

22, rue Edmond Reuter
L-5326 Contern
B.P. 83
L-5201 Sandweiler



Tél.: (+352) 26 43 14 44-1
Fax: (+352) 26 43 14 45
e-mail: info@eneco.lu

Untersuchungsbericht

Projet Eolien

in Differdange

Dokumentname: ENECO-130409SOPO1301-Geotechnik
Datum: 23.05.2013

Auftraggeber: **Solarpower S.A.**
B.P. 58
L-6701 Grevenmacher

Bearbeiter ENECO S.A. Herr Athanassios POURIKAS
Ingénieurs-conseils: Herr Mario WERN

Seitenanzahl: 10 + Anlagen

INHALTSVERZEICHNIS

1	VERANLASSUNG, UNTERLAGEN.....	3
1.1	Veranlassung.....	3
1.2	Unterlagen	3
	1.2.1 Unterlagen zum Bauvorhaben.....	3
	1.2.2 Unterlagen zu den Boden- und Grundwasserverhältnisse.....	3
	1.2.3 Vorschriften.....	3
2	BESCHREIBUNG DER ÖRTLICHEN VERHÄLTNISSE UND GEOLOGIE.....	4
3	DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN UND DEREN ERGEBNISSE.....	5
3.1	Durchgeführte Untersuchungen	5
3.2	Baugrundaufbau.....	5
	3.2.1 Bodenschichten.....	5
3.3	Erkundete Grundwasserverhältnisse	6
4	BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN VERHÄLTNISSE.....	7
4.1	Baugrund, Charakteristische Bodenkennwerte	7
5	GEOTECHNISCHE BEURTEILUNG DER STANDORTE	8
5.1	Standort WKA 1	8
5.2	Standort WKA 2.....	8
5.3	Standort WKA 3.....	8
6	ALLGEMEINE HINWEISE ZUR VORLIEGENDEN BAUGRUNDBEURTEILUNG.....	9
7	ANLAGEN	10

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Charakteristische Bodenkennwerte	7
-------------------	-----------------------------------------------	----------

ANLAGENVERZEICHNIS

Geotechnische Untersuchung, Plan SOPO1301-301
Fotodokumentation der Bohrkerne
Untersuchungsbericht einaxiale Druckfestigkeit/Rohdichte

1 VERANLASSUNG, UNTERLAGEN

1.1 Veranlassung

In Rahmen der Errichtung einer Windenergieanlage im Bereich der Gemeinde Differdange soll eine Standortstudie ausgeführt werden. Die Standortstudie sieht u. A. auch die Beurteilung von 3 möglichen Standorten aus geologischer und geotechnischer Sicht vor.

Die ENECO S.A. Ingénieurs-conseils wurde durch die Solarpower S.A. mit der Durchführung von geotechnischen Untersuchungen und der Erstellung eines Untersuchungsberichtes beauftragt. Im vorliegenden Untersuchungsbericht werden die Ergebnisse dieser Erkundung beschrieben und bewertet. Zum Anderen sollte das Bauwerksrisiko sowie eine mögliche Gefährdung der geplanten Anlagen aus dem in der Umgebung in früheren Zeiten stark betriebenen Bergbau beurteilt werden.

1.2 Unterlagen

Zur Ausarbeitung dieses geotechnischen Berichtes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

1.2.1 Unterlagen zum Bauvorhaben

[U1.1] Windpark Differdingen, Orts- und Katasterbestimmungen, Solarpower S.A., 11/2012

1.2.2 Unterlagen zu den Boden- und Grundwasserverhältnisse

[U2.1] Geologische Karte von Luxembourg, Blatt 12, Esch/Alzette, M. 1:25.000, 1988

[U2.2] LUCIUS M., Erläuterungen zu der Geologischen Spezialkarte Luxemburgs, Band 5, Das Gutland, Geologischer Dienst Luxemburgs, Luxembourg 1948

[U2.3] LUCIUS M., Beiträge zur Geologie von Luxemburg, Band 6, Die Luxemburger Minettaformation, Veröffentlichung des Luxemburger Geologischen Landesaufnahmedienstes, Luxembourg 1945

[U2.4] Geotechnische Felduntersuchungen, Eneco S.A., ausgeführt im März/April 2013

1.2.3 Vorschriften

[U3.1] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2009), „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik–Teil 1: Allgemeine Regeln“, Deutsche Fassung EN 1997-1:2004+AC:2009

