

# SCHWARZ & WEBER PARTNERSCHAFT

Bauingenieure und Chemiker

Bodenmechanik, Erd- und Grundbau, Geohydrologie, Beweissicherungen, Gutachten, Baubegleitung  
Baugrundbohrungen, Sondierungen, Feldprüfungen, Boden-Wasser-Abfall-Gebäude-Untersuchungen

Mierendorffstraße 23, 69469 Weinheim  
Fon 06201-94777  
Fax 06201-62834  
E-Mail baugrund@gmx.de  
Internet www.baugrund-weber.de

GGEW Bergstraße AG  
Fachbereich Erneuerbare Energien  
Dammstraße 68  
64625 Bensheim

Weinheim, 05. April 2017

wb/jo

Az. 6749-17

## **BV Solarpark „Burggut“ in Heppenheim Geotechnischer Bericht**

### **Inhalt:**

1. Einführung und Aufgabenstellung
2. Unterlagen
3. Feststellungen
  - 3.1. Erkundungsarbeiten
  - 3.2. Bodenschichtung und Sondierergebnisse
  - 3.3. Grundwasser
4. Homogenitätsbereiche, bodenmechanische Kennziffern und Bodengruppen
5. Erdbebenzone
6. Bautechnische Hinweise
7. Zum Gebrauch des Berichts

Anlagen

...

## **1. Einführung und Aufgabenstellung**

An der Landesgrenze zu Baden-Württemberg und gleich östlich der Autobahn BAB B 5 ist, in der Ebene des Oberrheingrabens, auf bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen die Errichtung photovoltaischer Freiflächenanlagen geplant. Es sind zwei Teilbereiche vorgesehen.

nördlich, Bereich 1: 14.344 m<sup>2</sup>,  
Teil aus Flurstück 49/1  
südlich, Bereich 2: 19.782 m<sup>2</sup>,  
Teile der Flurstücke 49/4, 69/5, 70 und 71

Zwischen den beiden Teilbereichen verbleiben Äcker und Wiesen.

Die Untergestelle der PV-Module sollen mittels geramnten Stahlprofilen im Boden verankert werden. Zur Prüfung der Machbarkeit dieser Regelgründung bzw. zur technischen Detailplanung benötigt die GGEW eine bodenmechanische Begutachtung des Baugrunds. S&W erhielt den Auftrag, den Baugrund zu erkunden und die Baugrundbeurteilung zu erstatten.

## **2. Unterlagen**

- (U 1) Digitaler Katasterauszug, ohne Datum, M 1:2000;  
Verfasser nicht erkennbar,  
Auszug mit E-Mail am 09.03.17 von GGEW AG erhalten.
- (U 2) Ergebnisse von Höhenaufnahmen
  - Burggut Übersicht-Schnittführungen (3 Stück) vom 07.02.17, M 1:2500
  - Burggut Schnitte vom 07.02.17, M 1:250
  - Koordinatenliste vom 20.02.17, Geländepunkte und mNN-Höhen  
GGEW AG, Team ZTD
- (U 3) Ergebnisse der Baugrunderkundung, von Aufmaß und Nivellement im Zeitraum 23. bis 28.03.17 sowie Ergebnisse von Wassergehaltsbestimmungen an Proben charakteristischer Böden oberflächennaher Bodenschichten;  
Schwarz & Weber Partnerschaft, Weinheim
- (U 4) Beitrag: Bemessung und Nachweis von Pfählen nach dem Teilsicherheitskonzept.  
Veröffentlichung von Karl Josef Witt in der Schriftenreihe Geotechnik Heft 1, 1998,  
Bauhaus-Universität Weimar
- (U 5) Archiv der Schwarz & Weber Partnerschaft,  
Daten von Grundwasserständen an amtlichen Grundwassermeßstellen,  
Datenbestand in unregelmäßigen Abständen aktualisiert;  
Regierungspräsidium Darmstadt und HLNUG Wiesbaden

...

