

Meistersingerstraße 7  
14471 Potsdam  
Tel. 0331 / 95 11 892  
Fax 0331 / 95 11 893  
Funk 0174 / 940 99 65  
E-Mail R.Doelling@t-online.de

Wohnungsgesellschaft Ludwigsfelde mbH  
„Märkische Heimat“  
Potsdamer Straße 35-43  
14974 Ludwigsfelde

## Baugrund – Gutachten

Bauvorhaben: Ludwigsfelde, Zur Ahrensdorfer Heide  
Objekt: Neubau Grundschule und Sporthalle  
Bearb.-Nr.: H 22-29  
Untersuchungsstufe: Hauptuntersuchung  
Geotechnische Kategorie: 2

Aufgestellt:  
Potsdam, den 12. Dezember 2022



Dipl.- Ing. R. Dölling  
Beratender Ingenieur

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
0. Zusammenfassung	3
1. Vorgang	4
2. Verwendete Unterlagen	4
3. Planungskonzept	6
4. Feststellungen	9
4.1. Standortbedingungen / Vornutzung	9
4.2. Boden- und Wasserverhältnisse	11
4.2.1. Geologisch- hydrologische Gesamtsituation	11
4.2.2. Baugrundsichtung und -beschaffenheit	13
4.2.3. Hydrologische Gegebenheiten	16
5. Ergebnisse der Laboruntersuchungen	17
5.1. Bodenphysikalische Laboruntersuchungen	17
5.2. Chemische Eigenschaften / Wiederverwertbarkeit des Bodens	18
5.3. Chemische Eigenschaften des Grundwassers	20
6. Beurteilung der Baugrundverhältnisse	20
6.1. Allgemeine Baugrundbeurteilung	20
6.2. Bodenkennwerte	21
7. Gründungstechnische Schlussfolgerungen	22
7.1. Baufeldvorbereitung	22
7.2. Gründungsart / Gründungstiefe	23
7.3. Bettungsmodul / Zulässige Sohlpressungen / Setzungsverhalten	24
7.4. Bauwerksabdichtung	27
7.5. Hinweise zur Baugrubenherstellung und den Erdarbeiten	27
8. Flächenbefestigungen	31
9. Sportanlagen	34
10. Spielgeräte	35
11. Rohrleitungsbau / Tiefbauwerke	35
12. Regenwasser- Versickerung	37
13. Schlussbemerkungen	39

**Anlagen:**

1	Lage- und Aufschlussplan (1 : 750)
2.1 - 2.4	Aufschlussprofile / Diagramme der Rammsondierungen / Höhenordinaten
3.1 - 3.3	Kornverteilungskurven
4.1 - 4.3	Glühverlust
5	Prüfbericht zur orientierenden chemischen Bodenanalytik (LAGA)
6.1 - 6.6	Setzungsberechnungen (Schul- Modul, Sporthalle)
7	Fundamentdiagramm (Streifenfundamente)
8.1 - 8.3	Fotodokumentation

## **0. Zusammenfassung**

- Auf einem bislang unbebauten, zuletzt landwirtschaftlich genutzten Gelände an der Erschließungsstraße Zur Ahrensdorfer Heide in Ludwigsfelde ist die Neuerrichtung eines dreigeschossigen Schulgebäudes und einer Sporthalle geplant.
- Die Baugrundverhältnisse werden am betreffenden Standort von gemischtkörnigen lehmigen Grundmoränenbildungen (SU\*/ST\*) geprägt, welche von nichtbindigen Sandeinlagerungen (SE) durchzogen werden und bei größtenteils kompakter Lagerungsstruktur für die konkrete Bauaufgabe einen **ausreichend tragfähigen Baugrund** darstellen. **Partielle Auflockerungszonen** in den zwischengelagerten Sanden bleiben in der vorgefundenen Ausprägung ohne spürbare Auswirkung auf das Trag- und Setzungsverhalten. Allerdings ist die Nässeempfindlichkeit der lehmigen Ablagerungen (SU\*) mit gewissen Risiken und potentiellen Mehraufwendungen verbunden, falls die Bauzeit in eine feuchte Witterungsperiode fällt (vgl. Pkt. 4.2.2. und 6.).
- Das Grundwasser steht erst in Tiefen > 6 m unter Gelände an und bleibt auch im Extremfall bei einer **geschätzten Maximalordinate zeHGW ~ 38.0 m ü.NHN** noch weit unter Gründungsniveau. Allerdings muss mit dem Auftreten von temporären Stauwasserbildungen gerechnet werden (Pkt. 4.2.3.).
- Zur Homogenisierung der Auflagerbedingungen und im Hinblick auf die Bauwerksabdichtung wird zur Baufeldvorbereitung die **Herstellung eines Flächenpolsters aus nässeunempfindlichem und gut durchlässigem nichtbindigem Ersatzmaterial unter den Gründungsebenen** angeraten. Im Ergebnis ist auf Dauer ein verträgliches Verformungsverhalten gewährleistet (Pkt. 7.1.).
- Nach fachgerechter Vorbereitung der Gründungsebenen kann unbedenklich eine herkömmliche Flachgründung ausgeführt werden, wobei prinzipiell **Stahlbeton- Gründungsplatten** mit entsprechend vergleichmäßigem Lasteintrag als Vorzugslösung zu empfehlen sind. Die planungsseitig beabsichtigte *Kombination der Platten mit einem Trägerrost (Schule) bzw. mit einem elastisch gebetteten Balken* unter der Sporthallen- Außenwand ist aus gutachterlicher Sicht *praktikabel* sind (Pkt. 7.2. und 7.3.).
- Da die standortbestimmenden lehmigen Deckschichten eine flächenhafte Stauwirkung erzeugen, wird für die geplanten Neubauten eine **Ringdränage nach DIN 4095** empfohlen, so dass die Bauwerksabdichtung dann nach der **Wassereinwirkungsklasse W1.2-E** gemäß DIN 18533 ausgeführt werden kann (Pkt. 7.4.).
- Wasserhaltungsmaßnahmen werden **nicht notwendig**.
- Die **dezentrale Versickerung** des auf den neuen Dach- und Befestigungsflächen anfallende Regenwassers ist bei der vorgefundenen Bodenschichtung **nur unter Einschränkungen möglich** und erfordert noch vertiefende Betrachtungen (Pkt. 12.).
- Eine fachbauliche Begleitung der Erdarbeiten zur Überprüfung der Bodenschichtung und fachgerechten Umsetzung der empfohlenen Ertüchtigungsmaßnahmen wird **angeraten**.

## **1. Vorgang**

Auf einem bislang un bebauten Areal an der Erschließungsstraße Zur Ahrensdorfer Heide in Ludwigsfelde ist die Neuerrichtung eines Schulgebäudes sowie einer Sporthalle geplant.

Mit der Objektplanung ist die S&P SAHLMANN PLANUNGSGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN MBH POTSDAM betraut. Die Außenanlagengestaltung obliegt dem Landschaftsarchitekturbüro FREIANLAGE.DE.

Mein Büro wurde im Zuge der Planungen durch die als Bauherr fungierende WOHNUNGSGESELLSCHAFT LUDWIGSFELDE MBH „MÄRKISCHE HEIMAT“ mit /U.2/ beauftragt, die Baugrundverhältnisse im Bereich der vorgesehenen Gebäudestandorte zu untersuchen und im Ergebnis ein projektbezogenes Baugrund- Gutachten mit gründungstechnischen Schlussfolgerungen und entsprechenden Hinweisen zur Bauausführung zu erarbeiten.

## **2. Verwendete Unterlagen**

- Unterlagen des Auftraggebers/Pläne/Kartenwerke/Untersuchungsprotokolle /U/
  - /U.1/ Leistungsangebot vom 04.05.2022
  - /U.2/ Auftrag vom 03.07.2022
  - /U.3/ Lageplan mit eingetragenem Neubaugrundriss, aufgestellt von der S&P SAHLMANN PLANUNGSGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN MBH POTSDAM, erhalten per E-Mail am 25.08.2022
  - /U.4/ Amtlicher Lageplan mit präzisierter Lageeinordnung der Neubauf lächen, aufgestellt vom VERMESSUNGSBÜRO GISEO - DR. UWE KRAATZ und der S&P SAHLMANN PLANUNGSGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN MBH POTSDAM, erhalten per E-Mail am 30.11.2022
  - /U.5/ Grundrisse und Schnitte (Vorentwurf) sowie Visualisierung zu den geplanten Neubauten, Aufsteller wie vor (S&P), erhalten per E- Mail am 25.08. sowie 10.10.2022
  - /U.6/ Freianlagenplan (Vorentwurf), aufgestellt und erhalten vom Landschaftsarchitekturbüro FREIANLAGE.DE per E- Mail am 29.11.2022
  - /U.7/ Lastabtragskonzepte mit Variantenbetrachtung, aufgestellt und erhalten von der S&P SAHLMANN PLANUNGSGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN MBH POTSDAM per E-Mail am 03. und 14.11.2022
  - /U.8/ Diverse Bestandslagepläne zu unterirdischen Leitungstrassen verschiedener Medien träger, erhalten von der S&P SAHLMANN PLANUNGSGESELLSCHAFT FÜR BAUWESEN MBH POTSDAM per E- Mail am 15.08.2022
  - /U.9/ Übersichtspläne und Koordinatenliste zur Lage- und Höhenvermessung der Erkundungspunkte, aufgestellt vom VERMESSUNGSBÜRO GISEO – DR. UWE KRAATZ, erhalten per E- Mail am 15.09.2022

- /U.10/ Feldprotokoll zur Kampfmittelfreimessung der Erkundungspunkte, ausgeführt von der BOHR- UND SPRENGTECHNIK ADOLF ALEXANDER KG GMBH & Co. am 31.08.2022
- /U.11/ Topographisches, geologisches und hydrologisches Kartenmaterial sowie Luftbilder aus eigenem Archiv bzw. aus Online- Veröffentlichungen des LANDESAMTES FÜR UMWELT BRANDENBURG
- /U.12/ Ergebnisse von 17 Kleinbohrungen (Rammkernsondierungen) und 20 Schweren Rammsondierungen (DPH), ausgeführt durch die Fa. ERD- UND BAUGRUNDSERVICE UWE BAYERL am 31.08. und 01.09.2022
- /U.13/ Ergebnisse bodenphysikalischer Laboruntersuchungen (Siebanalysen, Glühverlustbestimmung), ausgeführt durch das Erdbaulabor des INGENIEURBÜRO FÜR GEOTECHNIK DIPL.- ING. F. MASCHKE vom 22./26.09.2022
- /U.14/ Ergebnisse chemischer Laboruntersuchungen zu anstehenden Böden, ausgeführt durch die LWU - LABOR FÜR WASSER UND UMWELT GMBH (Prüfbericht 2022-11592) vom 30.09.2022
- /U.15/ Hauptwerte, Ganglinien und aktuelle Messwerte von umliegenden Grundwassermessstellen, erhalten vom LANDESAMT FÜR UMWELT BRANDENBURG
- /U.16/ Aufzeichnungen von Ortsbesichtigung des Unterzeichners zur Vorbereitung und Begleitung der Felderkundungen im August und September 2022
- /U.17/ Diverse weitere Archivgutachten von zurückliegenden Baumaßnahmen im Ludwigsfelder Stadtgebiet (Neubauten und Erschließungsanlagen Rouseaupark, Neubau Schulen und Sporthallen an den Standorten Karl- Liebknecht- Straße 2C und Albert- Schweitzer- Straße usw.), aufgestellt durch den Unterzeichner, aus den Jahren 2003-2022
- Vorschriften IV/
  - IV.1/ DIN 1054, Baugrund, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, Ausgabe Januar 2005 / Dezember 2010 (in Verbindung mit DIN EN 1997-1/EC 7)
  - IV.2/ Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - Technische Regeln (LAGA RL 2004), Stand 05.11.2004
  - IV.3/ DIN 4019, Setzungsberechnungen, Ausgabe Mai 2015
  - IV.4/ DIN 18533, Abdichtung von erdberührten Bauteilen, Ausgabe Juli 2017
  - IV.5/ DIN 18300, Erdarbeiten, Ausgabe August 2015
  - IV.6/ RStO 12, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 (FGSV 499)
  - IV.7/ ZTV E-StB 17, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017 (FGSV 599)
  - IV.8/ ZTV SoB-StB 20, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2020, (FGSV 698)

/V.9/ DIN 18035 Teil 3, Sportplätze, Entwässerung, Ausgabe September 2006

/V.10/ DIN 18035 Teil 6, Sportplätze, Kunststoffflächen, Ausgabe Dezember 2014

/V.11/ DWA- Arbeitsblatt A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser, Ausgabe August 2008

### **3. Planungskonzept**

Im Rahmen der beabsichtigten Baumaßnahme ist lt. /U.5/ zunächst die Neuerrichtung eines 3-geschossigen Schulgebäudes vorgesehen, in dem eine Grundschule untergebracht werden soll. Der nicht unterkellerte Baukörper setzt sich aus 3 Gebäudeflügeln mit Grundflächen von jeweils etwa 30 x 28 m zusammen, in denen neben Unterrichts- und Sozialräumen auch eine Mensa / Aula und ein Hortbereich vorgesehen sind. Diese 3 Lernhäuser gruppieren sich sternförmig um einen zentral gelegenen Eingangsbereich, wo u.a. auch das Haupt-Treppenhaus sowie eine Aufzugsanlage eingeordnet werden.

Die Lagekonfiguration des Gebäudeensembles, die im Zuge der Projektentwicklung präzisiert wurde, ist der Plandarstellung in Anlage 1 zu entnehmen. Einen Überblick gibt zudem die nachfolgende Visualisierung.



Bild 1: Visualisierung zum geplanten Schulneubau /U.5/

Das Tragwerk des Neubaus wird aus einer Stahlbeton- Konstruktion mit Wandscheiben und Stützen gebildet, welche in den Geschossebenen von Unterzügen und Stahlbetondecken überlagert werden, die bei größeren Raumbreiten teilweise als Spannbeton konzipiert sind. Als Lastabtragselement ist im Bild 2 (Seite 7) eine Gründungsplatte dargestellt, die lt. /U.5/

zunächst mit einer Konstruktionsdicke von 30 cm vordimensioniert wurde und einen 25 cm starken Fußbodenaufbau erhält. Nach dem zwischenzeitlich mit /U.7/ vorliegenden Lastabtragskonzept wird projektseitig nunmehr favorisiert, die Platte mit einem unterlagernden Trägerrost zu koppeln, was zu einer größeren Steifigkeit führt, den Lasteintrag der Einzelstützen vereinfacht und zudem eine Reduzierung der Plattenstärke auf 20 cm ermöglicht. Die unter den Plattenrändern und den Innenflächen rasterförmig angeordneten Stahlbetonbalken sind mit einer Steghöhe von 1.0 m (incl. Plattenstärke) und Stegdicken von 40 cm (Randbereiche) bzw. 60 cm (Innenflächen) konzipiert. Die zu erwartenden charakteristischen Sohlspannungen bewegen sich dann lt. /U.7/ in den Innenflächen zwischen 20 und 120 kN/m<sup>2</sup> und erreichen an den Plattenrändern Werte zwischen 140 und 300 kN/m<sup>2</sup>, mit partiellen Lastspitzen bis 380 kN/m<sup>2</sup>. Für die Aufzugsunterfahrt ist in den Plänen zunächst eine Gesamteinbindetiefe von 2.0 m unter EG- Niveau angegeben, die allerdings noch flexibel sein dürfte.

Die EG- Fußbodenebene des Schulneubaus ist nach letztem Stand auf einem Absolutniveau OKFFEG zwischen 44.20 und 44.40 m ü.NHN (Höhenbezugssystem DHHN 2016) festgelegt. Mit dem vorgenannten Fußbodenaufbau ergibt sich damit für die (reduzierte) Gründungsplatte eine Sohlordinate von etwa 43.75...43.95 m ü.NHN und kann dann zzgl. einer geringmächtigen Sauberkeitsschicht von einer Baugrubensohle bei ~ 43.7...43.9 m ü.NHN ausgegangen werden.

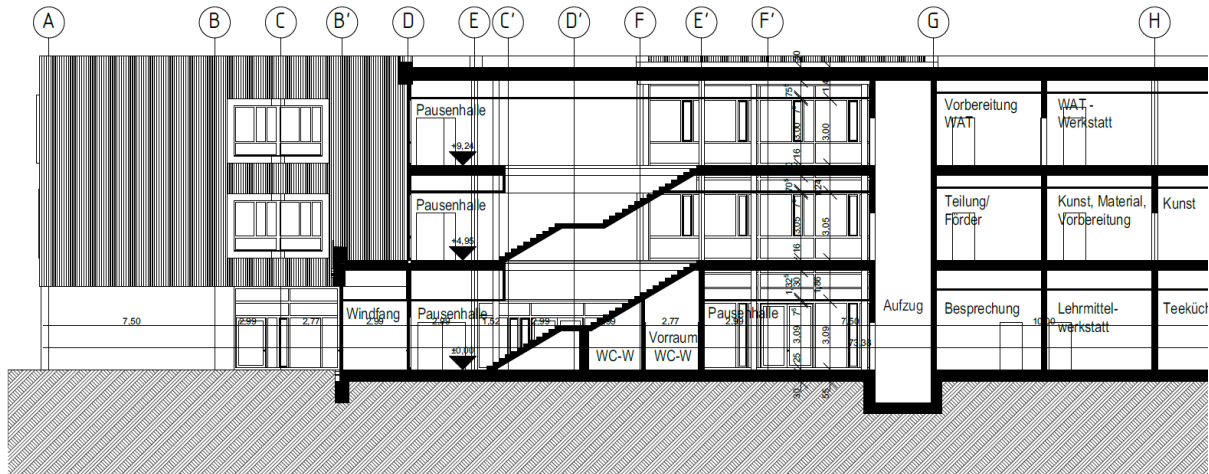
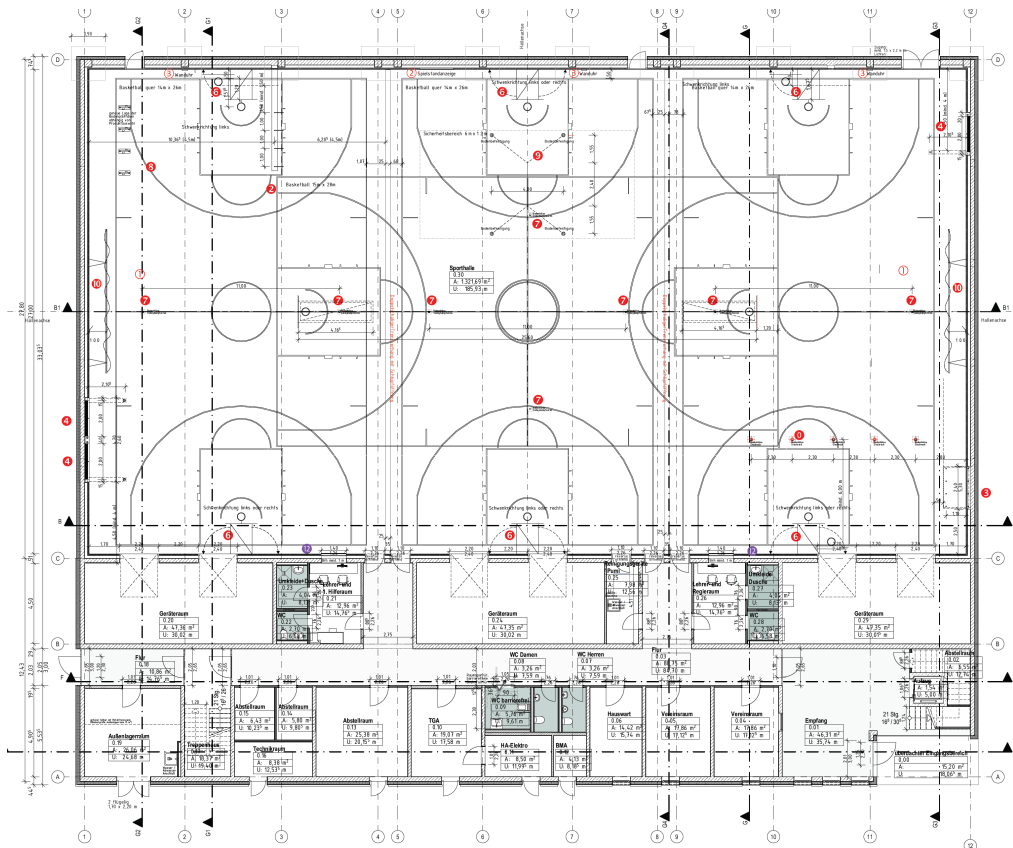


Bild 2: Ausschnitt aus dem Schnitt A-A zum geplanten Schulneubau als Auszug aus /U.5/

Die geplante Sporthalle ist lt. /U.5/ mit einer Gesamtgrundfläche von ~ 50.4 x 40.6 m konzipiert und soll eine Dreifeld- Spielfläche erhalten. Dieser Hallenbereich soll den südwestlichen Abschnitt des Neubaus einnehmen, während sich im nordöstlichen Teil ein Funktions- und Sozialtrakt anschließt, in dem Technik- und Geräteräume sowie Umkleiden und Sanitäranlagen untergebracht werden sollen. Im Obergeschoss wird dort zudem eine Zuschauertribüne integriert (siehe Bilder 3 und 4). Auch der Eingangsbereich zum Neubau incl. Aufzugsanlage befindet sich in diesem Gebäudeabschnitt und wird an der Nordostecke liegen.

Zur Höheneinordnung des Baukörpers ist nach letzter Abstimmung davon auszugehen, dass die EG- Ebene bei 44.50 m ü.NHN liegen wird.



**Bild 3:** Grundriss der geplanten Sporthalle als Auszug aus /U.5/



**Bild 4:** Perspektivdarstellung mit Blick aus Richtung Süden als Auszug aus /U.7/

Die Tragwerksplanung sieht hier nach Rücksprache mit dem Statiker vor, dass der Lastabtrag über *Wandscheiben* erfolgt, die in der Halle lediglich im Bereich der südöstlichen und südwestlichen Fensterbänder durch Stützen ersetzt werden. Die südwestliche Außenwand bildet das Auflager für die *weit spannenden Binder*elemente, die wiederum die Hallendachkonstruktion tragen. Auf der Nordostseite sollen diese Binder auf den *Wandscheiben des benachbarten Funktionstraktes* aufliegen, der zweigeschossig und in Stahlbeton- Bauweise ausgebildet werden soll.

Als Gründungselemente sind unter den Außenwänden *umlaufende Fundamentbalken* vorgesehen, die gleichzeitig als Frostschränke wirken und eine Steghöhe von 0.90 m erreichen. Unter der südwestlichen Außenwand (Auflager Dachbinder) weist dieser elastisch gebettete Gründungsbalken eine Breite von 70 cm auf, während ansonsten Stegbreiten von 40 cm konzipiert sind. Im südseitigen Funktionstrakt wird hingegen wieder eine *flächenhafte Auflagersituation über eine Gründungsplatte* als Vorzugslösung betrachtet ( $d = 30 \text{ cm}$ ), die in geringerer Konstruktionsdicke (20 cm) auch im Bereich der Halleninnenfläche umgesetzt werden soll. Die zu erwartenden charakteristischen Sohlspannungen bewegen sich im Flächen Gründungsbereich des Funktionstraktes im wesentlichen zwischen 30 und 65 kN/m<sup>2</sup>, während für den hoch belasteten Randbalken unter der südwestlichen Hallen- Außenwand lt. /U.7/ Sohlpressungen von etwa 250 kN/m<sup>2</sup> anzunehmen sind.

Hinsichtlich der Außenanlagengestaltung ist mit Bezug auf den aktuellen Entwurfsstand /U.6/ (siehe Anlage 1) davon auszugehen sein, dass im Umfeld des geplanten Neubaukomplexes (Eingangsbereich, Vorplatz, Schulhof) Verkehrs- und Bewegungsflächen hergestellt werden, für die vorrangig *Fußgänger- und Radfahrverkehr* zu unterstellen ist. Daneben soll am nordöstlichen Rand des Schulcampus eine *Pkw- Stellplatzanlage* entstehen und sind zudem auch *Feuerwehrezufahrten bzw. -aufstellflächen* erforderlich, die einer erhöhten Beanspruchung unterliegen. Als Deckschicht sind *Pflaster- oder Plattenbeläge* anzunehmen. Südlich des Neubaus soll ein Spielplatzbereich in die Freianlagen integriert werden, der mit entsprechenden *Spielgeräten* bestückt wird (in Anlage 1 gelb hinterlegt). Zudem beinhaltet die aktuelle Planung die Anlage von Sportflächen (Spielfelder, Laufbahn), die vermutlich *mit Kunststoffbelägen* versehen werden.

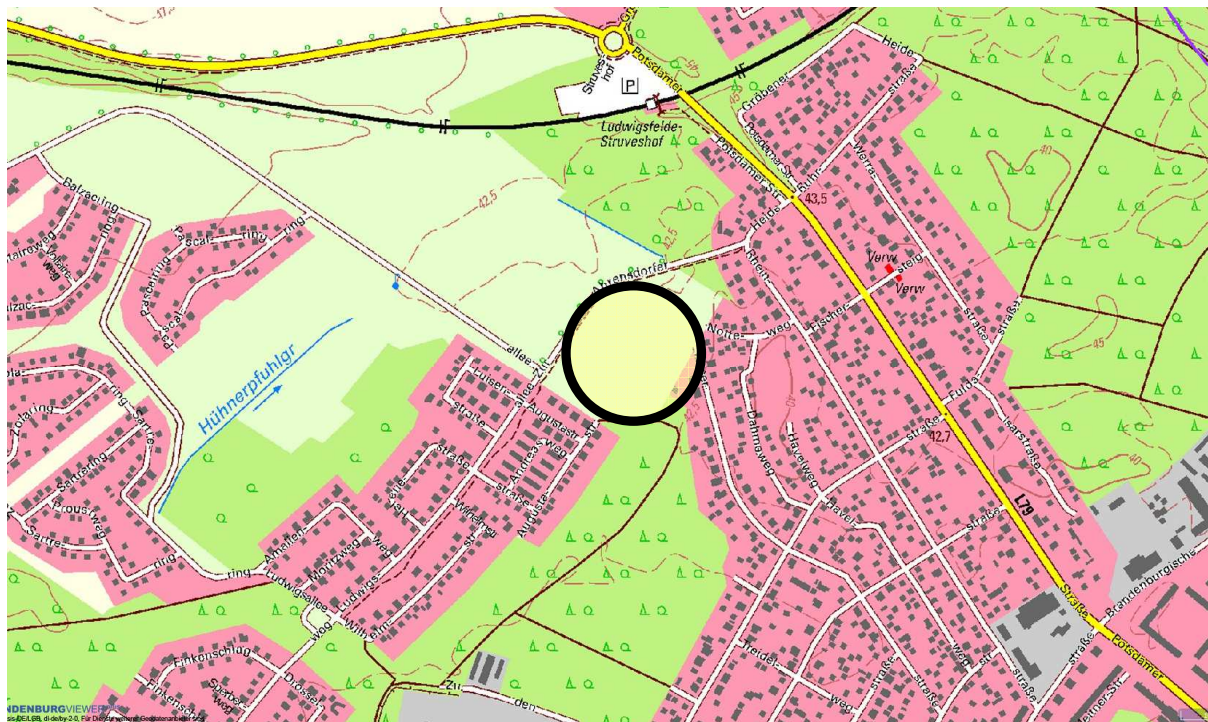
Die verbleibenden Areale werden als Grün- bzw. Bewuchsflächen gestaltet. In diese Freiflächen sind auch die erforderlichen Anlagen für eine dezentrale Regenwasserversickerung zu integrieren.

Im Zuge der medientechnischen Erschließung ist die Neuverlegung von Rohrleitungen und Tiefbauteilen erforderlich.

## **4. Feststellungen**

### **4.1. Standortbedingungen / Vornutzung**

Der zu betrachtende Untersuchungsstandort (Flurstück 165 aus Flur 14 der Gemarkung Ludwigsfelde) liegt an der nordwestlichen Peripherie des Stadtgebietes, auf der Ostseite der Erschließungsstraße Zur Ahrensdorfer Heide, welche eine Verbindung zwischen dem Ludwigsfelder Stadtkern und den weiter südwestlich gelegenen Wohngebieten Waldsiedlung und Rousseaupark darstellt (siehe topographischer Kartenausschnitt im Bild 5).