[U3.2] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2010), „Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik–Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds“, Deutsche Fassung EN 1997-2:2007+AC:2010

[U3.3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2010), „Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1“, DIN 1054:2010-12

[U3.4] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2010), „Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2“, DIN 4020:2010-12

[U3.5] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2006), „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Probenahmeverfahren und Grundwassermessungen – Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung“, Deutsche Fassung EN ISO 22475-1

[U3.6] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2011), „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 1: Benennung und Beschreibung“, Deutsche Fassung EN ISO 14688-1

[U3.7] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2011), „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen der Bodenklassifizierungen“, Deutsche Fassung EN ISO 14688-2

- [U3.8] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2011), „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels – Teil 1: Benennung und Beschreibung“, Deutsche Fassung EN ISO 14689-1
- [U3.9] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2012), „Geotechnische Erkundung und Untersuchung – Felduntersuchungen – Teil 2: Rammsondierungen“, Deutsche Fassung EN ISO 22476-2
- [U3.10] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2010), „Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 2: Bodenkenngrößen“, DIN 1055-2:2010-11
- [U3.11] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2012), „VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten“, DIN 18300:2012-09
- [U3.12] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2008), „Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 1: Grundlagen und Grenzwerte, Änderung A1“, DIN 4030-1/A1:2011-08
- [U3.13] DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2008), „Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase – Teil 2: Entnahme und Analyse von Wasser- und Bodenproben“, DIN 4030-2: 2008-06
- [U3.14] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (2012) Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ – EA Pfähle
- [U3.15] Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (2012) Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“ – EAB
- [U3.16] Arbeitsausschuss „Ufereinfassungen“ der HTG e.V. (2012) Empfehlungen des Arbeitsausschusses „Ufereinfassungen“ Häfen und Wasser – EAU
- [U3.17] FSVG, Forschungsgesellschaft für das Straßen- und Verkehrswesen (2009), „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien im Straßenbau“, ZTVE-StB 09

2 BESCHREIBUNG DER ÖRTLICHEN VERHÄLTNISSE UND GEOLOGIE

Die WKA-Standorte liegen auf einem Höhenzug im Süden und Westen der Stadt Differdange. Dieser ist infolge der Bergbautätigkeiten rund um Differdange von Stollen, sog. Galerien, in etwa 40 m bis 80 m unter Geländeoberkante durchzogen. Das Gelände ist im bewaldeten Bereich lokal geprägt von Erdfällen und Tagebrüchen, wo die Oberfläche durch untergründige Auflockerungen aufreißt und nachrutscht. Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen wurden auftretende Tagebrüche durch die landwirtschaftliche Tätigkeit verschoben, sodass auf den Feldern lokale Senken und Hochlagen entstanden sind.

Die Standorte WKA 1, WKA 2 und WKA 3 befinden sich südlich von Differdange und auf dem Höhenzug des Ronnebierts.

Alle drei Standorte befinden sich auf landwirtschaftlich genutzten Flächen.

In der geologischen Karte von Luxemburg sind im Untersuchungsgebiet die folgenden geologischen Formationen (von unten nach oben) kartiert:

- Lias mit den Schichten des Oberen Toarcioms (lo_5 , lo_6 , lo_7)
- Dogger mit den Schichten des Aaleniums (do), des unteren (dom_1 , dom_2 , dom_3) und mittleren Bajociums (dom_4)
- Eozäne Auelehme

Bei den Schichten des oberen **Toarcioms** handelt es sich um die eisenerzreiche Schichten der unteren Minetteformation, die aus einer Wechselfolge von schluffführenden eisenooidreichen Lagen (Lagerfazies) und flaserschichteten fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen mit mergeligen Sandsteinen (Zwischenmittel) zusammengesetzt sind.

Die Schichten des **Aaleniums** stellen die obere Minette (Concavius-Schichten) dar und bestehen aus Kalksandsteinbänken mit stark wechselnden Eisenooidgehalt (zwei Eisenooidreiche Lagen).

Über die abbauwürdige Minetteformation folgen die Schichten des unteren und mittleren Bajonien in der Form von Glimmermergeln (dom₁) sowie von sandigen Kalksteinen (Kalke von Ottange, dom₂, und Kalke von Haut-Pont, dom₃).

Oberhalb des Sandsteins sind eozäne Lehme zu erwarten.