### **3. Feststellungen**

#### **3.1. Erkundungsarbeiten**

-----

Zur Erkundung des Baugrunds teufte S&W in den Bereichen 1 und 2 insgesamt fünf Kleinbohrungen (Rammkernbohrungen, BRK) D: 50/36 mm und zwei Sondierungen mit der Schwere Rammsonde ab. Im Katasterauszug (U 1), Anlage 1 dieses Berichts, wurden von uns die ungefähren Lagen der Bohr- und Sondieransatzpunkte markiert. Es war vor Ort kein Grenz- oder Vermessungspunkt ersichtlich. Als Bezugspunkte dienten uns im Bereich 1 ein Stahlrohr, das von Dritten eingeschlagen, sich etwa an der Nordwestecke von Flst. 49/1 befand und im Bereich 2 ein von S&W eingeschlagener Holzpflock an der Südwestecke von Flst. 71.

Die Erkundungstiefen betragen jeweils

BRK t = 5,0 m

DPH t = 6,0 m

Im Bereich 1 wurden die Untersuchungsstellen von uns numeriert. Im Bereich haben wir Buchstaben vergeben.

Beim Nivellement der Bohr- und Sondieransatzpunkte bezogen wir uns im Bereich 1 ersatzweise auf das Niveau der Geländeoberfläche am Stahlrohr und beim Bereich 2 auf die Geländeoberfläche am Holzpflock. Es war an den Rändern der beiden Bereiche nirgends eine Markierung von Geländepunkten (U 2) erkennbar.

An den Untersuchungsstellen haben wir weitere Holzpflocke stecken lassen. Im Bedarfsfall besteht für die GGEW somit die Möglichkeit der digitalen vermessungstechnischen Aufnahme der Bohr- und Sondieransatzpunkte.

Zur eindeutigen Charakterisierung der oberflächennahen bindigen Böden wurden deren Gehalte an freiem Porenwasser (Wassergehalte) ermittelt. Jeder dieser Böden hat, in Verbindung mit der Konsistenz, ein typisches Vermögen, Porenwasser zu halten. Die Ergebnisse der Wassergehaltsbestimmungen sind an den Bohrprofilen, Anlagen 2.1 und 2.2, an die betreffende Bodenschicht angetragen worden.

#### **3.2. Bodenschichtung und Sondierergebnisse**

-----

In Vorgriff auf die Homogenitätsbereiche im Abschnitt 4. wird nachfolgend in Baugrundzonen gegliedert (von oben nach unten).

##### Zone 1

Die Dicke des Oberbodens betrug an den Bohrstellen 0,30 m, mitunter auch 0,40 m. Der Oberboden ist ein schwach humoser, toniger Schluff. Er wurde in weicher Konsistenz<sup>1</sup> angetroffen.

...

### Zone 2

Unter dem Oberboden folgt überall Aueton/-lehm. Die Mächtigkeit ist in den beiden Bereichen verschieden, und es gibt auch Unterschiede in Details. Im Bereich 1 erreicht der hochbindige Boden an den Bohrpunkten Tiefen von  $t = 0,8$  und  $0,9$  (m) unter Geländeoberfläche, im Bereich 2  $t = 1,5 \dots 2,7$  (m). Der Aueton/-lehm wurde im Bereich 1 in weicher und weich/steifer Konsistenz<sup>1)</sup>, im Bereich 2 in weicher und breiiger Konsistenz angetroffen. Im Bereich 2 sind zudem erhöhte Anteile an organischen Substanzen wahrgenommen worden. Aueton/-lehm wiesen bei weicher Konsistenz Wassergehalte  $w = 28 \dots 54$  (Masse-%) aus. In den Wassergehalten spiegeln sich die Anteile an Tonmineralien und organischen Substanzen wider; je höher, umso mehr Anteile davon.

### Zone 1/2

Bei BRK A (Bereich 2) wurde bis  $0,7$  m Tiefe Boden von andernorts als Nebenbestandteil festgestellt. Es handelt sich überwiegend um Kiessand.

