



**Auftrags-Nr. 19154**

Bearbeitungszeitpunkt 27.01.2020

# Geotechnisches Eignungsgutachten

1. Bericht

## **Projekt**

Bebauung von Industrie- und Gewerbeflächen (ehemalige BE-Flächen) auf dem Betriebsgelände der Trianel Kohlekraftwerk Lünen GmbH & Co. KG

## **Auftraggeber/in**

Trianel Kohlekraftwerk Lünen GmbH & Co. KG  
Frydagstraße 40  
44536 Lünen

Dieses Gutachten besteht aus 22 Seiten und 5 Anlagen.



### Inhaltsverzeichnis

1. Vorgang	3
2. Geotechnische Kategorie	4
3. Bau-/Untergrundbeschreibung	5
4. Herrichtung der Baustelleneinrichtungsflächen	10
5. Beurteilung von Schadstoffpotenzialen	12
6. Gründung	13
7. Beurteilung der Versickerung	20
8. Schlussbemerkungen	21

### Anlagenverzeichnis

- 1.1 Übersichtslageplan im Maßstab 1:25000 mit Eintragung des Areal
- 1.2 Luftbild im Maßstab 1:5000 mit Übersicht des Gesamtstandortes
- 1.3 Lageplan im Maßstab 1:3000 mit Eintragung der Flächen
- 2 Exemplarische Grundbruch- und Setzungsberechnungen nach Eurocode (EC) 7
- 3 Bodenkennwerte nach DIN 18196 und DIN 18300
- 4 Erdbebenzonen der BRD nach DIN EN 1998-1
- 5 Altlastenkatasterauskunft des Kreises Unna



## 1. Vorgang

Die Trianel Kohlekraftwerk Lünen GmbH & Co. KG plant die Vermarktung/Umnutzung von Verkehrsflächen. Hierbei handelt es sich um die westlich des eigentlichen Kraftwerkstandortes gelegenen, ehemaligen BE-Flächen (Baustelleneinrichtungsflächen) 1, 2 und 5. Die o. g. Flächen liegen teilweise auf Lünen sowie größtenteils auf Waltroper Stadtgebiet. Für die Vermarktung/Umnutzung sind die folgenden Flurstücke vorgesehen:

- 198, 200 tlw., 207, 257, 259 bis 264 sowie 331 bis 335

Die Dr. Melchers Geologen sind durch die Trianel Kohlekraftwerk Lünen GmbH & Co. KG beauftragt worden, ein geotechnisches Eignungsgutachten zur Bebauung der o. g. Flächen zu erstellen. Dabei sollen folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Benennung der Geotechnischen Kategorie (GK), inkl. Bodenklassifizierung
- Aussagen zu den Untergrund- und Grundwasserverhältnissen, inkl. Bemessungswasserstand und Betonaggressivität sowie Frostsicherheit
- Anforderungen an die Gründung (Flach-/Tiefgründung) von Bauwerken, inkl. Erfordernisse von Bodenverbesserungen, Bodenaustausch etc.
- Vergabe von Kennwerten für die Art und Bemessung von Fundamenten
- Versickerungsfähigkeit von Niederschlagswässern
- Beurteilung von Schadstoffpotenzialen
- Zuordnung der Erdbebenzone
- Beschreibung von Besonderheiten des Areal

### 1.1 Bautechnische Angaben

Die gesamten BE-Flächen besitzen eine Größe von ca. 91.000 m<sup>2</sup>. Diese schlüsseln sich wie folgt auf:

- BE 1: ~ 32.550 m<sup>2</sup>
- BE 2: ~ 39.400 m<sup>2</sup>
- BE 5: ~ 19.000 m<sup>2</sup>



## 1.2 Bearbeitungsunterlagen

Für die Bearbeitung wurde ein aktualisierter Lageplan der Fläche (Lünen Flur 1/Waltrop Flur 10) übernommen und verwendet. Weiterhin wurden folgende Unterlagen für die Beurteilung genutzt:

- **06088**, Gründungstechnisches Gutachten - Neubau eines Kohlekraftwerkes der Trianel in Lünen -, hier: Baugrunduntersuchung und gründungstechnische Beratung sowie Kontaminationsbeurteilung des Untergrundes und Risikoabschätzung. 1. bis 4. Bericht, Ausführungszeitraum 12.09.2006 bis 03.08.2007
- **08014**, Fachgutachten zum Bodenmanagement, Stand 14.04.2008
- **08153**, Fremdüberwachungen der BE- Flächen hinsichtlich der Verdichtung der eingebauten Ersatzbaustoffe mittels Plattendruckversuchen, Zeitraum September 2008 bis April 2009
- Altlastenkatasterauskunft des Kreises Unna, Stand 19.04.2007

## 1.3 Sonstige verwendete Unterlagen

Für die weitere Bewertung wurden diverse Pläne der Ingenieurgesellschaft für Industriebau, Wasser- und Abfallwirtschaft (IWA) mbH aus Ennigerloh sowie Gutachten und Stellungnahmen der Ingenieurberatung Diplom Geologen Firchow & Melchers GbR genutzt.

## 2. Geotechnische Kategorie

Die DIN 4020 -Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke- ist eine Norm, die sich mit den für Deutschland gültigen Festlegungen zu geologischen Untersuchungen im Bauwesen beschäftigt. Zur Norm gehört ein Beiblatt 1: Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Anwendungshilfen, Erklärungen. Sie ergänzt die für Europa gültige EN 1997-2 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds. Geotechnische Untersuchungen nach dieser Norm sind Voraussetzung für die Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau nach DIN 1054. In der DIN 4020 wird zwischen drei Geotechnischen Kategorien (GK) unterschieden:

- Kategorie 1 umfasst einfache Bauwerke auf ebenem, tragfähigem Grund, die weder die Umgebung noch das Grundwasser beeinflussen



- Kategorie 2 umfasst Bauvorhaben, die weder zur Kategorie 1 noch zur Kategorie 3 zählen
- Kategorie 3 umfasst Bauvorhaben mit schwierigen Konstruktionen und schwierigen Baugrundverhältnissen, die erweiterte geotechnische Kenntnisse erfordern

Eine verbindliche Neuregelung der Geotechnischen Kategorien ist in der DIN EN 1997-1 erfolgt.

Für die zukünftigen Planungen von Bauwerken sind wegen der lokalen Untergrund- und Grundwasserverhältnisse sowie der Aufbereitung der Flächen (siehe Kapitel 3) in jedem Fall die Kategorien 2 und 3 anzusetzen. Letztendlich ist die Kategorie abhängig von dem geplanten Objekt.

### 3. Bau-/Untergrundbeschreibung

#### 3.1 Allgemeine topografische, geologische und hydrogeologische Verhältnisse

Der Standort des Kohlekraftwerkes, inkl. der ehemaligen BE-Flächen befindet sich in einem Industrie- und Gewerbegebiet im Stadtteil Lünen-Lippolthausen und der Stadt Waltrop. Die Stadtgrenze verläuft dabei westlich des eigentlichen Kraftwerksstandortes. Begrenzt wird das Areal im Norden durch die Straße „Zum Stummhafen“, im Osten durch eine Werksbahn und im Süden durch den Datteln-Hamm-Kanal bzw. die Einrichtungen des Stummhafens. Das zu bebauende Grundstück besitzt eine Gesamtfläche von insgesamt ca. 133.660 m<sup>2</sup>. Davon sind ungefähr 61.000 m<sup>2</sup> mit dem Kohlekraftwerk inkl. der dazugehörigen Verkehrsflächen bebaut.

Die Höhenlage des Geländes differierte vor Baubeginn zwischen ca. 58,70 m NN im Südwesten und ca. 56,40 m NN im Norden. Zur Straße „Zum Stummhafen“ fiel das Gelände dann steil um ungefähr 5 m ab. Bedingt durch die Bebauung haben sich die Höhengniveaus geändert. Hierbei wurde im Wesentlichen standorteigenes Bergematerial zur Höhenregulierung aufgetragen.

Geologisch ist das Untersuchungsgebiet dem Südrand der Münsterländer Kreidemulde zuzuordnen. Hier streichen die Ablagerungen der Oberkreide aus und werden oberflächennah durch die Lockersedimente der Lippe (Nieder- und Inselterrasse), die im Quartär abgelagert wurden, überdeckt. Diese setzen sich vor allem aus Sanden und Schluffen, bereichsweise auch aus kiesigen Sanden zusammen. Die holozänen Ablagerungen der Inselterrasse enthalten oft organische Beimengungen. Häufig wird auch ein sandiger Humus angetroffen, der als Moorerdebildung definiert ist. Das im tieferen Untergrund anstehende



Festgestein der Oberkreide (Emscher-Mergel) besteht vor allem aus grauen, tonigen und feinsandigen Mergeln, wobei deren Abfolge mehrere hundert Meter mächtig ist.

Gemäß der geologischen Karte Blatt 4310 - Waltrop - im Maßstab 1:25000 stehen an der Oberfläche des Untersuchungsgeländes allerdings nicht die o. g. Sedimente, sondern anthropogene Auffüllungen an.

Grundwasser staut sich auf dem Verwitterungshorizont des Oberkreidemergels an und strömt innerhalb der aufliegenden quartären Lockersedimente bzw. der künstlichen Anschüttungen auf den Vorfluter zu.

Die unweit nördlich gelegene Lippe wirkt für das gesamte regionale Umland als Hauptvorfluter. Das Wasser fließt gemäß der Kreidemergeloberfläche ab.

## 3.2 Eigenschaften des untersuchten Bau-/Untergrundes

### 3.2.1 Schichtenaufbau

Für die Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden im Jahre 2006 folgende Bodenaufschlüsse ausgeführt:

- 38 Trockenbohrungen DN 100 nach DIN 18301 mit insgesamt 740 lfdm. Erkundungsstrecke und Endtiefen von 17,50 m bis 22,00 m
- 3 Rotationskernbohrungen mit durchgehender Kerngewinnung mit insgesamt 82,90 lfdm. Erkundungsstrecke und mit Endtiefen von 25,90 m bis 29,00 m
- 22 Rammsondierungen mit der schweren Rammsonde nach EN ISO 22476-2 (Fallgewicht 50 kg, Fallhöhe 50 cm, Sondenquerschnitt 15 cm<sup>2</sup>, Sondenspitzenwinkel 90°) mit insgesamt 424,50 lfdm. Erkundungsstrecke und mit Endtiefen von 17,50 m bis 21,00 m

In allen Bohrungen wurden dann bis in eine Tiefe von minimal 7,30 m bis maximal 11,00 m unter Geländeoberkante (GOK) die Ablagerungen der Bergehalde erkundet. Diese bestehen hauptsächlich aus Sand-, Schluff-, und Tonsteinen die mit Kohleresten durchsetzt sind. In Teilbereichen konnte oberflächennah außerdem eine Durchmischung des Bergematerialies mit Bauschutt, Schotter und auch Schlacke nachgewiesen werden. Dies gilt insbesondere für den westlichen Teilbereich. Im östlichen Teilbereich liegt der Bergehalde eine ca. 0,30 m mächtige Schicht aus Bauschutt auf.