**Bild 5:** Topographischer Kartenausschnitt (Quelle BRANDENBUR VIEWERPLUS /U.11/) mit etwaiger Markierung des Untersuchungsstandortes

Bei dem betreffenden Baufeld handelt es sich um eine *ehemalige landwirtschaftliche Nutzfläche (Acker- bzw. Grünland)*, die noch bis vor Kurzem von einem Pächter bewirtschaftet wurde, zum Zeitpunkt unserer Erkundungen aber bereits brach lag und einen *wiesenartigen Bewuchs* aufwies.



**Bild 6:** Luftbildausschnitt (Quelle BRANDENBUR VIEWERPLUS /U.11/) aus einer Überflieger vom Mai 2021 mit etwaiger Markierung der geplanten Neubaugrundrisse

Das lokale Geländeprofil ist durch eine flachwellige Morphologie gekennzeichnet. Dabei sind im Bereich der überplanten Neubaufäche von Schulkomplex und Sporthalle lt. /U.4/ bei Absolutordinaten zwischen 44.5 und 43.5 m ü.NHN insgesamt nur geringe Höhenunterschiede zu verzeichnen. Nach Norden und Osten hin vollzieht sich dann ein Höhenabfall bis auf Werte zwischen 42.5 und 42.7 m ü.NHN, der an der Nordkante des Schulneubaus deutlich spürbar ist, während ostseitig nur eine ganz schwach ausgeprägte Geländeneigung vorliegt.

Einen Überblick zur örtlichen Situation liefern auch die Fotos in Anlage 8.

Über eine etwaige Vorgängerbebauung ist nichts dokumentiert und ergaben sich auch in der Örtlichkeit keinerlei Indizien.

Mit vorhandenen unterirdischen Medientrassen ist unter Bezug auf /U.8/ entlang der benachbarten Erschließungsstraße zu rechnen. Diese verlaufen dort in der östlichen Fahrbahnnebenfläche, werden allerdings von den aktuellen Baufeldern noch nicht berührt.

Die nächstgelegene Nachbarbebauung wird aus Wohngebäuden unterschiedlicher Entstehungszeit gebildet, die sich auf dem südlichen Nachbargrundstück sowie östlich des Planungsraumes befinden. Hierbei handelt es sich um ein- bis dreigeschossige und zumeist nicht unterkellerte Baukörper, die sich in einem soliden substanziellen Erhaltungszustand präsentieren. Markante Hinweise auf Baugrundschwächen (Rissbildungen, Absenkungen) waren zumindest äußerlich nicht zu erkennen.

## **4.2. Boden- und Wasserverhältnisse**

### **4.2.1. Geologisch- hydrologische Gesamtsituation**

Aus geologischer Sicht ordnet sich der Untersuchungsstandort am südwestlichen Rand der ehemals weitflächig zusammenhängenden Grundmoränenhochfläche des Teltow ein, die unweit südwestlich vom Nuthetal begrenzt wird.

Nach der im Bild 7 auf Seite 11 als Ausschnitt dargestellten geologischen Spezialkarte von Preußen, Section Groß Beeren /U.11/, liegt das Plangebiet am nordöstlichen Rand eines langgestreckten Grundmoränenrestes, wo im Bereich der Neubaugrundrisse oberflächennah mit lehmigen Ablagerungen (rötliche Schraffur) zu rechnen ist. Nördlich und östlich vollzieht sich dann der Übergang in Hochflächensande (gelbgraue Färbung mit gepunkteter Signatur), die weiter südlich von holozänen Dünensandaufwehungen (gelbe Kartenabschnitte) bedeckt werden.

Das langjährige Mittelwasserniveau des oberen, bereichsweise bedeckten Hauptgrundwasserleiters ist nach relativ aktuellem hydrologischem Kartenmaterial /U.11/ bei westlich (Richtung Nuthetal) abfallender Tendenz bei etwa 37.0 m ü.NHN anzunehmen, wobei allerdings seit 2015 ein spürbarer Wasserspiegelabfall zu beobachten ist und sich das Niveau zuletzt zwischen 36.0 und 36.5 m ü.NHN bewegte.



#### **4.2.2. Baugrundsichtung und -beschaffenheit**

Zur Erkundung der konkreten Baugrundsichtung wurden innerhalb der lt. /U.3/ ursprünglich geplanten Neubau- Grundrisse und der südöstlich angrenzenden Geländeabschnitte zunächst insgesamt *17 direkte Bodenaufschlüsse mittels Kleinbohrung (Rammkernsondierung,  $d = 60/36 \text{ mm}$ )* ausgeführt. Deren Aufschlusstiefe lag planmäßig zwischen 3.0 und 6.0 m unter Oberkante Gelände (OKG), wobei allerdings die letztgenannte Maximaltiefe nur ganz vereinzelt erzielt werden konnte und es stattdessen zuumeist aufgrund erhöhter Festigkeit bereits in Tiefen zwischen 4.5 und 5.5 m unter OKG zu einem vorzeitigen Sondierabbruch kam. Weiterhin wurden *20 Schwere Rammsondierungen (DPH)* nach DIN 4094, Teil 3 niedergebracht, aus deren Ergebnissen sich objektive Rückschlüsse zur Lagerungsdichte bzw. Konsistenz als tragfähigkeitsbestimmenden Parametern der anstehenden Bodenarten ableiten lassen. Die Rammsondierungen wurden überwiegend parallel zu den o.g. Bohrungen, teils aber auch an separaten Prüfstellen realisiert und erreichen Tiefen zwischen 2.9 und 6.0 m unter OKG, wobei auch hier teilweise bei drastisch ansteigenden Widerständen ein vorzeitiger Abbruch der Sondierung notwendig wurde.

Die Lage der Erkundungspunkte wurde durch den Unterzeichner festgelegt und orientierte sich an dem mit /U.3/ vorliegenden Bebauungskonzept. Weiterhin waren bei der präzisen Lokalisierung der Erkundungsstellen die Ergebnisse der im Vorfeld durchgeführten Kampfmittelfreimessung /U.10/ zu berücksichtigen, für die das Fachunternehmen BOHR- UND SPRENGTECHNIK ADOLF ALEXANDER KG GMBH & CO. hinzugezogen wurde. Wie aus Anlage 1 erkennbar ist, ergeben sich mit der zwischenzeitlich lt. /U.4/ erfolgten Verschiebung der Gebäudegrundrisse in Richtung Südwesten (ca. 20 m zur südlichen und 5...8 m zur westlichen Grundstücksgrenze) entsprechende Abweichungen des Aufschlussrasters. In der Gesamtbewertung der relativ gleichmäßigen Erkundungsergebnisse stellt dies die Aussagefähigkeit des Baugrund- Modells allerdings nicht in Frage und können die getroffenen Bewertungen und Schlussfolgerungen des Gutachtens uneingeschränkt als repräsentativ betrachtet werden. Inwiefern sich lokal noch Ergänzungsaufschlüsse als zweckmäßig erweisen (was z.B. in der südlichen Außenwandachse der Sporthalle oder zur Beurteilung der Regenwasserver-sickerung notwendig werden kann), ist im weiteren Projektablauf zu entscheiden.

Die koordinaten- und höhenmäßige Aufnahme der Sondieransatzpunkte erfolgte durch das VERMESSUNGSBÜRO GISEO – DR. UWE KRAATZ und ist mit /U.9/ dokumentiert.

#### **ERGEBNISSE DER SONDIERBOHRUNGEN (SB) - BODENSCHICHTUNG**

Detaillierte Angaben zu den durchgeführten Sondierbohrungen, wie z.B. Bodenhauptart, Bodenklasse, Beimengungen, Beschaffenheit und Farbe sind den Aufschlussprofilen in den Anlagen 2.1 bis 2.4 zu entnehmen, die jeweils idealisierte Baugrundschnitte durch Teilbereiche des Gesamtbaufeldes (Schulhaus, Sporthalle, Pkw- Stellplatzanlage, Sport- und Freian-

lagen Ost) charakterisieren. Die Ergebnisse sind entsprechend DIN 4023 dargestellt, dokumentieren einen relativ einheitlichen Schichtaufbau und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Als Deckschicht wurde an sämtlichen Erkundungsstellen eine

***Oberbodenauflage (OH)***

angetroffen, die sich *aus schwach bis mäßig humosen und schwach schluffigen bis schluffigen Fein- Mittelsanden* zusammensetzt. Die Schichtdicke dieser Oberbodendecke schwankt an den realisierten Bohrpunkten zwischen 30 und 50 cm und kann für das Gesamtbaufeld im Mittel mit etwa 40 cm angenommen werden.

Der unterlagernde Baugrund wird im aufgeschlossenen Tiefenbereich von gemischtkörnigen lehmig- bindigen Grundmoränenablagerungen bzw. deren Erosionsresten dominiert, welche als

***schluffige bis stark schluffig- tonige Sande (SU\*/ST\*)***

in Erscheinung treten und dabei zumeist keine plastischen Eigenschaften aufweisen. Nur vereinzelt konnte diesen insgesamt nur schwach bindigen Böden bei vermehrten Tonanteilen (ST\*) eine Konsistenz zugeordnet werden, wobei diese dann im Zuge der Feldarbeiten als *mindestens steifplastisch bis halbfest* angesprochen wurde. An den Bohrpunkten SB 103 und 122 sowie SB 124 und 128 wiesen die betreffenden Ablagerungen bereits eine *Tendenz in den festen Zustandsbereich* auf, was dann häufig aufgrund extrem ansteigender Bohrwidstände zu den bereits erwähnten vorzeitigen Bohrabbrüchen führte. Die genannten lehmigen Bodenarten wurden bei annähernd allen Aufschlüssen (außer SB 133) bereits unmittelbar unter dem Oberboden angeschnitten und prägen an einigen Bohrungen (SB 131 und 132) das gesamte Profil.

An den restlichen Aufschlüssen wurden hingegen nichtbindige Einlagerungen festgestellt, die als

***enggestufte Mittelsande (SE)***

*mit wechselnden Fein- und Grobsandanteilen* klassifiziert wurden und offenbar einen räumlich zusammenhängenden Zwischenhorizont bilden. Der Anschnitt dieser Sande erfolgte in Tiefen zwischen 1.5 und 2.8 m unter OKG, während die Schichtdicke zumeist zwischen 0.8 und 2.0 m schwankt. Lediglich am östlichen Rand des Baufeldes reduziert sich die Mächtigkeit bei SB 106 und 107 auf nur noch wenige Dezimeter und waren dort teilweise auch *vermehrte Kiesanteile (SE-GE)* festzustellen.

Wie bereits angedeutet, weist lediglich die an der südöstlichen Peripherie gelegene Bohrung SB 133 eine abweichende Schichtfolge aus. Dort wurde über dem Lehm eine 1.6 m mächtige nichtbindige Decksandauflage erkundet, die sich aus ***Fein- Mittelsanden (SE)*** aufbaut, damit in ihrer Kornstruktur von der vorgenannten Sandzwischen-schicht abweicht und ver-

mutlich den geologischen Übergang am Rand des Grundmoränenrestes charakterisiert, wie er auch aus der geologischen Kartierung zu erwarten war.

Wenngleich sich aus den vorliegenden Aufschlussergebnissen keine expliziten Hinweise auf das **Vorkommen von Stein- und Gerölleinlagerungen** zeigen, kann deren Auftreten aufgrund der allgemeinen geologischen Situation nicht ausgeschlossen werden.

**ERGEBNISSE DER SCHWEREN RAMMSONDIERUNGEN (DPH) - LAGERUNGSDICHTE**

Die Ergebnisse der parallel abgeteuften Schweren Rammsondierungen (DPH - Spitzenquerschnitt 15 cm<sup>2</sup>) sind als Widerstandslinien ebenfalls in den Anlagen 2.1 bis 2.4 jeweils links neben den zugehörigen Bohrprofilen bzw. als separate Diagramme DPH 100, 102, 104, 108, 110, 121, 123, 125 und 127 dargestellt.

Im Hinblick auf die Lagerungsdichte bzw. Konsistenz der anstehenden Böden ergibt sich demzufolge nach den aus der DIN 4094, Teil 1 bekannten, empirisch ermittelten Abhängigkeiten gemäß Tabelle 1 [die hier auch für die nichtplastischen schluffigen Sande (SU\*) als kennzeichnend betrachtet werden können] bzw. den in Tabelle 2 für bindige Böden aufgeführten Zuordnungswerten nach PLACZEK (Geotechnik Nr. 8 1985) folgende Interpretation:

Tabelle 1: Korrelationswerte zwischen Schlagzahlen N<sub>10</sub> und Lagerungsdichte bei nichtbindigen enggestuften Sanden (U < 3) nach DIN 4094, Teil 1

Schlagzahl -DPH- N <sub>10</sub> über GW / unter GW	Spitzendruck -CPT- q <sub>c</sub> in [MPa]	Lagerungsdichte D	Beschaffenheit
0 - 1	< 4.0	0.0 - 0.15	sehr locker
2 - 3 / 1 - 2	4.0 - 7.5	0.15 - 0.3	locker
4 - 10 / 3 - 7	7.5 - 15.0	0.3 - 0.5	mitteldicht
11 - 40 / 8 - 30	15.0 - 50.0	0.5 - 0.75	dicht
> 40 / > 30	> 50.0	> 0.75	sehr dicht

Tabelle 2: Zuordnung der Schlagzahlen / Spitzendrücke bei bindigen Böden

Schlagzahl -DPH-	Spitzendruck -CPT- q <sub>c</sub> in [MPa]	Beschaffenheit
0 - 2	< 1.0	sehr weich
2 - 4	1.0 - 2.0	weich bis steif
4 - 8	2.0 - 3.0	steif (vergleichbar mitteldicht)
8 - 17	3.0 - 5.0	halbfest (vergleichbar dicht)
> 17	> 5.0	fest

Im Bereich der Oberbodendecke (OH), die hier durch die landwirtschaftliche Bearbeitung einer wiederkehrenden Störung unterlag, wurden erwartungsgemäß nur geringe Sondierwiderstände ermittelt, die eine **lockere Lagerung** ausweisen.

Mit Eintritt in den „oberen“ Lehmhorizont (SU\*) war zumeist ein prägnanter Anstieg der Sondierwerte zu verzeichnen, der eine entsprechend **kompakte, mindestens mitteldichte Lagerung** dieser Bodenpartien belegt (grau hinterlegte Diagrammabschnitte) und bereichswei-

se bereits den *Übergang in eine dichte Lagerungsstruktur* ausweist (violette Färbung). Während diese Beschaffenheit bei der Mehrzahl der Erkundungsstellen für die gesamte Lehmdecke charakteristisch ist und zumeist auch im unterlagernden Sandhorizont (SE) vergleichbare Lagerungsverhältnisse nachgewiesen werden konnten, ergeben sich an einzelnen Sondierlinien Hinweise auf *lokal eingeschaltete Lagerungsstörungen*. Derartige Abweichungen zeigen sich z.B. an den Sondierlinien DPH 100, 104, 108, 110 und 111 sowie 123 und 126. Die betreffenden Störzonen sind in den Diagrammen durch eine rötliche Färbung kenntlich gemacht, treten demnach in Tiefen zwischen 1.2 und 3.0 m in unterschiedlicher Ausprägung auf und erfassen dabei häufig nur wenige Dezimeter.

Im tieferen Untergrund weist dann die Mehrzahl der Aufschlüsse beim Durchfahren der dort erbohrten Sand-, Lehm- und Mergelablagerungen (SE/SU\*/ST\*) nochmals einen gravierenden Anstieg der Schlagzahlen auf Werte  $N_{10} \geq 30 \dots 50$  aus, was den Übergang in geologisch vorbelastete Bodenschichten (eiszeitliche Gletscherüberfahrung) veranschaulicht und auf eine *dichte Lagerung bzw. halbfeste bis feste Konsistenz* schließen lässt. Dieser abrupte Wechsel in der Bodenbeschaffenheit vollzieht sich dabei in Tiefen zwischen 2.1 und 4.0 m unter OKG und lässt teils auf engstem Raum deutliche Abweichungen erkennen. Die erhöhten Sondierwerte hielten dann jeweils bis zur realisierten Endteufe an und machten (wie bei den Bohrungen) an mehreren Prüfstellen einen vorzeitigen Abbruch erforderlich.

#### **4.2.3. Hydrologische Gegebenheiten**

Im Rahmen der aktuellen Erkundungsarbeiten wurde bis in den aufgeschlossenen Tiefenbereich (ca. 37.0 m ü.NHN bei SB 101) noch kein Grundwasser angeschnitten, was allerdings bei den kartierten Mittelwasserständen (siehe Pkt. 4.2.1.) und der geschilderten, insgesamt rückläufigen Wasserspiegeltendenz im Bereich der Erwartungen lag.

Zur Prognose der standortbezogenen Schwankungsbreite des oberen Grundwasserleiters können allerdings die Ganglinien und Hauptwerte umgebender amtlicher Messstellen aus /U.15/ herangezogen werden. Da nicht absehbar ist, ob und in welcher Ausprägung sich der allgemeine Abfall des Grundwasserspiegels weiter fortsetzt, müssen dabei auch die dokumentierten Höchstwasserstände der teilweise mehr als 50 Jahre zurückreichenden Ganglinien mitberücksichtigt werden und zudem angemessene Zuschläge für Hochwasserereignisse mit geringerer Wiederkehrwahrscheinlichkeit ( $HW_{100}$ ) Beachtung finden.

In zusammenfassender Bewertung aller verfügbaren Daten wird von Seiten des Unterzeichners im hydrologischen Extremfall für den untersuchten Baustandort eine *geschätzte Maximalordinate (zeHGW) von ~ 38.0 m ü.NHN* prognostiziert, die für die statische Nachweisführung im Lastfall 3 bzw. der Bemessungssituation BS-A sowie bei der Bauwerksabdichtung als Bemessungswasserstand heranzuziehen ist, aber noch mehr als 4.5...5.5 m unter derzeitigem Gelände liegt.

Der vorrangig für Belange der Regenwasserversickerung und statische Nachweise im Lastfall 1 (bzw. BS-P) relevante Mittlere Höchste Grundwasserstand (zeMHGW) als arithmetisches Mittel der jährlichen Hochwasserwerte in einem bestimmten Zeitintervall (hier gewählt 2010-2020) lässt sich für den betreffenden Standort bei **36.8 m ü.NHN** abschätzen (siehe auch Markierungen in Anlage 2.1 bis 2.4).

Unabhängig vom Schwankungsverhalten des oberen Grundwasserleiters muss im Standortgebiet allerdings insbesondere nach anhaltenden oder intensiven Niederschlägen bzw. in der Tauperiode zusätzlich mit dem zeitweiligen Auftreten von **oberflächennahen Stauwasserbildungen** über den hochreichenden lehmigen Grundmoränenablagerungen (SU\*) gerechnet werden, da diese aufgrund ihres erhöhten Feinkornanteiles durch eine entsprechend **verminderte Durchlässigkeit** gekennzeichnet sind und niedergehendes Regenwasser erst mit zeitlicher Verzögerung aufnehmen. Derartige Stauwasseranreicherungen sind auch bei der nicht unterkellerten Bauweise bei der Bauwerksabdichtung in angemessener Form zu berücksichtigen. Zudem kann es bei den gemischtkörnigen und damit nässeempfindlichen lehmigen Bodenarten zu einem **Aufweichen der kontaktierten Bodenschichten** kommen.

**5. Ergebnisse der Laboruntersuchungen**

**5.1. Bodenphysikalische Laboruntersuchungen**

Zur zuverlässigen Einordnung des Bodens nach DIN 18196 sowie zur korrelativen Abschätzung der Durchlässigkeit wurden aus den realisierten Bohrungen kennzeichnende Proben ausgewählt und mittels Siebanalyse hinsichtlich ihrer Kornzusammensetzung untersucht. Zudem wurde an augenscheinlich humusdurchsetzten Proben der Glühverlust zur exemplarischen Feststellung des Gehaltes an organischer Substanz bestimmt. Nach den in Anlage 3 (Körnungslinien) und 4 (Glühverluste) ausgewiesenen Untersuchungsergebnissen ist der Boden wie folgt zu klassifizieren:

**Tabelle 3: Kornverteilungen / Bodengruppen**

SB	Tiefe unter OKG [m]	Bodengruppe nach DIN 18196	Bezeichnung nach DIN 4022	Kornanteil < 0.063 mm [Gew.-%]	Glühverlust [%]	U-Wert d <sub>60</sub> /d <sub>10</sub>	k <sub>f</sub> - Wert n.BEYER [m/s]
101	1.5 - 2.5	SE	Mittelsand; fs, gs'	0.85		2.7	1.8 x 10 <sup>-4</sup>
103	0.5 - 1.6	SU*	Fein- Mittelsand; st.u, gs'	32.81			~ 2 x 10 <sup>-7</sup> *)
105	2.5 - 3.5	SU*	Fein- Mittelsand; u, gs'	23.11			~ 2 x 10 <sup>-6</sup> *)
107	0.0 - 0.45	OH	Fein- Mittelsand; h', u'		1.71		
109	0.5 - 1.9	SU*	Fein- Mittelsand; st.u, gs'	30.39			~ 5 x 10 <sup>-7</sup> *)
111	1.9 - 3.0	SE	Mittelsand; fs, gs'	1.13		2.4	2.4 x 10 <sup>-4</sup>
111	3.0 - 4.0	SE	Mittelsand; fs', st.gs, fg'	3.42		4.1	3.1 x 10 <sup>-4</sup>

\*) anhand vorliegender Vergleichs- und Erfahrungswerte geschätzt

Fortsetzung Tabelle 3: Kornverteilungen / Bodengruppen

SB	Tiefe unter OKG [m]	Bodengruppe nach DIN 18196	Bezeichnung nach DIN 4022	Kornanteil < 0.063 mm [Gew.-%]	Glühverlust [%]	U-Wert d <sub>60</sub> /d <sub>10</sub>	k <sub>f</sub> - Wert n.BEYER [m/s]
112	0.35 - 0.7	SU*	Fein- Mittelsand; u, gs'	23.66			~ 2 x 10 <sup>-6</sup> *)
120	0.6 - 2.0	SU*	Fein- Mittelsand; t', u, gs'	34.27			~ 10 <sup>-7</sup> *)
122	0.0 - 0.45	OH	Fein- Mittelsand; h', u'		1.54		
124	0.5 - 1.5	SU*	Fein- Mittelsand; t', u, gs'	32.24			~ 3 x 10 <sup>-7</sup> *)
128	2.8 - 4.5	SE	Mittelsand; fs, gs	1.13		2.8	2.4 x 10 <sup>-4</sup>
130	0.8 - 2.5	SU*-ST*	Fein- Mittelsand; t', u, gs'	34.01			~ 10 <sup>-7</sup> *)
131	0.0 - 0.5	OH	Feinsand; h', u, st.ms, gs'	16.99	2.57		~ 10 <sup>-5</sup> *)
133	0.35 - 1.8	SE	Feinsand; st.ms, gs', mg'	2.08		3.4	6.8 x 10 <sup>-5</sup>

\*) anhand vorliegender Vergleichs- und Erfahrungswerte geschätzt

**5.2. Chemische Eigenschaften des anstehenden Bodens**

Gemäß Aufgabenstellung wurde auch eine orientierende chemische Bodenanalytik nach den Kriterien der LAGA- Richtlinie /V.2/ veranlasst, mit dem Ziel, erste Anhaltswerte zur Verwertbarkeit des beim Baugrubenaushub anfallenden Bodenmaterials zu gewinnen. Dazu wurden insgesamt drei Analysen realisiert, mit denen gezielt die oberen Bodenpartien bis 1.0 m Tiefe beprobt wurden, da diese bei der nicht unterkellerten Bauweise vorrangig von tiefbaulichen Eingriffen betroffen sein werden.

Hierfür wurden im Zuge der aktuellen Feldarbeiten von allen realisierten Aufschlusspunkten Einzelproben des betreffenden Bohrgutes entnommen, zu Mischproben (MP A bis C) zusammengefasst und dem akkreditierten Prüflabor LWU LABOR FÜR WASSER UND UMWELT GMBH zwecks chemischer Analytik überstellt. Für die Beurteilung kamen die Zuordnungswerte der *LAGA- RL Boden, Tabelle II.1.2-2/3* für Sand zur Anwendung.

Die Ergebnisse der Analytik sind im Detail dem als Anlage 5 beigefügten Prüfbericht /U.14/ zu entnehmen und lassen sich gemäß Tabelle 4 zusammenfassen.

Tabelle 4: Ergebnisübersicht Bodenproben nach /U.14/ und /V.2/

MP	Entnahmestelle	Örtlichkeit	Entnahmetiefe unter OKG	Bodenart	LAGA-Kategorie	relevante Parameter	Besonderheiten	Anlage
A	SB 101 - 131	Gesamt-Baufeld	0.0 - 0.5	Sand und Humus	<b>Z 1</b>	TOC, Quecksilber	Oberboden	5
B	SB 101 - 112	Baufeld Schule / Parkplatz	0.5 - 1.0	Sand Lehm	<b>Z 0</b>	-	Unterboden	5
C	SB 120 - 128	Baufeld Sporthalle	0.5 - 1.0	Sand Lehm	<b>Z 0</b>	-	Unterboden	5

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die vorliegenden Laborergebnisse insgesamt einen gänzlich unauffälligen Befund ausweisen und aus der stichprobenartigen Analytik **keine Indizien für eine etwaige Altlasten- Kontamination** ableitbar sind.

So ist der **schwach erhöhte TOC- Gehalt** in der Mischprobe A schlüssig aus den **Humusanteilen** der Oberbodendecke zu erklären, so dass diesbezüglich ein **geogener Hintergrund** vorliegt. Die ermittelte **Quecksilberkonzentration** liegt knapp über dem Z 0- Grenzwert für „Sande“, erfüllt allerdings die diesbezüglichen LAGA- Kriterien für „Lehm/Schluff“. Da das Oberbodengemisch auch vermehrte Schluffanteile aufweist, liegt hier in der Zuordnung ein Grenzfall vor und kann aber insgesamt von einer **unkritischen Beurteilung** ausgegangen werden.

Die Mischproben B und C zeigen keinerlei Auffälligkeiten und genügen mit sämtlichen Parametern den Anforderungen der LAGA- Kategorie Z 0 gemäß IV.2/.

Im Hinblick auf die weitere Projektabwicklung ergeben sich aus den exemplarischen Laborbefunden folgende Hinweise und Empfehlungen:

- Zunächst ist grundsätzlich zu fordern, dass bei der Baufeldfreimachung eine **separate Gewinnung und Entsorgung der Oberbodendecke (OH)** vorzunehmen ist, die sich anhand ihrer dunkleren Färbung deutlich vom Untergrund abhebt.
- Anhand des vorliegenden Erstbefundes und Erfahrungen von zurückliegenden Bauvorhaben wird angeraten, **in der Kalkulation** für die **humusdurchsetzten Deckschichten die LAGA- Kategorie Z 1** anzunehmen. Bei der aktuellen Analytik sollte eine **Aufbereitung und Wiederverwertung der Abtragsmaterialien über einen Bodenhändler** unproblematisch möglich sein.
- Für den **„gewachsenen“ lehmigen Sanduntergrund** kann generell die **Kategorie Z 0** als maßgebend betrachtet werden.
- Zur letztendlichen **Festlegung der Entsorgungswege** von Überschussmassen müssen allerdings noch reguläre **Deklarationsanalysen** erfolgen.  
Da im konkreten Fall vermutlich nur Aushubkubaturen in überschaubarer Größenordnung anfallen werden und Zwischenlagerflächen verfügbar sein dürften, sollte sich hier eine konventionelle **baubegleitende Haufwerksbeprobung** gemäß IV.2/ als zweckmäßig erweisen. Dazu erfolgt eine **Zwischenlagerung des (separierten) Aushubmaterials auf Haufwerken  $\leq 500 \text{ m}^3$**  sowie eine **Beprobung und Analytik durch ein akkreditiertes Prüflabor**.
- Wird bei den Aushubarbeiten wider Erwarten **Boden mit Verdacht auf Schadstoffbelastungen** angetroffen, ist dieser nochmals zu separieren und auf einer Folienunterlage zwischenzulagern, bevor dann anhand einer **gesonderten chemischen Analytik** über dessen Verbringung entschieden wird.

### **5.3. Chemische Eigenschaften des Grundwassers**

Da das Grundwasser aufgrund des großen Flurabstandes für die konkrete Baumaßnahme keine praktische Relevanz erlangen wird, konnte auf eine Untersuchung dessen chemischer Beschaffenheit verzichtet werden.