3 DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN UND DEREN ERGEBNISSE

3.1 Durchgeführte Untersuchungen

Zum Aufschluss der Bodenverhältnisse wurden im Bereich der Projektfläche

- 3 Rotationskernbohrungen (Durchmesser: 140 mm) nach DIN 4021:1990-10

abgeteuft. Die Lage und Höhe aller Ansatzpunkte wurde mittels GPS gemessen. Die örtliche Lage aller Ansatzpunkte ist dem Lageplan zu entnehmen.

Die Bohrungen wurden bis zur vorgesehenen Endtiefe ausgeführt. Gemäß EN ISO 22475-1 wurden Proben der Güteklasse 3 bis 5 in allen Horizonten entnommen.

Das mit Hilfe der Erkundungsbohrungen gewonnene Bohrgut wurde im Feld durch unsere Mitarbeiter nach DIN EN ISO 14688-1:2011-06 spezifiziert und organoleptisch auf Verunreinigungen untersucht.

Anhand der gewonnenen Bohrkerne wird der Schichtenaufbau des Baugrunds in Plan Nr. SOPO1303-301 (siehe Anlage) nach DIN 4023 zeichnerisch dargestellt. Die einzelnen Schichten wurden nach DIN 18196 angesprochen sowie nach DIN 18300 klassifiziert.

3.2 Baugrundaufbau

3.2.1 Bodenschichten

Der im Rahmen der Untersuchungen erkundete Untergrundaufbau lässt sich (von oben nach unten) in die folgenden, für die Ausführung des Bauwerkes relevanten Hauptschichten einteilen.

Schicht 1: Mutterboden

In allen Bohrungen wurde ein ca. 0,30 m bis 0,40 m mächtiger, brauner bis dunkelbrauner Mutterboden aufgeschlossen, dessen mineralische Komponente aus Ton, Schluff und Sand bestehen.

Schicht 2: Deckschichten

Unter dem Mutterboden wurden Deckschichten aufgeschlossen in Form von braunen, meist leicht plastischen, schluffig-tonigen Sanden bzw. sandigen Schluffen und Tonen. Diese Schichten haben überwiegend eine steife Konsistenz, stellenweise wurden sie mit einer weichen bis steifen Konsistenz aufgeschlossen. Die aufgeschlossene Mächtigkeit der Deckschichten beträgt 0,30 m bis 3,1 m.

Schicht 3: Zersetzter Kalkstein

Unter den Deckschichten wurden leicht schluffig-tonige und sandige Kiese mit leichten Steinanteilen erkundet, wobei sowohl die Kies- als auch die Steinkornfraktionen aus Kalksandsteinbruchstücken bestehen. Bei diesem Boden handelt es sich um das Zersetzungsprodukt des tiefer anstehenden Kalksandsteins. Durch Verwitterungsvorgänge wurde die mineralische Bindung des Festgesteins aufgelöst, so dass dieser nunmehr als Lockergestein in Form von Kies-Sand-Schluff- sowie Ton-Schluff-Gemischen vorliegt. Diese meist mitteldicht bis dicht gelagerte bzw. halbfeste Schichten wurde in Mächtigkeiten von 0,3 m bis 3,0 m erkundet.

Schicht 4: Kalksandstein

Ab 0,90 m bis 6,0 m unter Geländeoberkante folgen die Festgesteine des unteren und mittleren Bajonien in Form von leicht verwitterten bis verwitterten, hellbraunbeigen

Kalksandsteinen. Sie sind feinkörnig, fest bis hart und dünnplattig bis bankig ausgebildet. Die Trennflächendichte variiert von sehr eng bis mittel, wobei der größte Anteil der Trennflächen horizontal ausgebildet ist. Die Klüfte sind meistens mit Feinkorn gefüllt. Lokal treten mürbe bis feste mergelige Partien (Mächtigkeit: 0,20 bis 0,50 m) auf.

Durchgeführte Messungen an entnommenen Bohrkernproben haben für die Kalksandsteine eine einaxiale Druckfestigkeit von 6,2 MN/m² bis 10,6 MN/m² ergeben. Die ermittelte Rohdichte der Probekörper betrug 2,22 g/cm³ bis 2,31 g/cm³.

Die Kalksandsteine wurden in Mächtigkeiten von 3,0 m (EB WKA 1) bis 12,1 m (EB WKA 3) aufgeschlossen

Schicht 5: Glimmermergel

Unter den Kalksandsteinen folgen meist grau bis dunkelgrau gefärbte, mergelige, schluffige und glimmerreiche Tonsteine. Sie sind leicht angewittert bis verwittert, mürbe bis fest und plattig bis bankig ausgebildet mit einer sehr engen bis mittleren Trennflächendichte, wobei der größte Anteil der Trennflächen horizontal ausgerichtet ist. Es handelt sich hauptsächlich um Schichtflächen sowie um durch Entlastung des Bohrkernmaterials entstandene Rissen.