Unterhalb des Bergematerialies folgen die Ablagerungen der Niederterrasse der Lippe. Diese setzen sich vorwiegend aus Fein- bis Mittelsanden und Schluffen zusammen.



Oberhalb des in eine Tiefe von 35,80 m NN bis 41,80 m NN liegenden obersten Verwitterungshorizontes des Emscher-Mergels wurde in den meisten Bohrungen ein sandiger und feinkiesiger Schluff erbohrt. Die Trockenbohrungen (TB) wurden kurz nach Erreichen des Mergelschichtkopfes wegen des zu hohen Eindringwiderstandes beendet.

Mit den durchgeführten Kernbohrungen wurde der Emscher-Mergel bis in eine Tiefe von maximal 29,00 m unter GOK (entspricht 29,30 m NN) erkundet. In diesen Tiefenlagen liegt der Mergel in unverwitterter Form als kompaktes Festgestein vor.

Für die Ermittlung der Lagerungsdichte der einzelnen Schichten sind insgesamt 22 schwere Rammsondierungen (DPH) ausgeführt worden. Diese ergaben für das Bergematerial insgesamt eine lockere bis mitteldichte Lagerungsdichte. Bereichsweise auftretende höhere Schlagzahlen stehen vermutlich in Zusammenhang mit grobstückigem Material und zeigen keine erhöhte Lagerungsdichte im eigentlichen Sinne an.

Bei Erreichen der Niederterrassensedimente ist in den meisten Rammsondierungen ein deutlicher Anstieg der Schlagzahlen je 10 cm Eindringtiefe zu verzeichnen. Die Sedimente sind hier mitteldicht bis sehr dicht gelagert bzw. weisen eine steife bis feste Konsistenz auf. Selten wurden hier bereichsweise auch weiche Konsistenzen ermittelt.

Eine Weiterführung der Rammsondierungen im Verwitterungshorizont des Oberkreidemergels war wegen des fehlenden Rammfortschrittes nicht möglich. Eine Beurteilung der Festigkeit war hier nur anhand der entnommenen Bohrkerne möglich.

### 3.2.2 Grundwasserverhältnisse

Der Grundwasserspiegel ist zur Zeit der Außenuntersuchungen (2006) in den Bohrlöchern in Tiefen von 6,40 m bis 9,32 m unter Gelände angetroffen worden. Die absoluten Höhen liegen zwischen 48,56 m NN und 51,80 m NN. Das Grundwasser bewegt sich somit in nord-östlicher Richtung auf den Vorfluter Lippe zu. Dabei dienen nicht nur die Terrassensedimente der Lippe, sondern teilweise auch die relativ groben anthropogenen Auffüllungen als Grundwasserleiter. Unter Berücksichtigung der damaligen Grundwasserstände und der vergleichsweise niederschlagsarmen Sommer der letzten beiden Jahre muss mit jahreszeitlich bedingten Schwankungen in einer Größenordnung von bis zu 1 m gerechnet werden. Dabei müssen die o. g. Wasserstände als relativ niedrig angesehen werden.

Mit den durchgeführten Untergrunderkundungen sind mehrere Meter mächtige, anthropogene Auffüllungen (Berge), für die bereichsweise noch Bodenverbesserungsmaßnahmen mittels Aufkalken durchgeführt wurden, erkundet worden. Diese Fraktionen können wasserstauend wirken. Infolge dieser örtlichen Untergrund- und Grundwasserverhältnisse sind daher für den Feuchtigkeitsschutz bei zukünftig geplanten Bebauungen Maßnahmen



der Wassereinwirkungsklasse W2-E nach DIN 18533-1 - Abdichtung von erdberührten Bauteilen - zu berücksichtigen, da Stauwässer auf erdberührte Bauteile wirken können.

Stauwasser im Sinne der o. g. Norm liegt dann vor, wenn auf die Abdichtung in wenig durchlässigen Baugrund Sicker- oder Schichtenwasser einwirkt. Dementsprechend ist der Bemessungswasserstand für den Feuchtigkeitsschutz mit Geländeoberkante (GOK) anzusetzen.

Für die o. g. Wassereinwirkungsklasse sind für die Abdichtung die Vorgaben der DIN 18533-1 zu berücksichtigen.

Basierend auf den im Jahre 2006 durchgeführten Untersuchungen ist wegen des erhöhten Sulfatgehaltes das Grund- und Sickerwasser sowie das Bergematerial als stark Beton angreifend anzusehen. Die in der DIN 4030 gegebenen Empfehlungen sind daher für die Ausführung der im Kontakt mit Grund- und Sickerwasser sowie dem Bergematerial stehenden vorgesehenen Bauwerksteile zu beachten. Insbesondere wird für diese Bauteile die Verwendung von sulfatbeständigem Zement empfohlen.

Da außerdem ein erhöhter Chloridgehalt mit den o. g. Untersuchungen ermittelt wurde, ist bei zukünftigen Bebauungen für eine ausreichende Überdeckung der Bewehrung Sorge zu tragen. Letztendlich ist in Abhängigkeit zur vorgesehenen Bauweise der Sachverhalt zu prüfen. Für erste Planungen sollte in jedem Fall die Expositionsklasse XA2 (stark angreifend) berücksichtigt werden.

### **3.3 Besonderheiten des Untergrundes im Hinblick auf den vorgesehenen Bauzweck**

#### **3.3.1 Anthropogene Auffüllungen**

Mit den durchgeführten Untergrunderkundungen sind auf dem gesamten Grundstück anthropogene Auffüllungen mit einer maximalen Mächtigkeit von ungefähr 11,00 m erbohrt worden. Diese setzen sich zu großen Anteilen aus den so genannten Bergen bzw. Waschbergen zusammen. Das bei der Steinkohlegewinnung mit anfallende Gestein (Berge), das in der Aufbereitung von der verwertbaren Kohle getrennt wird, nennt der Bergmann Waschberge. Wie die Gruben- und Haldenberge gehören sie zu den Nebengesteinen der Steinkohle. Es handelt sich um veränderlich feste Sedimentgesteine, die überwiegend aus Ton- und Schluffstein bestehen, welche unter der Bezeichnung Schieferton zusammengefasst werden. Es kommen auch Sandsteine, Sandschiefer und Konglomerate vor.

Auf dem untersuchten Grundstück setzen sich die Berge zu einem großen Teil aus Tonstein zusammen. Dieses Gestein verfügt wegen seines hohen Tonmineralanteiles über gewisse Quellfähigkeiten, so dass es bei unterschiedlicher Wasserzufuhr (z. B. Grundwasserschwankungen, Zutritt von Sickerwässern) zu einer Volumenausdehnung kommen kann.



Die daraus resultierenden Hebungen treten bei einer hochverdichteten allseitig eingespannten Schüttung (z. B. zwischen Fundamenten) schneller auf als in einer nicht verdichteten.

Mit den schweren Rammsondierungen sind für die Berge zum Großteil nur geringe Lagerungsdichten, die von locker bis mitteldicht reichen, ermittelt worden. Dies weist darauf hin, dass die Halde insgesamt nur locker geschüttet worden ist. Bei lockeren Schüttungen kommt es mit dem fortschreitenden Zerfall des Gesteins durch atmosphärische Einflüsse oberflächennah zu einer Erhöhung der Scherfestigkeit. Es bildet sich eine Art „Kruste“ die das Haldeninnere weitgehend vor weiterer Verwitterung schützt.

### 3.3.2 Weitere Besonderheiten

Es sei hier darauf verwiesen, dass das Areal in Süd-Nordrichtung von einer Pipeline gequert wird. Ebenso verlaufen im nördlichen Bereich in West-Ostrichtung Hochspannungsleitungen mit den dazugehörigen Masten. Bei der Bebauung sind für diese Bereiche die Vorgaben der jeweiligen Betreiber hinsichtlich Schutzstreifen etc. abzufragen und zu berücksichtigen.

Weiterhin sei darauf verwiesen, dass das gesamte Grundstück durch aufkommenden Bewuchs gekennzeichnet ist.

### 3.3.3 Einflüsse des untertägigen Bergbaues

Gemäß dem Schreiben der Deutschen Steinkohle (DSK) AG, Herne vom 28.08.2006 stellen sich die Einwirkungen des untertägigen Bergbaues wie folgt dar:

„Der o. g. Bereich liegt im Grubenfeld unserer stillgelegten Schachanlage Minister Achenbach. Der letzte Abbau, der auf o. g. Bereich eingewirkt haben könnte, wurde 1986 eingestellt. Resteinwirkungen sind nicht mehr zu erwarten. Nach derzeitigem Planungsstand ist weiterer Abbau nicht geplant. Daher halten wir Anpassungs- und Sicherungsmaßnahmen nicht für erforderlich.“

### 3.3.4 Altlastensituation

Die gesamte Fläche des Kohlekraftwerks, inkl. seiner Verkehrsflächen, liegt innerhalb einer im Altlastenkataster des Kreises Unna unter der Nr. 20/38 erfassten Altablagerung. Dabei handelt es sich um eine Bergehalde des Steinkohlebergbaus. Weitere Einzelheiten zur Altlastensituation sind der Anlage 5 zu entnehmen.

Hinweise zum Schadstoffpotenzial werden in Kapitel 5 beschrieben und erläutert.



### 3.3.5 Erdbebenzone nach DIN EN 1998 (2011)

Gemäß der Abfrage zur Zuordnung von Orten zu Erdbebenzonen der DIN EN 1998 (2011) unter Zugrundelegung der Koordinaten der jeweiligen Ortsmitte, gehören die Städte Lünen und Waltrop in Nordrhein-Westfalen zu keiner Erdbebenzone und zu keiner Untergrundklasse (siehe auch Anlage 4).

### 3.3.6 Kampfmittel

Für zukünftige Baumaßnahmen hat eine gesonderte Abfrage der Kampfmittelfreiheit zu erfolgen. Der Karte in Anlage 5 sind die verzeichneten Bombardierungen zu entnehmen.

## 4. Herrichtung der Baustelleneinrichtungsflächen

Nach der damals vorliegenden Planung wurden die BE-Flächen mit Hilfe von ungebundenen Tragschichten hergestellt. Eine weitere Oberflächenbefestigung war zum damaligen Zeitpunkt nicht vorgesehen. Die Flächen wurden so hergerichtet, das sie den Lastfällen SLW 30 bzw. in kleineren Teilabschnitten auch SLW 60 entsprechen. Grundsätzlich waren für die Ausbildung der Flächen die Vorgaben der ZTVT-StB 95, Fassung 2002 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten im Straßenbau -, der ZTVE-StB 94, Fassung 1997 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau - sowie der ZTV SoB-StB 04 - zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau - berücksichtigt worden.