### Zone 3, Übergangszone

Die Übergangszone zum rolligen Baugrund ist nur wenige cm ... dm dick. Die Zone 3 besteht aus schluffigen Sanden und schwach tonigen, sandigen Schluffen.

### Zone 4

Bis zu den Endteufen der Bohrungen folgen Sande und Kiessande.

Über weite Strecken waren in der Zone 4 Kernverluste zu verzeichnen. Es handelt sich bei „Kernverlust“ um Spül- und Rieserverluste, die regelmäßig beim Ziehen der Rammkernsonde und rolligem Baugrund auftreten. Kernverluste kann man bei den gegebenen Baugrundverhältnissen und bei unverroht abgeteufen Kleinbohrungen nicht verhindern.

### Sondierergebnisse

In den Sondierdiagrammen (DPH) stellen die Werte  $N_{10}$  (Anzahl der Rammschläge je 10 cm Eindringung in den Untergrund) die Größe des Widerstands dar, den die Sondierspitze von  $15 \text{ cm}^2$  Fläche, bei konstanter Schlagenergie (50 kg Massestück auf 0,50 m Fallhöhe), überwinden muß. Je weiter in den Diagrammen die Kurve nach rechts ausschlägt, umso größer ist der Sondierwiderstand, d. h. umso besser sind aus gründungstechnischer Sicht, vom Grundsatz, die Trag- und Verformungseigenschaften des Baugrunds.

In den Zonen 1 und 3 wurden Schlagzahlen  $N_{20} = 1 \dots N_{10} = 2$  registriert. Das Ergebnis spiegelt ein ungünstiges Trag- und Verformungsverhalten dieser Bodenzonen wider.

Darunter sind die rolligen Böden bei DPH 1 bis ca. 3,0 m Tiefe locker bis Anfang mitteldicht gelagert ( $N_{10} = 3 \dots 5$ ), anschließend mitteldicht ( $N_{10} = 5 \dots 13$ ).

---

<sup>1)</sup> breiig = Konsistenzindex  $I_c = 0,00 \dots 0,50$   
weich = Konsistenzindex  $I_c = 0,50 \dots 0,75$   
sehr weich (Interpretation von S&W) = breiig mit Konsistenzindex  $I_c = 0,25 \dots 0,50$   
weich = Konsistenzindex  $I_c = 0,70 \dots 0,75$   
weich/steif = Konsistenzindex  $I_c \approx 0,75$

Die rolligen Böden sind bei DPH A (Bereich 2) bis zu den Endteufen der Sondierung Anfang mitteldicht gelagert, i. M.  $N_{10} \approx 5$ .

Die Baugrundzone 4 weist ein mäßig gutes bis gutes Trag- und Verformungsverhalten auf.

### **3.3. Grundwasser**

Der Wasserspiegel des oberen durchgehenden Grundwasserstockwerks des Oberrheingrabens wurde in den Bohrlöchern und bei DPH A in 1,2 ... 1,4 (m) unter Geländeoberfläche gelotet. Dort, wo Aueton-/lehm tiefer als 1,2 ... 1,5 (m) unter Geländeoberfläche abtauchen, steht das Grundwasser gespannt an der Unterkante der Baugrundzone 2 an.

Gemäß (U 5) wäre, unbeeinflusst durch die Riedwerke, im Untersuchungsgebiet ein höchstmöglicher Grundwasserstand HHW  $\approx 94,80$  mNN zu erwarten. Dieser Wert enthält noch keinen Sicherheitszuschlag, wie er z. B. bei Gebäuden zu berücksichtigen wäre.

Die Grundwasserbewirtschaftung orientiert im Südwesten Heppenheims auf einen Richtwert 93,20 mNN (U 5). Man braucht nicht davon ausgehen, daß im Jahresverlauf der Grundwasserspiegel wesentlich unter diesen Wert fallen wird. Die Riedwerke hätten ansonsten korrigierend einzugreifen.

