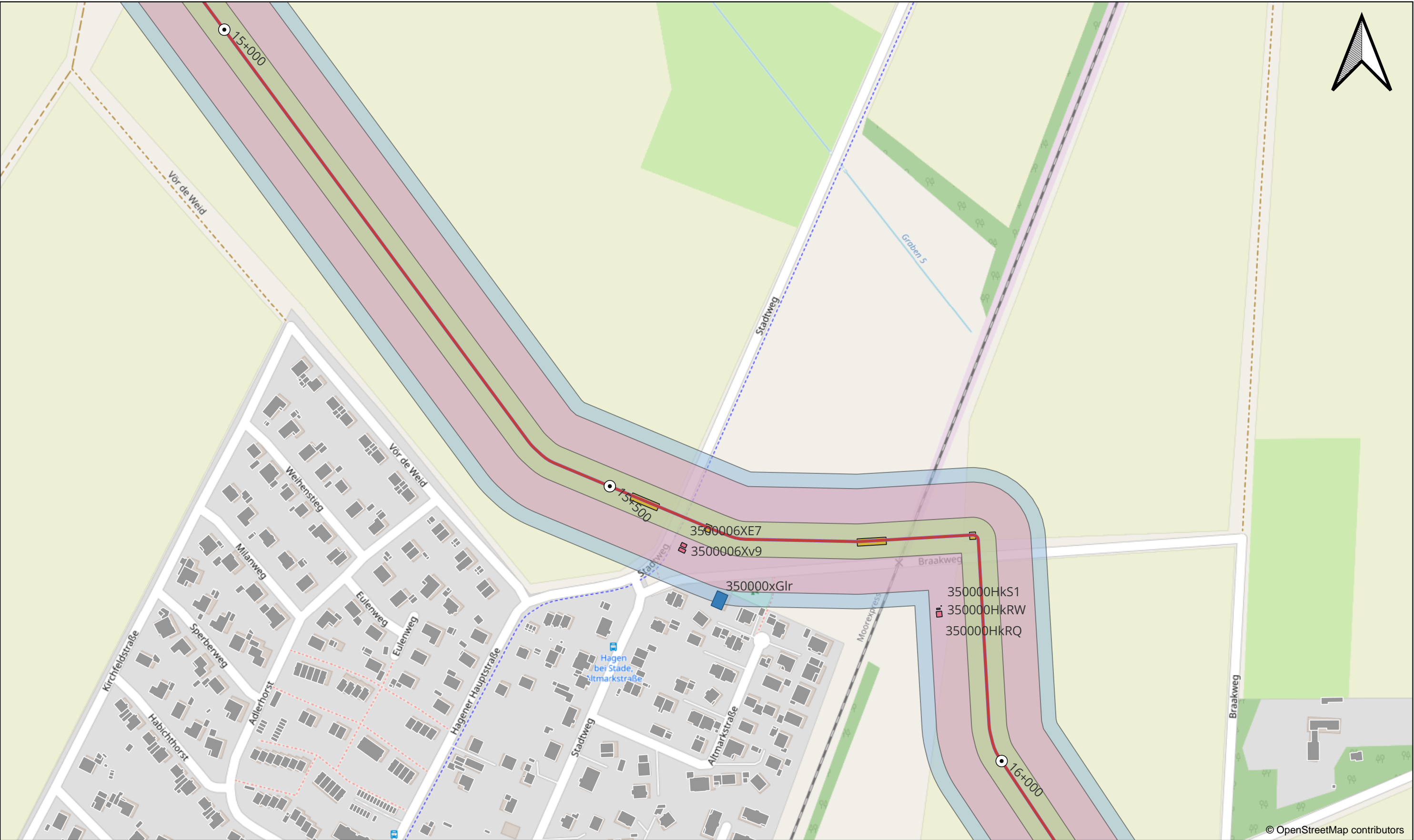


### Legende

- ⊙ Stationierung\_500m
- ETL 179.200
- Spundungsabschnitte
- geplante Spundung
- Bauwerk Erschütterungszone 1