### 4.1 Aufbau der Flächen

Vor dem Einbau der Ersatzbaustoffe, hier überwiegend Bergematerialien, wurden die Auftragsflächen von Vegetationsdecken und Mutter- bzw. Oberbodenhorizonten vollständig befreit. Nach der vollständigen Beräumung der Flächen wurde das „Rohplanum“ mit an die Baumaßnahme angepassten Gerätschaften, hier z. B. selbst fahrende Walzen oder Walzenzüge, durch mehrere Übergänge verdichtet oder es sind die nachfolgend beschriebenen Bodenverbesserungsmaßnahmen durchgeführt worden. Anschließend wurden die Ersatzbaustoffe“ nach erfolgter Freigabe eingebaut. Die Materialien sind dann lagenweise, d .h. in Stärken von 0,30 m bis 0,40 m je Lage, eingebaut und mit den o. g. Geräten durch mehrere Übergänge je Lage zu verdichtet worden. Anschließend wurde die Verdichtung mit statischen Lastplattendruckversuchen nach DIN 18134 oder alternativ mit dynamischen Lastplattendruckversuchen nach der Technischen Prüfvorschrift für Boden und Fels im Straßenbau TP BF-StB Teil 8.3 nachgewiesen. Mit allen durchgeführten Versuchen wurden die geforderten Verdichtungsgrade im Laufe der Herstellung der Flächen nachgewiesen.



Für die ungebundenen Tragschichten sollte das Bodenersatzmaterial in der Korngröße 0 bis 45 bzw. 56 mm eine stetige Kornverteilung nach den Siebrichtlinien der ZTV SoB-StB 04 besitzen und als Frostschutzmaterial im Sinne der Gütevorschriften für Straßenbaumaterialien geeignet sein.

Hierzu wurde zuoberst, d. h. in mindestens 0,25 m Stärke ein Brechsand-Splitt-Schottergemisch aus einem gebrochenen Hartnaturstein verwendet. Weiterhin wurden standort-eigene, gebrochene Bauschuttfraktionen mit Genehmigung der zuständigen Behörden der Kreise Unna und Recklinghausen als „Frostschutzmaterial“ verwertet. Die Lagenstärke liegt dabei bei ca. 0,20 m.

Sämtliche Flächen wurden für die Bauzeit zur Entwässerung von Niederschlägen und Oberflächenwässern mit einem geringen Gefälle von 0,3 % bis 0,5 % von Osten nach Westen steigend angelegt. Die Entwässerung erfolgte dabei weitestgehend über Dränagen und Grabensysteme.

Da für Flächen bzw. Teilflächen im Planumbereich nicht ausreichende Verformungsmoduln nachgewiesen wurden, sind hier vor dem Einbau der Ersatzbaustoffe zunächst Bodenverbesserungsmaßnahmen durchgeführt worden.

#### **4.2 Bodenverbesserungsmaßnahmen**

Auf Teilflächen wurden zunächst Testfelder in einer Größe von ca. 500 m<sup>2</sup> angelegt und anschließend durch mehrere Übergänge mit einem an die Baumaßnahme angepassten Gerät verdichtet. Anschließend sind auf dem Planum Verdichtungskontrollen mit Hilfe von statischen Plattendruckversuchen nach DIN 18134 durchzuführen. Da Teilflächen im März 2008 in Teilabschnitten in einem stark vernässten Zustand vorgefunden wurden, ist über eine nachträgliche Verdichtung das geforderte Verformungsmodul von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$  nicht flächendeckend nachgewiesen worden. Dementsprechend wurden für die Flächen Bodenverbesserungen mit Hilfe von Kalken ausgeführt.

Nach Ausführung der Bodenverbesserungsmaßnahmen und deren Abnahmen mittels statischen Lastplattendruckversuchen wurden die o. g. Ersatzbaustoffe eingebaut und verdichtet. Auch für diese Fraktionen erfolgte die Abnahme mittels der genannten Verdichtungskontrollen.

#### **4.3 Einbaubedingungen**

Für den Einbau der Ersatzbaustoffe wurden gemäß dem abgestimmten und genehmigten Bodenmanagement die folgenden Rahmenbedingungen festgelegt:



Die Deklaration für die Abtragsmassen erfolgte gemäß LAGA Recyclingbaustoffe / nicht aufbereiteter Bauschutt, Stand November 1997. Dabei ist das Z 2 - Kriterium maßgebend. Da jedoch mit nahezu allen Analysen auch BTEX-Konzentrationen in Größenordnungen bis zu 10 mg/kg ermittelt wurden, gilt für den Einbau auch das Z 2 - Kriterium der LAGA Boden bezüglich der BTEX-Gehalte.

Wegen des o. g. Sachverhaltes bzw. der bisher bekannten BTEX- und Sulfat-Gehalte wurden für den Einbau der Chargen Berge und Berge mit Fremdbestandteilen folgende für diese Baumaßnahme sinnfälligen Grenzwerte für den Einbau zugrunde gelegt:

- Sulfat 1.500 mg/l
- BTEX 20 mg/kg

Im Rahmen des Einbaus wurden entsprechende Qualitätskontrollen mit fortführenden Beleganalysen durchgeführt. Die behördlichen Vorgaben wurden dabei eingehalten.

## 5. Beurteilung von Schadstoffpotenzialen

### 5.1 Gefährdungsgrad Boden

Mit den im Jahre 2006 durchgeführten Untersuchungen sind in den aus der Bergehalde entnommenen Proben, Anreicherungen an Schadstoffen, hier vor allem BTX und Sulfat, nachgewiesen worden. Diese konnten über den gesamten Auffüllbereich festgestellt werden. Eine Einteilung in stärker und schwächer belastete Grundstücksareale ist somit sinnvoll nicht möglich. Allenfalls ist eine leichte Abnahme der Schadstoffkonzentration zum östlichen und südöstlichen Grundstücksbereich hin zu erkennen. Insgesamt werden aber die Prüfwerte der BBodSchV für Gewerbe- und Industriegrundstücke nicht überschritten.

Die dem gewachsenen Boden entnommenen Proben zeigen dagegen keine Anreicherungen an Schadstoffen. Die Vermutung, dass sich Schadstoffe direkt unterhalb der Bergehalde bzw. oberhalb des nur gering wasserdurchlässigen Verwitterungshorizont des Oberkreidemergels anreichern könnten, hat sich somit nicht bestätigt. Neben der deutlichen Unterschreitung der Prüfwerte der BBodSchV hält dieses Material (gewachsener Boden) auch die Zuordnungswerte der Zuordnungsklasse Z 0 der LAGA (Tabellen II. 1.2-2/3: Zuordnungswerte Feststoff und Eluat für Böden) ein.

Eine Gefährdung Dritter über den Gefährdungsgrad Boden ist somit nicht abzuleiten. Der bei zukünftigen Baumaßnahmen anfallende Bodenaushub ist aber unter Berücksichtigung



der ermittelten Zuordnungsklassen und der dann gültigen Rechtsvorschriften zu entsorgen. Dabei sind für die Bergehalde materialien weitestgehend Qualitäten der Zuordnungsklassen Z 2 und > Z 2 zu berücksichtigen.

Es sei hier darauf verwiesen, dass die Analyseergebnisse über zehn Jahre alt sind. Daher sind im Vorfeld zu zukünftigen Baumaßnahmen für die Deklaration von Aushubmassen aktuelle Probenahmen und Analysen gemäß der o. g. LAGA-Richtlinie unbedingt erforderlich. Diese werden im Übrigen auch von den Entsorgungsfachbetrieben gefordert.

## 5.2 Gefährdungsgrad Bodenporengas

Im März 2008 wurden Bohrlöcher der durchgeführten Trockenbohrungen gemäß den Vorgaben des Kreises Unna zu stationären Bodenporengasmessstellen ausgebaut und beprobt. Die entnommenen Bodenporengasproben wurden anschließend auf die deponietypischen Gase und BTEX untersucht.

Die Bodenluftanalysen zeigten im Bereich der Hauptkomponenten eine durchgängig ausreichende Sauerstoffversorgung mit vereinzelt Spuren von brennbaren Gasen (Methan). Kohlendioxid-Gehalte sind in Konzentrationen von 0,6 % bis 16,7 % nachgewiesen worden. Diese sind auf den aeroben Abbau von in den Bergematerialien vorhandenen Kohleresten zurückzuführen. BTEX konnten in allen Messstellen in keinem nennenswerten Umfang festgestellt werden. Die BTEX-Gehalte liegen alle unter 0,5 mg/m<sup>3</sup>. Wegen der nachgewiesenen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen wurden im Bereich des Kraftwerks umfangreiche Gassicherungsmaßnahmen durchgeführt. Untergeordnet wurde auch Methan mit Konzentrationen von bis zu 1,5 % nachgewiesen.

Im Vorfeld zu zukünftigen Bebauungen wird empfohlen, vorhabenbezogene Bodenporengasuntersuchungen durchzuführen. Aus der Erkenntnis des Kraftwerkbaus werden solche Untersuchungen im Rahmen von Baugenehmigungsverfahren durch die Kreise Unna und Recklinghausen sowieso gefordert. Nach Durchführung der Untersuchungen sind Bauvorhaben bezogene Gassicherungsmaßnahmen zu erarbeiten.

## 6. Gründung

Nachfolgend werden erste allgemeine Hinweise zur Gründung beschrieben. Dabei werden verschiedene Möglichkeiten und Gründungsvorschläge für die einzelnen zu errichtenden Gebäude, Baukörper und Bauwerksteile betrachtet.



## 6.1 Gründungsvarianten

Bei Gründungen von Gebäuden und Bauwerken wird im Allgemeinen zwischen Flach- und Tiefgründungen unterschieden. Die jeweilige Gründungsart ist dabei im Wesentlichen von der Beschaffenheit und Tragfähigkeit des Baugrundes sowie den abzutragenden Bauwerkslasten abhängig.

### 6.1.1 Flachgründung

Einzel- und Streifenfundamente zählen ebenso wie Gründungsplatten zu den Flachgründungen. Nachfolgend werden die einzelnen Varianten in Abhängigkeit zu ihrer Verwendungsmöglichkeit bei dem geplanten Bauvorhaben beschrieben.

### 6.1.2 Einzel- und Streifenfundamente

Einzelfundamente bieten sich z. B. als Gründungen von Stützen und turmartigen Bauwerken an.

Streifenfundamente sind z. B. sinnvoll bei Stützenreihen mit geringen Abstand sowie der Abtragung von Horizontallasten.

Einzel- und Streifenfundamente setzen grundsätzlich einen tragfähigen Baugrund voraus, d. h. in der Regel mindestens mitteldichte Sand- oder Kiesböden oder mindestens steife bindige Böden. Reicht die Bodenqualität nicht von vornherein aus, können Flachgründungen mit verschiedenen Bodenverbesserungsmaßnahmen kombiniert werden.