Die Geländeoberfläche liegt gemäß (U 2) im Untersuchungsgebiet bei 95,0 ... 95,5 (mNN). Derzeit (U 3) befindet sich der Grundwasserspiegel oberhalb des Richtwertes.

## **4. Homogenitätsbereiche, bodenmechanische Kennziffern und Bodengruppen**

Gemäß DIN 18300 (Ausgabe Aug'15) ist für den Aufwand beim Lösen – gegliedert nach vergleichbaren mechanischen Eigenschaften des Aushubs/des Bohrguts, unter Berücksichtigung von umwelt-/abfalltechnisch relevanten Inhaltsstoffen – in Homogenitätsbereiche zu unterscheiden. Beim Rammen von Stahlprofilen hat man jedoch keinen Baugrubenaushub zu lösen, und es fällt auch kein Boden an, der aus abfalltechnischer Sicht zu beurteilen wäre. Insofern ist im vorliegenden Fall die Angabe von Homogenitätsbereichen im Sinne der Normung entbehrlich. Eine chemisch-analytische Untersuchung von oberflächennahen Böden war vorab sowieso nicht thematisiert, somit nicht beauftragt worden und fand nicht statt.

Die nachfolgend aufgeführten Kennziffern sind subjektiv gewichtete mittlere Berechnungswerte (cal.-Werte bzw. charakteristische Werte) der Baugrundzonen; diese hier allein an bodenmechanischen Kriterien orientiert. Die Schätzungen basieren auf eigenen Erfahrungen mit den angetroffenen Böden und den Ergebnissen der Sondierungen DPH 1 und DPH A. Die Kennziffern wurden noch nicht mit Sicherheitsfaktoren beaufschlagt, und sie gelten für den Zustand der Böden, wie S&W sie im Erkundungszeitraum (U 3) angetroffen hat.

Die Klassifikation in Bodengruppen erfolgt im Sinne der DIN 18196.

...

**Zonen 1 und 1/2**Oberboden und  
BodengemengeGruppen UM, SU und UO  
 $\gamma = 17,5 \quad \text{kN/m}^3$ **Zone 2, Bereich 1**

Aueton/-lehm

Gruppen TA und TM  
 $\gamma = 19,5 \quad \text{kN/m}^3$   
 $\gamma' = 10,5 \quad \text{kN/m}^3$   
 $\varphi' = 25^\circ$   
 $c' = 20 \quad \text{kN/m}^2$   
 $\varphi_u = 5^\circ$   
 $c_u = 40$   
 $E_s = 4,5 \quad \text{MN/m}^2$ 

weiche und weich/steife Konsistenz

**Zone 2, Bereich 2**

Aueton/-lehm

Gruppen TA, TM und OT  
 $\gamma = 20,0 \quad \text{kN/m}^3$   
 $\gamma' = 11,0 \quad \text{kN/m}^3$   
 $\varphi' = 23^\circ$   
 $c' = 5 \quad \text{kN/m}^2$   
 $\varphi_u = 5^\circ$   
 $c_u = 20$   
 $E_s = 2 \quad \text{MN/m}^2$ 

sehr weiche und breiige Konsistenz

Die Übergangszone 3 geht unter. Sie ist der Zone 2 zuzuschlagen.

**Zone 4**Sande und Kiessande  
mit  $N_{10} \leq 5$ Gruppen SE und SW  
 $\gamma = 18,5 \quad \text{kN/m}^3$   
 $\gamma' = 9,5 \quad \text{kN/m}^3$   
 $\varphi' = 33^\circ$   
 $c' = 0 \quad \text{kN/m}^2$   
 $E_s = 40 \quad \text{MN/m}^2$ **Zone 4**Sande und Kiessande  
mit  $N_{10} \geq 6$ Gruppen SE und SW  
 $\gamma = 19,0 \quad \text{kN/m}^3$   
 $\gamma' = 10,0 \quad \text{kN/m}^3$   
 $\varphi' = 34^\circ$   
 $c' = 0 \quad \text{kN/m}^2$   
 $E_s = 60 \quad \text{MN/m}^2$ **5. Erdbebenzone**