Durchgeführte Messungen an entnommenen Bohrkernproben haben für die Glimmermergel eine einaxiale Druckfestigkeit von 2,5 MN/m² bis 5,3 MN/m² ergeben. Die ermittelte Rohdichte der Probekörper betrug 1,99 g/cm³ bis 2,22 g/cm³.

Die erkundete Mächtigkeit des Glimmermergels beträgt ca. 17,0 m.

Schicht 6: Kalkstein der Minette

Diese Kalksteinbänke mit stark wechselnden Eisenooidgehalten bilden die sog. kalkige Lagergruppe aus und bestehen aus zwei abbauwürdigen Eisenerzlagern (oberes und unteres Kalklager). Je nach Gehalt an Eisenooiden hat das Gestein eine beige bis rostbraune Farbe. Das Gestein ist angewittert bis leicht verwittert, hart und liegt in dickplattiger bis mittelbankiger Form vor. Die Trennflächendichte ist eng bis mittel. Stellenweise ist die Trennflächendichte sehr eng, so dass das Bohrmaterial in kleinstückiger Form vorliegt.

An entnommenen Bohrkernproben aus dem erzhaltigen Sandstein wurden einaxiale Druckfestigkeiten von 7,9 MN/m² bis 13,4 MN/m² ermittelt. Die ermittelte Rohdichte der Probekörper betrug 2,17 g/cm³ bis 2,45 g/cm³.

Die aufgeschlossene Mächtigkeit des Kalksteins der Minette beträgt ca. 30,0 m.

Schicht 7: Kalksandsteine, silikatisch (Minette)

Unter den Kalksteinen der Minette und ab Tiefen von 41,5 bis 46,0 m unter GOK folgen kompakte, silikatisch gebundene Kalksandsteine, die mit Eisenerz (Erzlager) durchsetzt sind. Die Kalksandsteine sind feinkörnig, haben z.T. eine flaserige Struktur und sind generell als hart bis sehr hart zu gegenzeichnen. Die Trennflächendichte ist mittel, bereichsweise sogar eng (= zerbohrtes, scharfkantiges, stückiges Bohrkernmaterial).

Bei EB/WKA 2 wurde in einer Tiefe von 45,30 m bis ca. 50,0 m unter GOK die Existenz eines Hohlraumes festgestellt. Bei diesem ca. 5,0 m hohen Hohlraum handelt es sich höchstwahrscheinlich um alte Bergwerksstollen die nach Beendigung des Bergbaubetriebes stillgelegt wurden.

3.3 Erkundete Grundwasserverhältnisse

Im Zuge der durchgeführten Felderkundungen wurden die Schichten überwiegend in bodenfeuchter Form angetroffen. Grundwasser wurde nicht aufgeschlossen. Aufgrund der im Untergrund anstehenden Gesteinsschichten (Felsgesteine mit mäßigem bis – lokal- hohem Trennflächengefüge) ist zu erwarten, dass es stellenweise zum Auftritt von Kluftwasser kommen kann. Das Vorkommen eines zusammenhängenden Grundwasserspiegels ist in tieferen Bereichen als den Erkundeten zu erwarten.

4 BEWERTUNG DER GEOTECHNISCHEN VERHÄLTNISSE

4.1 Baugrund, Charakteristische Bodenkennwerte

Mit den während der Durchführung der geotechnischen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnissen, den ausgeführten Versuchen, den vorhandenen örtlichen Erfahrungen in der Bewertung und Beurteilung ähnlicher Bodenarten sowie in Anlehnung an DIN 1054/EAU/EAB können für das Untersuchungsgebiet die nachfolgend zusammengestellten, charakteristischen Bodenkennwerte angegeben werden.