Bei der Dimensionierung und Bemessung von Einzel- und Streifenfundamenten sind grundsätzlich nachzuweisen:

- die Grundbruchsicherheit
- die Setzungen
- die Kippsicherheit bei exzentrischen Belastungen
- die Gleitsicherheit bei Horizontallasten
- die Sicherheit gegen Auftrieb bei Grundwasser oberhalb der Fundamentsohle

Gemäß DIN 1054 müssen Fundamente frostsicher gegründet sein, d. h. die Einbindetiefe soll im Flachland mindestens 0,80 m, in höheren Lagen mindestens 1,20 m betragen.

Baugrundverbesserungen für Einzel- und Streifenfundamenten erfolgen häufig durch so genannte Anschlusskonstruktionen. Bei solchen Maßnahmen kann der Anschluss der Fundamente mit Hilfe einer Beton-Auffüllung erfolgen. Dafür kann ein entsprechender gemäß DIN EN 206-1/DIN 1045-2 gewählt werden. Dieser sollte unverschalt und angestampft in die Gruben und Gräben eingebracht werden.



Bei zukünftigen Baumaßnahmen kann die Gründung von Bauwerken, Bauwerksteilen und Gebäuden mit Hilfe von Einzel- und Streifenfundamenten wegen der in Kapitel 3 beschriebenen Untergrundverhältnisse ohne aufwendige Anschlussmaßnahmen nicht empfohlen werden.

Einzel- und Streifenfundamente sollten hier in keinem Fall direkt auf Bergematerialien abgesetzt werden, da diese aufgrund ihrer Zusammensetzung und ihrer bodenmechanischen Eigenschaften sehr unterschiedliche und zumeist auch nicht ausreichende Tragfähigkeiten besitzen bzw. aufweisen. Somit könnten größere Setzungen und insbesondere Setzungsunterschiede, die schädigende Wirkungen auf die geplante Bebauung nach sich ziehen, nicht ausgeschlossen werden.

Ein Absetzen von Fundamenten auf den gewachsenen Untergrund mit den o. g. klassischen Anschlusskonstruktionen kann wegen der mittleren Auffüllmächtigkeit von ca. 10 m ebenfalls ausgeschlossen werden, da die Durchführbarkeit (z. B. Schachtungstiefen in der o. g. Größenordnung einhergehend mit Wasserhaltungsmaßnahmen) nur unter erschwerten, aufwendigen Bedingungen möglich ist. Die Wirtschaftlichkeit solcher Maßnahmen ist somit nicht gegeben. Die oben beschriebenen Anschlussmaßnahmen sind bei den genannten Tiefen sicherlich auch nicht mehr als Flachgründung zu bezeichnen. Daher können gegebenenfalls Gründungen mit Einzel- und Streifenfundamenten nur in Verbindung mit vorhergehenden Bodenverbesserungsmaßnahmen aus dem Bereich der Tiefenrüttelverfahren durchgeführt werden. Empfehlungen hierzu und zu Tiefgründungen werden in einem nachfolgenden Kapitel beschrieben.

### 6.1.3 Plattengründung

Plattengründungen kommen aus verschiedensten Gründen relativ häufig zur Ausführung. Gründe hierfür sind:

Bei einem engen Stützenraster werden Einzelfundamente in der Regel unwirtschaftlich. Trotz der größeren Betonmasse wird eine Platte häufig durch den Wegfall von Schalungsarbeiten und einem vereinfachten Aushub kostengünstiger.

Bei schlechtem Baugrund ist das Setzungs- und Grundbruchverhalten von Platten im Vergleich zu Einzel- und Streifenfundamenten wesentlich günstiger. Die mittleren Setzungen sind bei Platten geringer. Außerdem zeigt die Erfahrung, dass auch die Setzungsunterschiede bezogen auf die größte Setzung bei Platten kleiner sind, d. h. durch eine Platte werden die Setzungen vergleichmäßigt. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit, örtliche Fehlstellen im Baugrund besser zu überbrücken.

Gründungsplatten können gegen Grundwasser abgedichtet werden.



Bei Platten können große Horizontallasten häufig einfacher in den Baugrund übertragen werden als bei Einzelfundamenten.

Die Dicke einer Platte ergibt sich bei Belastung aus Einzelstützen in der Regel aus dem Durchstanznachweis, sonst aus der Biegebemessung. Falls sich dabei unwirtschaftliche Dicken ergeben, bietet es sich an hoch belastete Bereiche wie z. B. Einzelstützen oder auch Stützenreihen durch Vouten oder Balkenkonstruktionen zu verstärken.

Unter Berücksichtigung der vorhandenen Untergrundverhältnisse müssten bei Platten Gründungen vorab Bodenverbesserungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Hierzu sind zunächst die Baugrubensohlen mit einer selbst fahrenden Walze oder einem Walzenzug vorzuverdichten. Bei der Einbindung in die Berge / Waschberge ist anschließend vor dem Einbau von tragfähigkeitsverbessernden Bodenersatzschichten eine sulfatbeständige Zementsuspension auf die Baugrubensohlen aufzubringen. Hierdurch werden eventuell in der Auffüllung befindliche Hohl- und Porenräume kraftschlüssig verschlossen.

Für den Einbau von tragfähigkeitsverbessernden Bodenersatzschichten kann ein kornabgestuftes Brechsand-Splitt-Schotter-Gemisch empfohlen werden.

Das Bodenersatzmaterial soll in der Korngröße 0 bis 45 mm eine stetige Kornverteilung nach den Siebrichtlinien der ZTV SoB-StB besitzen und als Frostschutzmaterial im Sinne der Gütevorschriften für Straßenbaumaterialien geeignet sein. Insbesondere bei Abweichungen von den empfohlenen Materialien ist es zweckmäßig, die Unterzeichner vor Einbaubeginn zu einer ergänzenden Materialprüfung hinzuzuziehen.

Bodenersatzmaterialien sind grundsätzlich lagenweise in Dicken von maximal 30 cm einzubauen und je Lage durch mindestens 3 Übergänge mit einem an die Baumaßnahme angepassten Gerät z. B. eine selbst fahrende Walze, zu verdichten. Je nach Baumaßnahme ist von Gesamtschüttungen je nach statischen Erfordernissen von ca. 0,40 m bis 0,50 m auszugehen.

Bei einem Anschluss durch das lagenweise eingebaute und verdichteten Ersatzmaterial sollte der seitliche Überstand mindestens gleich der Tiefe der Einbaudicke sein.

## 6.2 Tiefgründung mit Tiefenrüttelverfahren

Bei unzureichenden bodenphysikalischen und -mechanischen Eigenschaften des Baugrundes (wie z. B. geringe Tragfähigkeiten), die den geplanten Ansprüchen der vorgesehenen Bebauung nicht genügen, können Tiefenrüttelverfahren zur Baugrundverbesserung empfohlen werden. Ein großer Vorteil dieser Verfahren ist die Ausführung bis in nahezu beliebige Tiefen.



Tiefenrüttler werden in drei verschiedenen Verfahren, die sich hinsichtlich der Wirkungsweise und Lastabtragung unterscheiden, eingesetzt. Man unterscheidet zwischen:

- Rütteldruckverfahren
- Rüttelstopfverfahren
- Pfahlartige Gründungselemente

Mit dem Rütteldruckverfahren werden grobkörnige Böden in sich selbst verdichtet. Da die Bergematerialien sich jedoch wegen der in Kapitel 3 beschriebenen Zusammensetzung nicht eignen, wird auf die Verfahrensweise nicht genauer eingegangen. Das Rüttelstopfverfahren wird nachfolgend exemplarisch erläutert.

### 6.2.1 Rüttelstopfverfahren

Entgegen dem Rütteldruckverfahren wird beim Rüttelstopfverfahren der umgebende Boden selbst nicht verdichtet. Die Bodenverbesserung wird aus der höheren Steifigkeit und dem größeren Scherwiderstand der eingebauten Rüttelstopfsäulen erzielt.

Bei dem Rüttelstopfverfahren werden in gemischt- und feinkörnigen, nicht verdichtungsfähigen Böden Last abtragende Säulen aus Kies oder Schotter eingebaut. Standardmäßig erfolgt die Herstellung heute mit Schleusenrüttlern. Dabei wird zunächst der Rüttler abgesenkt. Die beim Ziehen entstehenden Hohlräume werden sukzessive mit einem grobkörnigen Material wie z. B. Kies oder Schotter von unten aufgefüllt. Nach jeder Auffüllschicht wird durch Absenken des Rüttlers das Material verdichtet und je nach den Untergrundbedingungen mehr oder weniger seitlich verdrängt.

Die üblichen Säulendurchmesser liegen in Abhängigkeit zum anstehenden Boden bei 0,60 m bis 1,00 m. Sie werden im Normalfall in Tiefen zwischen 5 m und 12 m hergestellt. Es sind jedoch durchaus Ausführungen bis 20 m möglich. Die Säulenabstände liegen in der Regel zwischen 1 m und 3 m. Die jeweiligen Abmessungen und Abstände sind jedoch grundsätzlich abhängig von der Untergrundbeschaffenheit und den statischen Erfordernissen des jeweiligen Bauwerkes.

Rüttelstopfsäulen können großflächig, z. B. unter Plattengründungen mit Gleichlasten, aber auch örtlich begrenzt unter Einzel- und Streifenfundamenten eingesetzt werden. Im Normalfall werden die Säulen bis auf den tragfähigen Untergrund geführt.

Ein Vorteil des Verfahrens ist, dass kein Bodenaushub anfällt. Dadurch entfallen im Vergleich zum großräumigen Bodenaustausch Entsorgungskosten, die bei belasteten bzw. beseitigungspflichtigen Böden durchaus beträchtlich sein können.



Während der Herstellung von Rüttelstopfsäulen ist eine umfangreiche Qualitätskontrolle unabdingbar. Dies ist notwendig, um die Rechenannahmen und einzelnen Verfahrensschritte ständig zu überprüfen. Hierzu gehört u. a. die Aufnahme und Dokumentation folgender Daten:

- Versenktiefe
- Kies- bzw. Schottermenge
- Herstellzeit
- Leistungsaufnahme des Rüttlers

Je nach Verdichtungsgrad und Anzahl der Stopfsäulen sowie des anstehenden Untergrundes können Bemessungswerte des Sohlwiderstandes von 250 kN/m<sup>2</sup> bis 400 kN/m<sup>2</sup> erzielt werden.