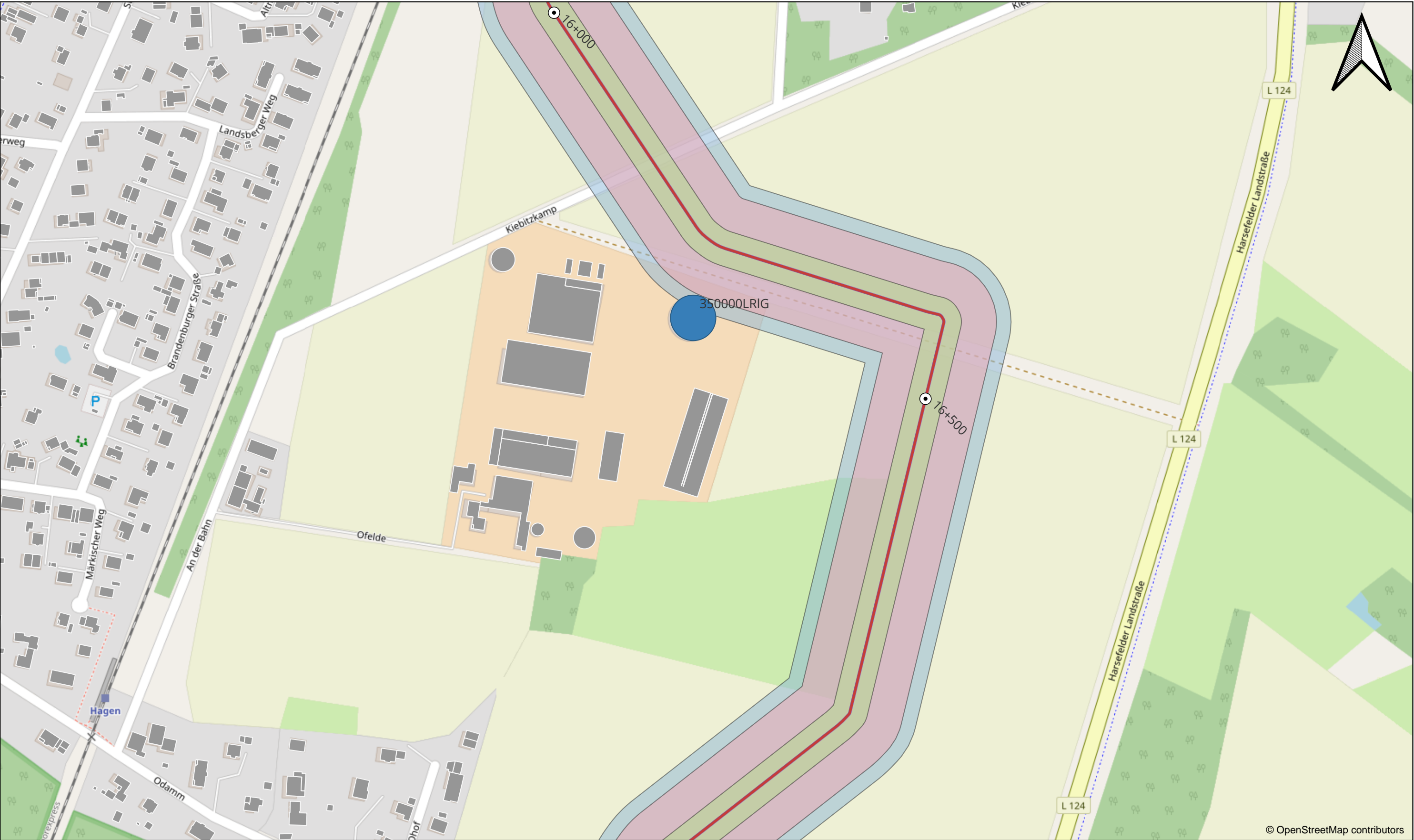
- Bauwerk Erschütterungszone 2
- Bauwerk Erschütterungszone 3
- Erschütterungszone 1
- Erschütterungszone 2
- Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
			1 : 5.000	20624.07	17
Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann			
Geprüft:	28.01.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					



Legende		Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
				1 : 5.000	20624.07	18
⊙ Stationierung_500m	■ Bauwerk Erschütterungszone 2	Bearbeitet:	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>		
— ETL 179.200	■ Bauwerk Erschütterungszone 3	Geprüft:	Skife			
— Spundungsabschnitte	■ Erschütterungszone 1	Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200				
■ geplante Spundung	■ Erschütterungszone 2					
■ Bauwerk Erschütterungszone 1	■ Erschütterungszone 3					