ENECO S.A. Ingénieurs-conseils					
Untersuchungsbericht "Projet Eolien", Differdange					
Schicht	Feuchtwichte	Wichte unter Auftrieb	Reibungswinkel	Kohäsion	Steifemodul
	γ_k [kN/m ³]	γ'_k [kN/m ³]	φ_k ¹⁾ [°]	c_k / $c_{u,k}$ [kN/m ²]	$E_{s,k}$ [MN/m ²]
Schicht 1: Mutterboden locker	16,0 - 18,0	6,0 - 8,0	22,0 - 25,0	2,0 - 4,0/ 6,0 - 10,0	1,0 - 2,0
Schicht 2: Deckschichten Sand, schluffig und Ton, sandig steif, steif-weich	18,0 - 20,0	8,0 - 10,0	22,5 - 30,0	2,0 - 4,0/ 6,0 - 10,0	3,0 - 10,0
Schicht 3: Zersetzter Kalkstein mitteldicht	18,0 - 20,0	8,0 - 10,0	30,0 - 35,0	-- / --	8,0 - 60,0
Schicht 4: Kalksandstein leicht verwittert bis verwittert, fest bis hart, plattig-bankig	21,0 - 24,0	11,0 - 14,0	30,0 - 40,0	30,0 - 70,0/ 250,0 - 500,0	150,0 - 500,0
Schicht 5: Glimmermergel mürbe bis fest, klüftig	19,5 - 22,5	9,5 - 12,5	27,5 - 40,0	15,0 - 20,0/ 150,0 - 250,0	40,0 - 60,0
Schicht 6: Kalkstein/Minette leicht verwittert, mürbe-fest, klüftig	21,0 - 25,0	11,0 - 15,0	30,0 - 40,0	30,0 - 70,0/ 250,0 - 500,0	150,0 - 500,0
Schicht 7: Kalksandstein/ Minette Angewittert, hart bis sehr hart, klüftig	22,0 - 26,0	12,0 - 16,0	30,0 - 60,0	40,0 - 70,0/ 250,0 - 500,0	200,0 - 500,0
1) falls keine näheren Untersuchungen vorliegen ist gemäß DIN cal $\varphi_u = 0,0^\circ$ zu setzen					
2) Bw: Bemessungswert					
Tabelle 1: Charakteristische Bodenkennwerte					

Sollten im Rahmen der Ausführungsplanung weitere Verfahren in Betracht gezogen werden, können die Rechenwerte durch die ENECO S.A. Ingénieurs-conseils fallbezogen ergänzt werden.

5 GEOTECHNISCHE BEURTEILUNG DER STANDORTE

5.1 Standort WKA 1

Die durchgeführte Baugrunduntersuchung hat gezeigt, dass im Bereich des Standortes WKA 1 unter eine ca. 1,0 m mächtige Deckschicht aus schluffigem Sand und/oder sandigem Ton ausschließlich Festgesteine mit guten bis sehr guten Festigkeitseigenschaften anstehen. Sowohl aus geologischer als auch geotechnischer Sicht sind die anstehende Bodenschichten sehr gut geeignet für das Abtragen von Bauwerkslasten.

Als negative Auswirkung auf ein Bauwerk an diesem Standort ist hier die vorausgegangene Bergwerkstätigkeit im Gebiet zu nennen. Zwar wurde direkt unter dem Standort kein Hohlraum angetroffen. Trotzdem ist nicht auszuschließen, dass es in der näheren Umgebung des Standortes zu Senkungen aufgrund des Einsturzes ehemaliger, verlassener Stollen (Galerien), die sich in der Nähe des untersuchten Standortes befinden, kommen kann. Für den untersuchten Standort besteht somit aufgrund seiner Lage innerhalb eines altbergbaulich beeinflussten Gebietes ein Restrisiko.

5.2 Standort WKA 2

Die durchgeführte Baugrunduntersuchung hat gezeigt, dass im Bereich des Standortes WKA 2 unter eine ca. 5,5 m mächtige Deckschicht aus schluffigem Sand und/oder sandigem Ton ausschließlich Festgesteine mit guten bis sehr guten Festigkeitseigenschaften anstehen. Sowohl aus geologischer als auch geotechnischer Sicht sind die anstehende Bodenschichten sehr gut geeignet für das Abtragen von Bauwerkslasten.

Als negative Auswirkung auf ein Bauwerk an diesem Standort ist hier die vorausgegangene Bergwerkstätigkeit zu nennen. Bei den Bohrarbeiten an diesem Standort wurde ein ca. 5,0 m hoher Hohlraum in einer Tiefe von 45,30 m bis 50,0 m unter GOK gefunden, bei dem es sich allen Anzeichen nach, um einen alten, verlassenen, Stollen handelt, dessen Existenz bis jetzt nicht bekannt war. Zwar besitzen die anstehenden Festgesteinsschichten oberhalb des gefundenen Stollens sehr gute bis gute Festigkeitseigenschaften, allerdings ist nicht auszuschließen, dass es während der Lebensdauer bzw. wirtschaftlichen Nutzungsdauer des Bauwerkes nicht zum Einsturz der Stollen und somit zu Brüchen und Senkungen im Bereich des Bauwerkes und somit zu Schäden am Bauwerk kommen kann. Die Existenz des Hohlräume stellt somit ein hohes Standortrisiko dar.