### 6.3 Bodenkennwerte und Bemessung von Fundamenten

Bei der Berechnung der von Fundamenten über das Bettungsmodulverfahren, bei dem die Setzung in jedem Punkt der Sohlfläche proportional der dort vorhandenen Sohlspannung ist, werden folgende Einheitsbettungsziffern für die Berechnung des Bettungsmodulles zugelassen:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| - Bodenersatzmaterial                          |                                |
| - gebrochener Hartnaturstein 0/45 bzw. 0/56 mm | $C_o = 40 - 60 \text{ MN/m}^3$ |
| - Bergehalde, gekalkt                          | $C_o = 25 - 35 \text{ MN/m}^3$ |
| - Bergehalde, unbehandelt                      | $C_o = 10 - 30 \text{ MN/m}^3$ |
| - für rollige Böden (hier: Sande)              |                                |
| - sehr locker bis locker                       | $C_o = 5 - 10 \text{ MN/m}^3$  |
| - mitteldicht                                  | $C_o = 15 - 25 \text{ MN/m}^3$ |
| - dicht bis sehr dicht                         | $C_o = 30 - 60 \text{ MN/m}^3$ |
| - für bindige Böden (hier: Schluffe)           |                                |
| - breiig bis weich                             | $C_o = 5 - 10 \text{ MN/m}^3$  |
| - steif  | $C_o = 15 - 25 \text{ MN/m}^3$ |
| - halbfest bis fest                            | $C_o = 30 - 50 \text{ MN/m}^3$ |
| - für den Oberkreidemergel                     |                                |
| - stark verwittert                             | $C_o = 40 - 60 \text{ MN/m}^3$ |
| - verwittert                                   | $C_o = 60 - 80 \text{ MN/m}^3$ |
| - unverwittert                                 | $C_o = > 100 \text{ MN/m}^3$   |



Für die Bemessung von Gründungselementen über das Steifemodulverfahren ist das Steifemodul  $E_s$  des jeweiligen Bodenhorizontes aus der Anlage 5 zu entnehmen. Anzumerken ist, dass die dort genannten Bodenklassen mit Einführung der DIN 18300, Stand 08/15, welche 2016 in Kraft getreten ist, ihre Gültigkeit verlieren und durch sogenannte Homogenbereiche ersetzt werden. Hierzu wird bei Bedarf gesondert Stellung genommen.

Bodenersatzmaterialien von Tragschichten sind generell lagenweise in Dicken von maximal 0,30 m einzubauen und durch mindestens 3 bis 4 Übergänge je Lage mit einem an die Baumaßnahme angepassten Gerät zu verdichten. Nach dem Einbau und der Verdichtung des Bodenersatzmaterials ist auf der Oberkante der Schicht der Bauvorhaben bezogene Verdichtungsgrad nachzuweisen.

### 6.3.1 Exemplarische Bemessung einer Gründungsplatte

Für die Ermittlung des Sohlwiderstandes sind unter Berücksichtigung des EC 7 - Grundbau- exemplarische Grundbruch- und Setzungsberechnungen für gleichmäßige Sohlspannungsverteilungen durchgeführt worden.

Dabei sind wegen der Plattengründung dann im Eigentlichen langgestreckte Gründungselemente, vergleichbar mit Streifenfundamenten, die rechnerisch in eine Gründungsplatte eingebracht werden können, berücksichtigt worden. In der Anlage 3 werden die Grundbruch- und Setzungsberechnungen wiedergegeben.

Dabei kann unter Anderem aus dem Fundamentdiagramm die Abhängigkeit der Fundamentbreite vom Bemessungswert des Sohlwiderstandes, der Grundbruchsicherheit und vom Setzungsmaß abgetragen werden. Der in dem Fundamentdiagramm nicht schraffierte Bereich darf bei der Bemessung der Fundamente wegen fehlender Grundbruchsicherheit nicht berücksichtigt werden.

Entgegen der Mindesteinbindetiefe bei Streifenfundamenten wird die Gründungsplatte auf die verdichtete Ersatzschicht aufgelegt. Dabei muss dann unbedingt auf den allseitigen Überstand der Ersatzschicht geachtet werden. Für die exemplarische Berechnung wurde eine Schichtdicke der Tragschicht von 0,40 m berücksichtigt. Zur Gewährleistung der Frostsicherheit von Gebäuden ist die Schottertragschicht an den Außenseiten in einer Breite von 0,50 m bis in frostsichere Tiefen von 0,80 m unter zukünftiger GOK zu führen. Alternativ können je nach Gebäude auch Frostschrüzen aus Beton ausgebildet werden.

Die folgenden Berechnungen wurden dem Fundamentdiagramm entnommen.



Exemplarische Berechnung Bewehrte Bodenplatte auf Schottertragschicht a = 20,0 m (vgl. Anlage 3)			
Fundamentbreite (b) [m]	Sohlwiderstand $\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Grundbruchwiderstand R <sub>n,d</sub> [kN/m]	Setzung (s) [cm]
0,50	300,00	150,00	1,08
0,80	300,00	240,00	1,56
1,00	300,00	300,00	1,84

Die jeweiligen Zwischenwerte sind der Anlage 2 zu entnehmen, ein zulässiges Setzungsmaß von  $S_{max} = 2,00$  cm wird dabei bis zu einer Fundamentabmessung von 1,00 m nicht überschritten.

Für die exemplarische Bemessung einer Gründungsplatte wurde somit folgender, rechnerisch mittlerer Bemessungswert des Sohlwiderstandes nach EC 7 von

- $\sigma_{R,d} \leq 300,00$  kN/m<sup>2</sup>

rechnerisch ermittelt.

Dabei kann folgendes Bettungsmodul ( $k_s$ ) für Berechnungen und Bemessungen angesetzt werden:

- $k_s = 15,0$  MN/m<sup>3</sup> bis 17,5 MN/m<sup>3</sup>

Es sei hier darauf verwiesen, dass die o. g. Kenndaten auf einer exemplarischen Bemessung basieren. Letztendlich sind Gründungsvariante und damit einhergehende Berechnung für jedes Bauvorhaben individuell durchzuführen.

## 7. Beurteilung der Versickerung

Das DWA-Regelwerk der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall: „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ empfiehlt einen Abstand zwischen Unterkante der Versickerungseinrichtung (z. B. Muldensohlen) zum höchsten natürlichen Grundwasserstand von 1,00 m.



Über diese Mindestpassage des zu versickernden Wassers im Boden wird das natürliche Rückhalte- und Reinigungsvermögen des Untergrundes genutzt und das Grundwasser im Allgemeinen vor Stoffeinträgen geschützt.

Gegebenenfalls ist das Gelände zur Gewährleistung des Flurabstandes aufzuhöhen. Gleichzeitig ist für die Frostsicherheit unterirdischer Versickerungsanlagen, wie z. B. Rigo- len, eine ausreichend mächtige Überschüttung vorzusehen.

Mit den unterschiedlichen Ausführungsmöglichkeiten von Versickerungsanlagen wird zwi- schen direkter Versickerung, der Versickerung mit oberirdischer Speicherung und der Ver- sickerung mit unterirdischer Speicherung unterschieden. Wenn die Durchlässigkeit des Bodens nicht ausreichend ist, den Bemessungsabfluss direkt abzuführen bzw. zu versi- ckern, wird das Regenwasser zunächst z. B. oberirdisch in Mulden bzw. unterirdisch in Ri- golen zwischengespeichert und dann der Durchlässigkeit des Untergrundes angepasst verzögert wieder abgegeben.

Abgesehen von der Flächenversickerung bieten alle Ausführungen die Möglichkeit, Zu- flussmengen und Versickerungsleistung auszugleichen.

In dem o. g. Regelwerk wird auch darauf hingewiesen, dass die Versickerungsanlagen vor allem für Lockersedimente in Frage kommen, deren Durchlässigkeitsbeiwerte  $k_f$  im Bereich von  $1 \cdot 10^{-3}$  bis  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s liegen.

Da auf dem gesamten Grundstück flächig mehrere Meter mächtige Auffüllungen in Form von Bergen anstehen, die zumeist auch noch Grundbelastungen von BTEX und Sulfat ent- halten, ist eine Versickerung von Niederschlagswässern nicht zulässig. die anfallenden Wässer sind an bestehende oder noch zu errichtende Kanalisationssysteme abzuschlagen.

## 8. Schlussbemerkungen

Die gesamten zu vermarktenden Flächen wurden in der Vergangenheit als Baustellenein- richtungsflächen für den Kraftwerksneubau genutzt. Im Vorfeld sind zur Ertüchtigung bzw. zur Herrichtung dieser Abschnitte umfangreiche Maßnahmen durchgeführt worden. Hierzu zählen u. A. die Bodenverbesserungsmaßnahmen sowie das Aufbringen von wassergebun- denen Ersatzbaustoffen. Hinweise und Einzelheiten hierzu sind den Kapiteln 4 und 5 zu entnehmen.



Grundsätzlich können die Flächen zukünftig für eine gewerbliche Ansiedlung genutzt werden. Entsprechende Bebauungen (Hallen, mehrgeschossige Gebäude) sind möglich. Im Vorfeld zu geplanten Bebauungen sind jedoch die Gründungsvarianten zu eruiieren, so dass entsprechende Bemessungen und Berechnungen von Fundamenten durchgeführt werden können.

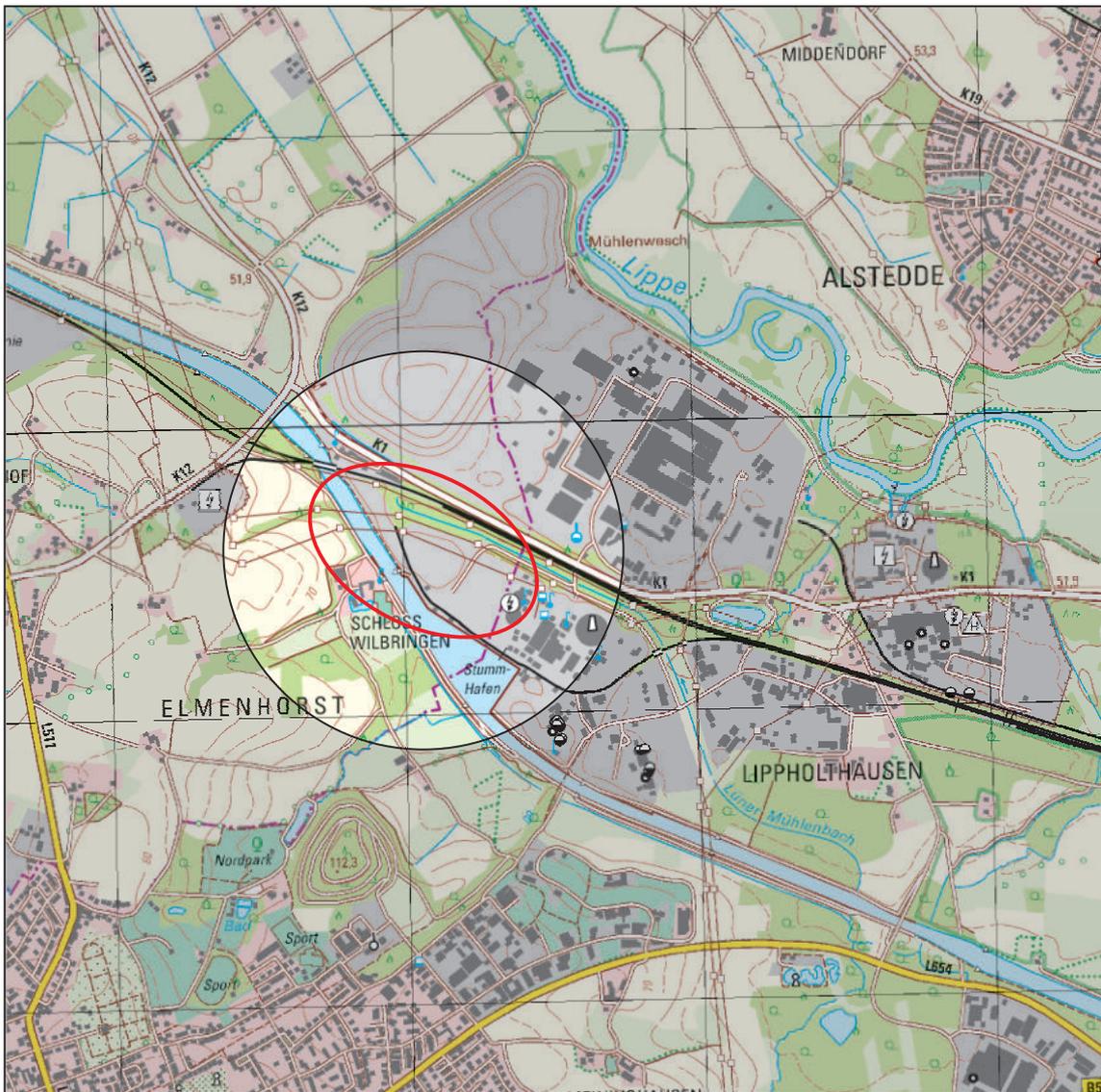
Weiterhin sei darauf verwiesen, dass für die Entsorgung von Aushubmassen, Bodenabträgen etc. zwingend aktuelle Deklarationsanalysen gemäß den Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) durchzuführen sind. Ebenso sind Gassicherungsmaßnahmen gegen Ausgasungen aus dem Untergrund erforderlich. Diese sind in Abhängigkeit zur jeweils geplanten Baumaßnahme im Vorfeld zu konzipieren.