Der Heppenheimer Westen gehört gemäß DIN EN 1998-1 (Fassung 01/2011), ehemals DIN 4149 (04/2005), zur Erdbebenzone 1 sowie zur Untergrundklasse S (Beckenstruktur und tiefgründiges Vorkommen von Sedimenten). Die Untergrundklasse S lässt nur die Zuordnung der Baugrundklasse C (Lockergesteine) zu. Es gilt somit die Kombination 1 / C-S.

...

## **6. Bautechnische Hinweise**

Die Auetone/-lehme besitzen bei weicher Konsistenz in situ bereits Wassergehalte  $w = 28 \dots 54$  (Masse-%). Das bedeutet: Die Fließgrenze  $w_L$  dieser Böden ( $I_C = 0$ ) liegt größtenteils bei  $w_L > 50 \%$ . Böden mit  $w_L > 50 \%$  sind für bautechnische Zwecke ohne weiteres ungeeignet.

Die Baugrundzonen 1 ... 3 gelten im Sinne der Bauaufgabe (vgl. Abschnitt 1.) als nicht ausreichend tragfähig.

Wir empfehlen, die Stahlprofile  $\geq 1,5$  m in den rolligen Baugrund (Zone 4) einzutreiben. Dort darf gemäß (U 4) bei bestenfalls mitteldicht gelagerten Sanden und Kiessanden von folgenden Bruchwerten bzw. charakteristischen Werten ausgegangen werden:


- Mantelreibung  
 $q_{slk} = 20 \text{ kN/m}^2$
- Spitzenwiderstand bei geschlossenen Kastenprofilen und Rohren  
Kastenweite bzw.  $\varnothing 200 \dots 500$  mm  
 $q_{blk} = 1,5 \text{ MN/m}^2$
- Spitzenwiderstand bei Weiten und Durchmessern  $< 200$  mm sowie anderen Profilen wie Doppel-T oder U-Profile  
 $q_{blk} = 0,0$

Rammformeln der ausführenden Bauunternehmung haben Vorrang vor den vorstehenden Bemessungswerten. Die Rammwiderstände der Zonen 1 ... 3 haben unberücksichtigt zu bleiben.

## **7. Zum Gebrauch des Berichts**

Der vorliegende Bericht ist in seiner Gesamtheit zu gebrauchen und an Planer, Bauunternehmungen etc. so weiter zu reichen. Begründung: Die im Bericht behandelten Themen sind miteinander verknüpft.

Auf Grund von Erlebtem wissen wir, daß Anwender von Gutachten oder Berichten tagesaktuelle Erwartungen an die schriftliche Ausarbeitung haben. Von Gutachten oder Berichten, selbst von denen, die in der Vorplanungsphase entstanden, wird später mitunter verlangt, daß sie für jede erdachte Ausführungsvariante bis ins Detail hätten Empfehlungen bereithalten müssen, was vorab objektiv nicht möglich ist und hier sowieso nicht Aufgabenstellung war. Bei Abweichungen von den Annahmen zum BV und/oder zum auf punktuellen Aufschlüssen basierenden Baugrundmodell etc. ist der Gutachter erneut einzubinden.