## **6. Beurteilung der Baugrundverhältnisse**

### **6.1. Allgemeine Baugrundbeurteilung**

Nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen ist der aus kompakten Grundmoränenablagerungen aufgebaute Baugrund **im Hinblick auf die konkrete Bauaufgabe** und die dabei zu erwartenden Lasteinträge als **prinzipiell ausreichend tragfähig** zu bewerten.

Die lokal zwischengelagerten Auflockerungszonen sind zwar mit **gewissen Tragfähigkeitseinschränkungen (erhöhtes Setzungspotential)** verbunden, die bei der Festlegung der Bodenkennwerte angemessen zu berücksichtigen sind, allerdings in der vorgefundenen Ausprägung **letztlich ohne nennenswerte Auswirkung auf das Verformungsverhalten** bleiben sollten. Dabei ist auch zu beachten, dass die überlagernden kompakten Decklagen (SU\*) eine „Pufferwirkung“ über diesen Störzonen ausüben, was besonders bei einem flächigen Lasteintrag zur Geltung kommt.

Allerdings reagieren die gemischt- bis feinkörnigen Bodenarten **äußerst nässeempfindlich** und kann es *bei Wasserzutritt* schnell zum Aufweichen kommen, was dann mit einem *drastischen Tragfähigkeitsverlust* (reduzierter Reibungswinkel, vgl. SCHICHT [2a] in Tabelle 5 auf Seite 21) sowie einer *stark eingeschränkten bzw. nicht mehr gegebenen Verdichtbarkeit* verbunden ist. Zudem muss bei einem Überbauen durchnässter bindiger Bodenschichten mit einem *abweichenden Setzungsverhalten* gerechnet werden, da sich der Lastabtrag hier zunächst über das eingeschlossene Porenwasser vollzieht und erst im Zuge von *ggf. langanhaltenden Konsolidierungsprozessen* auf das Korngerüst umgelagert wird. Es sollten daher sowohl in der Planung als auch in der Bauausführung etwaige Risikofaktoren, die eine Durchfeuchtung des Baugrundes begünstigen können, minimiert bzw. nach Möglichkeit gänzlich ausgeschlossen werden.

In diesem Kontext ist zu empfehlen, **unter den Gründungsebenen ein Flächenpolster aus nässeunempfindlichem nichtbindigem Ersatzmaterial** einzuplanen (siehe hierzu Pkt. 7.1.), um die Auflagerbedingungen innerhalb der Neubaufächen weitestmöglich zu vergleichmäßigen und zu stabilisieren und hierdurch gleichzeitig günstigere Randbedingungen für die Bauwerksabdichtung zu schaffen.

Der Grundwasserspiegel kann im Extremfall (zeHGW) bis ~ 38.0 m ü.NHN ansteigen, bleibt aber auch dann noch weit unter der Gründungsebene der geplanten Neubauten und hat

somit keine baupraktische Bedeutung. Die latente Möglichkeit oberflächennah auftretender Stauwasserbildungen ist bei der Bauwerksabdichtung zu beachten.

**Unter den geschilderten Randbedingungen können die Baugrundverhältnisse am betrachteten Baustandort insgesamt als noch günstig bewertet werden.**

**Der nässeempfindliche und stauende lehmige Untergrund erfordert einen gewissen Mehraufwand bei der Baufeldvorbereitung, lässt sich aber mit konventionellen Erdarbeiten (die im Zuge der Baufeldfreimachung ohnehin erforderlich werden) realisieren. Aufwändigere tieferreichende Ertüchtigungsmaßnahmen werden nicht erforderlich. Für die dezentrale Regenwasserversickerung ergeben sich nur eingeschränkte Voraussetzungen.**

**6.2. Bodenkennwerte**

Anhand der projektbezogenen Erkundungsergebnisse sowie nach Erfahrungswerten von umliegenden Baustandorten /U.17/ werden für die maßgeblichen Bodenschichten in sinnvoller Verallgemeinerung folgende tiefengestaffelte Bodenkennwerte als charakteristische Bemessungsgrößen angegeben:

Tabelle 5: Bodenkennwerte

Tiefe bis ca. m u.OKG	Bodengr. nach 18196	Bodenkl. DIN 18300	Wichte Auftrieb $\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Wichte erdfeucht $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\phi'$ [°]	Kohäsion $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Steifemodul $E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$k_f$ -Wert [m/s]	Frostempfindlichkeit
<i>Fein- Mittelsand, schwach bis mäßig humos, schwach schluffig bis schluffig; locker (bis mitteldicht)</i> <b>SCHICHT [1]: Oberboden</b>									
0.3...0.5	OH	1	8 - 9.5	16 - 17.5	29 - 31	0	10 - 15	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-5</sup>	F <sub>2</sub>
<i>Sand, rund, eng- bis weitgestuft, kiesig; mitteldicht (bis dicht)</i> <b>SCHICHT [BA]: stark durchlässiges Bodenaustauschmaterial unter Flächengründung (regionales Natursandgemisch)</b>									
(0.3...0.5)	[SE-SW]	3	10 - 10.5	18 - 18.5	33 - 35	0	40 - 70	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-4</sup>	F <sub>1</sub>
<i>Sand, schluffig, teils tonig; mitteldicht bis dicht (bzw. steifplastisch bis halbfest)</i> <b>SCHICHT [2]: kompakte, lehmige Sande (obere Partien)</b>									
1.2...4.0	SU*-ST*	4	11 - 12	19 - 20	28 - 31	2 - 6	30 - 60	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-8</sup>	F <sub>3</sub>
<i>Sand, schluffig, teils tonig; weich- bis steifplastisch</i> <b>SCHICHT [2a]: durchfeuchtete lehmig- bindige Weichschichten</b>									
	SU*-ST*	4	11 - 12	19 - 20	23 - 27	0 - 2	5 - 10	10 <sup>-6</sup> -10 <sup>-8</sup>	F <sub>3</sub>
<i>Fein- bis Grobsand, rund, enggestuft; überwiegend mitteldicht (mit partiellen Lockerzonen)</i> <b>SCHICHT [3]: nichtbindige Sandzwischen-schicht im Geschiebe</b>									
(0.5...2.1)	SE	3	9.5 - 10	17.5 - 18	31 - 32.5	0	15 - 60	10 <sup>-3</sup> -10 <sup>-5</sup>	F <sub>1</sub>
<i>Sand, schluffig, teils tonig; dicht (bzw. halbfest bis fest)</i> <b>SCHICHT [4]: hoch kompakte Grundmoränenablegerungen des Untergrundes</b>									
8.0	SU*-ST*	4	12	20 - 21	30 - 33	2 - 6	80 - 120	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-8</sup>	F <sub>3</sub>

## **7. Gründungstechnische Schlussfolgerungen**

### **7.1. Baufeldvorbereitung**

Zur Homogenisierung der Auflagerbedingungen werden folgende bodenverbessernde Maßnahmen empfohlen:

#### **SCHULGEBÄUDE**

- **Profilgerechte Oberbodenentfernung**
- **flächenhafter Bodenabtrag bis mind. 0.3 m unter Gründungssohle** bzw. UK Sauberkeitsschicht (ca. 43.4...43.6 m ü.NHN, siehe Strichellinie in Anlage 2.1), in identifizierten Problembereichen **lokal tiefer**
- **umlaufende Verbreiterung der Abtragsfläche** um ca. 1.0 m gegenüber der Gebäude- Grundrissfläche
- **flächenhafte Nachverdichtung** der Planumsfläche
- **Herstellung eines Flächenpolsters durch Einbau eines gut durchlässigen nichtbindigen Sand- Kies- Gemisches [SE-SW] der SCHICHT [BA]** bis zur UK Bodenplatte bzw. Sauberkeitsschicht (vgl. auch Hinweise und Empfehlungen im Pkt. 7.5.) sowie **Profilausgleich am nördlichen, tiefer liegenden Baugrubenrand mit gleichem Material**

#### **SPORTHALLE**

- **Profilgerechte Oberbodenentfernung**
- Durchführung von **Zusatzsondierungen** zur Ergänzung des Erkundungsrasters in der südwestlichen Außenwandachse (geplanter Fundamentbalken)
- sofern die **gutachterliche Bewertung** keine abweichenden Schlussfolgerungen trifft, ergeben sich aus dem aktuellen Befund folgende **Empfehlungen:**

##### **BEREICH SÜDWESTLICHER FUNDAMENTBALKEN**

- intensive **Nachverdichtung Grabensohle** nach Vorgaben Gutachter
- **Versiegelung** Sohlebene mit Magerbeton- Sauberkeitsschicht

##### **BEREICH FLÄCHENGRÜNDUNG UND HALLENINNENFLÄCHE**

- **flächenhafter Bodenabtrag bis mind. 0.3 m unter Gründungssohle** bzw. UK Sauberkeitsschicht (ca. 43.6...43.7 m ü.NHN, siehe Strichellinien in Anlage 2.2), in identifizierten Problembereichen **lokal tiefer**
- **umlaufende Verbreiterung der Abtragsfläche** um ca. 1.0 m gegenüber der Gebäude- Grundrissfläche
- **flächenhafte Nachverdichtung** der Planumsfläche
- **Herstellung eines Flächenpolsters durch Einbau eines gut durchlässigen nichtbindigen Sand- Kies- Gemisches [SE-SW] der SCHICHT [BA]** bis zur UK Bodenplatte bzw. Sauberkeitsschicht (vgl. auch Hinweise und Empfehlungen im Pkt. 7.5.)

## **7.2. Gründungsart / Gründungstiefe**

Bei den erkundeten Bodenverhältnissen kann nach qualitätsgerechter Umsetzung der empfohlenen baufeldvorbereitenden Maßnahmen erwartet werden, dass unter den planmäßigen Lasteintragebenen eine gleichmäßig stabile Auflagersituation vorliegt. Unter dieser Maßgabe können die geplanten Neubauten nachfolgend in konventioneller Weise mittels einer

### ***Flachgründung***

abgesetzt werden.

Dabei sind aus gutachterlicher Sicht ***durchgehende Stahlbeton- Gründungsplatten als Vorzugslösung*** zu favorisieren, da diese bereits eine größtmögliche Spannungsverteilung unter dem Baukörper erzeugen und so den angestrebten „Puffereffekt“ der (oberflächlich zusätzlich verbesserten) kompakten Decklagen am besten zur Geltung bringen, so dass auch lokal tiefer reichende (ggf. unerkannte) „Störbereiche“ der SCHICHT [3] letztlich ohne nachteilige Auswirkung auf das Trag- und Setzungsverhalten bleiben. Diese Gründungsart ist in Übereinstimmung mit der aktuellen Planung /U.4/ sowohl im Bereich des geplanten Schulhauses als auch im südseitigen Funktions- und Sozialtrakt der Sporthalle anzuraten. Eine Sohlplatte in geringerer Schichtstärke sollte auch als Unterbau für die Sporthallen- Innenflächen vorgesehen werden.

Die aktuell lt. /U.7/ im Schulhaus favorisierte ***Kombination der Gründungsplatte mit einem Trägerrost*** führt zwangsläufig zu einer erhöhten Steifigkeit des Gründungskörpers und ist insofern durchaus auch aus gutachterlicher Sicht zu begrüßen. Diesen Vorteilen sind allerdings erhöhte Aufwendungen für die Schalung der Trägerbalken und eine entsprechend verlängerte Bauzeit entgegenzusetzen. Die Gründungsfläche ist damit länger der Witterung und etwaigen Niederschlagseinflüssen ausgesetzt, was zu einer Vernässung der Polsterschicht führen kann. Vor diesem Hintergrund wäre dann in Betracht zu ziehen, das Polster erst nach erfolgter Betonage des Trägerrostes einzubauen, was wiederum mit Erschwernissen beim Technikeinsatz verbunden ist. Diese Randbedingungen sollten bei der wirtschaftlichen und technologischen Abwägung einbezogen werden.

Sofern sich die bisher vorliegenden Erkundungsergebnisse vom Sporthallenstandort (siehe Anlage 2.2) mit den empfohlenen Zusatzsondierungen auch im Bereich der südwestlichen Außenwandachse der Sporthalle bestätigen lassen, können unter der Gründungssohle kompakt gelagerte, mindestens mitteldichte bzw. mindestens halfeste Böden der SCHICHT [2], [3] und [4] unterstellt werden, welche die Realisierung des dort geplanten ***elastisch gebetteten Fundamentbalkens*** ohne zusätzliche Stabilisierungsmaßnahmen ermöglichen. Die im Pkt. 7.3. angegebenen zulässigen Sohlpressungen und zugehörigen Setzungsparameter liefern erste Anhaltswerte für die statische Bemessung und sind im weiteren Projektablauf ggf. noch zu präzisieren.

Die allgemein einzuhaltende frostsichere Mindestgründungstiefe von 0.8 m ist durch eine entsprechende Fundamenteinbindung unter das künftige gebäudeseitige Geländeniveau und bei der Plattengründung durch umlaufende Frostschutzschürzen sicherzustellen, sofern dies nicht bereits durch die Gesamt- Konstruktionsdicke des Gründungskörpers erzielt wird. Die lt. /U.7/ vorgesehenen Geometrien werden diesen Anforderungen gerecht.

Bei unterschiedlichen Gründungstiefen benachbarter Fundamente (z.B. im Bereich geplanter Tiefteile, Aufzugsunterfahrten o.ä.) ist ein Abtreppungswinkel von  $\beta = 30^\circ$  nicht zu überschreiten bzw. der entsprechende Erddruck zu berücksichtigen.

Falls die Bauzeit in eine Frostperiode fällt, muss auf geeignete Weise (Schutzschicht, Wintersicherungsmaßnahmen) verhindert werden, dass der Frost in den Bereich unterhalb der Gründungssohle eindringen kann.

***Zur Bestätigung der Bodenkennwerte und Überprüfung der nachzuweisenden Verdichtungsanforderungen (siehe Pkt. 7.5.) sollten die Baugruben in Teilabschnitten vor dem Einbringen der Gründungselemente durch den begleitenden Gutachter abgenommen werden.***

### **7.3. Bettungsmodul / Zulässige Sohlpressungen / Setzungsverhalten**

#### **PLATTENGRÜNDUNG (BETTUNGSMODUL)**

Um Anhaltswerte über die zu erwartenden Verformungsgrößen der geplanten Baukörper zu gewinnen, wurden orientierende Setzungsberechnungen nach DIN 4019 /V.3/ mit folgenden Randbedingungen durchgeführt:

- Betrachtung für die Gründungsflächen eines Teil- Moduls der Schulhaus- Gründungsfläche (Anlagen 6.1 bis 6.3) sowie der Sporthalle (Anlagen 6.4 bis 6.6).
- Ansatz stark idealisierter Belastungsmodelle mit gestaffelten charakteristischen Sohlpressungen in Anlehnung an die aus /U.7/ vorliegenden Lastangaben (vgl. auch Pkt. 3.). Die Modellierung ist in den Anlagen 6.1 und 6.4 graphisch dargestellt. Die rechnerische Grenztiefe wurde mit 20 % festgelegt.
- Für den Baugrund wurden die in Tabelle 5 aufgeführten Steifezahlen herangezogen und die tiefengestaffelten Differenzierungen an den realisierten Erkundungspunkten beachtet.
- Die Berechnungen selbst wurden mit dem Programm GGU-SETTLE von DR. JOHANN BUSS für eine schlaffe Lastplatte nach STEINBRENNER durchgeführt und sind als Ergebnis in den Anlagen 6.2 und 6.5 dargestellt.

Demnach wurden in den kennzeichnenden Punkten der Lastflächen rechnerische Absolutsetzungen zwischen 0.1 und 1.4 cm ermittelt, die sich aus gutachterlicher Sicht in einer technisch beherrschbaren Größenordnung bewegen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich

die tatsächlichen Verformungen *aufgrund der Steifigkeit der Platten* (die im Berechnungsansatz völlig unbeachtet bleibt) *wesentlich gleichmäßiger* einstellen werden, als dies in den Iso-liniendarstellungen in den Anlagen 6.2a und 6.5a angegeben ist. Zudem sind die hier in vol-lem Umfang mitberücksichtigten veränderlichen Lastanteile erfahrungsbedingt nur bedingt an den letztlich eintretenden Setzungen beteiligt, so dass auch die Absolutverformungen in der Realität eher geringer ausfallen dürften.

Vorbehaltlich der letztlich maßgebenden Einschätzung des Tragwerksplaners wird von Sei-ten des Unterzeichners mit den vorliegenden Berechnungsergebnissen ein *konstruktiv to-lerables Verformungsverhalten* erwartet.

Der Bettungsmodul  $k_s$  kann nach DIN 4018 nach der Formel

$$k_s = \sigma_0/s$$

berechnet werden.

Aus Erfahrungen ist allerdings bekannt, dass bei Ansatz dieser Formel Bettungsmoduli er-mittelt werden, die sehr viel geringer als die tatsächlich in der Praxis bestätigten und ange-wendeten Werte sind. Üblicherweise werden daher zur besseren Näherung nicht die Set-zungen  $s$ , sondern die Setzungsdifferenzen  $\Delta s$  in die o.g. Formel eingesetzt.

Anhand der rechnerisch ermittelten Spannungs- / Setzungsparameter, die wiederum an eine fachgerechte Umsetzung der im Punkt 7.1. und 7.5. angegebenen Hinweise zur Auflager-vorbereitung geknüpft sind, können die statischen Berechnungen sowohl für die Schul- Mo-dule als auch für die Sporthalle mit einem Bettungsmodul

$$k_s = 10 \text{ MN/m}^3$$

erfolgen, der *im Bereich der umlaufenden Plattenränder (auf einer Breite von  $2 \times d$ ) bis auf  $20 \text{ MN/m}^3$  erhöht* werden kann (modifiziertes Bettungsmodulverfahren).

Für weitere Setzungsberechnungen bzw. für eine statische Bemessung mit dem Steifemo-dulverfahren sind die in Tabelle 5 angegebenen Steifemoduli  $E_s$  zu verwenden.

### STREIFENFUNDAMENTE (ZULÄSSIGE SOHLPRESSUNGEN)

Für die Vorbemessung des elastisch gebetteten Fundamentbalkens unter der südlichen Sporthallen- Außenwand wurden orientierende zulässige Sohlpressungen für mittig und vertikal belastete Streifenfundamente ermittelt, wobei zunächst folgende Annahmen getrof-fen wurden:

- Einbindetiefe von 1.1 m (Gründungsebene bei 43.4 m ü.NHN)
- Anteil veränderlicher Lasten ~ 30 % der einwirkenden Gesamtlast
- charakteristisches Bodenprofil gemäß Tabelle 5 mit „ungünstiger“ Schichtung bei SB/DPH 126, Nachverdichtung Sohle und partieller Auflockerungszone im Untergrund
- zeHGW = 38.0 m ü.NHN als Bemessungswasserstand.

Die unter Ansatz der Teilsicherheitsbeiwerte gemäß IV.1/ ermittelten Ergebnisse sind als Fundamentdiagramm in Anlage 7 beigefügt.

Demnach ergeben sich in Abhängigkeit von der Fundamentbreite die in der nachfolgenden Tabelle 6 angegebenen zulässigen Sohlpressungen (*charakteristische Werte !!*), wobei in Anlehnung an IV.1/ zulässige Absolutsetzungen von 2.0 cm als zusätzlich begrenzendes Kriterium definiert wurden.

**Tabelle 6:** *Zulässige charakt. Bodenpressungen für Streifenfundamente; Setzungen < 2.0 cm (siehe Anlage 7)*

Kleinste Einbindetiefe des Fundamentes	Zulässige charakteristische Bodenpressung in kN/m <sup>2</sup> bei Einzelfundamenten (a/b = 1.0) mit Breiten a bzw. a' von [m]					
	[m]	0.4	0.5	0.7	0.9	1.2
1.1	285	290	315	355	400	380

Die angegebenen Tabellenwerte gelten für lotrechten und mittigen Kraftangriff. Bei außermittigen oder schrägen Belastungen ist die Fundamentfläche entsprechend den Vorgaben der DIN 1054 IV.1/ zu verkleinern.

Die Grundbruchnachweise sowie die Spannungsverläufe im Boden sind in Anlage 7 dargestellt.

Das **Setzungsverhalten** in Abhängigkeit von der Fundamentbelastung lässt sich ebenfalls aus dem Fundamentdiagramm ablesen. Demnach sind bei Lasteinwirkungen in Höhe der in Tabelle 6 angegebenen, maximal zulässigen Sohlpressungen bei mittig belasteten Fundamenten *rechnerische Absolutsetzungen bis 2.0 cm* zu erwarten, die bei den profilbestimmenden Bodenarten zum Großteil bereits unmittelbar nach der Lasteinwirkung eintreten werden. Die *Setzungsdifferenzen* zwischen benachbarten Fundamentabschnitten innerhalb des Gründungsgebildes sind bei der Schwankungsbreite der Bodenbeschaffenheit *zwischen 0.5 und 1.0 cm* zu erwarten.

Für den südwestseitigen Hallen- Fundamentbalken mit einer Breite von 0.7 m und anzunehmenden Lasteinwirkungen von etwa 250 kN/m<sup>2</sup> ergibt sich eine rechnerische Setzung von ~ 0.9 cm (siehe Markierung in Anlage 7). Bei einer Bemessung als elastisch gebetteter Gründungsbalken lässt sich aus diesem Spannungs- Setzungsverhalten ein Bettungsmodul von 20...25 MN/m<sup>3</sup> ableiten.

Für abweichende Fundamentgeometrien (Einbindetiefe, Seitenverhältnis, Streifenfundamente) bzw. veränderte Verhältnisswerte von ständigen und veränderlichen Einwirkungen können bei Bedarf kurzfristig entsprechend modifizierte Angaben nachgereicht werden.

#### **7.4. Bauwerksabdichtung**

Anhand der vorliegenden Erkundungen und Laboranalysen ist festzustellen, dass im Gesamtbaufeld bereits oberflächennah lehmige Sande (SU\*) anstehen, die aufgrund ihrer feinen Kornstruktur Durchlässigkeitsbeiwerte  $k_f < 10^{-4}$  m/s aufweisen und damit im Sinne der DIN 18533 /V.4/ als „wenig durchlässig“ einzuordnen sind. Bei diesen Randbedingungen besteht die Möglichkeit von Stauwasserbildungen im Gründungsbereich, die auch bei der nicht unterkellerten Bauweise zur hydrostatischen Beanspruchung der Abdichtung führen kann.

Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, die geplanten Neubauten mit einer **Ringdränage nach DIN 4095** zu versehen und auf diese Weise mögliche Stauwasserbildung gezielt zu unterbinden. Mit Umsetzung der empfohlenen Bodenverbesserungsmaßnahmen, d.h. dem **Einbau gut durchlässiger nichtbindige Sand- Kies- Gemische der SCHICHT [BA] in einer Schichtdicke von mindestens 30 cm unter den gesamten Gründungsflächen** (vgl. auch Pkt. 7.1. und 7.5.), so dass ein **flächenhafter kapillarbrechender Unterbau** entsteht, werden diese Dränmaßnahmen zusätzlich unterstützt. Die Bauwerksabdichtung der geplanten Neubauten kann **dann nach den Anforderungen der Wassereinwirkungsklasse W1.2-E** gemäß **DIN 18533 /V.4/ gegen Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser** ausgebildet werden.

Zusätzlich sollte bei der **Geländemodellierung** im Gebäudeumfeld sichergestellt werden, dass es zu keinen unkontrollierten Wasserabflüssen zum Gebäude bzw. künstlichen Nässeanreicherungen am Baukörper kommen kann.

Für die **Abdichtung des Sockelbereiches** ist nach /V.4/ generell die **Wassereinwirkungsklasse W4-E** maßgebend.

#### **7.5. Hinweise zur Baugrubenherstellung und den Erdarbeiten**

##### **BAUGRUBENSICHERUNG**

Baugruben sind erst ab einer Tiefe von 1.25 m entsprechend DIN 4124 abzuflachen bzw. auszusteifen. Im Falle abgeböschter Baugrubenwände dürfen diese bei den oberflächennah profilbestimmenden anlehmigen Sanden (SU\*) ohne rechnerischen Nachweis nicht steiler als  $\beta = 60^\circ$  angelegt werden.

Ein lastfreier Streifen von mind. 60 cm ist zu gewährleisten. Besondere Einflüsse auf die Böschungsstandsicherheit (in Böschungsnähe vorkommende Belastungen, Kranstandorte, Erschütterungen und die Zeit der Herstellung) sind zu berücksichtigen.

##### **BODENKLASSEN, TECHNOLOGISCHE BODENEIGNUNG**

Die Bodenklassen nach alter DIN 18300 (Ausgabe 09-2012) können Tabelle 5 sowie den Bohrprofilen in den Anlagen 2.1 bis 2.4 entnommen werden. Die Ramm- und Bohrbarkeit sowie die Verwendbarkeit des Bodenaushubes für den Wiedereinbau sind in Tabelle 7 auf Seite 28 zusammengefasst.

**Tabelle 7: Technologische Bodeneignung**

Bodenart	Boden-Klasse	Verdicht-barkeit	Ramm-barkeit	Eignung zum Wiedereinbau
Oberboden OH	1	gering	leicht	für Andeckung geeignet; für konstruktiven Erdbau <i>nicht</i> geeignet; Abtrag und Zwischenlagerung nach DIN 18300; Verbringung von Überschussmassen gemäß LAGA- Zuordnung /V.2/, vgl. Pkt. 5.2.
lehmige Erosions- und Geschiebeab-lagerungen der Grundmoräne SU*/ST*	4	ungenü-gend bis gut	mittel-schwer bis schwer	für konstruktiven Erdbau und Hinterfüllung nur in bei normalem, erdfeuchtem Wassergehalt geeignet; in aufgeweichtem Zustand ungeeignet; Verbringung Überschussmassen gemäß LAGA- Zuordnung /V.2/
nichtbindige Sande SE	3	mittel bis gut	leicht bis mittel-schwer	geeignet für konstruktiven Erdbau und Hinterfüllung; Verdichtbarkeit durch Optimierung des Wassergehaltes bzw. durch Einmischen von Grobkorn verbessern

\*\*\*) Die erkundeten lehmig- bindigen Schichten sind **äußerst wasserempfindlich**. In natürlicher Lagerung für den Wiedereinbau geeignete Böden (erdfeucht bzw. mindestens steifplastische Beschaffenheit) können durch eine Wasseranreicherung bzw. unsachgemäße Zwischenlagerung ihre Wiedereinbaufähigkeit verlieren bzw. erst durch Austrocknung oder Stabilisierung zurückerlangen. Weichplastische bindige Böden sind nicht wiederverdichtungsfähig und somit als Verfüllmaterial nicht geeignet.

**HOMOGENBEREICHE NACH DIN 18300 (08-2015)**

Neben den in Tabelle 5 und 7 zusammengefassten charakteristischen Kennwerten und bau-technischen Klassifikationen der anstehenden Böden incl. Frostempfindlichkeit nach /V.7/ und Lösbarkeit (Bodenklassen) nach alter DIN 18300 (09-2012) lassen sich diese für die Planung und Ausführung von Erdarbeiten nach aktuellem Regelwerk /V.5/ wie folgt in Homogenbereiche zu untergliedern:

**Tabelle 8: Eigenschaften der Homogenbereiche nach DIN 18300 (08-2015) /V.5/**

Homogenbereich	Schicht nach Tabelle 5	ortsüblicher Name	Bodengruppe nach DIN 18196	Masseanteile [%]							Lagerungsdichte D [-]	Wassergehalt w [%]	org. Anteile Vgl. [%]	Dichte ρ [kg/cm³]
				Ton	Schluff	Feinsande	Mittelsande	Grobsande	Kiese	Steine				
{A}	[1]	Oberboden	OH	0 bis < 5	0 bis < 20	15 bis < 60	30 bis < 60	0 bis < 30	0 bis < 10	0 bis < 5	0.10 bis 0.25	-	0 bis < 8	1.6 bis 1.8
{B}	[2]	lehmige Sande (oberer Horizont) ***)	SU*	0 bis < 5	0 bis < 40	20 bis < 40	30 bis < 50	0 bis < 20	0 bis < 10	0 bis < 10	0.30 bis 0.50	5 bis < 20	0 bis < 2	1.8 bis 2.1
{C}	[3] [BA]	Sande	SE [SE-SW]	0 bis < 5	0 bis < 5	30 bis < 60	30 bis < 60	0 bis < 40	0 bis < 20	0 bis < 10	0.25 bis 0.50	-	0 bis < 2	1.7 bis 1.9
{D}	[4]	Lehm / Mergel (unterer Horizont) ****)	SU*/ST*	0 bis < 10	0 bis < 40	20 bis < 40	30 bis < 50	0 bis < 20	0 bis < 15	0 bis < 20	0.40 bis 0.65	5 bis < 15	0 bis < 2	1.9 bis 2.2

\*\*\*)) Plastizitätszahl I<sub>P</sub> 3.0 % bis < 6.0 %  
 Konsistenzzahl I<sub>C</sub> 0.6 bis < 1.2

\*\*\*\*)) Plastizitätszahl I<sub>P</sub> 3.0 % bis < 10.0 %  
 Konsistenzzahl I<sub>C</sub> 0.75 bis < 1.5

## **GRÜNDUNGSPLANUM UND VERDICHTUNGSANFORDERUNGEN**

Im Zuge der Baufeldfreimachung ist zunächst die *humusdurchsetzte Oberbodenauflage (OH) profilgerecht zu entfernen*.