Auch für den Fall, dass die festgestellten Hohlräume mit Beton verfüllt werden, lässt sich ein bergbaulich unbeeinflusster Zustand nicht erreichen, da die bergbaulichen Aktivitäten und deren Veränderungen (z.B. Gebirgsauflockerung) nicht umkehrbar sind.

5.3 Standort WKA 3

Die durchgeführte Baugrunduntersuchung hat gezeigt, dass im Bereich des Standortes WKA 3 bis ca. 3,0 m unter GOK weiche bis steife Deckschichten anstehen, die aus bautechnischer Sicht als nicht tragfähig zu beurteilen sind. Von 3,0 m bis 6,0 m unter GOK stehen mit dem zersetzten Kalkstein ausreichend tragfähige Schichten an, die für die Abtragung von Bauwerkslasten als „bedingt geeignet“, d.h. ihre Belastbarkeit durch ihre Setzungswilligkeit begrenzt wird, zu bezeichnen sind. Festgesteine mit guten bis sehr guten Festigkeitseigenschaften und hoher Tragfähigkeit stehen ab ca. 6,0 m unter GOK an.

Als negative Auswirkung auf ein Bauwerk am Standort WKA 3 ist die vorausgegangene Bergwerkstätigkeit im Gebiet zu nennen. Durch die geotechnische Erkundung wurde direkt unter dem Standort kein Hohlraum erschlossen. Trotzdem ist nicht auszuschließen, dass es am Standort zu Senkungen infolge des Einsturzes alter Stollen (Galerien), die sich in der Nähe des untersuchten Standortes befinden, kommen kann. Für den untersuchten Standort besteht somit aufgrund seiner Lage innerhalb eines altbergbaulich beeinflussten Gebietes ein Restrisiko.

6 ALLGEMEINE HINWEISE ZUR VORLIEGENDEN BAUGRUNDBEURTEILUNG

Den vorgenannten Angaben wird die Anwendung der allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik bei der Planung und Ausführung vorausgesetzt.

Die vorliegende Beurteilung des Baugrundes sowie die genannten Angaben beziehen sich ausschließlich auf das in den Planunterlagen angegebene Untersuchungsgebiet, dessen Lage und die im Lageplan SOPO1301-301 dargestellten Untersuchungspunkte.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Aussagen einer geotechnischen Erkundung des Untergrundes auf punktförmigen Aufschlüssen basieren und außerhalb der Erkundungspunkte Abweichungen in der Schichtung und Beschaffenheit des Untergrundes möglich sind.