Schwarz & Weber Partnerschaft  
Dipl.-Ing. Hartmut Weber

Anlagen



Stahlrohr	
OF Gel.	0,00
OK Rohr	+0,66

Holzpflock	
OF Gel.	0,00
OK Pflock	+0,32

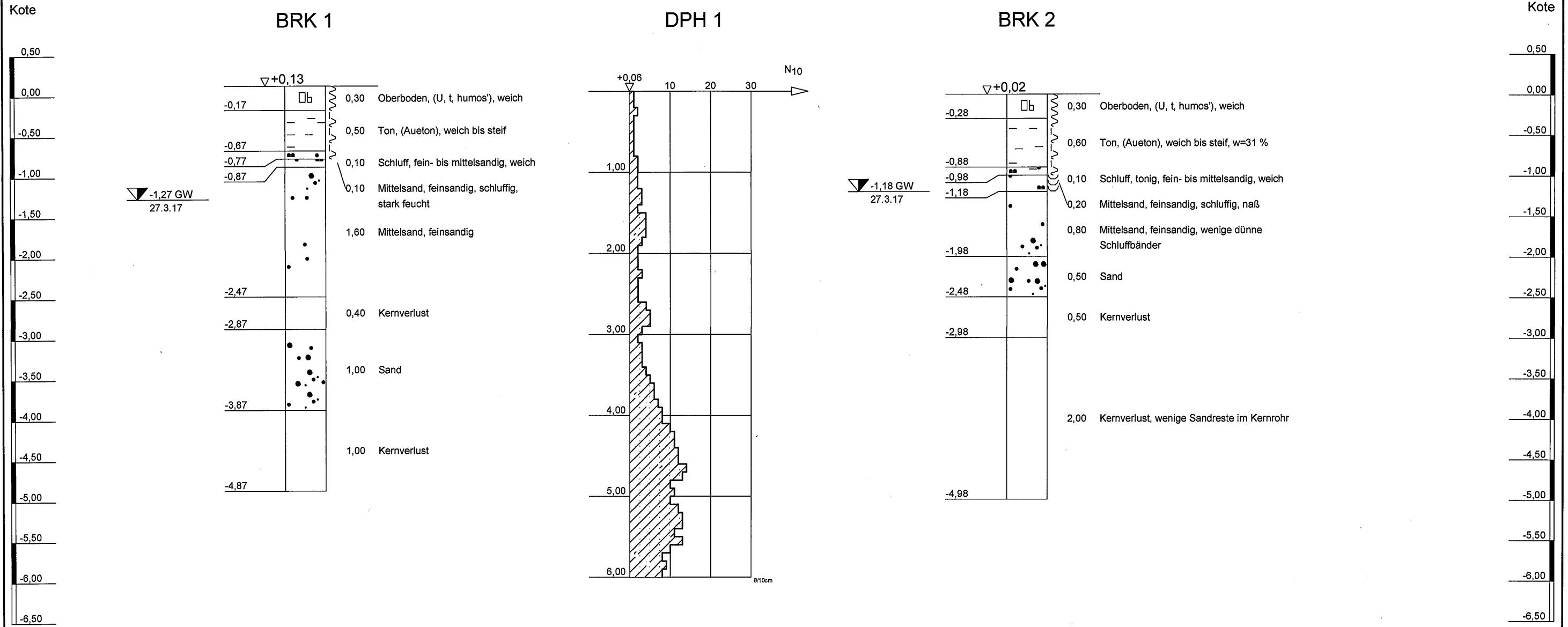
BRK = Rammkernbohrung D: 50/36 mm  
 DPH = Sondierung mit Schwerer Rammsonde

Jede Teilfläche mit separatem Höhensystem

<b>Schwarz &amp; Weber Partnerschafft</b>			
<b>Bauingenieure und Chemiker</b>			
69469 Weinheim, Mierendorffstr. 23, Fon: 06201-94777			
GGEW Bergstraße AG, Bensheim			
BV Neubau Solarpark „Burggut“ in Heppenheim Flurstücke 49/1, 69/4, 69/5, 70 und 71			
Lageplan mit Eintrag der Ansatzpunkte von Baugrundaufschlüssen. Baugrunderkundung im Zeitraum 23. - 28.03.17			
Datum	Aktenzeichen	Maßstab	Anlage
31.03.17	6749-17	ca. 1:2000	1