Eine Versickerung von Niederschlagswässern ist wegen der lokalen Untergrundverhältnisse unabhängig von Durchlässigkeiten und Flurabständen nicht zulässig. Entsprechend sind die anfallenden Wässer an die Kanalisation abzuschlagen.

Für ergänzende Rückfragen oder Erläuterungen stehen Ihnen die Unterzeichner jederzeit gern zur Verfügung.

Prof. Dr. Christian Melchers  
Diplom-Geologe

Heinz-Jürgen Nölle  
geol. Sachbearbeiter



Ausschnitt aus der Topographischen Karte 4310 - Lünen - Maßstab 1:25000



Regionale Lage des Bauvorhabens

### Dr. MELCHERS GEOLOGEN

Ingenieurberatung für Angewandte Geologie und Geotechnik BDG - VBI  
Röntgenstraße 1a, 44536 Lünen, Tel.: 02306/1510 Fax: 1540

Auftraggeber Trianel Kohlekraftwerk Lünen GmbH & Co. KG Frydagstraße 40 44536 Lünen	Projekt Bebauung der ehemaligen BE-Flächen auf dem Betriebsgelände des Trianel Kohlekraftwerks Lünen		Auftrags-Nr. 19154
			Anlage 1.1
Übersichtslageplan	Längenmaßstab 1:25000	Höhenmaßstab /	Datum 01/20
	Gezeichnet Ne	Geändert /	Kontrolliert Nö



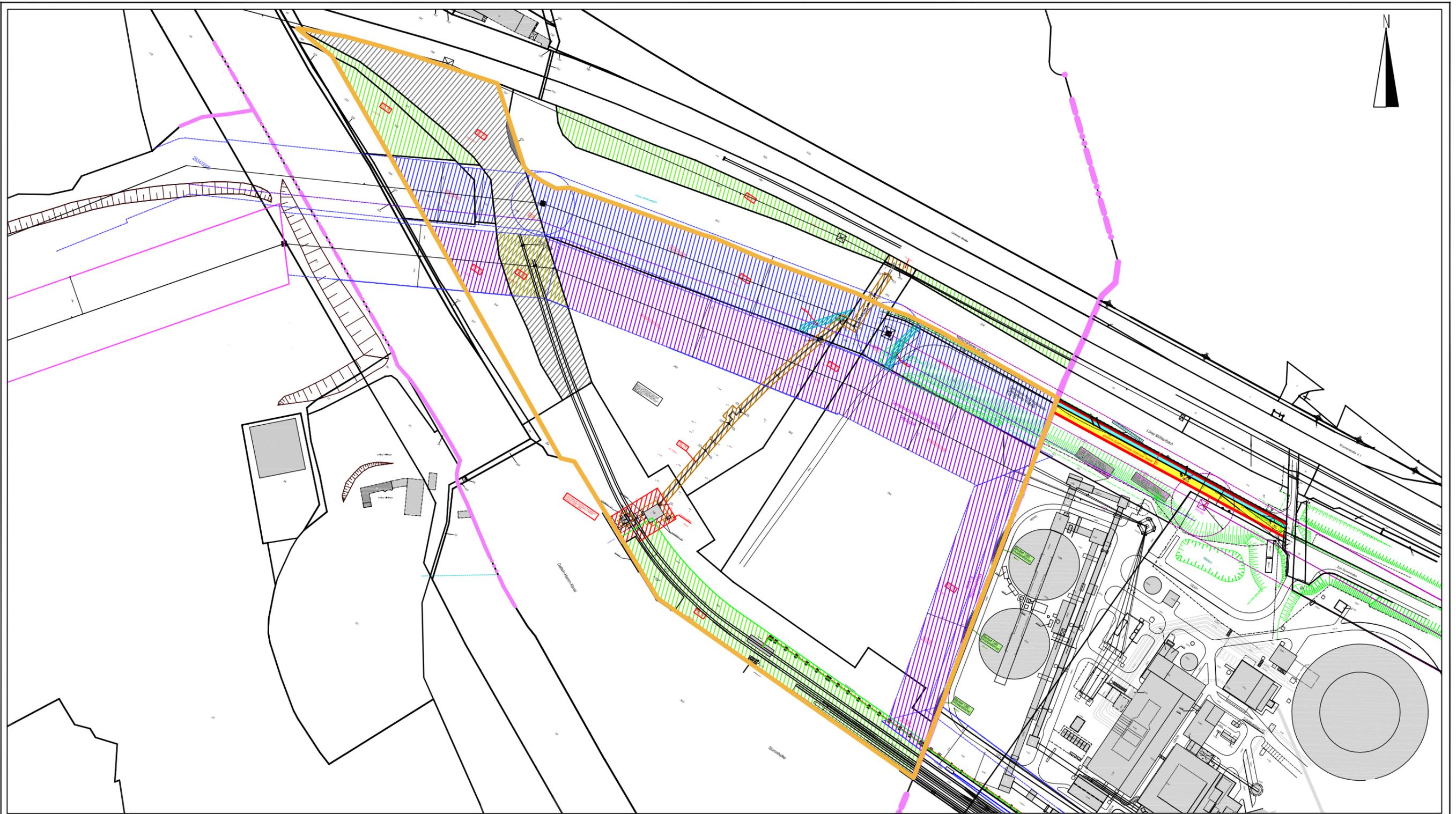
Auftrags-Nr. 19154

Bearbeitungszeitpunkt 27.01.2020

# Luftbild aus Metropole Ruhr, Stand 2018 / 19

Anlage 1.2





LEGENDE



Erschließungsfläche



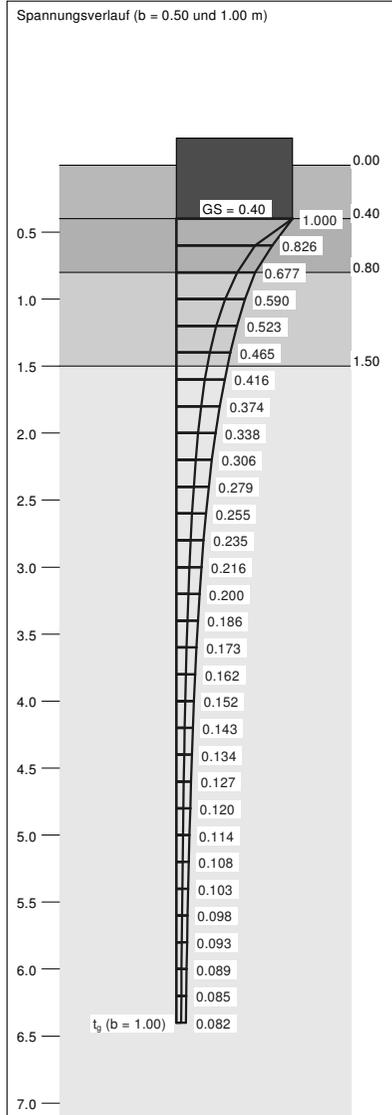
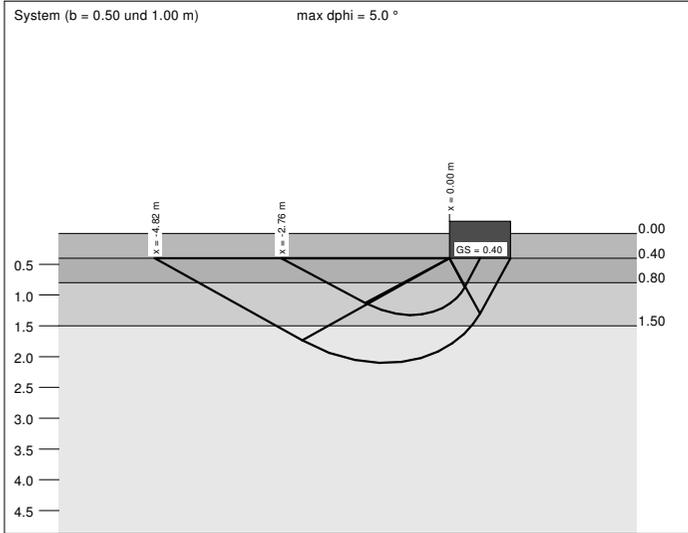
Hochspannungsmast

**Dr. MELCHERS GEOLOGEN**

Ingenieurberatung für Angewandte Geologie und Geotechnik - BDG - VBI  
 Röntgenstraße 1a, 44536 Lünen, Tel.: 02306/1510 Fax: 1540

Auftraggeber Trianel Kohlekraftwerk Lünen GmbH & Co. KG Frydagstraße 40 44536 Lünen	Projekt Bebauung der ehemaligen BE-Flächen auf dem Betriebsgelände des Trianel Kohlekraftwerks Lünen	Auftrags-Nr.	19154
		Anlage	1.3
Lageplan mit Eintragung der Erschließungsfläche	Längenmaßstab	Höhenmaßstab	Datum
	1 : 3000	/	01/20
	Gezeichnet	Geändert	Kontrolliert
	Ne	/	Nö

Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
1	18.0	10.5	30.0	0.0	15.0	0.00	Berge
2	22.0	12.0	37.5	0.0	50.0	0.00	HKS
3	18.0	10.5	32.5	0.0	25.0	0.00	Berge, verbessert
4	18.0	10.5	30.0	0.0	15.0	0.00	Berge

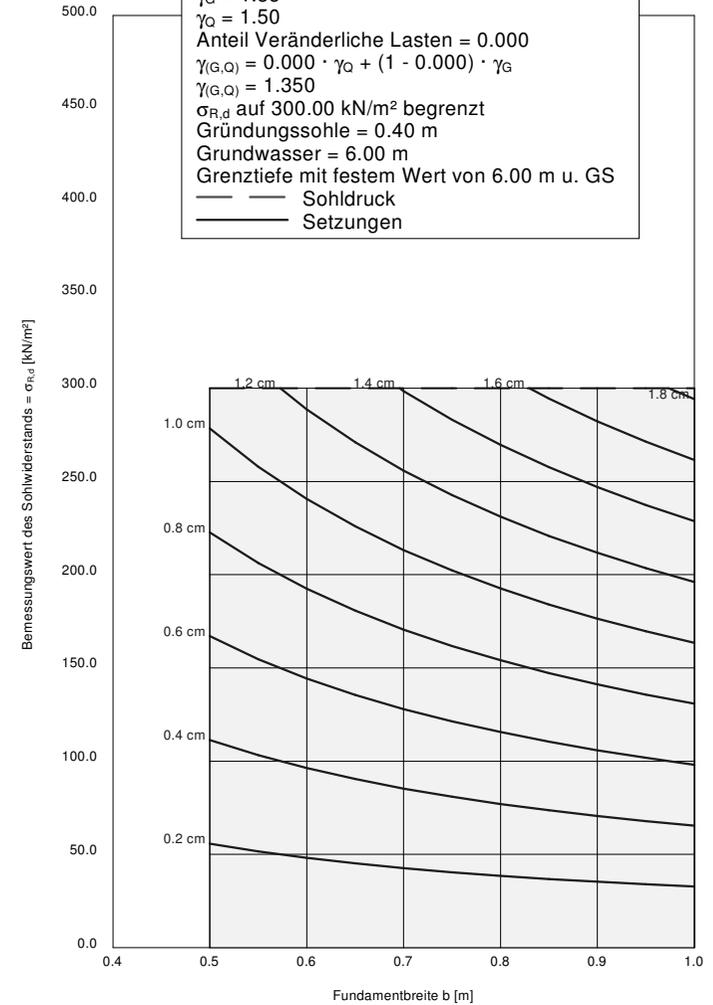


a [m]	b [m]	$\sigma_{R,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$R_{n,d}$ [kN/m]	$\sigma_{E,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	s [cm]	cal $\phi$ [°]	cal c [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_2$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\sigma_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	t <sub>g</sub> [m]	UK LS [m]	k <sub>s</sub> [MN/m <sup>2</sup> ]
20.00	0.50	300.0	150.0	222.2	1.08	34.2	0.00	20.33	7.20	6.40	1.33	20.6
20.00	0.55	300.0	165.0	222.2	1.16	34.1	0.00	20.16	7.20	6.40	1.41	19.1
20.00	0.60	300.0	180.0	222.2	1.25	34.0	0.00	20.01	7.20	6.40	1.50	17.8
20.00	0.65	300.0	195.0	222.2	1.33	33.4	0.00	19.91	7.20	6.40	1.57	16.7
20.00	0.70	300.0	210.0	222.2	1.41	33.1	0.00	19.81	7.20	6.40	1.64	15.8
20.00	0.75	300.0	225.0	222.2	1.48	32.9	0.00	19.71	7.20	6.40	1.72	15.0
20.00	0.80	300.0	240.0	222.2	1.56	32.8	0.00	19.63	7.20	6.40	1.80	14.3
20.00	0.85	300.0	255.0	222.2	1.63	32.6	0.00	19.55	7.20	6.40	1.88	13.6
20.00	0.90	300.0	270.0	222.2	1.70	32.4	0.00	19.48	7.20	6.40	1.96	13.1
20.00	0.95	300.0	285.0	222.2	1.77	32.1	0.00	19.42	7.20	6.40	2.03	12.6
20.00	1.00	300.0	300.0	222.2	1.84	31.9	0.00	19.37	7.20	6.40	2.10	12.1

\* phi wegen 5° Bedingung abgemindert  
 $\sigma_{E,k} = \sigma_{M,k} / (\gamma_{R,v} \cdot \gamma_{G,Q}) = \sigma_{M,k} / (1.40 \cdot 1.35) = \sigma_{M,k} / 1.89$  (für Setzungen)  
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.00

Berechnungsgrundlagen:  
 06088  
 Grundbruchformel nach DIN 4017:2006  
 Teilsicherheitskonzept (EC 7)  
 Streifenfundament (a = 20.00 m)

$\gamma_{R,v} = 1.40$   
 $\gamma_G = 1.35$   
 $\gamma_Q = 1.50$   
 Anteil Veränderliche Lasten = 0.000  
 $\gamma_{(G,Q)} = 0.000 \cdot \gamma_Q + (1 - 0.000) \cdot \gamma_G$   
 $\gamma_{(G,Q)} = 1.350$   
 $\sigma_{R,d}$  auf 300.00 kN/m<sup>2</sup> begrenzt  
 Gründungssole = 0.40 m  
 Grundwasser = 6.00 m  
 Grenztiefe mit festem Wert von 6.00 m u. GS  
 ———— Sohldruck  
 ———— Setzungen



**Dr. MELCHERS GEOLOGEN**  
 Ingenieurberatung für Angewandte Geologie und Geotechnik -VBI-  
 Röntgenstraße 1a, 44536 Lünen, Tel.: 02306/1510 Fax.: 02306/1540

Auftraggeber Trianel Kohlekraftwerk Lünen GmbH & Co. KG	Bauvorhaben Bebauung von Verkehrsflächen auf dem Betriebsgelände des Trianel Kohlekraftwerk in Lünen	Auftrags-Nr. 19154 Anlage 2
Grundbruch - und Setzungsberechnung	Berechnung durch Nö	Datum 01/20 Geprüft Me

Bodenart	Lagerungsdichte bzw. Konsistenz	Steifemodul Es [MN/m <sup>2</sup> ]	Wichte des feuchten Boden [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte des feuchten Boden wassergesättigt [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte des Bodens unter Auftriebs [kN/m <sup>3</sup> ]	Innerer Reibungswinkel $\varphi'$	Kohäsion [kN/m <sup>2</sup> ]	Boden- und Felsklassen nach DIN 18300, alt Erdarbeiten
Auffüllung (Berge)	---		16,0 - 18,0	18,5 - 20,5	8,5 - 10,5	30,0 - 32,5	---	3 - 5
Auffüllung (Berge, gekalkt)	---		17,0 - 18,0	19,5 - 20,5	8,5 - 10,5	32,5	---	3 - 5
Schluff	weich		17,5	19,0	9,0	27,5	---	4
Schluff	steif		18,5	20,0	10,0	27,5	2 - 5	4
Schluff	halbfest		19,5	21,0	11,0	22,5 - 27,5	5 - 10	4/5
Fein- und Mittelsand	locker		16,0	18,5	8,5	30,0	---	3
Fein- und Mittelsand	mitteldicht		17,0	19,5	9,5	30,0 - 32,5	---	3
Fein- und Mittelsand	dicht		18,0	20,5	10,5	32,5 - 35,0	---	3
Mergel, verwittert	halbfest		19,5	21,0	11,0	22,5	10	5/6
Mergel, verwittert	fest		21,0	21,0	11,0	35,0 - 37,5	---	6
Mergelstein	---		---	---	---	---	---	6/7

Schluffe und Sande sind unter Einfluss von Grundwasser ggf. in die Bodenklasse 2 einzustufen.

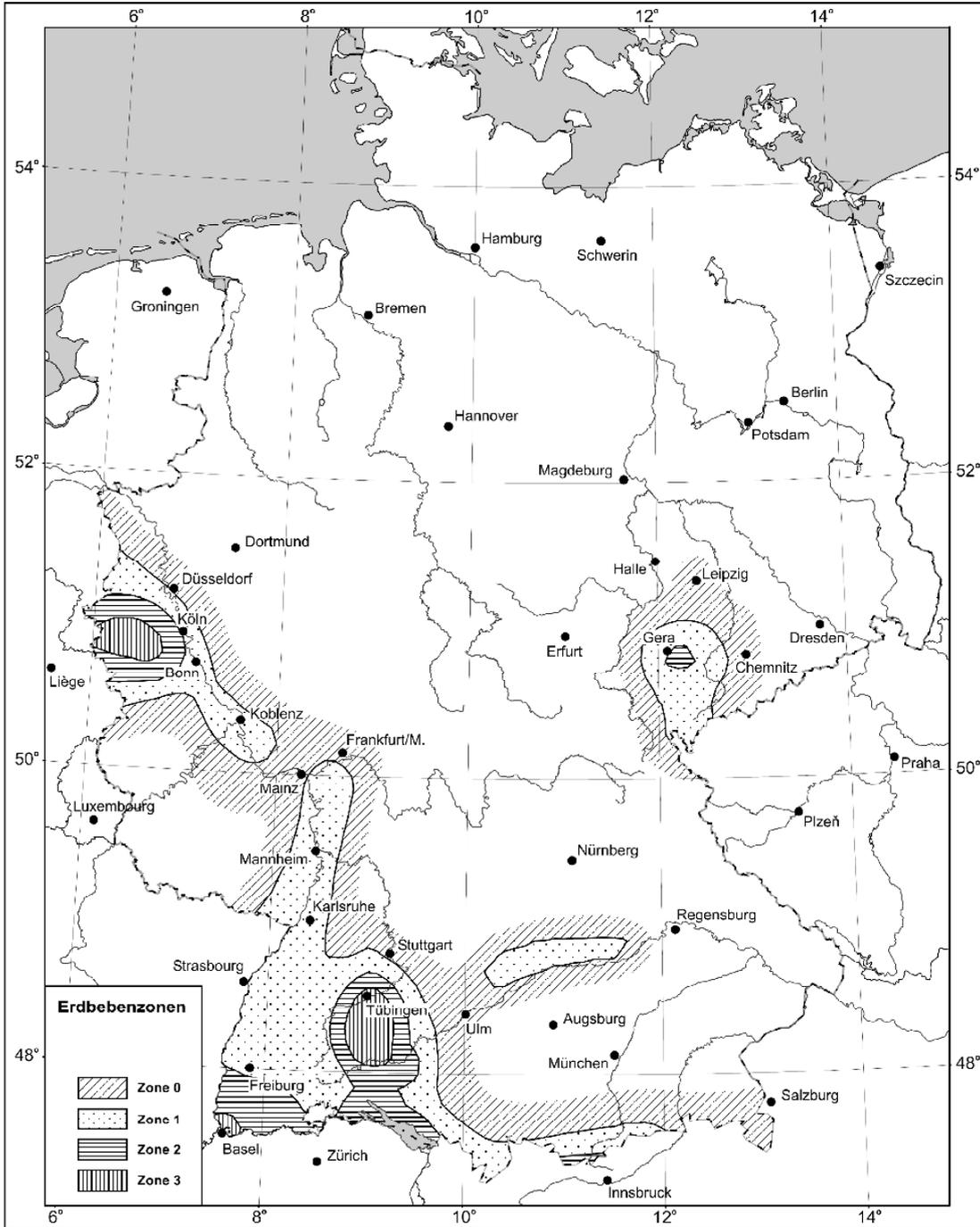


Auftrags-Nr. 19154

Bearbeitungszeitpunkt 27.01.2020

# Erdbebenzonen der BRD nach DIN EN 1998-1

Anlage 4



Schematische Darstellung der Erdbebenzonen der Bundesrepublik Deutschland

Die Städte Lünen und Waltrop in NRW gehören zu keiner Erdbebenzone.