Im Vorfeld der im Pkt. 7.1. vorgegebenen Bodenverbesserungsmaßnahmen sind unter Einbeziehung des Gutachters zunächst die *technologischen Abläufe und der Umgang mit dem anfallenden Aushubmaterial* abzustimmen (vgl. hierzu auch Pkt. 5.2.) sowie geeignete Zwischenlagerflächen festzulegen.

Grundsätzlich *sollte dabei angestrebt werden, die gewonnenen Aushubmassen* für den Neuaufbau des Baugrundes *zur internen Geländeregulierung wiederzuverwenden*, was vermutlich die nördliche Randzone des Schulhaus- Baufeldes (wo sich derzeit eine Geländesenke anschließt) betrifft.

Da es sich bei den oberflächennah anfallenden Aushubstoffen (SU\*) um anlehmiges und damit *nässeempfindliches Bodenmaterial* handelt (vgl. Tabelle 7), ist dessen Wiederverwendbarkeit u.a. von der zum Bauzeitpunkt herrschenden Witterungssituation abhängig und sollten bei notwendiger Zwischenlagerung vorsorglich *Maßnahmen zum Witterungsschutz* (z.B. Folienabdeckung) eingeplant werden.

Inwiefern sich die Oberbodenabträge (OH) bei dem insgesamt nur geringen Humusanteil nach erfolgter Aufbereitung / Siebung für die Neuandekung wiederverwenden lassen, wäre mit dem Landschaftsplaner zu prüfen. Da hier allerdings bei der großräumig geplanten Überbauung ohnehin beträchtliche Überschussmassen anfallen werden, erscheint es aus gutachterlicher Sicht ratsamer, diese Böden einer externen Verwertung über einen Bodenhändler zuzuführen.

Die vorgenannten Wiederverwendungsmöglichkeiten setzen voraus, dass eine separierte Gewinnung und Zwischenlagerung der unterschiedlich beschaffenen Ausbaumaterialien erfolgt.

Die freigelegten Aushubebenen des empfohlenen Flächenpolsters unter den Gründungsplatten sind unter Einsatz geeigneter Gerätschaften *mit einer Einwirktiefe  $\geq 0.5$  m* in mehreren Übergängen und *bei möglichst optimalem Wassergehalt nachzuverdichten*, wobei ein ***Verdichtungsgrad  $D_{pr.} \geq 98$  %*** nachzuweisen ist.

Die *gleichen Verdichtungsanforderungen* gelten für die nachfolgend lokal herzustellenden Bodenaufträge zum Neuaufbau / Profilausgleich, ebenso für die Polsterschichten unter den Gründungsplatten sowie die seitliche Hinterfüllung. Die *Schichtdicke der Einbaulagen* ist auf die Einwirktiefe der eingesetzten Verdichtungstechnik abzustimmen, sollte allerdings *nicht mehr als 0.3 m* betragen.

Als geeignete Gerätschaften bieten sich bei größeren Arbeitsflächen *Glattmantelwalzen* an, die allerdings bei rundkörnigen Bodenmaterialien unvermeidliche Defizite im oberen Dezimeter hinterlassen. Hier sind daher abschließende Übergänge mit *leichten bis mittelschweren Rüttelplatten* einzuplanen, mit denen auch Störzonen aus Grundleitungsverlegungen zu kompensieren sind. Für die Fundamentgräben der Streifenfundamente, Frostschürzen und Trägerroste sind derartige Rüttelplatten (bzw. *bei beengten Verhältnissen auch Grabenrüttler*) grundsätzlich zum Einsatz zu bringen.

Zur stofflichen Beschaffenheit geeigneter Einbaumaterialien waren bereits im Punkt 7.1. Angaben gemacht worden. In diesem Zusammenhang ist nochmals auf die *möglichst hohe Durchlässigkeit ( $k_f \geq 10^{-4}$  m/s) des Flächenpolsters* hinzuweisen. Diese ist eine Voraussetzung dafür, dass (in Verbindung mit der empfohlenen Ringdränage) ein vereinfachter Abdichtungsstandard zur Umsetzung kommen kann (vgl. Pkt. 7.4.) und kann erwartet werden, wenn das Einbaumaterial einen *Feinkornanteil < 5 Gew.- % (Bodengruppe SE-SW)* aufweist. Im Interesse des Tragverhaltens sollte das Material möglichst einen *Ungleichförmigkeitsgrad  $U > 4$*  aufweisen, was eine entsprechend breitere Kornabstufung und damit eine *verbesserte Verdichtbarkeit* dokumentiert. In diesem Kontext ist anzumerken, dass Sandgemische in der gewünschten Beschaffenheit in mehreren Gewinnungsstätten der Region (z.B. Fräsdorfer Heide) auch als natürliches Abbauprodukt zur Verfügung stehen.

Im Anschluss an die Verlegung der Grundleitungen und Blitzschutzelemente und ggf. erforderlicher Nacharbeiten sind die vorbereiteten Gründungssohlen einer *abschließenden Überprüfung und Freigabe durch den begleitenden Baugrundgutachter* zu unterziehen und möglichst unmittelbar nachfolgend mit einer *Magerbeton- Sauberkeitsschicht* zu versiegeln.

Für die außenseitige Hinterfüllung der Gründungsbereiche sollte ebenfalls das *vorgenannte, gut durchlässige Flächenpolstermaterial* zum Einsatz kommen, welches den ungehinderten Zustrom gebäudenah anfallender Sickerwässer zu den Dränagesträngen begünstigt. Auch hier sollte vorsorglich ein *Verdichtungsgrad  $D_{pr.} \geq 98$  %* als Anforderung definiert werden. Besondere Sorgfalt ist bei direkt angrenzenden Befestigungsflächen geboten.

Der Nachweis der geforderten Verdichtungsgrade ist vorzugsweise durch Proctorversuche (Ausstechzylinderverfahren) zu erbringen. Alternativ sind auch geeignete Vergleichsmessungen (z.B. statische oder dynamische Plattendruckversuche) zulässig.

#### **BEFAHRBARKEIT DES UNBEFESTIGTEN ERDPLANUMS / BAUSTRABEN**

Bei den am Baustandort prägenden gemischtkörnigen, lehmigen Böden muss *insbesondere in Nässeperioden* unter dynamischer bzw. walkender Beanspruchung aus Rädertechnik mit einer deutlich nachlassenden Scherfestigkeit und hieraus resultierenden Tragfähigkeitsdefiziten gerechnet werden. Derartige Bedingungen können eine *eingeschränkte Befahr-*

**barkeit** des unbefestigten Erdplanums unter baustellentypischem Fahrzeugverkehr nach sich ziehen.

In Anbetracht des erheblichen Umfangs an Erdbewegungen zum Ab- und Antransport von Boden und Baumaterial ist daher zu empfehlen, zumindest **in höher frequentierten Fahrgassen** das **Anlegen von temporären Baustraßen** einzukalkulieren. Hierzu sind gebrochene Mineralstoffgemische in einer Mächtigkeit von mindestens 30 cm aufzutragen. Die *Anordnung einer Trennlage aus Vliesstoff* an der Basis des Baustraßenmaterials verhindert dessen Durchmischung mit dem Untergrund und erleichtert später den profilgerechten Rückbau.

### **KRANAUFSTELLUNG**

Auch im Bereich geplanter Kranstandorte ist eine mineralische **Stabilisierung der Auflagerzonen** anzuraten und sollten zudem **Stand sicherheitsnachweise** für die konkret vorgesehenen Krananlagen geführt werden, wobei die bauzeitlich wirksamen Gegebenheiten (z.B. Annäherung an Baugruben oder anderweitige Geländeversprünge) möglichst präzise zu berücksichtigen sind.

### **WASSERHALTUNG**

Maßnahmen zur Wasserhaltung werden im Zuge der geplanten Baumaßnahme **nicht notwendig**.

Es müssen allerdings geeignete Vorkehrungen getroffen werden, um während der Bauausführung das Eindringen von Oberflächenwasser in die offenen Baugruben zu verhindern.

## **8. Flächenbefestigungen**

### **ANFORDERUNGEN**

Die Festlegung gründungstechnischer Anforderungen an Verkehrsflächen erfolgt üblicherweise nach der RStO 12 /V.6/ und hängt im wesentlichen vom zu erwartenden Beanspruchungsgrad der Befestigungen ab.

Im konkreten Fall werden vom Unterzeichner für die nach aktueller Außenanlagen- Planung /U.6/ vorgesehenen Verkehrsflächen anteilig die **Belastungsklassen Bk 1,0** (Fahrgasse Stellplatzanlage) bzw. **Bk 0,3** (Pkw- Stellplätze, Feuerwehr- Aufstellflächen) unterstellt, während die restlichen Bewegungsflächen im Sinne der o.g. Vorschrift als **Geh- bzw. Radwege** betrachtet werden. Als Deckschicht sind Pflaster- bzw. Plattenbeläge anzunehmen.

Im Falle einer „konventionellen“ Bauweise ist damit gemäß /V.6/ für die höher beanspruchten Verkehrsflächen auf der *Oberkante der ungebundenen Tragschicht* ein *Verformungsmodul*  $E_{v2} \geq 120$  (bzw.  $150 \text{ MPa}$  bei  $Bk 1,0$ ) nachzuweisen. Im Bereich der Geh- und Radwege ist eine Tragfähigkeit von  $80 \text{ MPa}$  gefordert. Für die *Planumsebene* ist in der genannten Vorschrift grundsätzlich eine *Mindestanforderung* von  $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$  definiert.

### **FROSTEMPFINDLICHKEIT**

Die am Standort bereits oberflächennah dominierenden anlehmigen Sande (SU\*) sind nach IV.7/ als *stark frostempfindlich* und damit der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen (siehe auch Markierungen an den Bohrprofilen in Anlage 2.3 und 2.4).

### **PLANUM UND UNTERGRUND**

Wie die exemplarischen Rammsondierdiagramme in den Anlagen 2.3 und 2.4 zeigen, kann auch im Bereich der geplanten Stellplatzanlage und im geplanten Schulhof direkt unter der Oberbodendecke mit kompakt gelagerten lehmigen Böden (SU\*) gerechnet werden, die in der vorgefundenen Beschaffenheit die o.g. **Mindesttragfähigkeit von 45 MPa in Planumsebene** grundsätzlich erwarten lassen. Allerdings ist dies bei diesen gemischtkörnigen und damit nässeempfindlichen Bodenarten erfahrungsgemäß **nur unter günstigen Bedingungen** (geringer Wassergehalt) der Fall, wie dies zum Untersuchungszeitpunkt gegeben war. Geraten die betreffenden Böden hingegen unter Wassereinfluss, werden die regulären Anforderungen häufig nicht erfüllt und müssen entsprechende Zusatzaufwendungen (Teilbodenaustausch zur Planumsstabilisierung) eingeplant werden.

Es ist daher anzuraten, in der Planung zumindest *anteilig eine Bodenverbesserung bzw. eine geringfügige Vergrößerung der Trag- oder Frostschutzschichtdicke* vorzusehen.

### **WASSERVERHÄLTNISSE**

Die Wasserverhältnisse sind im untersuchten Standortgebiet aufgrund der latenten Gefahr von Stauwasseranreicherungen als **ungünstig** einzuschätzen, was bei der Bemessung des frostsicheren Befestigungsaufbaus ebenso zu berücksichtigen ist, wie die Zuordnung des Planungsgebietes zur **Frosteinwirkungszone II** gemäß IV.6/.

### **ENTWÄSSERUNG DES PLANUMS**

Da die im Untersuchungsgebiet flächenhaft verbreiteten lehmigen Deckschichten (SU\*) nur eine geringe Durchlässigkeit aufweisen und damit eindringendes Sickerwasser nur verzögert aufnehmen, muss von einer **eingeschränkten Planumsentwässerung** ausgegangen werden.

### **GRÜNDUNGSVORSCHLAG**

*Im Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen lassen sich von Seiten des Unterzeichners zur Gründung der geplanten Neubefestigungen folgende Empfehlungen ableiten:*

- Für die Dimensionierung des Befestigungsaufbaus ist regulär die *Frostempfindlichkeitsklasse F 3* zum Ansatz zu bringen. Bei den bemessungswirksamen Belastungsklassen Bk 1,0 bzw. 0,3 ergibt sich hieraus nach IV.6/, Tabelle 6, ein Ausgangswert der frostsicheren Mindestdicke von 60 bzw. 50 cm. Bei den Geh- und Radwegflächen beträgt dieser Ausgangswert 30 cm. Für die im Untersuchungsgebiet maßgebende *Frosteinwirkungszone II* sowie die *ungünstigen Wasserverhältnisse* sind nochmals

Zuschläge von jeweils 5 cm zu berücksichtigen, so dass sich folgende **frostsichere Oberbau- Gesamtdicken** errechnen:

- |  |        |
|--|--------|
| ▪ Fahrgasse Stellplatzanlage (Bk 1,0)      | 70 cm  |
| ▪ Pkw- und Feuerwehr- Stellplätze (Bk 0,3) | 60 cm  |
| ▪ Restliche Bewegungsflächen               | 40 cm. |

- Bei einer aus diesen Frostkriterien resultierenden **Trag- bzw. Frostschuttschichtdicke von mindestens 30...50 cm** kann anhand umfangreich vorliegender Erfahrungswerte erwartet werden, dass sich selbst bei einer geringfügigen Unterschreitung der regulär erforderlichen Planumtragfähigkeiten ( $E_{v2} \sim 35...40$  MPa) dennoch die angestrebte Endtragfähigkeit auf der Tragschicht von 80...150 MPa erzielen lässt, welche letztlich die bestimmende Größe bildet. Ungeachtet dessen wird empfohlen, in der Planung **vorsorglich für 15 % der Gesamtfläche eine zusätzliche Planumsstabilisierung (Tragschicht- Mehrdicke von 15 cm)** einzuplanen, über deren tatsächliche Notwendigkeit baubegleitend z.B. anhand von Probefeldern zu entscheiden ist (vgl. auch Folgeabschnitt).
- Weiterhin wird die Anordnung eines **geotextilen Vliesstoffes** als Trennlage zwischen Erdplanum und Frostschuttschicht angeraten.
- Als Tragschichtmaterial sind Einbaustoffe **gemäß ZTV SoB-StB 20 /V.8/** zu verwenden, wobei der Einsatz von gebrochenen, kantigen Mineralgemischen zu bevorzugen ist. Alternativ kann in Abstimmung mit der Umweltbehörde auch unbelastetes Recycling- Material mit entsprechender Zertifizierung zu Sieblinie und Umweltverträglichkeit Verwendung finden.
- Unter den gegebenen Bodenverhältnissen sind **regulär Vorkehrungen zur gezielten Planumsentwässerung erforderlich**. Wenn die vorgenannten Empfehlungen zur Bemessung des frostsicheren Aufbaus umgesetzt werden und eine **gezielte Oberflächenentwässerung bei gleichzeitig relativ gering durchlässigen Belägen** zur Umsetzung kommt, erscheint es allerdings *tolerabel, auf derartige Maßnahmen zu verzichten*.

#### **HINWEISE ZU DEN ERDARBEITEN**

Das freigelegte bzw. hergestellte Erdplanum ist in mehreren Übergängen mit geeignetem Verdichtungsgerät sorgfältig nachzuverdichten. Dies hat regulär so zu erfolgen, dass die in der ZTV E-StB 17 /V.7/, Abschnitt 4.3.2. Tabelle 4 definierten Verdichtungsanforderungen nachgewiesen werden. Diese Bodeneigenschaften sind erforderlich, um auf der Planumsebene einen  $E_{v2}$ - Wert  $\geq 45$  MPa zu erzielen. Werden unter dem projektseitig vorgegebenen Erdplanum aufgeweichte bindige Böden mit eingeschränktem Tragverhalten vorgefunden, ist ein Teilbodenaustausch bzw. eine entsprechende Verstärkung der Trag- bzw. Frostschuttschicht zu empfehlen. Die Dicke der Austauschschicht richtet sich nach den vorher erzielten

Verformungsmoduln und kann zunächst i.M. mit 15 cm angenommen werden. Über die tatsächliche Notwendigkeit und den Umfang derartiger Mehraufwendungen sollte allerdings im Zuge der Erdarbeiten unter Hinzuziehung des Gutachters entschieden werden. Die notwendigen Ertüchtigungsmaßnahmen lassen sich reduzieren, wenn die Planumsflächen erst kurz vor dem Auftragen der Frostschutz- bzw. Tragschichten freigelegt und damit nicht unnötig der Witterung ausgesetzt werden.

Darüber hinaus ist auch im Bauzustand sicherzustellen, dass im Planumbereich anfallendes Niederschlagswasser ungehindert abfließen kann (Querprofil, Abzugsgräben).

Für die ungebundenen Tragschichten sind die in /V.8/ definierten Material- und Verdichtungsanforderungen zu beachten.

Im Rahmen der Eignungs- und Eigenüberwachungsprüfung weist die Erdbaufirma die Eignung der Trag- und Frostschuttschicht sowie die erreichte Verdichtung nach. Mittels Kontrollprüfungen sollten die Eigenüberwachungen von einem unabhängigen Prüflabor stichprobenartig überprüft werden.

## **9. Sportanlagen**

Nach den vorliegenden Planunterlagen sollen südöstlich des geplanten Neubaukomplexes ein Kleinspielfeld, eine Laufbahn sowie eine Weitsprunganlage hergestellt werden, die mit **wasserdurchlässigen Kunststoffbelägen** konzipiert sind. Für die Planung und bauliche Umsetzung dieser Sportflächen ergeben sich aus den vorgefundenen Boden- und Wasserhältnissen folgende Einschätzungen und Empfehlungen:

In Bezug auf das **Tragverhalten des Untergrundes** kann im wesentlichen auf die Aussagen im Pkt. 8. verwiesen werden, wonach im Erdplanum anlehmige Mischböden (SU\*) als dominierende Bodenart erwartet werden können, die bei „normalem“ Wassergehalt nach sorgfältiger Nachverdichtung die gemäß /V.10/ geforderte Mindesttragfähigkeit von 45 MPa erwarten lassen. Wie bereits mehrfach erwähnt, kann es allerdings bei Wasseranreicherungen schnell zum Aufweichen dieser Böden und entsprechenden Tragfähigkeitsverlusten kommen, so dass dann u.U. auch der o.g. Mindestverformungsmodul nicht mehr zu erzielen ist. Um unter diesen Randbedingungen den gemäß /V.10/ auf der Tragschichtoberkante zu erbringenden Verformungsmodul  $\geq 60$  MPa zu erzielen, wird daher angeraten, eine **leichte Verstärkung der ungebundenen Tragschicht auf 25 bis 30 cm Mächtigkeit** einzuplanen. Im Zweifel sollte diese Vorgehensweise **zu Beginn der Bauarbeiten** durch **Probefelder** überprüft werden.

Bei der vorgefundenen Bodenbeschaffenheit ist weiterhin anzuraten, eine **Filterschicht** zwischen dem gemischtkörnigen Baugrund und der grobkörnigen ungebundenen Tragschicht

vorzusehen. Anstelle einer mineralischen Filterschicht aus natürlichen Gesteinskörnungen kann hierfür auch ein **geotextiler Vliesstoff** verwendet werden.

Die baulichen Anforderungen an die **Entwässerung der durchlässigen Sportplatzflächen** ergeben sich aus der Sickerfähigkeit des Untergrundes. Um auf gesonderte Entwässerungselemente gemäß /V.9/ verzichten zu können, muss dieser nach /V.10/ im Tiefenbereich bis mindestens 300 mm unter Erdplanum einen Schluckwert  $> 0.002$  cm/s aufweisen, was einer Infiltrationsrate von 72 mm/h bzw. einer Durchlässigkeit von  $2 \times 10^{-5}$  m/s entspricht.

Bei den exemplarisch ermittelten Feinkorngehalten der oberflächennah anstehenden Bodenschichten, ist davon auszugehen, dass der Wasserschluckwert in Planumsebene deutlich unter dem o.g. Mindestwert liegt (vgl. auch Tabelle 3 auf Seite 17/18). Es wird daher die **Anordnung einer regulären Drainage** gemäß /V.9/ zur gezielten Ableitung der im Bereich der Sportflächen anfallenden Sickerwässer **empfohlen** ist.

## **10. Spielgeräte**

Geplante Spielgeräte können in herkömmlicher Weise über **Einzel- und Streifenfundamente** unter Einhaltung einer **frostsicheren Mindesteinbindetiefe von 0.8 m** in die anstehenden Baugrundsichten abgesetzt werden, die einen hinreichend sicheren und setzungsverträglichen Lastabtrag erwarten lassen.

Dabei können aufnehmbare charakteristische Sohlpressungen bis  $150 \text{ kN/m}^2$  als unbedenklich unterstellt werden. Bei höheren Belastungsintensitäten ist eine gesonderte Nachweisführung ratsam.

Etwaige Annäherungssituationen zu geplanten Sickeranlagen oder unterirdischen Medienstrassen sind im Einzelfall zu betrachten.

## **11. Rohrleitungsbau / Tiefbauwerke**

### **ROHRAUFLAGER / GRÜNDUNGSSOHLN**

Nach den vorliegenden Erkundungsergebnissen wird die Leitungsverlegung bei üblicherweise anzunehmenden Rohrsohlenebenen zwischen 1.0 und 2.0 m unter OKG vermutlich überwiegend in *gemischtkörnigen, lehmigen Böden (SU\*)* erfolgen.

Unter diesen Bedingungen ist zu empfehlen, zur gleichmäßigen Druckverteilung im Auflagebereich generell den **Einbau eines Sand- Kies- Bettes** einzuplanen. Die Mindestdicke des Rohraufagers sollte bei normalen Bodenverhältnissen (mind. steifplastische Konsistenz bzw. mitteldichte Lagerung) nach DIN EN 1610, Pkt. 7.2 mind. 100 mm betragen. Bei Schachtbauwerken empfiehlt sich die Anordnung einer geringmächtigen Sauberkeitsschicht.

**VERWENDBARKEIT DES BODENAUSHUBES FÜR DIE ROHRGRABENVERFÜLLUNG**

*DIE ROHRLEITUNGSZONE* ist bis 150 mm über Rohrscheitel mit Lockergestein zu verfüllen. Nach DIN EN 1610 darf innerhalb der Leitungszone nur Material verwendet werden, das die Leitungen nicht schädigen kann (Größtkorn 22 mm bei  $DN \leq 200$ , Größtkorn 40 mm bei  $DN > 200$  bis  $DN \leq 600$ ). Im übrigen sind die Anforderungen der DIN 18306 (Entwässerungskanalarbeiten), DIN 18307 (Druckrohrleitungsarbeiten außerhalb von Gebäuden) und DIN 18322 (Kabelleitungstiefbauarbeiten) zu beachten.

*AUßERHALB DER LEITUNGSZONE* kann zur Rohrgrabenverfüllung prinzipiell der anfallende Bodenaushub wiederverwendet werden, sofern die betreffenden Einbaustoffe entsprechend verdichtbar und keine ungünstigen Verformungen bzw. ungünstige Lastfälle für die Rohrleitungen zu erwarten sind (siehe Tabelle 7). Aufgeweichtes bindiges Bodenmaterial, wie auch humos vermengte Böden (OH) mit organischen Anteilen  $> 3$  Gew.-% sind grundsätzlich nicht in den Rohrgraben einzubauen, weil diese nicht verdichtbar sind und dadurch eine Sicherung der Leitungen gegen seitliches Verschieben bzw. das Erreichen der erforderlichen Tragfähigkeit nicht gegeben ist. Der für die Verfüllung des Leitungsgrabens geeignete und zwischengelagerte Boden ist durch entsprechende Maßnahmen (insbesondere Schutz vor Aufweichen, siehe auch IV.7/) einbaufähig zu halten.

**VERDICHTUNGSANFORDERUNGEN**

Bei Leitungsabschnitten innerhalb von Befestigungsflächen ist zur Verhinderung von Tragfähigkeitsschäden bei der Verfüllung der Baugrube darauf zu achten, dass der Verfüllboden in entsprechender Schütthöhe aufgebracht und planmäßig verdichtet wird. Im Bereich bis 1 m über Rohrscheitel sollte mit leichtem, darüber kann mit mittelschwerem Verdichtungsgerät gearbeitet werden. Bei Leitungsgräben innerhalb und außerhalb des Straßenkörpers gilt für die Leitungszone ein nachzuweisender Verdichtungsgrad  $D_{Pr} \geq 97$  % (siehe IV.7/, Abschnitt 9.5). Auch die Gründungssohle ist wegen möglicher Auflockerung während der Erdarbeiten entsprechend nachzuverdichten.

Für den Bereich 0.5 m unter Planum bis OK Rohrleitungszone (Zwischenbereich) sind die Anforderungen nach Pkt. 4.3.2., Tabelle 4 der genannten Vorschrift nachzuweisen, wonach der Verdichtungsgrad bei nichtbindigen Bodenarten (SE) bei  $D_{Pr} \geq 98$  % und bei bindigen Füllstoffen (SU\*/ST\*) bei  $D_{Pr} \geq 97$  % liegen sollte.

Im überlagernden Gründungsbereich der Fahrbahnbefestigungen gelten die einschlägigen Verdichtungsanforderungen für den Straßenbau.

## **12. Regenwasser- Versickerung**

Die Beurteilung der Eignung von Böden für die Errichtung von Versickerungsanlagen erfolgt nach dem DWA- Arbeitsblatt A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser“ (Ausgabe August 2008) /V.11/.

Danach wird die Versickerungseignung eines Standortes im wesentlichen von der Durchlässigkeit und der Mächtigkeit der wasseraufnehmenden Bodenschichten, dem Grundwasserflurabstand sowie einer möglichen Beeinträchtigung Dritter bestimmt.

Hinsichtlich der Durchlässigkeit ergibt sich am untersuchten Standort eine differenzierte Bewertung:

Demnach sind die profilbestimmenden lehmigen Bodenarten (SU\*/ST\*) aufgrund ihres erhöhten Feinkornanteiles (siehe wiederum Tabelle 3) sowie ihrer hoch kompakten Lagerungsstruktur (mit entsprechend komprimiertem Porenraum) durch eine entsprechend verminderte Durchlässigkeit im Bereich  $k_f \leq 10^{-6} \dots 10^{-7}$  gekennzeichnet. Sie wirken damit praktisch als Stauer und sind *für eine gezielte Versickerung ungeeignet*. Günstigere Verhältnisse sind lediglich den nichtbindigen Sanden (SE) zuzuordnen. Diese wurden zumeist nur als Zwischenschicht erkundet und nur am östlichen Rand des Baufeldes bei SB 133 (vgl. Anlage 2.4) auch als Deckschicht aufgeschlossen, wo sie sich allerdings nach der geologischen Kartierung auch oberflächlich weiter fortsetzen dürften. Nach den exemplarisch vorliegenden Laboruntersuchungen und umfangreichen Erfahrungswerten lassen sich diesen Sandhorizonten  $k_f$ - Werte im Bereich zwischen  $0.6$  und  $2.5 \times 10^{-4}$  m/s und damit *gute bzw. zumindest ausreichende stoffliche Voraussetzungen* für eine beabsichtigte Versickerung zuordnen. Einschränkend ist hierbei allerdings darauf hinzuweisen, dass bei der erkundeten Wechsel-schichtung aus sickerfähigen (SE) und stauenden Bodenpartien (SU\*-ST\*) der vertikale Sickerwasserabstrom behindert wird und statt dessen lediglich eine horizontale Ausbreitung infiltrierter Sickerwässer in den sandigen Deck- bzw. Zwischenschichten erfolgen kann, was die erwartbare Leistungsfähigkeit von Versickerungseinrichtungen beeinträchtigt.