Darstellung der zu untersuchenden Flächen, M = 1:2.000



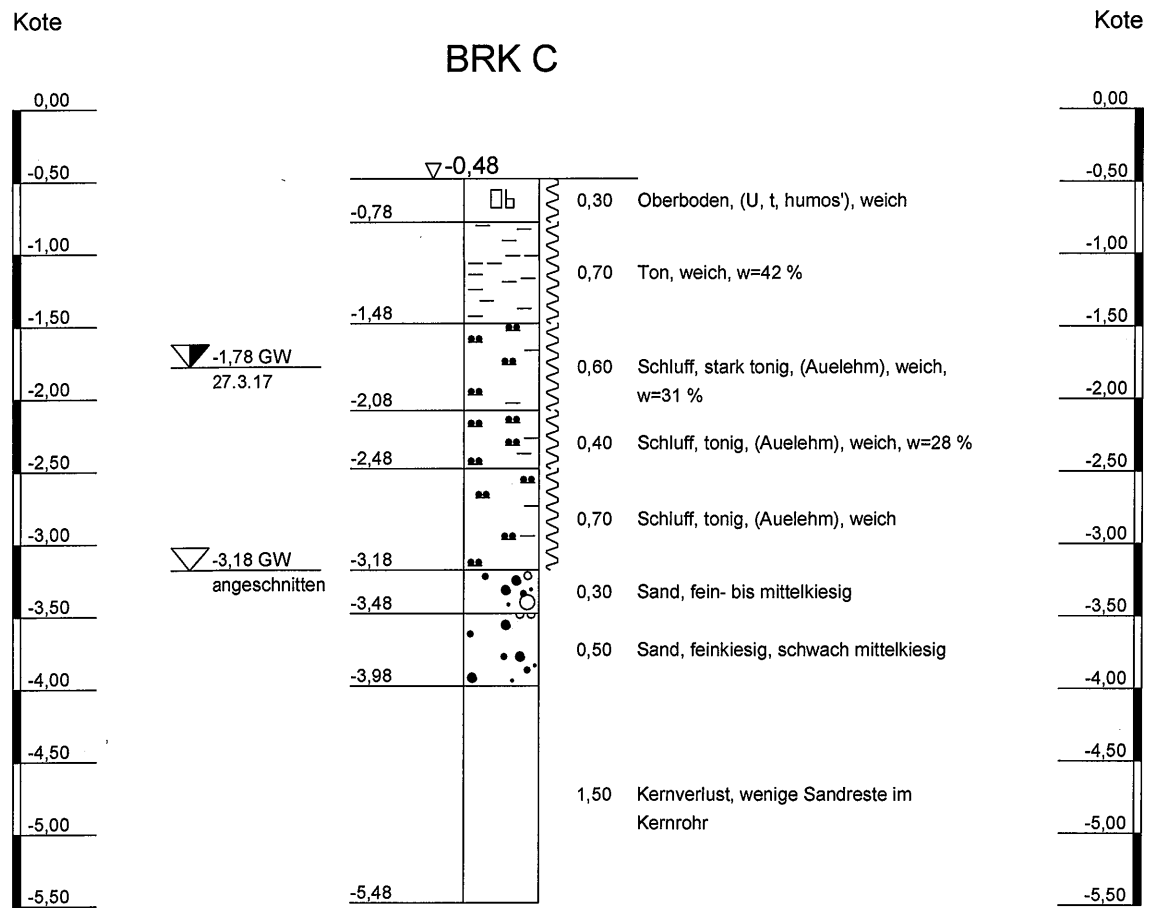
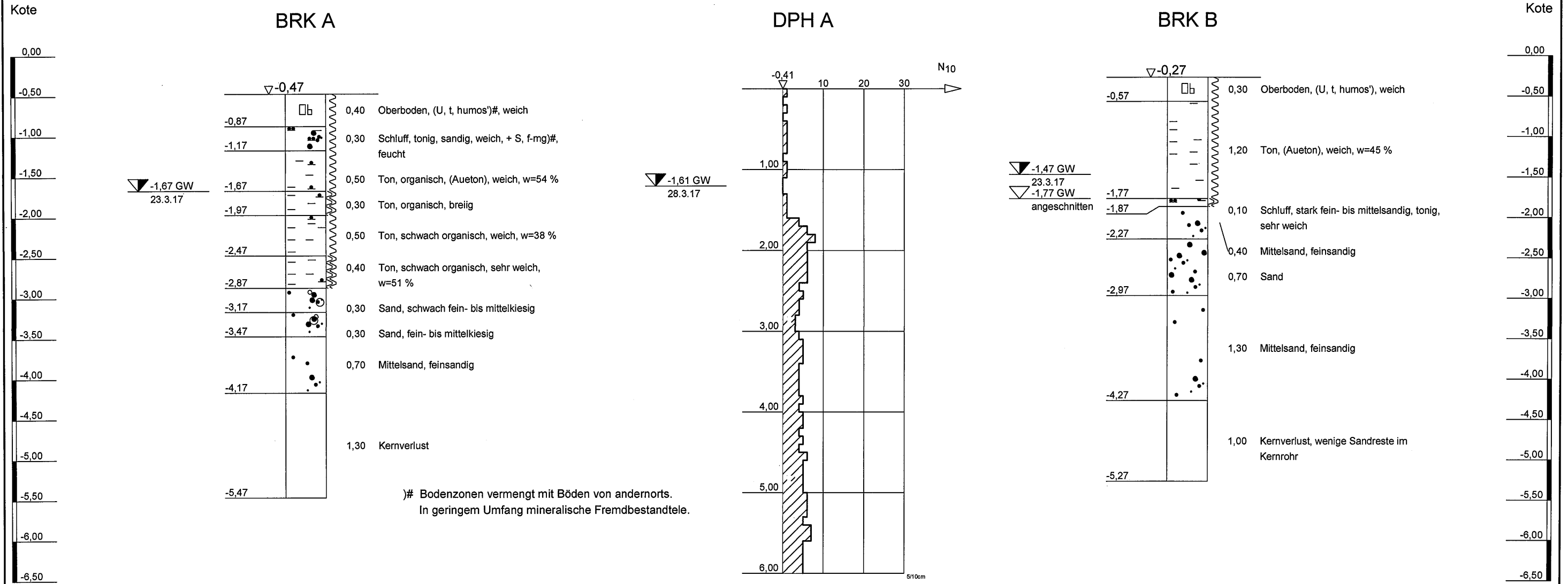