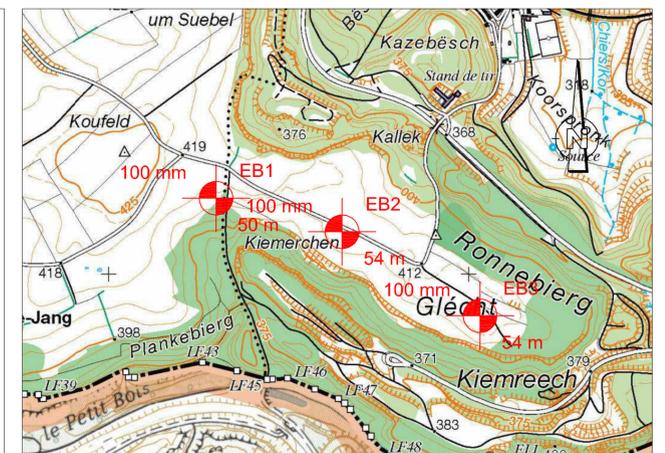
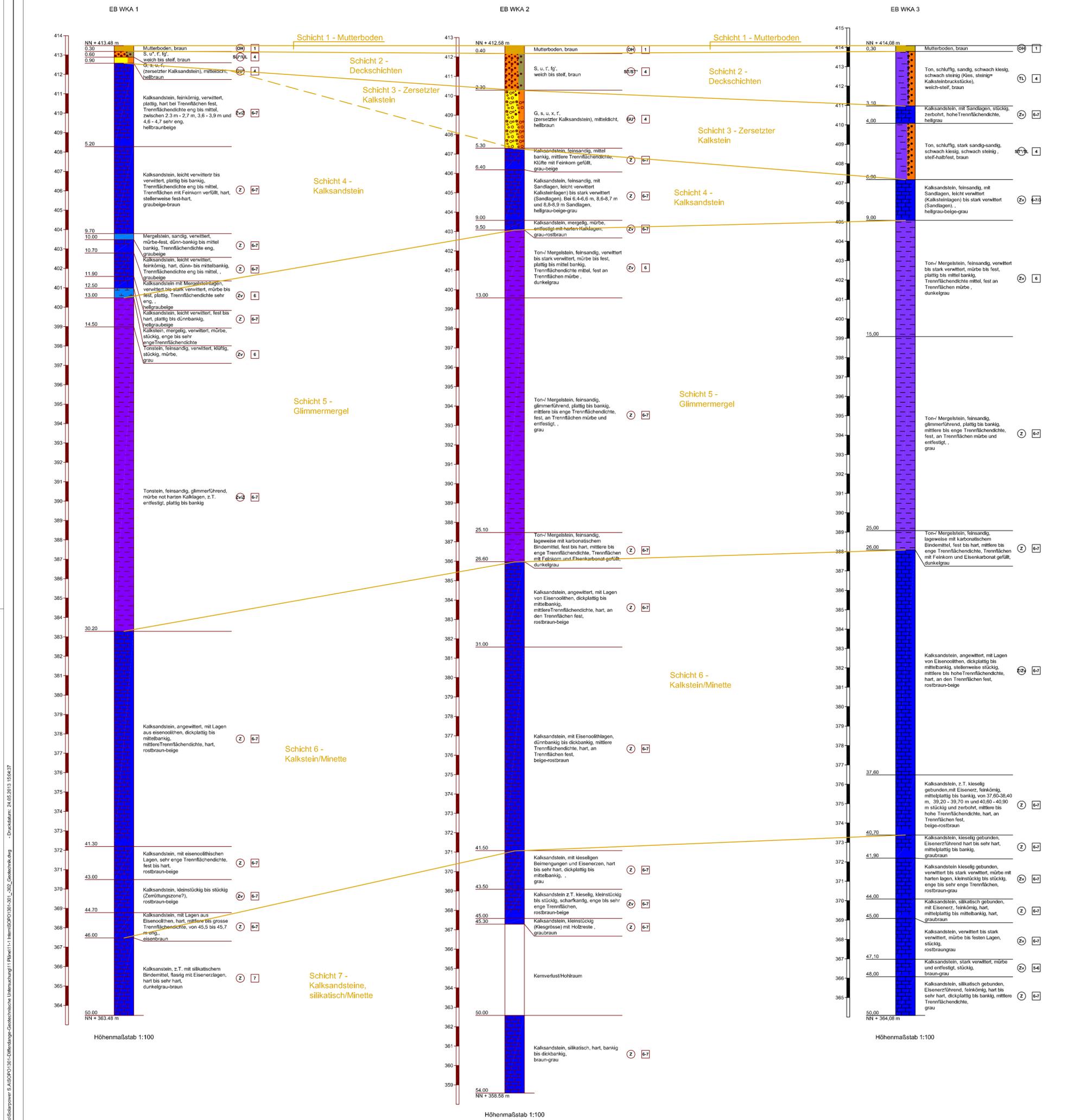
Contern, 23.05.2013