Der Grundwasserflurabstand bildet normalerweise eine wesentliche Randbedingung für die zulässige Tiefeneinbindung einer Versickerungsanlage, sollte aber im konkreten Fall aufgrund der relativ großen Tiefenlage des Aquifers (der bemessungswirksame MHGW ordnet sich mit ca. 36.8 m ü.NHN mehr als 6.0 m unter Terrain ein) nur von untergeordneter Bedeutung sein, zumal durch die vorgenannte Ausbreitungsrichtung über den stauenden Schichten der effektive Sickerweg bis zum Eintritt in den Grundwasserspiegel (und die damit einhergehende Reinigungswirkung bei der Bodenpassage) noch beträchtlich vergrößert wird. Unter diesen Bedingungen sollten keine Einschränkungen im Hinblick auf eine Versickerung unbe-

lasteter Dachwässer zu erwarten sein und können auch unterirdische Versickerungselemente zum Einsatz kommen.

Eine mögliche Beeinflussung Dritter bezieht sich im konkreten Fall vorrangig auf die Neubauten selbst sowie die benachbarten Bestands- Wohngebäude, die auch in etwaigen Überlastungsszenarien keinen unkontrollierten Wasserzuflüssen ausgesetzt sein dürfen.

Als **Fazit** muss konstatiert werden, dass das **Standortgebiet für eine gezielte Versickerung** des auf Dach- und Befestigungsflächen anfallenden Regenwassers **nur bedingt geeignet** ist.

*Ungeachtet dessen* sollte es allerdings **praktikabel** sein, das im Bereich der geplanten Dach- und Befestigungsflächen niedergehende Regenwasser *unter Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Flächendargebotes* **innerhalb der Gesamtliegenschaft** in den Untergrund zu **versickern**.

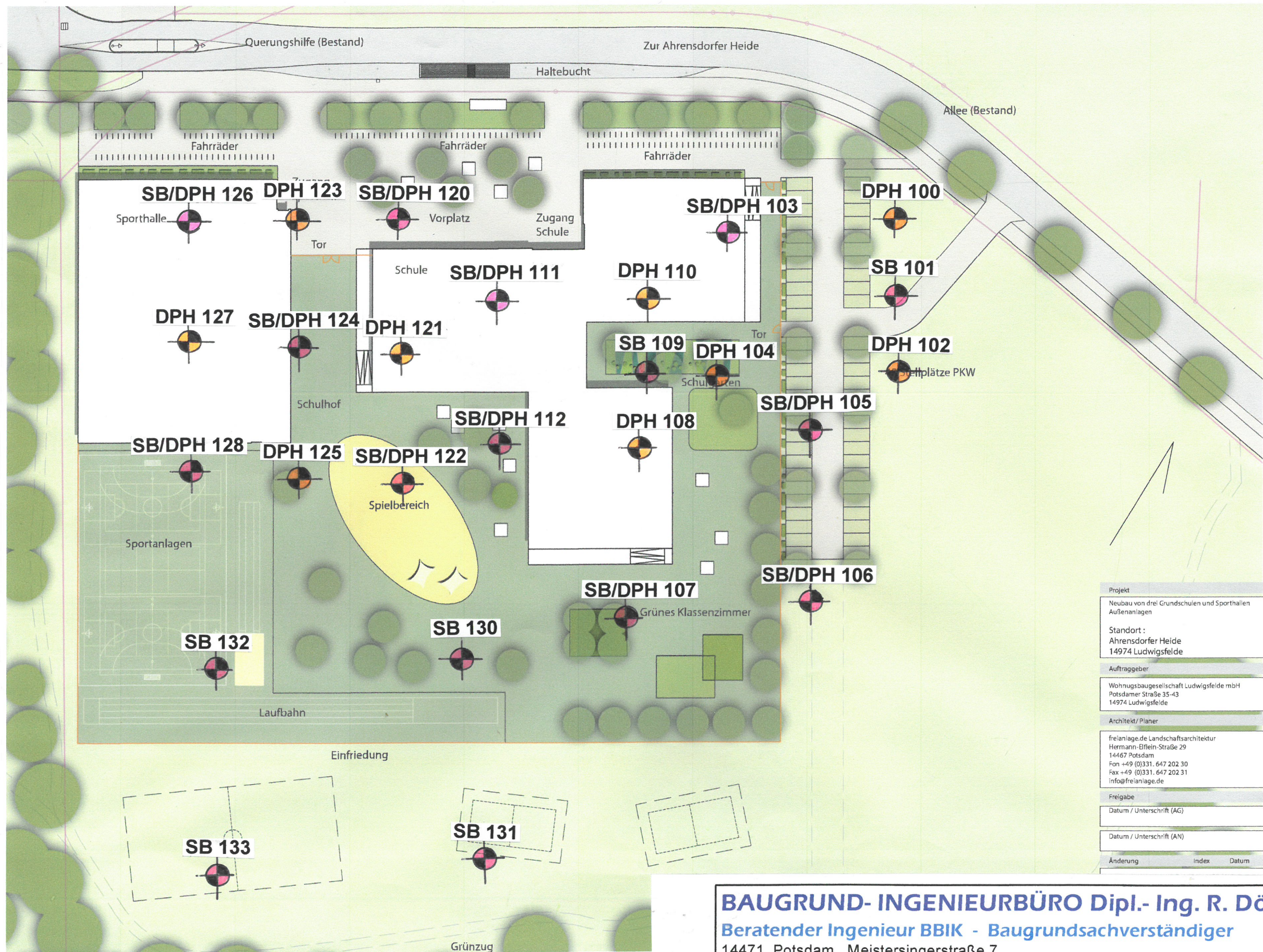
In Bezug auf die bauliche Umsetzung ergeben sich dabei von gutachterlicher Seite folgende Hinweise / Empfehlungen:

- Anhand von **Zusatzsondierungen** sollte zunächst geprüft werden, ob sich der kartierte geologische Übergang in sandige Deckschichten, wie er bislang lediglich am Aufschlusspunkt SB 133 nachgewiesen wurde, in der östlichen Randzone des Gesamtstandortes bestätigen und ggf. für die Versickerung nutzen lässt. Ist dies der Fall, könnte dort die **Installation eines flachen Sickerbeckens** umgesetzt werden.
- Für die straßenseitigen Befestigungsflächen sowie die geplante Stellplatzanlage kann auf **randliche Versickerungsmulden** orientiert werden, die ggf. mit unterlagernden **Kiesrigolen** versehen werden können. Außerdem sollten diese Versickerungsanlagen an geeigneten Stellen **zusätzlich mit Sickerschächten als Entlastungselement kombiniert** werden.
- Auch für die Dachentwässerung ist anzuraten, auf ein räumlich verteiltes **Netz von Sickerschächten bzw. Schachtgalerien** zu orientieren, mit denen eine **Infiltration in den zwischengelagerten Sandhorizont (SE)** erfolgt.
- Sowohl für die Sickerschächte als auch eine Oberflächenversickerung in die ostseitigen Decksande kann **für die Dimensionierung** zunächst lediglich ein abgeminderter **Bemessungswert  $k_f = 5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$**  empfohlen werden. Für die Sickermulden im Umfeld der westlichen und nördlichen Verkehrsflächen muss dieser noch weiter auf  **$1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$**  reduziert werden.
- Für den weiteren Projektfortschritt wird empfohlen, in iterativer Abstimmung mit dem Landschaftsarchitekten mögliche Entwässerungspunkte zu definieren und in diesen Arealen das vorhandene Erkundungsraster durch Zusatzaufschlüsse gezielt zu verdichten. Auf der Basis dieses Kenntnisstandes kann dann ggf. auch eine Optimierung der empfohlenen Bemessungsansätze erfolgen.

### **13. Schlussbemerkungen**

- Das vorliegende Gutachten ist direkt projektbezogen und darf ohne vorherige Genehmigung des Verfassers nicht veröffentlicht, vervielfältigt oder geändert und nicht als Bemessungsgrundlage für andere Baumaßnahmen verwendet werden.
- Wenngleich die erkundeten Baugrundverhältnisse als weitgehend repräsentativ betrachtet werden können, handelt es sich bei den durchgeführten Erkundungen um punktuelle Aufschlüsse, so dass lokale Abweichungen von der dargestellten Schichtung und Beschaffenheit des Untergrundes möglich sind. Dies betrifft insbesondere die räumliche Verbreitung der zwischengelagerten nichtbindigen Sandhorizonte (SE) der SCHICHT [3], die nach Osten hin offenbar auch als Deckschicht auftreten.
- Kommt es zu Planungsänderungen oder werden vor Ort abweichende Bodenverhältnisse angetroffen, so muss der Gutachter nochmals hinzugezogen werden. In diesem Kontext ergeben sich für die weitere Projektabwicklung folgende Empfehlungen:
  - verbindliche Klärung des aktuellen Status zur Kampfmittelfreiheit des Baugeländes als Voraussetzung für weitere Ergänzungsuntersuchungen und die geplante Bautätigkeit insgesamt
  - Prüfung, Abstimmung und Veranlassung von Zusatzerkundungen im Bereich
    - der Südwestachse des Sporthallen- Baufeldes (welches durch die erfolgte Verschiebung der Gebäudegrundrisse nicht mehr vom Erkundungsraster erfasst wird) und
    - geplanter Versickerungsstandorte (nach Vorlage erster Entwässerungskonzepte)
  - Fortführende Gründungsberatung in Zusammenarbeit mit dem Tragwerksplaner
  - Abstimmung zur Optimierung erdbautechnologischer Abläufe, Wiederverwertung anfallender Aushubmassen und Reduzierung Entsorgungsaufwendungen

***Für diese fortführende fachbauliche Betreuung des Bauvorhabens (planungs- und baubegleitende Gründungsberatung, Baugrubenabnahme, Kontrollprüfungen zum Verdichtungsnachweis), wie auch für Rückfragen und ergänzende Erläuterungen zum vorliegenden Gutachten steht der Unterzeichner gern zur Verfügung.***



<b>Projekt</b>		
Neubau von drei Grundschulen und Sporthallen Außenanlagen		
<b>Standort:</b> Ahrensdorfer Heide 14974 Ludwigsfelde		
<b>Auftraggeber</b>		
Wohnungsbaugesellschaft Ludwigsfelde mbH Potsdamer Straße 35-43 14974 Ludwigsfelde		
<b>Architekt/Planner</b>		
freianlage.de Landschaftsarchitektur Hermann-Eifel-Str. 29 14467 Potsdam Fon +49 (0)331. 647 202 30 Fax +49 (0)331. 647 202 31 info@freianlage.de		
<b>Freigabe</b>		
Datum / Unterschrift (AG)		
Datum / Unterschrift (AN)		
<b>Änderung</b>	<b>Index</b>	<b>Datum</b>

**BAUGRUND-INGENIEURBÜRO Dipl.- Ing. R. Dölling**  
 Beratender Ingenieur BBIK - Baugrundsachverständiger

14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
 Tel: 0331 / 95 11 892 Fax: 0331 / 95 11 893

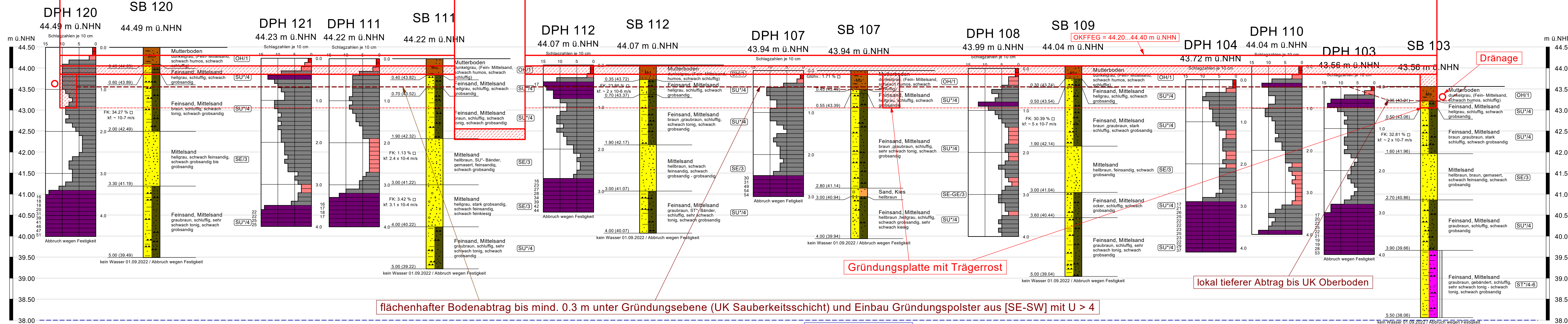
<b>Bauvorhaben:</b> Ludwigsfelde Zur Ahrensdorfer Heide Neubau Grundschule mit Sporthalle	<b>Darstellung:</b> Lage- und Aufschlusspläne Schulhaus und Sporthalle	<b>Maßstab:</b> 1 : 750
		<b>Datum:</b> 30.11.2022
<b>Auftraggeber:</b> WG Ludwigsf. mbH "Märkische Heimat" Potsdamer Straße 35-43 14974 Ludwigsfelde	<b>Bearbeiter:</b> <i>Filip</i>	<b>Bearb.-Nr.:</b> H 22-29
		<b>Anlage:</b> 1

# Schulhaus - Flügel 3 (Südwest)

# Eingangsbereich / Aufzug

# Schulhaus - Flügel 2 (Ost)

# Schulhaus - Flügel 1 (Nordwest)



**Legende**

	halbfest - fest	Mu	Mutterboden (Mu)	gs	grobsandig (gs)	S	Sand (S)
h	humos (h)	fg	feinkiesig (fg)	mS	Mittelsand (mS)	u	schluffig (u)
o	Kies (G)	fs	Feinsand (fs)	T	Ton (T)	t	tonig (t)

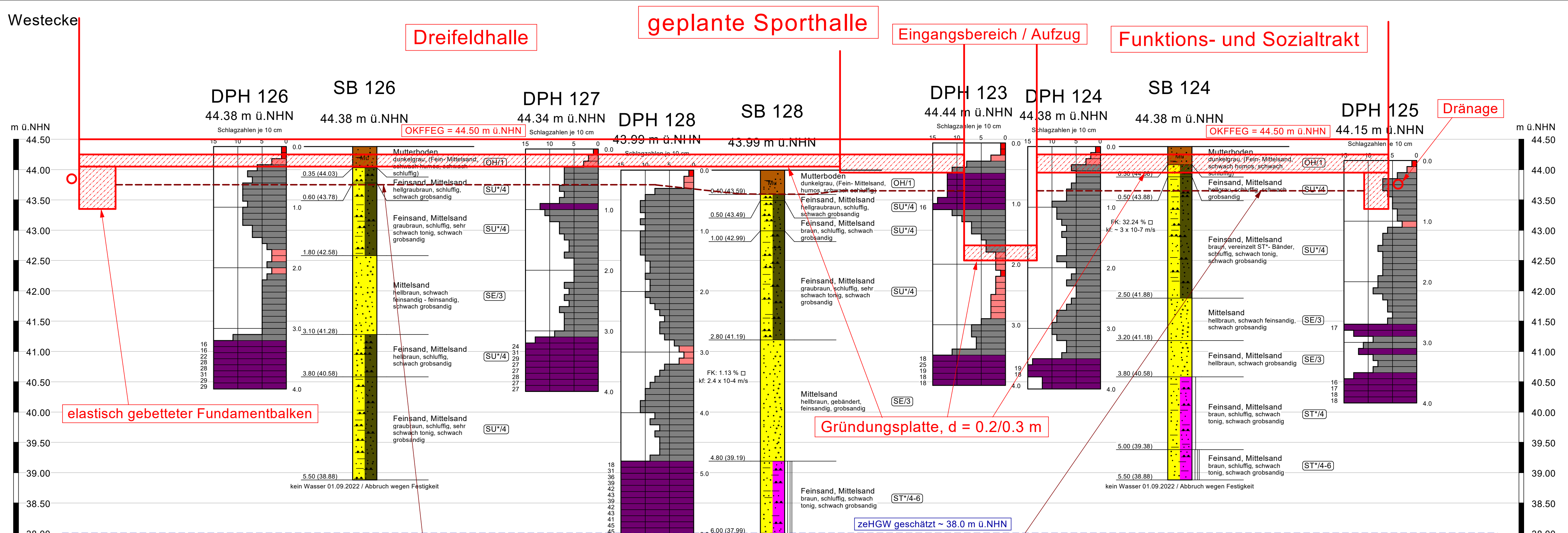
**Legende DPH**

■	sehr locker bzw. sehr weich
■	locker bzw. weich bis steifplastisch
■	mitteldicht bzw. steifplastisch
■	dicht bzw. halbfest
■	sehr dicht bzw. fest

Höhenangabe m ü.NHN entspricht Höhenbezugssystem DHHN 2016

**BAUGRUND-INGENIEURBÜRO Dipl.- Ing. R. Dölling**  
 Beratender Ingenieur BBK - Baugrundsachverständiger  
 14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
 Tel: 0331 / 95 11 892 Fax: 0331 / 95 11 893

Bauvorhaben: Ludwigsfelde Zur Ahrensdorfer Heide Neubau Grundschule mit Sporthalle	Darstellung: Aufschlussprofile / Diagramme der Rammsondierungen / Höhenordinaten Schulhaus	Maßstab: d.H. 1 : 40 d.L. ohne
Auftraggeber: WG Ludwigsf. mbH "Märkische Heimat" Potsdamer Straße 35-43 14974 Ludwigsfelde	Bearbeiter: H 22-29	Datum: 06.12.2022
	Bearb.-Nr.:	Anlage: 2.1



flächenhafter Bodenabtrag / Profilausgleich bis mind 0.3 m unter Gründungssohle (UK Sauberkeitsschicht) und Einbau Gründungspolster aus [SE-SW] mit  $U > 4$

Höhenangabe m ü.NHN entspricht Höhen Bezugssystem DHHN 2016

Legende

	halbfest - fest		schluffig (u)
	halbfest		tonig (t)
	Mutterboden (Mu)		Mittelsand (mS)
	humos (h)		Feinsand (fS)
	grobsandig (gs)		feinsandig (fs)

Legende DPH

	sehr locker bzw. sehr weich
	locker bzw. weich bis steifplastisch
	mitteldicht bzw. steifplastisch
	dicht bzw. halbfest
	sehr dicht bzw. fest

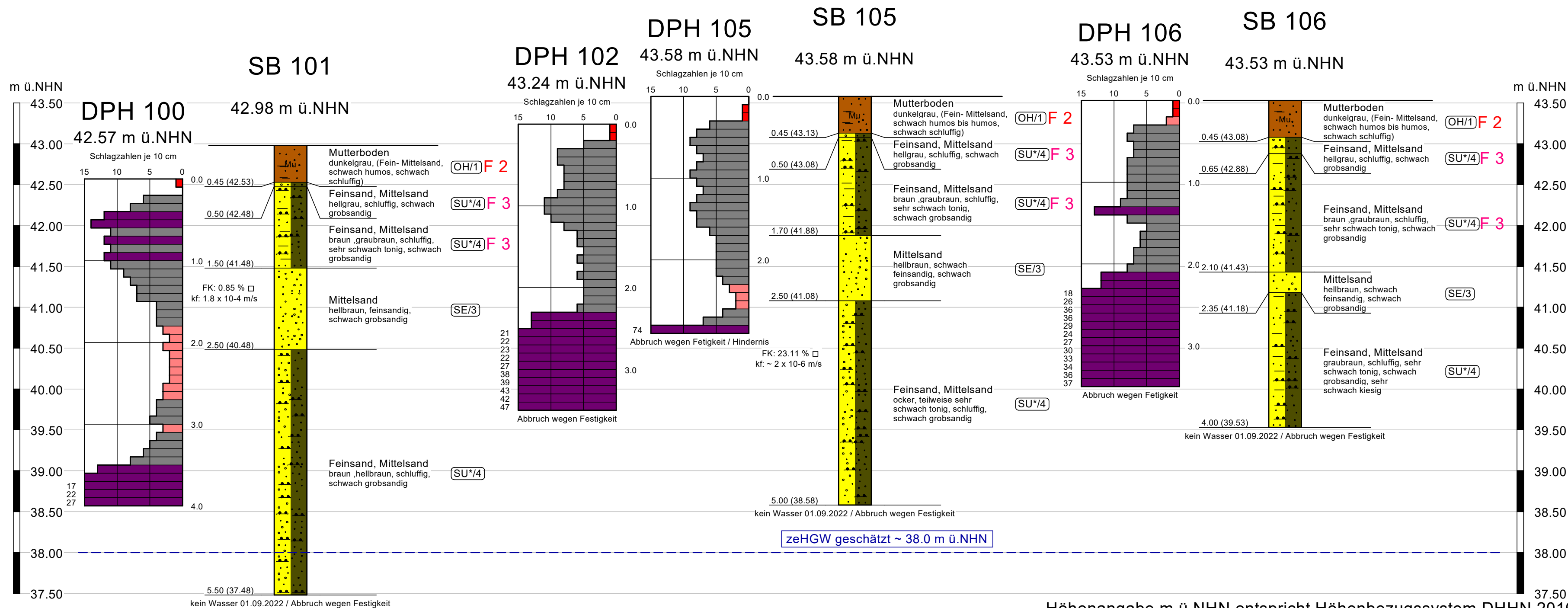
**BAUGRUND-INGENIEURBÜRO Dipl.- Ing. R. Dölling**  
 Beratender Ingenieur BBIK - Baugrundsachverständiger  
 14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
 Tel: 0331 / 95 11 892 Fax: 0331 / 95 11 893

Bauvorhaben: <b>Ludwigsfelde</b> Zur Ahrensdorfer Heide Neubau Grundschule mit Sporthalle	Darstellung: Aufschlussprofile / Diagramme der Rammsondierungen / Höhenordinaten (Sporthalle)	Maßstab: d.H. 1 : 40 d.L. ohne
Auftraggeber: WG Ludwigsf. mbH "Märkische Heimat" Potsdamer Straße 35-43 14974 Ludwigsfelde	Bearbeiter:	Datum: 07.12.2022
	Bearb.-Nr.: H 22-29	Anlage: 2.2

Nordwesten

Südosten

# geplante Stellplatzanlage



### Legende

- Mu Mutterboden (Mu)
- humos (h)
- gros sandig (gs)
- Mittelsand (mS)
- Feinsand (fS)
- feinsandig (fs)
- schluffig (u)
- tonig (t)

### Legende DPH

- sehr locker bzw. sehr weich
- locker bzw. weich bis steifplastisch
- mitteldicht bzw. steifplastisch
- dicht bzw. halbfest
- sehr dicht bzw. fest

Höhenangabe m ü.NHN entspricht Höhen Bezugssystem DHHN 2016

## BAUGRUND-INGENIEURBÜRO Dipl.- Ing. R. Dölling

Beratender Ingenieur BBIK - Baugrundsachverständiger

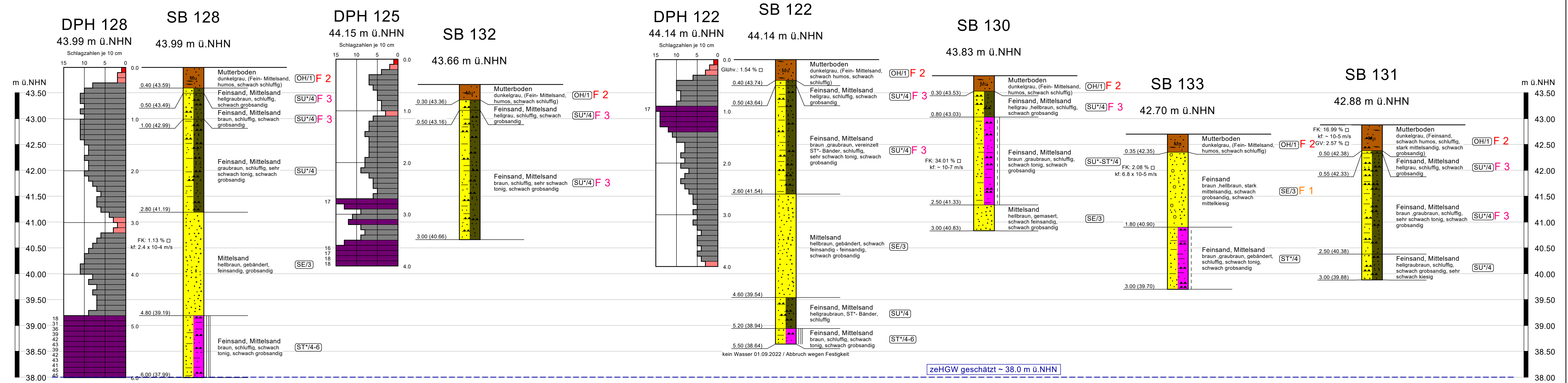
14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
Tel: 0331 / 95 11 892 Fax: 0331 / 95 11 893

Bauvorhaben: <b>Ludwigsfelde Zur Ahrensdorfer Heide Neubau Grundschule mit Sporthalle</b>	Darstellung: <b>Aufschlussprofile / Diagramme der Rammsondierungen / Höhenordinaten Stellplatzanlage</b>	Maßstab: d.H. 1 : 40 d.L. ohne
Auftraggeber: WG Ludwigsf. mbH "Märkische Heimat" Potsdamer Straße 35-43 14974 Ludwigsfelde	Bearbeiter:	Datum: 08.12.2022
	Bearb.-Nr.: <b>H 22-29</b>	Anlage: <b>2.3</b>

geplante Sportanlagen

geplanter Schulhof / Spielplatzbereich

ostseitige Freianlagen



**Legende**

	halbfest - fest	Mu	Mutterboden (Mu)	gs	grobsandig (gs)	fs	Feinsand (fs)	T	Ton (T)
	steif - halbfest	h	humos (h)	mS	Mittelsand (mS)	fs	feinsandig (fs)	t	tonig (t)
	steif	mg	mittelkiesig (mg)	ms	mittelsandig (ms)	u	schluffig (u)		

**Legende DPH**

■	sehr locker bzw. sehr weich
■	locker bzw. weich bis steifplastisch
■	mitteldicht bzw. steifplastisch
■	dicht bzw. halbfest
■	sehr dicht bzw. fest

Höhenangabe m ü.NHN entspricht Höhen Bezugssystem DHHN 2016

**BAUGRUND-INGENIEURBÜRO Dipl.- Ing. R. Dölling**  
 Beratender Ingenieur BBiK - Baugrundsachverständiger  
 14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
 Tel: 0331 / 95 11 892 Fax: 0331 / 95 11 893

Bauvorhaben: Ludwigsfelde Zur Ahrensdorfer Heide Neubau Grundschule mit Sporthalle	Darstellung: Aufschlussprofile / Höhenordinaten (Sport- und Freianlagen Ost)	Maßstab: d.H. 1 : 40 d.L. ohne
Auftraggeber: WVG Ludwigsf. mbH "Märkische Heimat" Potsdamer Straße 35-43 14974 Ludwigsfelde	Bearbeiter:	Datum: 08.12.2022
	Bearb.-Nr.: H 22-29	Anlage: 2.4