Auftrags-Nr. 19154

Bearbeitungszeitpunkt 27.01.2020

# Altlastenkatasterauskunft des Kreises Unna, Stand 19.04.2007

Anlage 5

# Kreis Unna

Fachbereich Natur und Umwelt

Aufgabenbereich Bodenschutz / Altlasten

Az.:69.2/70 71 00-6

Datum: 19.04.2007

Landschaftspflege, Natur- u. Landschaftsschutz

Bauordnung

Gewerblicher Umweltschutz u. Abfallwirtschaft

Koordinierung Bauvorhaben, Fr. Hofsendermann

Koordinierungsstelle für Planungsaufgaben

Genehmigungsverfahren n. BlmschG, Frau Krug

- Genehmigungsverfahren nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz

Ihr Geschäftszeichen; Datum

**Vorhaben:** Antrag zur Erteilung eines Vorbescheides zur Errichtung und zum Betrieb eines Kohlekraftwerkes in Lünen (Stummhafen, Frydagstraße 40) sowie zur Erteilung der 1. Teilgenehmigung zur Baufeldfreimachung, der Errichtung der Geländeumzäunung und der Durchführung von Testbohrungen und Testpfählungen

69.3/70 30 14 – BR 7/07 T1; 29.03.2007

**Antragsteller:** Trianel Power – Projektgesellschaft Kohlekraftwerk mbH & Co. KG, Aachen

Aus Sicht der Altlastenbearbeitung / aus Sicht des Bodenschutzes bestehen keine Bedenken

Aus Sicht der Altlastenbearbeitung / aus Sicht des Bodenschutzes bestehen Bedenken

Bei Aufnahme folgender Nebenbestimmungen bestehen aus Sicht der Altlastenbearbeitung / aus Sicht des Bodenschutzes keine Bedenken

### *Vorhaben:*

Der Antragsteller, Trianel Power –Projektgesellschaft Kohlekraftwerk mbH & Co. KG in Aachen plant die Errichtung und den Betrieb eines Kohlekraftwerkes (KKW) auf dem Gelände des Stummhafen an der Frydagstraße 40 in Lünen. Gegenstand des hier vorliegenden Antrages ist die Erteilung eines Vorbescheides für die Errichtung des KKW sowie die Erteilung der 1. Teilgenehmigung zur Baufeldfreimachung, der Errichtung der Geländeumzäunung und der Durchführung von Testbohrungen und Testpfählungen. Im Rahmen dieser 1. Teilgenehmigung werden zur Baustellenfreimachung Bodenverschiebungs- und Bodenumlagerungsarbeiten notwendig um bestehende Geländesenken aufzufüllen bzw. um bestehende Aufschüttungen und Erhebungen abzutragen.

### *Altlasten- und Bodenschutzsituation / Stellungnahme:*

Das gesamte für die geplante Errichtung vorgesehene Gelände befindet sich innerhalb einer im Altlastenkataster des Kreises Unna unter der Nr. 20/38 erfassten Altablagerung. Es handelt sich hierbei um eine Bergehalde des Steinkohlenbergbaues.

Im Rahmen der flächendeckenden Erhebung von Altstandorten und Altablagerungen im Kreisgebiet Unna sind seit 2005 zwei weitere Altablagerungen unter den Nrn. 20/587 und 20/596 im nördlichen bzw. südwestlichen Bereich sowie eine Altstandort unter der Nr. 20/399 im westlichen Randbereich der

Projektfläche erfasst. Hierbei handelt es sich um die Verfüllung eines Wassergrabens (20/587), welche gemäß der Auswertung von Luftbildern in 1975 erfolgte, sowie um eine ca. 12,5 ha große Fläche einer Basisaufschüttung (20/596). Der Beginn und die Erweiterung der Aufschüttung lässt sich in den Luftbildern von 1959, 1969 und 1975 erkennen. Bei dem Altstandort handelt es sich um das Lager und eine Tankstelle der VAW, welche nach den mir vorliegenden Unterlagen von 1967 bis 1970 betrieben wurde. Der größte Teil dieses Standort befindet sich auf Waltroper Stadtgebiet. Kenntnisse über die genaue Lage der ehem. Tankstelle und den dazugehörigen betrieblichen Anlagen liegen mir nicht vor. Für das gesamte Stummhafen-Gelände wurden in 2000 und 2002 für die einzelnen Teilflächen insges. drei Gefährdungsabschätzungsuntersuchungen durch Umweltconcepte Ruhr GmbH (UCR), Essen durchgeführt.

Aktuell ist dem vorliegenden Antrag eine Kontaminationsbeurteilung des Untergrundes und Risikoabschätzung des Büros Dipl.-Geol. V. Firchow in Lünen aus 2006 für den Bereich der einzelnen zu errichten Baueinheiten des KKW beigefügt.

Im Rahmen der letztgenannten Bodenuntersuchungen wurden im geplanten Baufeld insges. 41 Tiefbohrungen bis zu einer Tiefe von max. 28 m unter GOK abgeteuft. In diesen Bohrungen wurde durchweg eine bis max. 11 m mächtige Auffüllung aus Bergematerialien i. d. R. aus Tonsteinen mit Kohlebeimengungen angetroffen. In Teilbereichen wurde auch eine Durchmischung des Bergematerials mit Bauschutt, Schotter und Schlacke ermittelt. Aus diesen Bohrungen wurden 27 Mischproben (MP) aus den aufgeschütteten Bergematerialien und 4 Mischproben aus dem gewachsenen Boden unterhalb der Auffüllung auf die Parameter gemäß LAGA „Boden“ im Feststoff und im Eluat analysiert. Mit einer Ausnahme wurden in den Bergematerialien Schadstoffgehalte bis zu den entsprechenden Zuordnungswerten Z 0 bzw. Z 1.1 / Z 1.2 analysiert. Die ermittelten BTEX-Gehalte liegen in 10 MP jedoch mit 5,2 bis 10,0 mg/kg über dem entsprechenden Z 2 – Zuordnungswert von 5 mg/kg BTEX.

Die Prüfwerte der BBodSchV für die geplante Nutzungsart „Gewerbe u. Industrie“ werden bei allen untersuchten Stoffen mit Ausnahme des Parameters Benzol deutlich unterschritten.

Mit Stand vom 09.09.2004 wird vom ständigen Ausschuss Altlasten der Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) in der Tabelle 2 „orientierende Hinweise auf Prüfwerte für flüchtige Stoffe“ ein vorläufiger Prüfwert für Benzol von 0,4 mg/kg für Industrie- und Gewerbegrundstücke festgelegt. Dieser Prüfwert wird in 13 der untersuchten Mischproben mit Gehalten von 0,5 bis 1,3 mg/kg Benzol knapp bis deutlich überschritten.

Auf Grund der Prüfwertüberschreitungen für den Parameter Benzol in der Hälfte aller Mischproben bestehen aus Sicht der Altlastenbearbeitung und des Bodenschutzes derzeit Bedenken gegen die Erteilung des Vorbescheides zur Errichtung und zum Betrieb des Kohlekraftwerkes sowie zur Erteilung der 1. Teilgenehmigung.

Im Vorfeld der Baufeldfreimachung ist für die geplanten Bodenumlagerungsarbeiten (Auf- und Abtrag) durch einen Altlasten-Sachverständigen ein entsprechendes Bodenmanagementkonzept zu erarbeiten und dem Kreis Unna, Aufgabenbereich Bodenschutz / Altlasten zur Abstimmung vorzulegen. Im Rahmen des Bodenmanagementkonzeptes, welches als Bestandteil in die Antragsunterlagen für die Plangenehmigung aufzunehmen ist, sind auch die Bereiche des späteren Betriebsgeländes darzustellen und zu berücksichtigen, welche später unversiegelt (z. B. Grünflächen) bleiben. Zur Beurteilung des Gefährdungspfades Boden-Mensch ist in diesen Bereichen eine oberflächennahe Beprobung (0,0 bis 0,3 m) gemäß BBodSchV vorab durchzuführen. In Abhängigkeit der Analyseergebnisse sind hier ggf. entsprechende Sicherungsmaßnahmen angezeigt.

Erst nach Vorlage des Bodenmanagementkonzeptes kann eine abschließende Stellungnahme aus Sicht der Altlastenbearbeitung und des Bodenschutzes formuliert werden.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist folgender *Hinweis* in den späteren Genehmigungsbescheid aufzunehmen:

Für die Verwertung und den Einbau von Recycling-Baustoffen und mineralischen Stoffen aus industriellen Prozessen oder Bodenmaterialien z. B. als Trag- oder Gründungsschichten, ist beim Kreis Unna, Fachbereich Natur und Umwelt eine wasserrechtliche Erlaubnis gemäß § 7 WHG zu beantragen. Die Verwertung von industriellen Reststoffen ist auf Grundstücken, die der Wohnnutzung dienen, ausgeschlossen.

Im Rahmen des Erlaubnisverfahrens sind folgende Unterlagen in 2-facher Ausfertigung einzureichen:

1) Materialangaben:

Art, Beschaffenheit, Herkunft, Einbaumengen, Einbaumächtigkeit und chemische Analysen.

2) Angaben zum Einbauort und zur Einbauweise:

Einbauweise/Verwendungszweck, Sicherungsmaßnahmen, höchst zu erwartender Grundwasser-Flurabstand, Bodenaufbau, Bodenprofile, Bodenmächtigkeiten, Bodendurchlässigkeitsbeiwert/kf-Wert der Grundwasser-Deckschicht, Lage des Einbauortes, Flächengröße, Übersichtsplan, Lageplan 1:1000, Detailzeichnung.

Mit dem Einbau darf erst nach Erteilung einer Erlaubnis durch den Kreis Unna begonnen werden.

Gez.  
Baumeister