© OpenStreetMap contributors

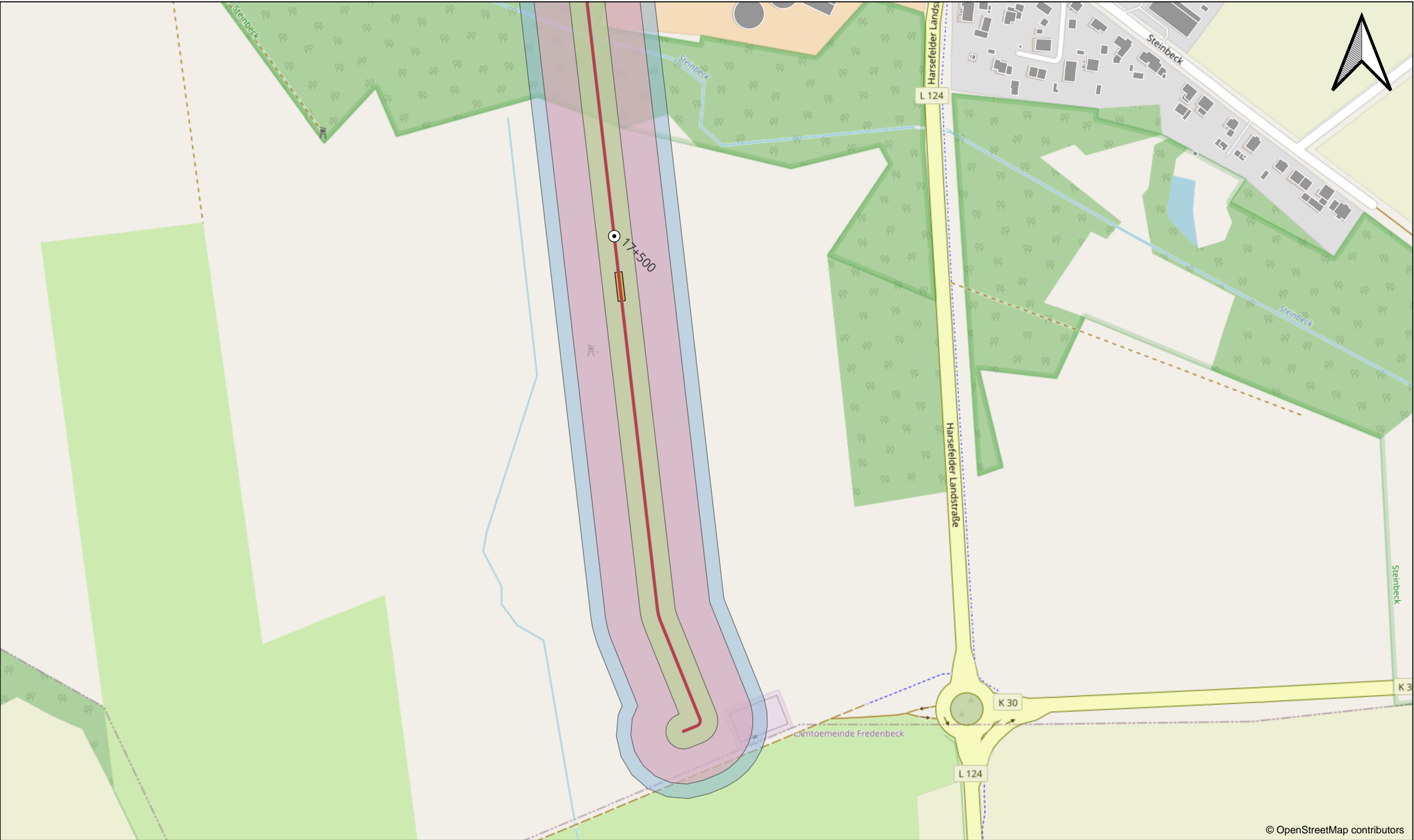
**Legende**

- ⊙ Stationierung\_500m
- ETL 179.200
- Spundungsabschnitte
- geplante Spundung
- Bauwerk Erschütterungszone 1
- Bauwerk Erschütterungszone 2
- Bauwerk Erschütterungszone 3
- Erschütterungszone 1
- Erschütterungszone 2
- Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
			1 : 5.000	20624.07	19
Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>		
Geprüft:	28.01.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					







© OpenStreetMap contributors

**Legende**

- ⊙ Stationierung\_500m
- ETL 179.200
- Spundungsabschnitte
- geplante Spundung
- Bauwerk Erschütterungszone 1
- Bauwerk Erschütterungszone 2
- Bauwerk Erschütterungszone 3
- Erschütterungszone 1
- Erschütterungszone 2
- Erschütterungszone 3

	Datum	Name	Maßstab:	Proj.-Nr.:	Blatt-Nr.:
			1 : 5.000	20624.07	21
Bearbeitet:	28.01.2025	Grundmann	<div>Veenker Ingenieure</div>		
Geprüft:	28.01.2025	Skife			
Bewertung der induzierten Erschütterungen im Zuge der Errichtung der ETL 179.200					