INGENIEURBÜRO FÜR GEOTECHNIK

Dipl.-Ing. F. Maschke

Langerwischer Str.2a, 14552 Michendorf

Tel.: 033205/526-0 Fax: 033205/526-26

Bearbeiter: P. Parthier

Datum: 22./26.09.22

# Körnungslinie

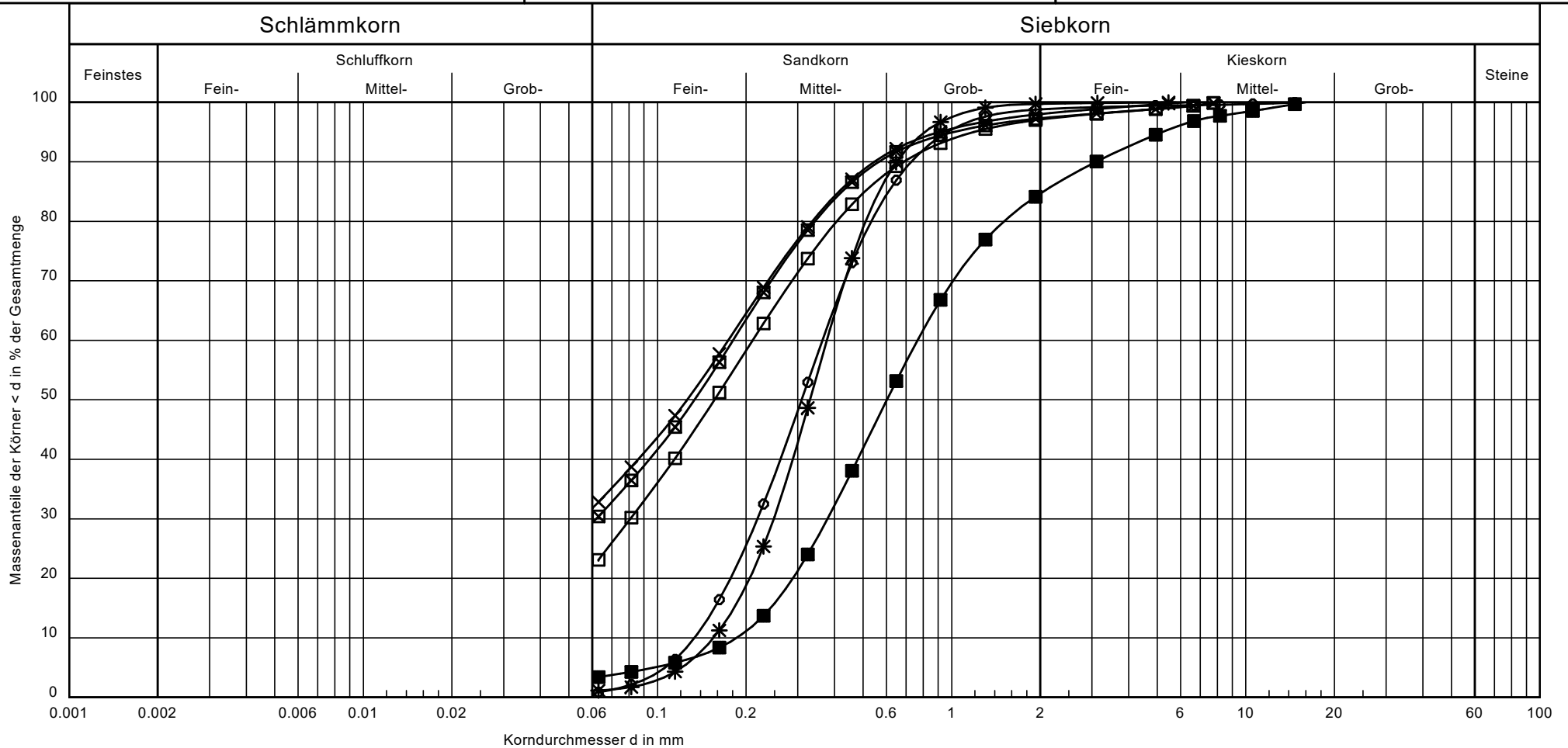
Ludwigsfelde, Zur Ahrensdorfer  
Heide, Grundschule+Sporthalle

Prüfungsnummer: H22-29 - 1

Probe entnommen am: 01.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	○—○	×—×	□—□	⊠—⊠	*—*	■—■
Entnahmestelle:	SB 101/3	SB 103/2	SB 105/3	SB 109/1	SB 111/3	SB 111/4
Tiefe:	1.5 - 2.5 m	0.5 - 1.6 m	2.5 - 3.5 m	0.5 - 1.9 m	1.9 - 3.0 m	3.0 - 4.0 m
Bodenart:	SE / mS, fs, gs'	SU*/ fS,mS, ü, gs'	SU* / fS, mS, u, gs'	SU*/ fS,mS, ü, gs'	SE / mS, fs, gs'	SE / mS,gS,fs',fg'
kf [m/s] (Beyer)	$1.8 \cdot 10^{-4}$	-	-	-	$2.4 \cdot 10^{-4}$	$3.1 \cdot 10^{-4}$
T/U/S/G [%]	- /0.9/98.0/1.2	- /32.8/65.2/2.0	- /23.1/74.0/2.9	- /30.4/66.9/2.7	- /1.1/98.6/0.3	- /3.4/81.2/15.4
U/Cc	2.7/1.0	-/-	-/-	-/-	2.4/1.1	4.1/1.0

Bemerkungen:

Bericht: H22-29  
 Anlage: 3.1

INGENIEURBÜRO FÜR GEOTECHNIK

Dipl.-Ing. F. Maschke

Langerwischer Str.2a, 14552 Michendorf

Tel.: 033205/526-0 Fax: 033205/526-26

Bearbeiter: P. Parthier

Datum: 22./26.09.22

# Körnungslinie

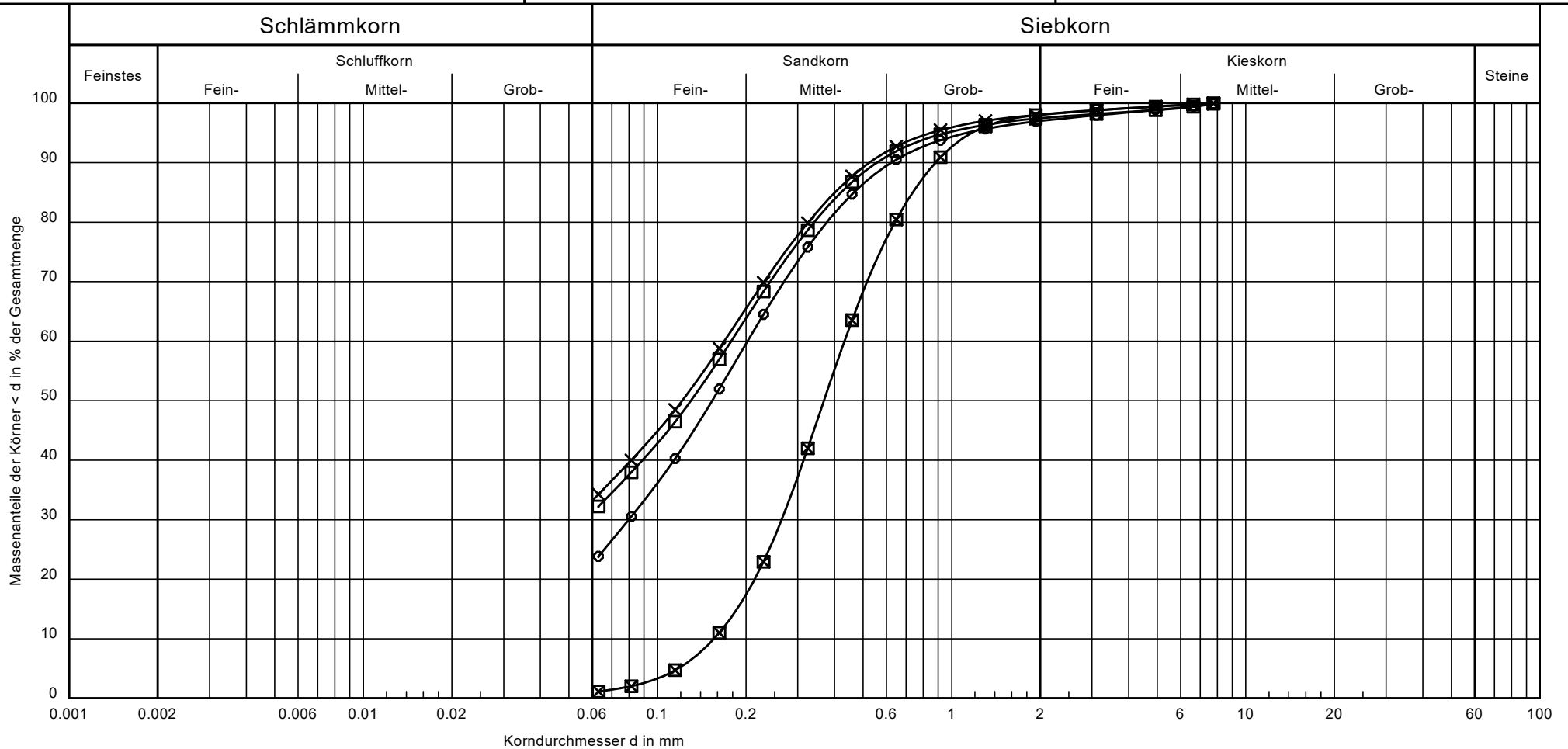
Ludwigsfelde, Zur Ahrensdorfer  
Heide, Grundschule+Sporthalle

Prüfungsnummer: H22-29 - 2

Probe entnommen am: 01.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	○—○	×—×	□—□	⊠—⊠	Bemerkungen:	Bericht: H22-29 Anlage: 3.2
Entnahmestelle:	SB 112/1	SB 120/1	SB 124/2	SB 128/3		
Tiefe:	0.35 - 0.7 m	0.6 - 2.0 m	0.5 - 1.5 m	2.8 - 4.5 m		
Bodenart:	SU* / fS, mS, u, gs'	SU* / fS,mS,u,t',gs'	SU* / fS,mS,u,t',gs'	SE / mS, fs, gs		
kf [m/s] (Beyer)	-	-	-	2.4 * 10 <sup>-4</sup>		
T/U/S/G [%]	- /23.9/73.1/3.0	- /34.3/63.8/1.9	- /32.2/65.2/2.6	- /1.1/96.9/2.0		
U/Cc	-/-	-/-	-/-	2.8/1.0		

INGENIEURBÜRO FÜR GEOTECHNIK

Dipl.-Ing. F. Maschke

Langerwischer Str.2a, 14552 Michendorf

Tel.: 033205/526-0 Fax: 033205/526-26

Bearbeiter: P. Parthier

Datum: 22./26.09.22

# Körnungslinie

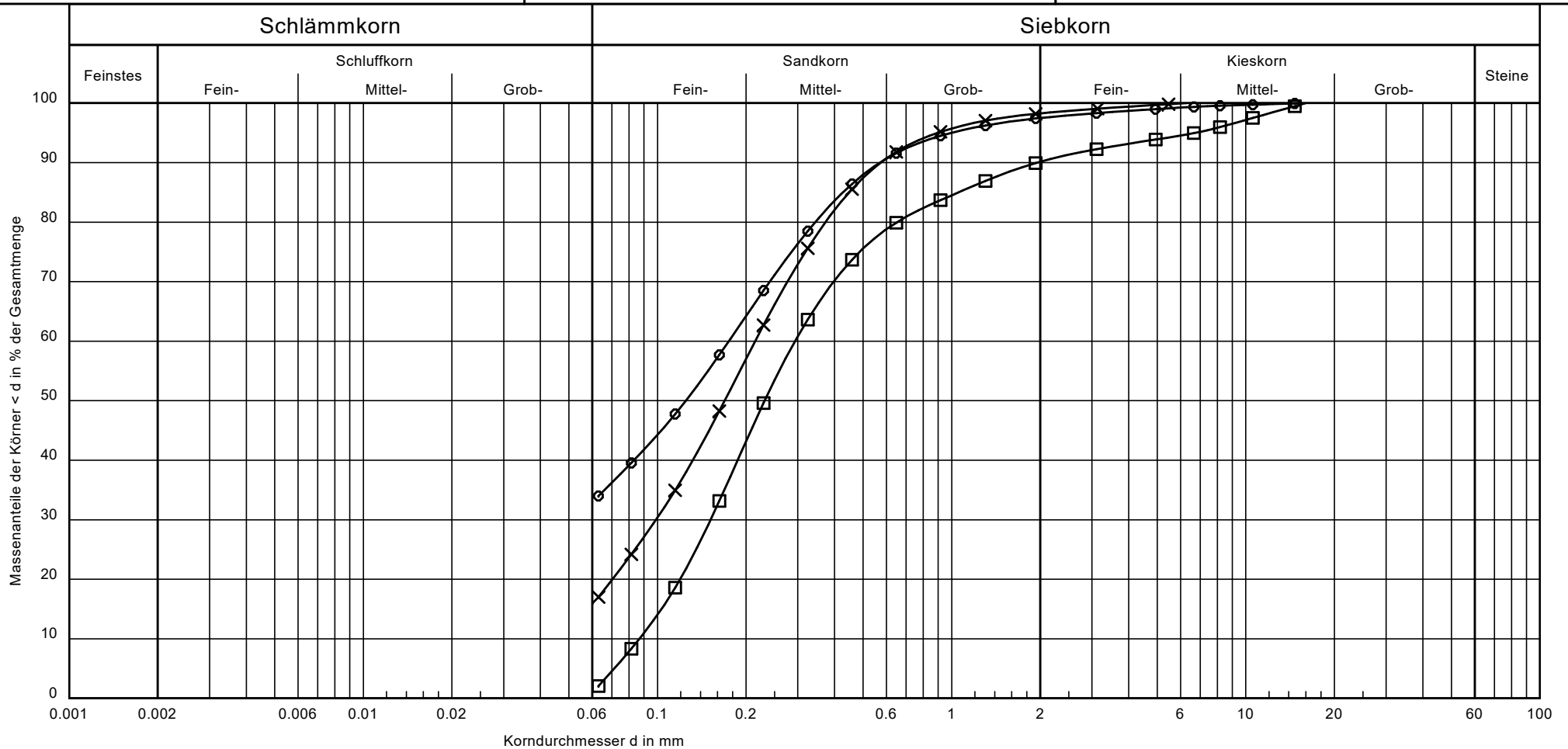
Ludwigsfelde, Zur Ahrensdorfer  
Heide, Grundschule+Sporthalle

Prüfungsnummer: H22-29 - 3

Probe entnommen am: 01.09.2022

Art der Entnahme: gestört

Arbeitsweise: Nasssiebung



Bezeichnung:	○—○	×—×	□—□	Bemerkungen: SB 131/1 - GV = 2,57 %	Bericht: H22-29 Anlage: 3.3
Entnahmestelle:	SB 130/2	SB 131/1	SB 133/1		
Tiefe:	0.8 - 2.5 m	0.0 - 0.5 m	0.35 - 1.8 m		
Bodenart:	SU*-ST* / fS, mS, u, t', gs'	OH / fS, m $\bar{s}$ , u, h', gs'	SE / fS, m $\bar{s}$ , gs', mg'		
kf [m/s] (Beyer)	-	-	6.8 * 10 <sup>-5</sup>		
T/U/S/G [%]	- /34.0/63.5/2.5	- /17.0/81.3/1.7	- /2.1/88.1/9.9		
U/Cc	-/-	-/-	3.4/0.9		

<b>Ingenieurbüro für Geotechnik</b> <b>Dipl.-Ing. F. Maschke</b>  Langerwischer Straße 2a 14552 Michendorf	Neubau Grundschule mit Sporthalle	Bericht Nr.: H22-29
	Ludwigsfelde, Zur Ahrensdorfer Heide	Anlage: 4.1

**Bestimmung des Glühverlustes**  
nach DIN 18 128

Entnahmestelle:	SB 107/1 (0.0 - 0.45 m)		
Bodenart:			
entnommen durch:	Bayerl		
ausgeführt durch:	Parthier	am:	22.09.2022

Behälter Nr.	A	B	G
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter	g 109,70	111,32	110,49
Masse der geglühten Probe mit Behälter	g 108,91	110,42	109,62
Masse des Behälters	g 62,92	59,46	59,46
Masseverlust	g 0,79	0,90	0,86
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen	g 46,78	51,86	51,03
Glühverlust	1/g 0,01700	0,01735	0,01693
Glühverlust - Mittelwert	1/g	0,0171	
Glühverlust - Mittelwert	%	<b>1,71</b>	

<b>Ingenieurbüro für Geotechnik</b> <b>Dipl.-Ing. F. Maschke</b> Langerwischer Straße 2a 14552 Michendorf	Neubau Grundschule mit Sporthalle	Bericht Nr.: H22-29
	Ludwigsfelde, Zur Ahrensdorfer Heide	Anlage: 4.2

**Bestimmung des Glühverlustes**  
nach DIN 18 128

Entnahmestelle:	SB 122/1 (0.0 - 0.45 m)		
Bodenart:			
entnommen durch:	Bayerl		
ausgeführt durch:	Parthier	am:	22.09.2022

Behälter Nr.	C	D	H
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter	g 105,51	107,32	106,28
Masse der geglühten Probe mit Behälter	g 104,79	106,62	105,63
Masse des Behälters	g 59,26	63,13	63,34
Masseverlust	g 0,72	0,69	0,64
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen	g 46,25	44,19	42,94
Glühverlust	1/g 0,01563	0,01571	0,01500
Glühverlust - Mittelwert	1/g	0,0154	
Glühverlust - Mittelwert	%	<b>1,54</b>	

<b>Ingenieurbüro für Geotechnik</b> <b>Dipl.-Ing. F. Maschke</b>  Langerwischer Straße 2a 14552 Michendorf	Neubau Grundschule mit Sporthalle	Bericht Nr.: H22-29
	Ludwigsfelde, Zur Ahrensdorfer Heide	Anlage: 4.3

**Bestimmung des Glühverlustes**  
nach DIN 18 128

Entnahmestelle:	SB 131/1 (0.0 - 0.45 m)		
Bodenart:			
entnommen durch:	Bayerl		
ausgeführt durch:	Parthier	am:	22.09.2022

Behälter Nr.	E	F	I
Masse der ungeglühten Probe mit Behälter	g 93,29	103,80	98,48
Masse der geglühten Probe mit Behälter	g 92,39	102,84	97,50
Masse des Behälters	g 60,20	63,34	60,46
Masseverlust	g 0,90	0,97	0,99
Trockenmasse des Bodens vor dem Glühen	g 33,09	40,47	38,03
Glühverlust	1/g 0,02726	0,02387	0,02593
Glühverlust - Mittelwert	1/g	0,0257	
Glühverlust - Mittelwert	%	<b>2,57</b>	

# **Anlage 5**

## **Prüfbericht zur chemischen Bodenanalytik (LAGA) (Verfasser: LWU GMBH)**

**Baugrund-Ingenieurbüro Dölling**LWU Bad Liebenwerda  
Berliner Str. 13  
04924 Bad LiebenwerdaMeistersingerstr. 7  
**14471 Potsdam**

Bad Liebenwerda, 30.09.2022

**PRÜFBERICHT: 2022-11592**

**Auftraggeber:** Baugrund-Ingenieurbüro Dölling  
**Projekt:** Deklarationsanalytik zum BV: Baugrunduntersuchung Ludwigsfelde, Zur Ahrensdorfer Heide, Neubau Grundschule und Sporthalle (Projekt-Nr.: H 22-29); Auftrag vom 20.09.2022  
**Probenbezeichnung:** **Mischprobe MP A (Gesamtstandort)**  
**Probennummer:** 17811/09/22 **LIMS-Nummer:** **2022-11592 / 23918**  
**Probenehmer:** Auftraggeber  
**Eingangsdatum:** 21.09.2022  
**Prüfziel:** Untersuchung einer Bodenprobe nach LAGA 2004 Tab. II 1.2-1  
**Untersuchungsbeginn:** 21.09.2022 **Untersuchungsende:** 30.09.2022

Parameter	Verfahren	Einheit	Ergebnis	Z-Wert
Probenvorbereitung	DIN 19747 (2009-07)			
Trockenmasse	DIN ISO 11465 (1996-12)	%	94,2	
KW C10-C40	DIN EN 14039 (2005-01)	mg/kg TS	< 100	Z0
KW C10-C22	LAGA-Richtlinie KW/04 (2019-09)	mg/kg TS	< 100	Z0
EOX	DIN 38414, S 17 (2017-01)	mg/kg TS	< 1,00	Z0
TOC	DIN ISO 10694 (1996-08)	% TS	1,15	Z1
Naphthalen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Acenaphthylen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Acenaphthen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Fluoren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Phenanthren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Anthracen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Fluoranthen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Pyren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Chrysen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(b)fluoranthren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(k)fluoranthren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(a)pyren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	Z0
Dibenzo(a,h)anthracen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(g,h,i)perylene	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Summe PAK	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	Z0
Königswasseraufschluss	DIN ISO 11466 (1997-06)			
Arsen	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	2,20	Z0
Blei	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	24,7	Z0
Cadmium	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	0,37	Z0
Chrom (gesamt)	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	7,70	Z0
Kupfer	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	10,4	Z0
Nickel	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	3,80	Z0
Quecksilber	DIN EN ISO 17852, E 35 (2008-04)	mg/kg TS	0,25	Z1

**PRÜFBERICHT: 2022-11592****Probenbezeichnung:** Mischprobe MP A (Gesamtstandort)**Probennummer:** 17811/09/22**LIMS-Nummer:****2022-11592 / 23918****Probenehmer:** Auftraggeber**Eingangsdatum:** 21.09.2022**Prüfziel:** Untersuchung einer Bodenprobe nach LAGA 2004 Tab. II 1.2-1**Untersuchungsbeginn:** 21.09.2022**Untersuchungsende:** 30.09.2022

Parameter	Verfahren	Einheit	Ergebnis	Z-Wert
Zink	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	37,2	Z0
Aussehen	E DIN ISO 10381-4		braun	
Geruch	KA 5. Kap. 5.6.13-10		schwach erdig	
Korngrößenverteilung	E DIN ISO 11277		fs	
Eluatherstellung	DIN EN 12457-4, (2003-01)			
pH-Wert (Eluat)	DIN EN ISO 10523, C 5 (2012-04)	keine	6,67	Z0
Temperatur (pH-Wert, Labor)	DIN 38404, C 4 (1976-12)	°C	20,1	
elektrische Leitfähigkeit (25°C)	DIN EN 27888, C 8 (1993-11)	µS/cm	27,3	Z0
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1, D 20 (2009-07)	mg/l	2,4	Z0
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1, D 20 (2009-07)	mg/l	4,8	Z0

Das Material ist in die Zuordnungsklasse Z 1 nach LAGA 2004 (Sand) einzuordnen. Eine verbindliche Einstufung des Materials erfolgt durch die zuständige Abfallbehörde.



**PRÜFBERICHT: 2022-11592**

**Probenbezeichnung:** Mischprobe MP B (Baufeld Schule)

**Probennummer:** 17812/09/22

**LIMS-Nummer:**

**2022-11592 / 23919**

**Probenehmer:** Auftraggeber

**Eingangsdatum:** 21.09.2022

**Prüfziel:** Untersuchung einer Bodenprobe nach LAGA 2004 Tab. II 1.2-1

**Untersuchungsbeginn:** 21.09.2022

**Untersuchungsende:** 30.09.2022

Parameter	Verfahren	Einheit	Ergebnis	Z-Wert
Probenvorbereitung	DIN 19747 (2009-07)			
Trockenmasse	DIN ISO 11465 (1996-12)	%	95,9	
KW C10-C40	DIN EN 14039 (2005-01)	mg/kg TS	< 100	Z0
KW C10-C22	LAGA-Richtlinie KW/04 (2019-09)	mg/kg TS	< 100	Z0
EOX	DIN 38414, S 17 (2017-01)	mg/kg TS	< 1,00	Z0
TOC	DIN ISO 10694 (1996-08)	% TS	< 0,10	Z0
Naphthalen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Acenaphthylen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Acenaphthen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Fluoren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Phenanthren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Anthracen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Fluoranthen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Pyren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Chrysen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(b)fluoranthen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(k)fluoranthen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(a)pyren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	Z0
Dibenzo(a,h)anthracen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(g,h,i)perylen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Summe PAK	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	Z0
Königswasseraufschluss	DIN ISO 11466 (1997-06)			
Arsen	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	2,40	Z0
Blei	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	4,50	Z0
Cadmium	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	< 0,10	Z0
Chrom (gesamt)	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	8,50	Z0
Kupfer	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	5,40	Z0
Nickel	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	7,40	Z0
Quecksilber	DIN EN ISO 17852, E 35 (2008-04)	mg/kg TS	< 0,05	Z0
Zink	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	31,7	Z0
Aussehen	E DIN ISO 10381-4		braun	
Geruch	KA 5. Kap. 5.6.13-10		ohne	
Korngrößenverteilung	E DIN ISO 11277		fs	
Eluatherstellung	DIN EN 12457-4, (2003-01)			
pH-Wert (Eluat)	DIN EN ISO 10523, C 5 (2012-04)	keine	6,55	Z0
Temperatur (pH-Wert, Labor)	DIN 38404, C 4 (1976-12)	°C	20,5	
elektrische Leitfähigkeit (25°C)	DIN EN 27888, C 8 (1993-11)	µS/cm	14,7	Z0
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1, D 20 (2009-07)	mg/l	2,0	Z0
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1, D 20 (2009-07)	mg/l	4,5	Z0



**PRÜFBERICHT: 2022-11592**

Das Material ist in die Zuordnungsklasse Z 0 nach LAGA 2004 (Sand) einzuordnen. Eine verbindliche Einstufung des Materials erfolgt durch die zuständige Abfallbehörde.

**Probenbezeichnung:** Mischprobe MP C (Baufeld Sporthalle)  
**Probennummer:** 17813/09/22 **LIMS-Nummer:** 2022-11592 / 23921  
**Probenehmer:** Auftraggeber  
**Eingangsdatum:** 21.09.2022  
**Prüfziel:** Untersuchung einer Bodenprobe nach LAGA 2004 Tab. II 1.2-1  
**Untersuchungsbeginn:** 21.09.2022 **Untersuchungsende:** 30.09.2022

Parameter	Verfahren	Einheit	Ergebnis	Z-Wert
Probenvorbereitung	DIN 19747 (2009-07)			
Trockenmasse	DIN ISO 11465 (1996-12)	%	95,9	
KW C10-C40	DIN EN 14039 (2005-01)	mg/kg TS	< 100	Z0
KW C10-C22	LAGA-Richtlinie KW/04 (2019-09)	mg/kg TS	< 100	Z0
EOX	DIN 38414, S 17 (2017-01)	mg/kg TS	< 1,00	Z0
TOC	DIN ISO 10694 (1996-08)	% TS	< 0,10	Z0
Naphthalen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Acenaphthylen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Acenaphthen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Fluoren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Phenanthren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Anthracen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Fluoranthen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Pyren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(a)anthracen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Chrysen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(b)fluoranthen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(k)fluoranthen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(a)pyren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	Z0
Dibenzo(a,h)anthracen	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Benzo(g,h,i)perylene	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	
Summe PAK	DIN ISO 13877 (2001-01)	mg/kg TS	< 0,010	Z0
Königswasseraufschluss	DIN ISO 11466 (1997-06)			
Arsen	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	3,20	Z0
Blei	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	5,80	Z0
Cadmium	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	< 0,10	Z0
Chrom (gesamt)	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	12,2	Z0
Kupfer	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	7,80	Z0
Nickel	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	9,50	Z0
Quecksilber	DIN EN ISO 17852, E 35 (2008-04)	mg/kg TS	< 0,05	Z0
Zink	DIN ISO 22036 (2009-06)	mg/kg TS	39,7	Z0
Aussehen	E DIN ISO 10381-4		braun	
Geruch	KA 5. Kap. 5.6.13-10		ohne	
Korngrößenverteilung	E DIN ISO 11277		fs	
Eluatherstellung	DIN EN 12457-4, (2003-01)			
pH-Wert (Eluat)	DIN EN ISO 10523, C 5 (2012-04)	keine	6,98	Z0
Temperatur (pH-Wert, Labor)	DIN 38404, C 4 (1976-12)	°C	20,2	
elektrische Leitfähigkeit (25°C)	DIN EN 27888, C 8 (1993-11)	µS/cm	28,4	Z0
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1, D 20 (2009-07)	mg/l	1,9	Z0

**PRÜFBERICHT: 2022-11592****Probenbezeichnung:** Mischprobe MP C (Baufeld Sporthalle)**Probennummer:** 17813/09/22**LIMS-Nummer:****2022-11592 / 23921****Probenehmer:** Auftraggeber**Eingangsdatum:** 21.09.2022**Prüfziel:** Untersuchung einer Bodenprobe nach LAGA 2004 Tab. II 1.2-1**Untersuchungsbeginn:** 21.09.2022**Untersuchungsende:** 30.09.2022

Parameter	Verfahren	Einheit	Ergebnis	Z-Wert
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1, D 20 (2009-07)	mg/l	4,3	Z0

Das Material ist in die Zuordnungsklasse Z 0 nach LAGA 2004 (Sand) einzuordnen. Eine verbindliche Einstufung des Materials erfolgt durch die zuständige Abfallbehörde.