Schwarz & Weber Partnerschaft  
 Bauingenieure und Chemiker  
 - Baugrundinstitut -  
 69469 Weinheim Mierendorffstraße 23  
 Fon: 06201-94777 E-Mail: baugrund@gmx.de

Vorgang:  
 GGEW Bensheim, BV Solarpark Burggut  
 in Heppenheim, Flst. 49/1

Planbezeichnung:  
 Bohrprofile + Sondierdiagramm  
 BRK = Rammkernbohrung D: 50 mm  
 DPH = Sondierung mit Schwerer Rammsonde  
 Baugrunderkundung am 27./28.03.17

Anlage:	2.1
Az.:	6749-17
Datum:	30.03.17
Maßstab:	1 : 50
Bearbeiter:	Weber



Schwarz & Weber Partnerschaft  
Bauingenieure und Chemiker  
- Baugrundinstitut -  
69469 Weinheim Mierendorffstraße 23  
Fon: 06201-94777 E-Mail: baugrund@gmx.de

Vorgang:  
GGEW Bensheim, BV Solarpark Burggut  
in Heppenheim, Flurstücke 69/4, 69/5, 70 und 71  
Planbezeichnung:  
Bohrprofile + Sondierdiagramm  
BRK = Rammkernbohrung D: 50 mm  
DPH = Sondierung mit Schwerer Rammsonde  
Baugrunderkundung: 23. - 28.03.17

Anlage:	2.2
Az.:	6749-17
Datum:	30.03.17
Maßstab:	1 : 50
Bearbeiter:	Weber