**Bemerkung:**

Archivierung: Bericht 5 Jahre, Rückstellproben: 1/4 Jahre

Die in den Prüfverfahren angegebenen Messunsicherheiten wurden eingehalten. Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf den Prüfgegenstand. Falls nicht anders angegeben, handelt es sich um akkreditierte Verfahren deren Bearbeitung am Standort Bad Liebenwerda erfolgte.

WB - ausführender Standort Wittenberg

B - ausführender Standort Bellwitz

§ nicht akkreditierter Parameter

**Ohne Genehmigung des Labores für Wasser und Umwelt GmbH darf der Prüfbericht nicht auszugsweise veröffentlicht werden.**

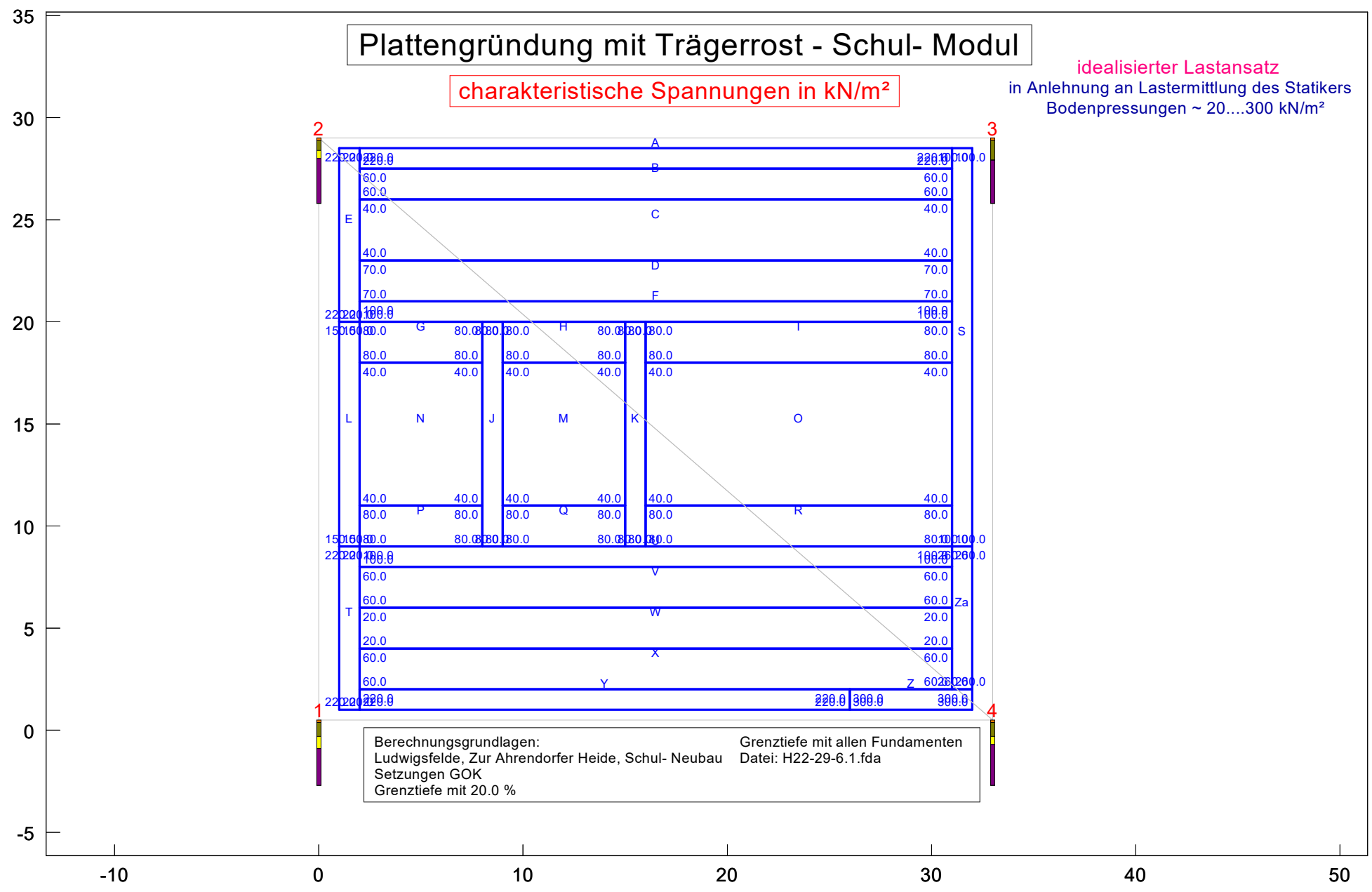
Schicht	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s(w)}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	18.00	60.00	60.00	0.000	[BA] Bodenaustausch SE-SW
	20.00	50.00	50.00	0.000	[2] lehmige Decksande, kompakt
	18.00	25.00	25.00	0.000	[3] Sandwischenschicht mit Lockerzonen
	21.00	100.00	100.00	0.000	[4] Geschiebeuntergrund





BAUGRUND-INGENIEURBÜRO  
 Dipl.-Ing. René Dölling  
 Beratender Ingenieur BBIK  
 14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
 Tel/Fax: 0331 95 11 892 / 95 11 893

Ludwigsfelde  
 Zur Ahrendorfer Heide  
 Neubau Schule

Bericht Nr. H 22-29

Anlage Nr. 6.1



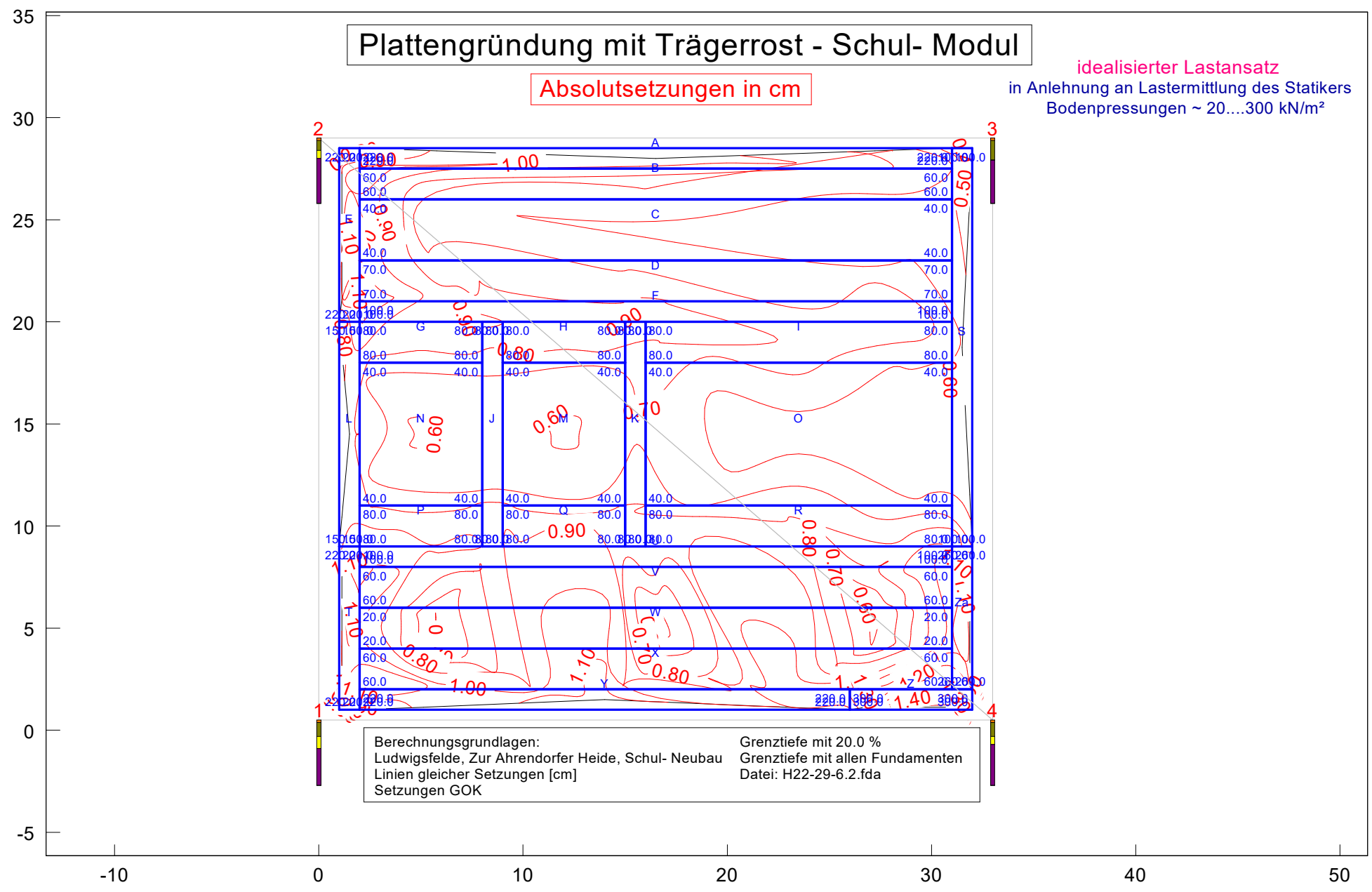
Schicht	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s(w)}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	18.00	60.00	60.00	0.000	[BA] Bodenaustausch SE-SW
	20.00	50.00	50.00	0.000	[2] lehmige Decksande, kompakt
	18.00	25.00	25.00	0.000	[3] Sandwischenschicht mit Lockerzonen
	21.00	100.00	100.00	0.000	[4] Geschiebeuntergrund





BAUGRUND-INGENIEURBÜRO  
Dipl.-Ing. René Dölling  
Beratender Ingenieur BBIK  
14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
Tel/Fax: 0331 95 11 892 / 95 11 893

Ludwigsfelde  
Zur Ahrendorfer Heide  
Neubau Schule

Bericht Nr. H 22-29

Anlage Nr. 6.2



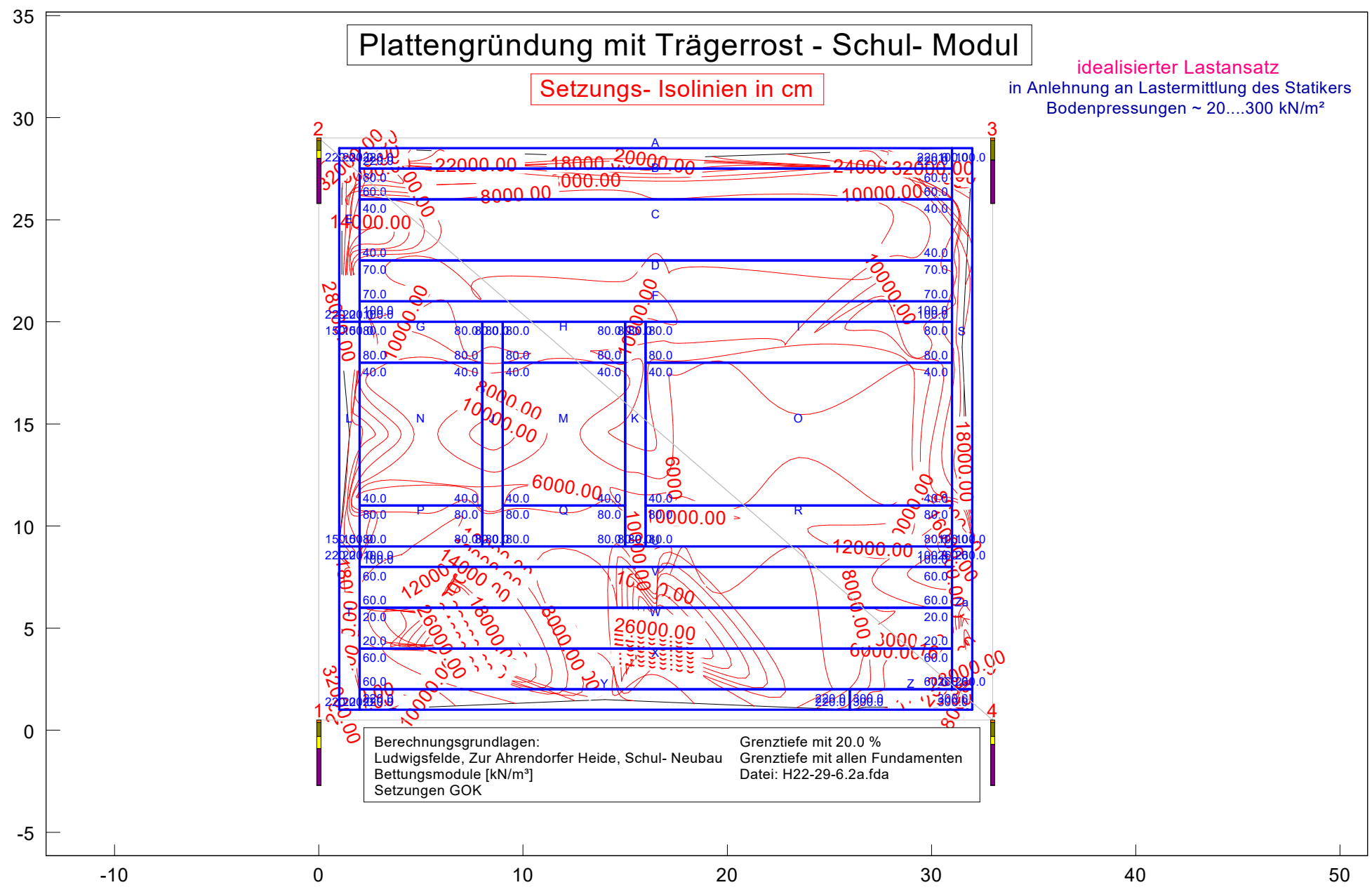
Schicht	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s(w)}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	18.00	60.00	60.00	0.000	[BA] Bodenaustausch SE-SW
	20.00	50.00	50.00	0.000	[2] lehmige Decksande, kompakt
	18.00	25.00	25.00	0.000	[3] Sandwischenschicht mit Lockerzonen
	21.00	100.00	100.00	0.000	[4] Geschiebeuntergrund





BAUGRUND-INGENIEURBÜRO  
 Dipl.-Ing. René Dölling  
 Beratender Ingenieur BBIK  
 14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
 Tel/Fax: 0331 95 11 892 / 95 11 893

Ludwigsfelde  
 Zur Ahrendorfer Heide  
 Neubau Schule

Bericht Nr. H 22-29

Anlage Nr. 6.2a



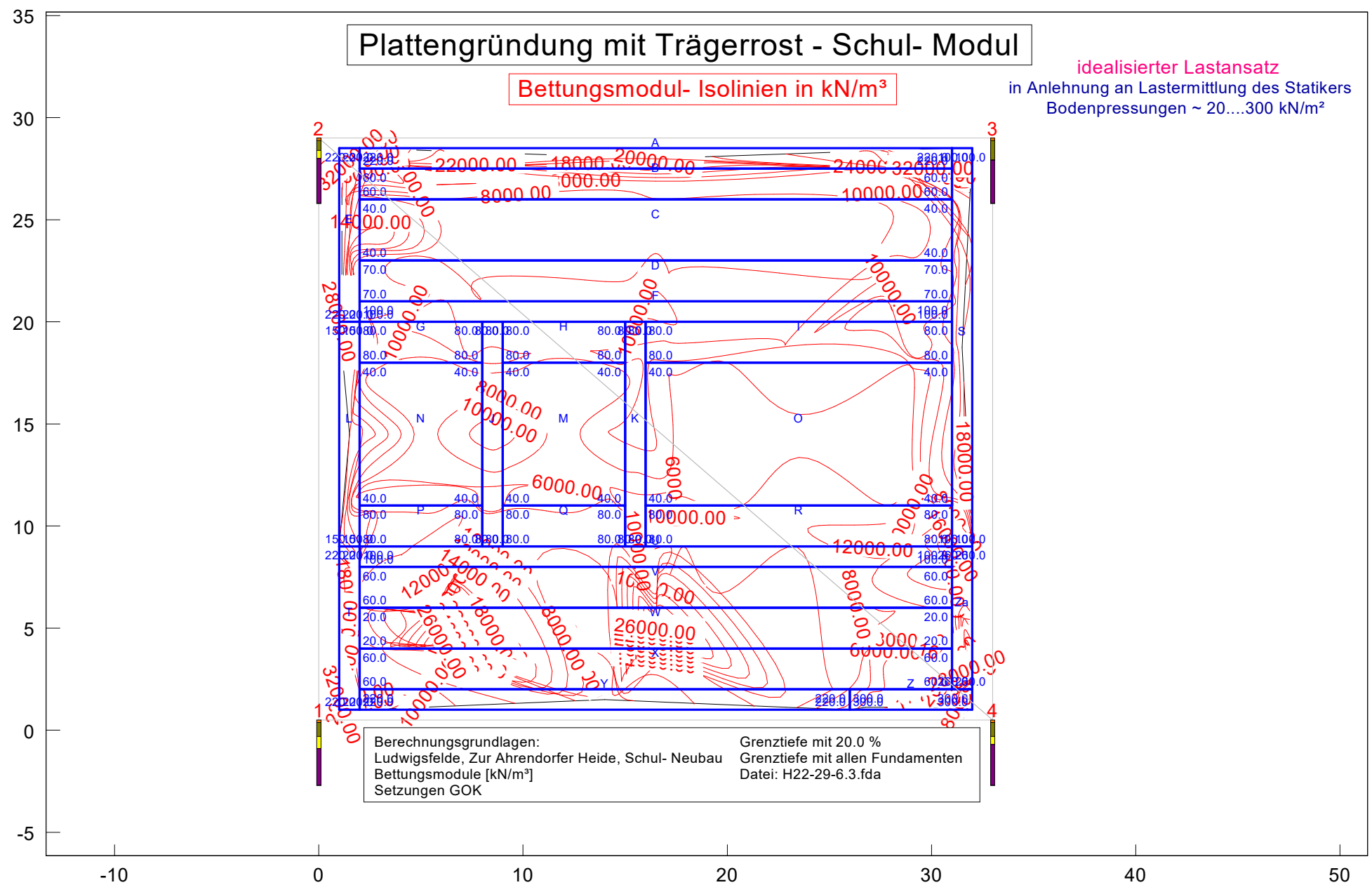
Schicht	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s(w)}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	18.00	60.00	60.00	0.000	[BA] Bodenaustausch SE-SW
	20.00	50.00	50.00	0.000	[2] lehmige Decksande, kompakt
	18.00	25.00	25.00	0.000	[3] Sandwischenschicht mit Lockerzonen
	21.00	100.00	100.00	0.000	[4] Geschiebeuntergrund

BAUGRUND-INGENIEURBÜRO  
 Dipl.-Ing. René Dölling  
 Beratender Ingenieur BBIK  
 14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
 Tel/Fax: 0331 95 11 892 / 95 11 893

Ludwigsfelde  
 Zur Ahrendorfer Heide  
 Neubau Schule

Bericht Nr. H 22-29

Anlage Nr. 6.3

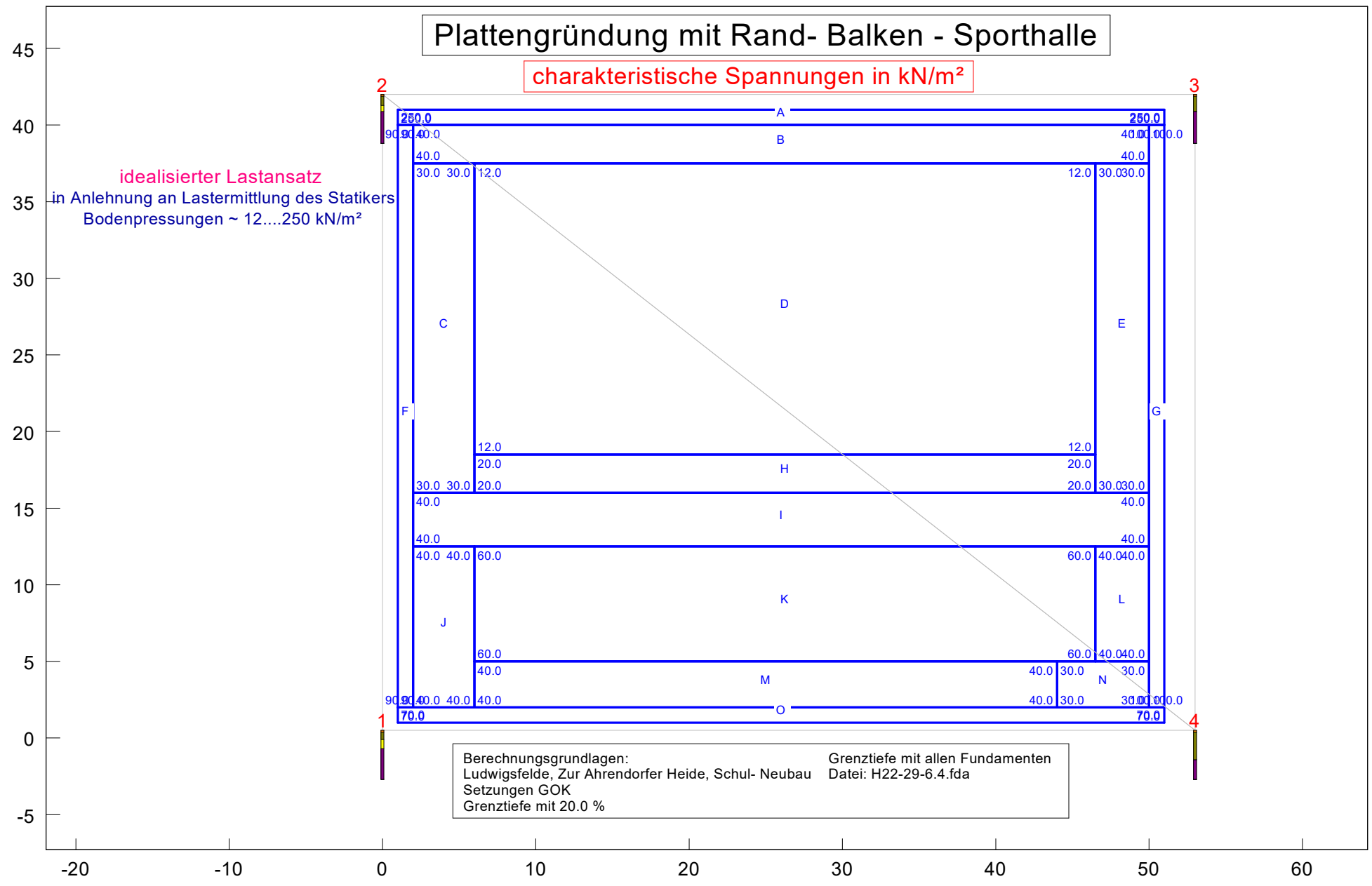






Schicht	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s(w)}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	18.00	60.00	60.00	0.000	[BA] Bodenaustausch SE-SW
	20.00	50.00	50.00	0.000	[2] lehmige Decksande, kompakt
	18.00	25.00	25.00	0.000	[3] Sandwischenschicht mit Lockerzonen
	21.00	100.00	100.00	0.000	[4] Geschiebeuntergrund

BAUGRUND-INGENIEURBÜRO  
Dipl.-Ing. René Dölling  
Beratender Ingenieur BBIK  
14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
Tel/Fax: 0331 95 11 892 / 95 11 893

Ludwigsfelde  
Zur Ahrendorfer Heide  
Neubau Sporthalle

Bericht Nr. H 22-29  
Anlage Nr. 6.4

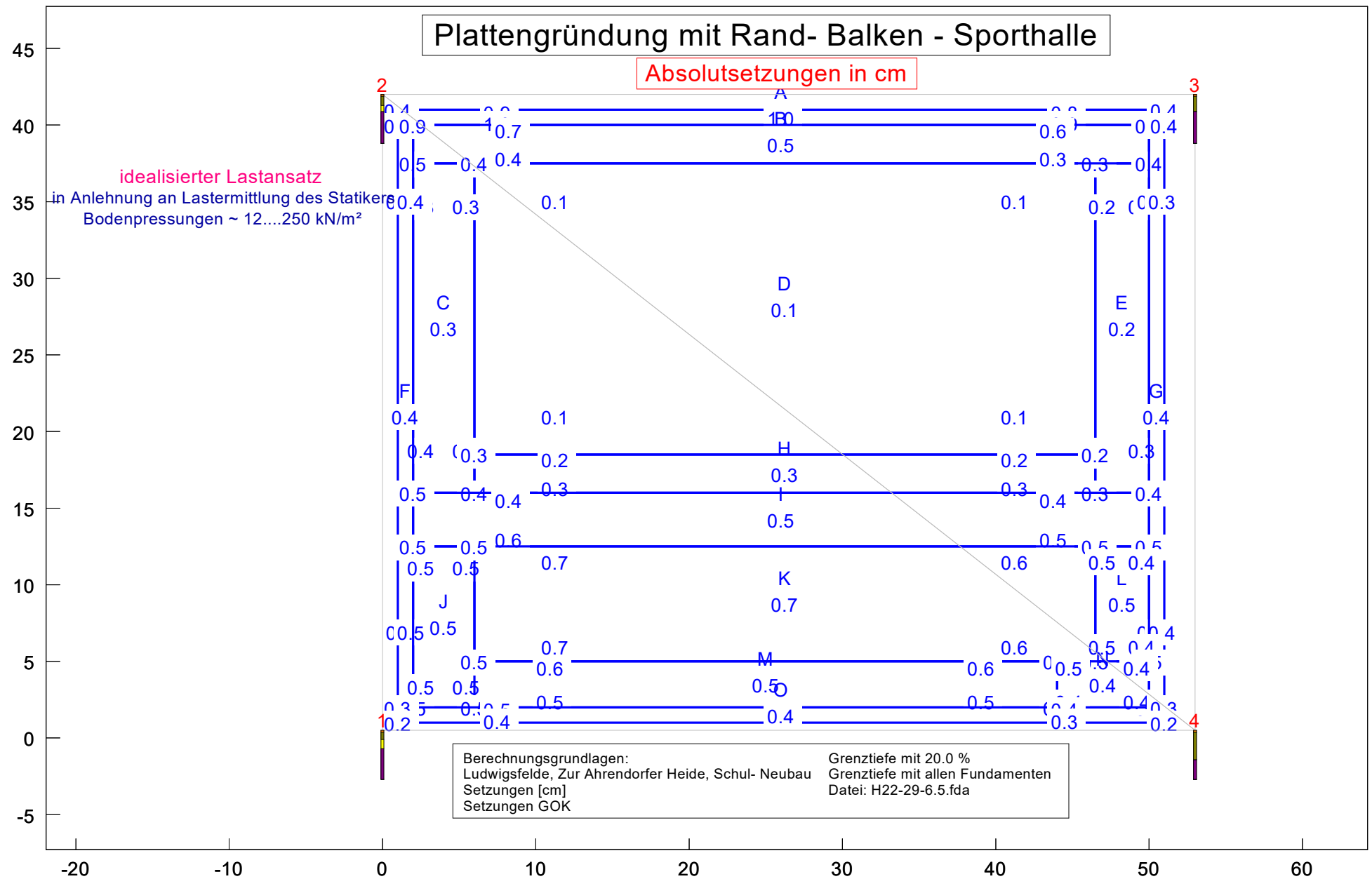






Schicht	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s(w)}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	18.00	60.00	60.00	0.000	[BA] Bodenaustausch SE-SW
	20.00	50.00	50.00	0.000	[2] lehmige Decksande, kompakt
	18.00	25.00	25.00	0.000	[3] Sandwischenschicht mit Lockerzonen
	21.00	100.00	100.00	0.000	[4] Geschiebeuntergrund

BAUGRUND-INGENIEURBÜRO  
 Dipl.-Ing. René Dölling  
 Beratender Ingenieur BBIK  
 14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
 Tel/Fax: 0331 95 11 892 / 95 11 893

Ludwigsfelde  
 Zur Ahrendorfer Heide  
 Neubau Sporthalle

Bericht Nr. H 22-29  
 Anlage Nr. 6.5

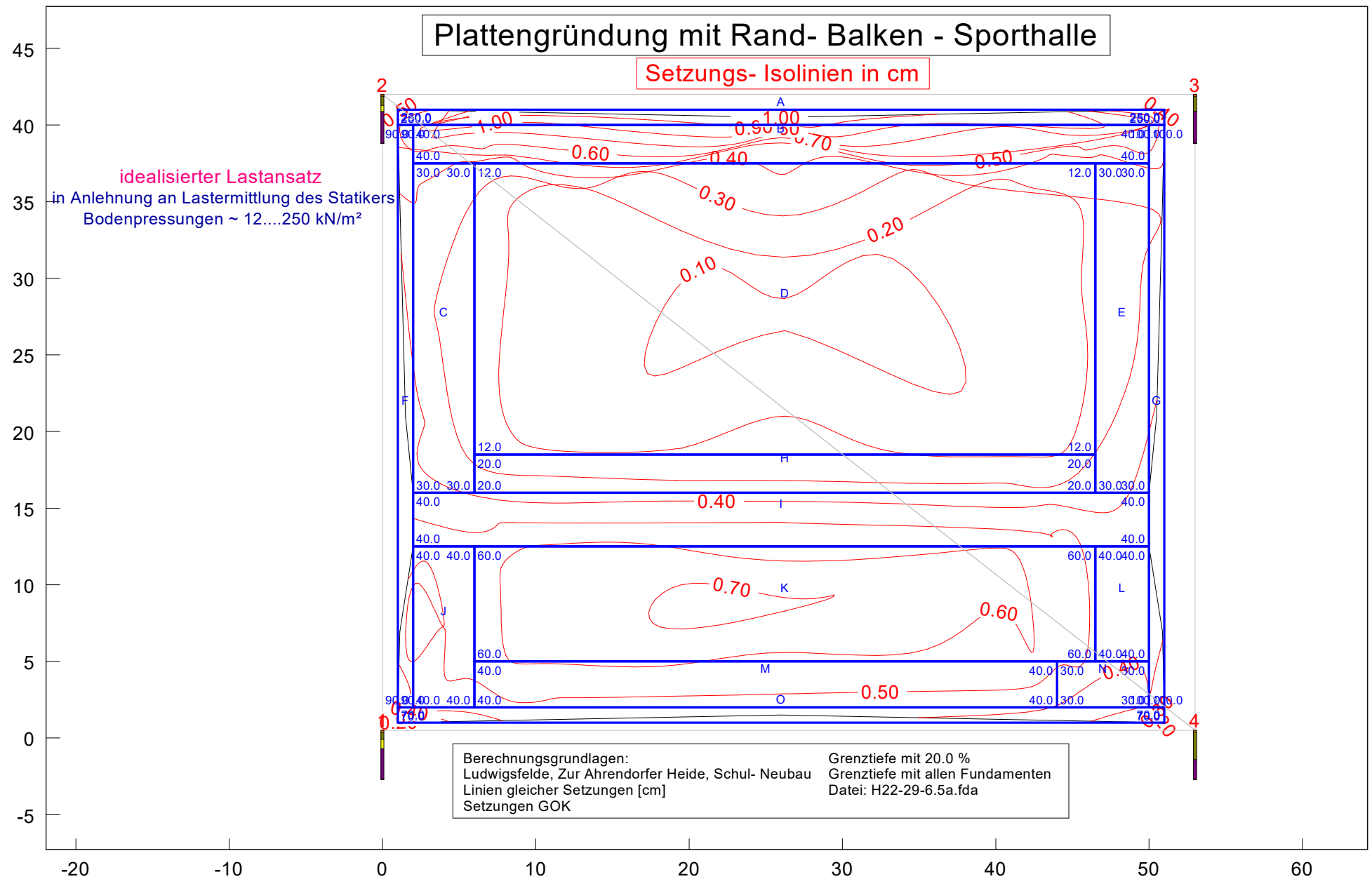






Schicht	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s(w)}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	18.00	60.00	60.00	0.000	[BA] Bodenaustausch SE-SW
	20.00	50.00	50.00	0.000	[2] lehmige Decksande, kompakt
	18.00	25.00	25.00	0.000	[3] Sandwischenschicht mit Lockerzonen
	21.00	100.00	100.00	0.000	[4] Geschiebeuntergrund

BAUGRUND-INGENIEURBÜRO  
Dipl.-Ing. René Dölling  
Beratender Ingenieur BBIK  
14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
Tel/Fax: 0331 95 11 892 / 95 11 893

Ludwigsfelde  
Zur Ahrendorfer Heide  
Neubau Sporthalle

Bericht Nr. H 22-29  
Anlage Nr. 6.5a



Schicht	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{s(w)}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$\nu$ [-]	Bezeichnung
	18.00	60.00	60.00	0.000	[BA] Bodenaustausch SE-SW
	20.00	50.00	50.00	0.000	[2] lehmige Decksande, kompakt
	18.00	25.00	25.00	0.000	[3] Sandwischenschicht mit Lockerzonen
	21.00	100.00	100.00	0.000	[4] Geschiebeuntergrund

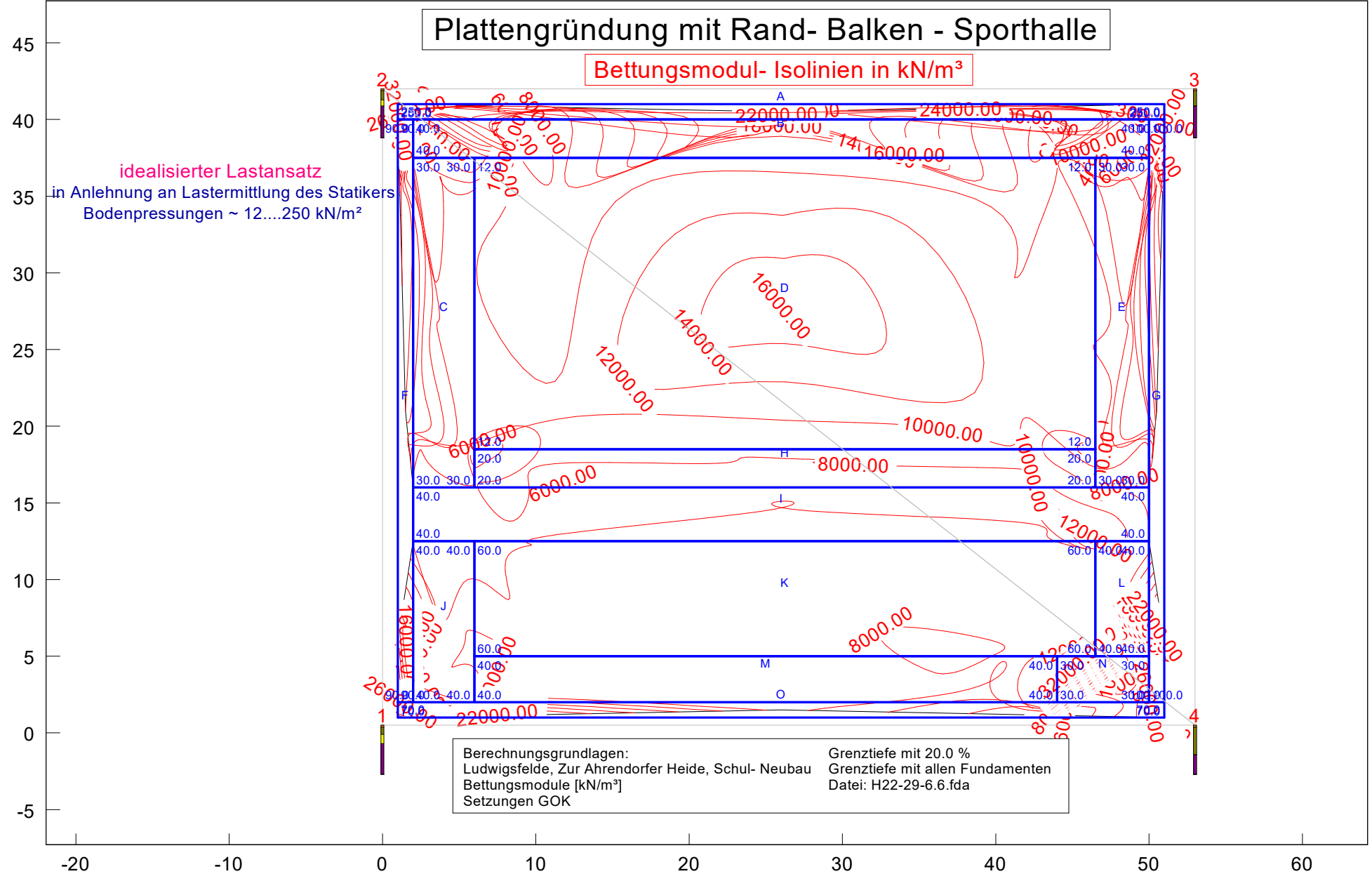
BAUGRUND-INGENIEURBÜRO  
Dipl.-Ing. René Dölling  
Beratender Ingenieur BBIK  
14471 Potsdam, Meistersingerstraße 7  
Tel/Fax: 0331 95 11 892 / 95 11 893

Ludwigsfelde  
Zur Ahrendorfer Heide  
Neubau Sporthalle

Bericht Nr. H 22-29  
Anlage Nr. 6.6

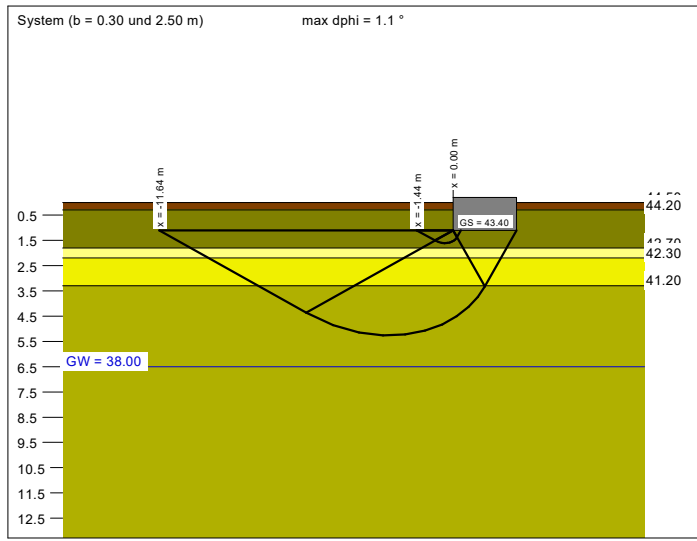
## Plattengründung mit Rand- Balken - Sporthalle

Bettungsmodul- Isolinien in kN/m<sup>3</sup>



Boden	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi$ [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_s$ [MN/m <sup>2</sup> ]	v [-]	Bezeichnung
	17.0	9.0	30.0	0.0	10.0	0.00	[1] Oberboden [OH], locker
	18.0	10.0	32.0	0.0	40.0	0.00	[2] kompakte lehmige Sande [SU*], mitteldicht-dicht
	17.5	9.5	31.0	0.0	15.0	0.00	[3a] Sandzwischen-schicht (SE), locker
	18.0	10.0	32.5	0.0	30.0	0.00	[3b] Sandzwischen-schicht (SE), mitteldicht
	20.5	12.0	31.0	4.0	100.0	0.00	[4] Geschiebeuntergrund (SU*-ST*), dicht bzw. halbfest

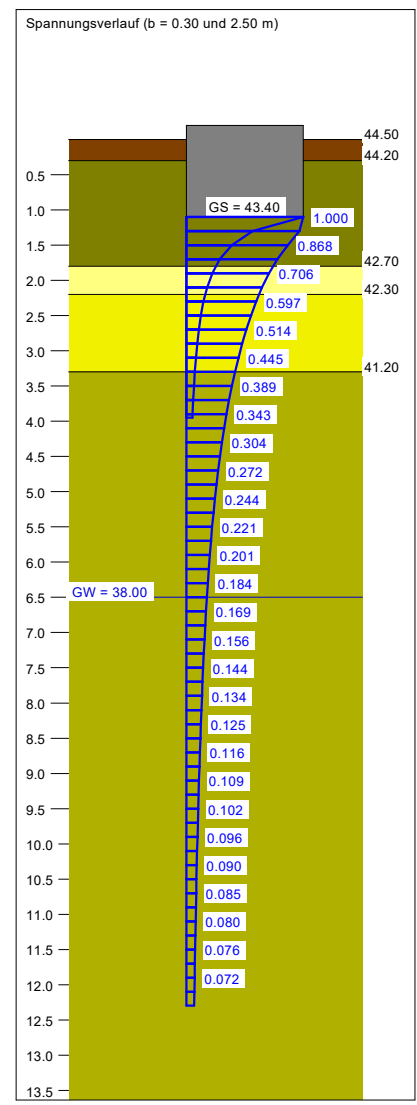
### Sporthallen- Außenwand



a [m]	b [m]	zul $\sigma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	zul R [kN/m]	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> ]	$t_g$	UK LS [m]
10.00	0.30	273.1	81.9	0.50	32.0	0.00	18.00	19.50	3.95	1.61
10.00	0.40	286.8	114.7	0.65	32.0	0.00	18.00	19.50	4.44	1.78
10.00	0.50	288.1	144.1	0.76	31.7	0.00	17.97	19.50	4.81	1.94
10.00	0.60	296.1	177.6	0.89	31.5	0.00	17.92	19.50	5.19	2.10
10.00	0.70	317.5	222.3	1.05	31.8	0.00	17.88	19.50	5.64	2.28
10.00	0.80	337.3	269.8	1.22	31.9	0.00	17.88	19.50	6.06	2.46
10.00	0.90	354.1	318.7	1.38	32.0	0.00	17.88	19.50	6.44	2.63
10.00	1.00	370.1	370.1	1.54	32.1	0.00	17.88	19.50	6.88	2.80
10.00	1.10	385.5	424.1	1.69	32.1	0.00	17.89	19.50	7.31	2.98
10.00	1.20	400.7	480.8	1.85	32.1	0.00	17.89	19.50	7.73	3.15
10.00	1.30	415.2	539.8	2.00	32.1	0.27	17.90	19.50	8.14	3.32
10.00	1.40	428.8	600.3	2.16	31.9	0.84	17.95	19.50	8.53	3.47
10.00	1.50	442.4	663.7	2.31	31.8	1.16	18.02	19.50	8.91	3.63
10.00	1.60	456.0	729.6	2.46	31.7	1.38	18.10	19.50	9.28	3.79
10.00	1.70	469.5	798.1	2.61	31.7	1.56	18.18	19.50	9.65	3.95
10.00	1.80	482.8	869.1	2.77	31.6	1.71	18.26	19.50	10.00	4.12
10.00	1.90	496.0	942.4	2.92	31.6	1.84	18.34	19.50	10.35	4.28
10.00	2.00	509.1	1018.1	3.08	31.6	1.95	18.41	19.50	10.69	4.44
10.00	2.10	522.0	1096.2	3.23	31.5	2.05	18.48	19.50	11.02	4.61
10.00	2.20	534.8	1176.5	3.38	31.5	2.14	18.55	19.50	11.35	4.77
10.00	2.30	547.5	1259.2	3.54	31.5	2.22	18.61	19.50	11.67	4.93
10.00	2.40	560.0	1344.1	3.69	31.5	2.29	18.67	19.50	11.99	5.10
10.00	2.50	572.5	1431.2	3.85	31.4	2.36	18.73	19.50	12.30	5.26

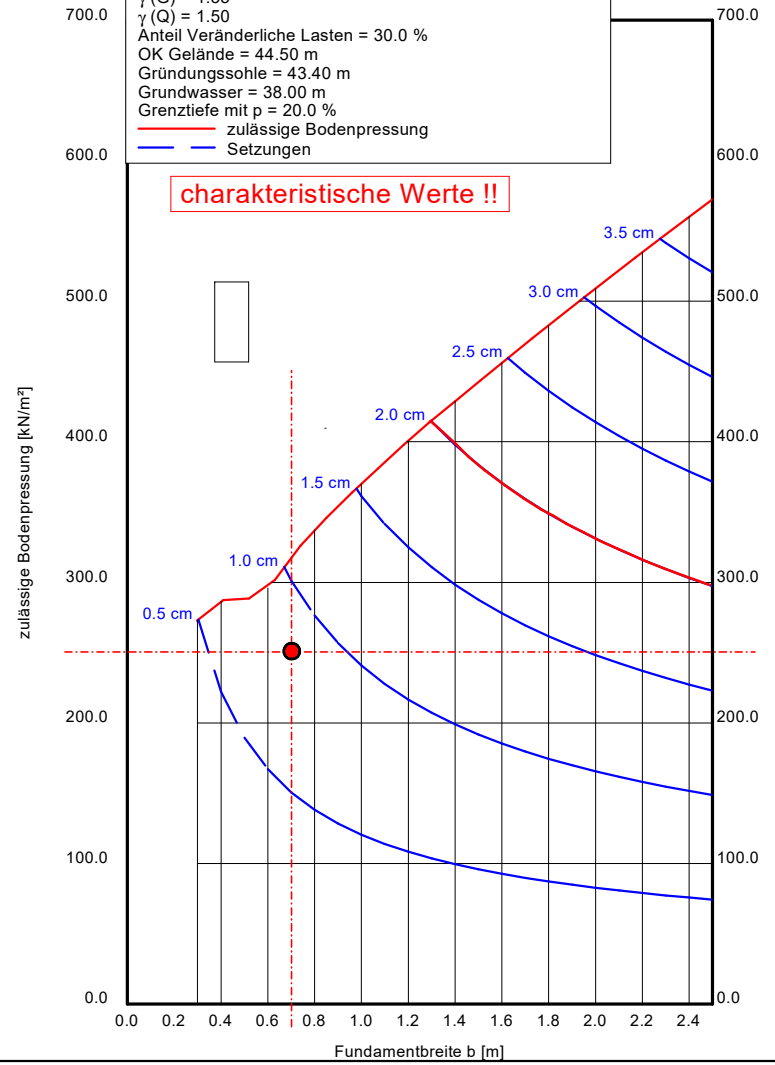
zul  $\sigma = \sigma_{Gr,k} / (\gamma_{Gr} + \gamma_{(G,Q)}) = \sigma_{Gr,k} / (1.40 + 1.40) = \sigma_{Gr,k} / 1.95$   
 Verhältnis Veränderliche(Q)/Gesamtlasten(G+Q) [-] = 0.30

### Streifenfundament 1.1 m Einbindetiefe



### Lastfall 1 bzw. BS-P

Berechnungsgrundlagen:  
 Ludwigsfelde, Zur Ahrensdorfer Heide, Neubau Sporthalle  
 Teilsicherheitskonzept  
 Streifenfundament (a = 10.00 m)  
 $\gamma$  (Gr) = 1.40  
 $\gamma$  (G) = 1.35  
 $\gamma$  (Q) = 1.50  
 Anteil Veränderliche Lasten = 30.0 %  
 OK Gelände = 44.50 m  
 Gründungssohle = 43.40 m  
 Grundwasser = 38.00 m  
 Grenztiefe mit p = 20.0 %



# Anlage 8.1

## Fotodokumentation Untersuchungsstandort

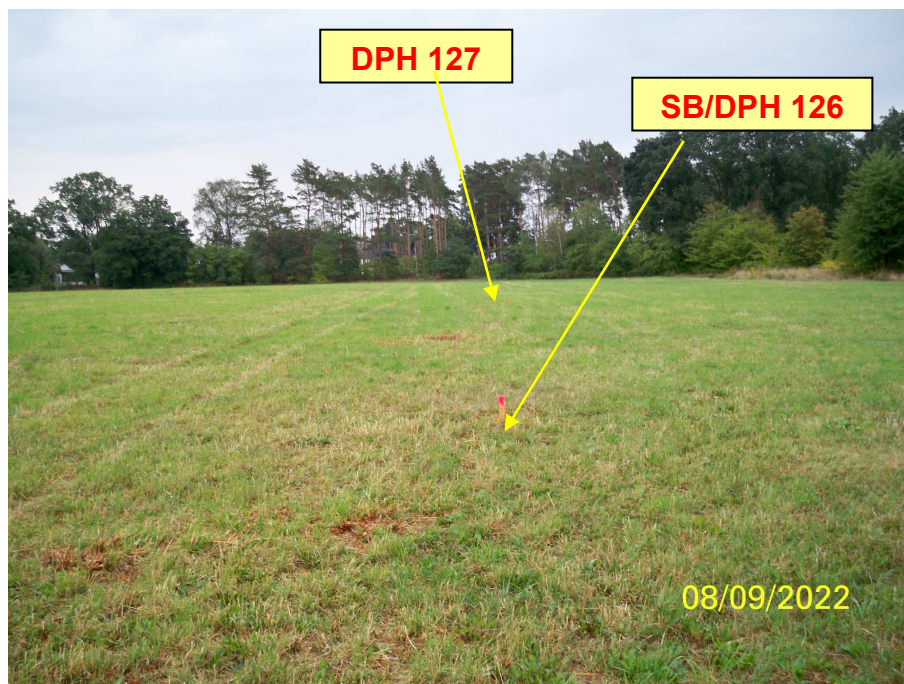


**Teilübersicht Untersuchungsstandort**  
Blick von Südwesten über den südöstlich der Straße Zur Ahrensdorfer Heide gelegenen Untersuchungsstandort anlässlich einer Vorbegehung mit der damaligen Bewuchssituation

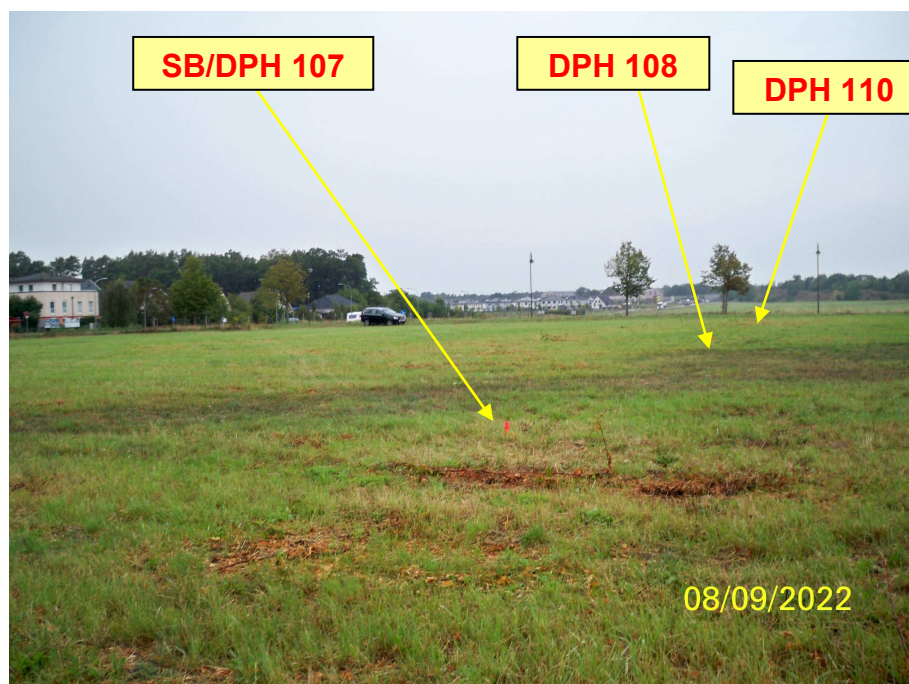


**Teilübersicht Untersuchungsstandort**  
Blick von der Westecke des Baugrundstückes auf den Gesamtstandort nach zwischenzeitlich erfolgter Mahd und Markierung der Untersuchungsstelle SB/DPH 126

## Anlage 8.2 Fotodokumentation Untersuchungsstandort

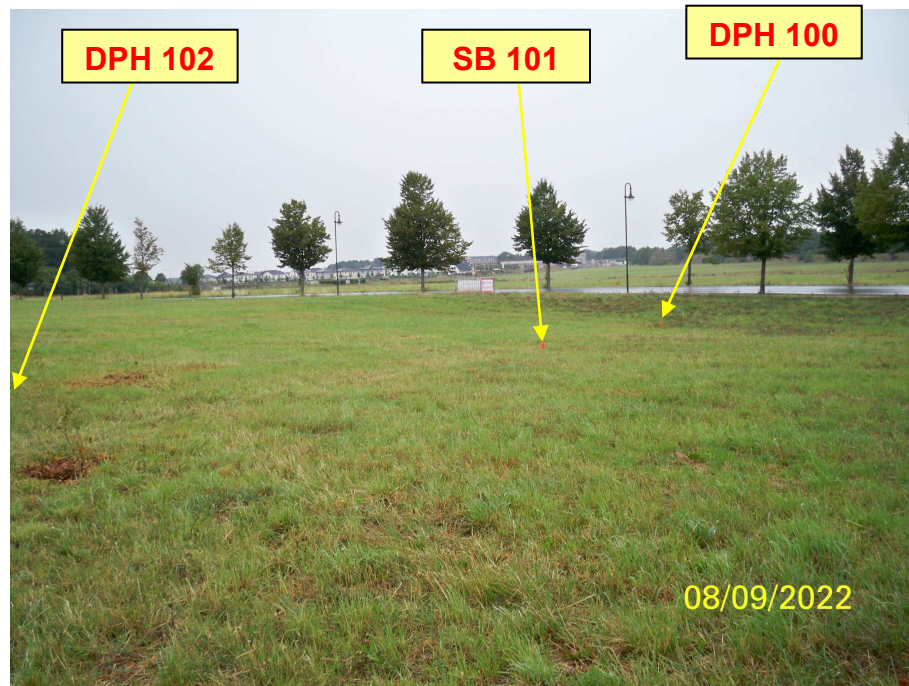


**Teilübersicht Baustandort Sporthalle**  
Blick von Westen über die südwestliche Erkundungsachse im Bereich des (zwischenzeitlich leicht verschobenen) Sporthallen-  
Baufeldes mit den Erkundungspunkten SB/DPH 126 und DPH 127



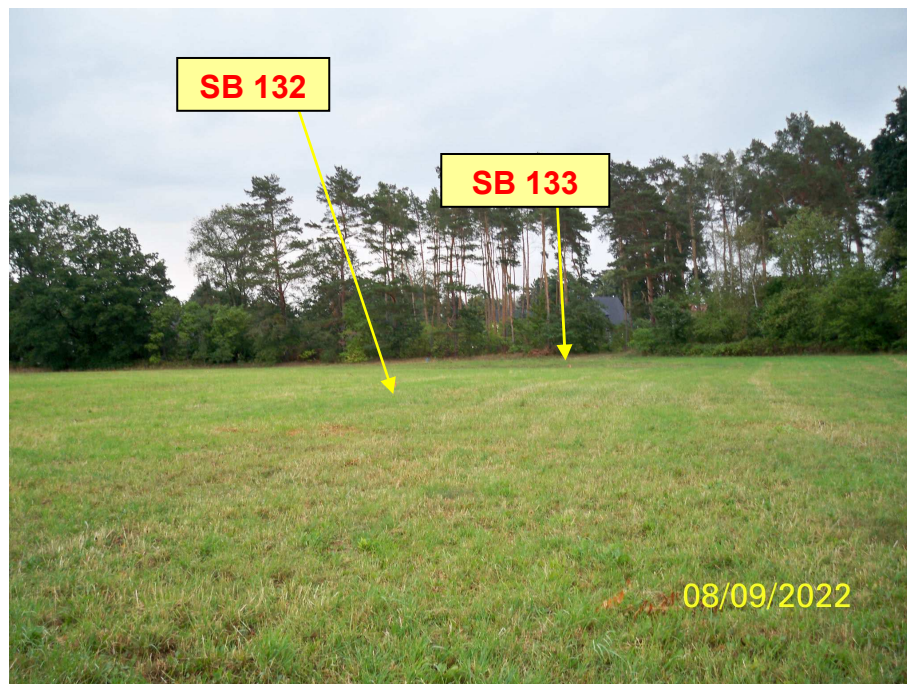
**Teilübersicht Baustandort Schule**  
Blick von Osten über das Bau Feld des geplanten Schul- Komplexes mit Markierung der hier realisierten Untersuchungspunkte  
SB/DPH 107 sowie DPH 108 und 110; im Hintergrund links ist die südwestliche Nachbarbebauung erkennbar

## Anlage 8.3 Fotodokumentation Untersuchungsstandort



### Teilübersicht Baustandort Schule / Stellplatzanlage

Blick von Osten über den nördlichen Randbereich des untersuchten Gesamtbaufeldes, wo das Gelände eine lokale Senke aufweist, mit Markierung der Untersuchungsstellen SB 101 sowie DPH 100 und 102



### Teilübersicht Baustandort Freianlagen

Blick von Nordwesten auf den südöstlichen Teil des Baugrundstückes mit dem angrenzenden Waldgürtel und Markierung der Untersuchungsstellen SB 132 und 133; hier sieht das Freianlagenkonzept Sportanlagen vor und lassen sich ggf. auch Versickerungsanlagen integrieren