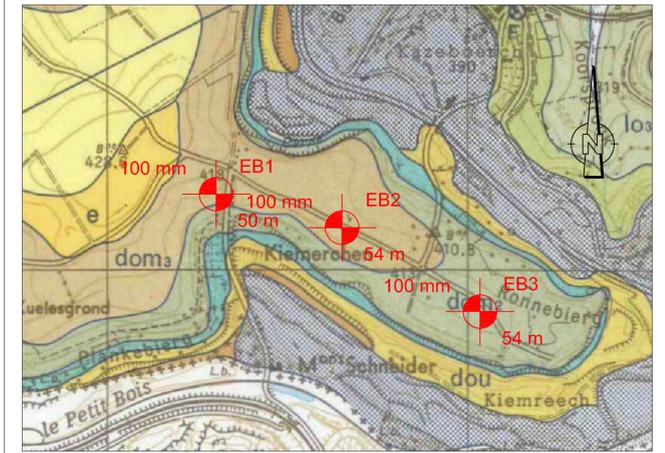
Georges ORIGER
Administrateur délégué

Mario WERN
Chef de service

7 ANLAGEN



Auszug aus Topographischer Karte - TC19 - Esch-sur-Alzette
 Maßstab: 1:10.000



Auszug aus Geologischer Karte - Blatt 12 - Esch-sur-Alzette
 Maßstab: 1:10.000

Legende



Boden- und Felsarten

- Kalkstein, Kst
- Kies, G, kiesig, g
- Tonstein, Tst
- Schluff, U, schluffig, u
- Mutterboden, Mu
- Sand, S, sandig, s
- Mergelstein, Mst



Planbasis/Plan d'Origine: © Administration du Cadastre et de la Topographie - Droits réservés à l'Etat du Grand-Duché de Luxembourg (2000); Service géologique, Feuille 12 - Esch (1979)

Planbezeichnung/ Dénomination du plan:	Geotechnische Untersuchung Bohrungen EB1 bis EB3
Projektname/ Nom du projet:	Geotechnische Untersuchung "Projet Eolien" Differdange
Auftraggeber/ Maitre d'ouvrage:	Solarpower S.A.

eneco
 INGÉNIEURS CONSEILS
 22, rue Edmond Reuter • L-5326 Contzem
 Tél.: (+352) 26 43 14 44-1 • Fax: (+352) 26 43 14 45
 info@eneco.lu • www.eneco.lu

Planungsphase/
Stade de planification: Geotechnik
 Maßstab/Échelle: 1:100/1:10.000
 Datum/Date: 09/04/2013
 Bearb./Des.: FG Gepr./Ver.: AP/MM
 Plan-Nr./Plan-No.:

Alle Maßangaben sind durch das ausführende Unternehmen vor Ort zu prüfen
 Toutes les mesures sont à vérifier sur place par l'entrepreneur

SOP01301-301

Fotodokumentation der Bohrkerne

Baugrunderkundung

Projekt „Park Eolien“ in Differdange

Auftraggeber:

Solarpower S.A.

Inhalt:

Bild	Bohrung	Tiefe	Seite
1 - 4	EB WKA 1 - Ø 140 mm	0,0 m – 50,0 m	1 - 4
5 - 8	EB WKA 2 - Ø 140 mm	0,0 m – 53,0 m	5 - 8
9 - 12	EB WKA 3 - Ø 140 mm	0,0 m – 50,0 m	9 - 12

EB WKA 1

0 m



1 m

2 m

3 m

4 m

5 m

6 m

7 m

8 m

9 m

10 m

11 m

12 m

**Bild 1: Bohrkern der Erkundungsbohrung EB WKA 1
(0,00 m bis 12,00 m)**

Fortsetzung EB WKA 1

12 m



13 m

14 m

15 m

16 m

17 m

18 m

19 m

20 m

21 m

22 m

23 m

24 m

25 m

26 m

27 m

28 m

**Bild 2: Bohrkerne der Erkundungsbohrung EB WKA 1
(12,00 m bis 28,00 m)**

Fortsetzung EB WKA 1

28 m



29 m

31 m

30 m

32 m

33 m

34 m

35 m

36 m

37 m

38 m

39 m

40 m

41 m

42 m

**Bild 3: Bohrkerne der Erkundungsbohrung EB WKA 1
(28,00 m bis 42,00 m)**

Fortsetzung EB WKA 1

42 m



43 m

44 m

45 m

46 m

47 m

48 m

49 m

50 m

**Bild 4: Bohrkern der Erkundungsbohrung EB WKA 1
(42,00 m bis 50,00 m)**

EB WKA 2

0 m



1 m

2 m

3 m

4 m

5 m

6 m

7 m

8 m

9 m

10 m

11 m

12 m

13 m

14 m

**Bild 5: Bohrkerne der Erkundungsbohrung EB WKA 2
(0,00 m bis 14,00 m)**

Fortsetzung EB WKA 2

14 m



15 m

16 m

17 m

18 m

19 m

20 m

21 m

22 m

23 m

24 m

25 m

26 m

27 m

28 m

29 m

30 m

**Bild 6: Bohrkern der Erkundungsbohrung EB WKA 2
(14,00 m bis 30,00 m)**

Fortsetzung EB WKA 2

30 m



31 m

32 m

33 m

34 m

35 m

36 m

37 m

38 m

39 m

40 m

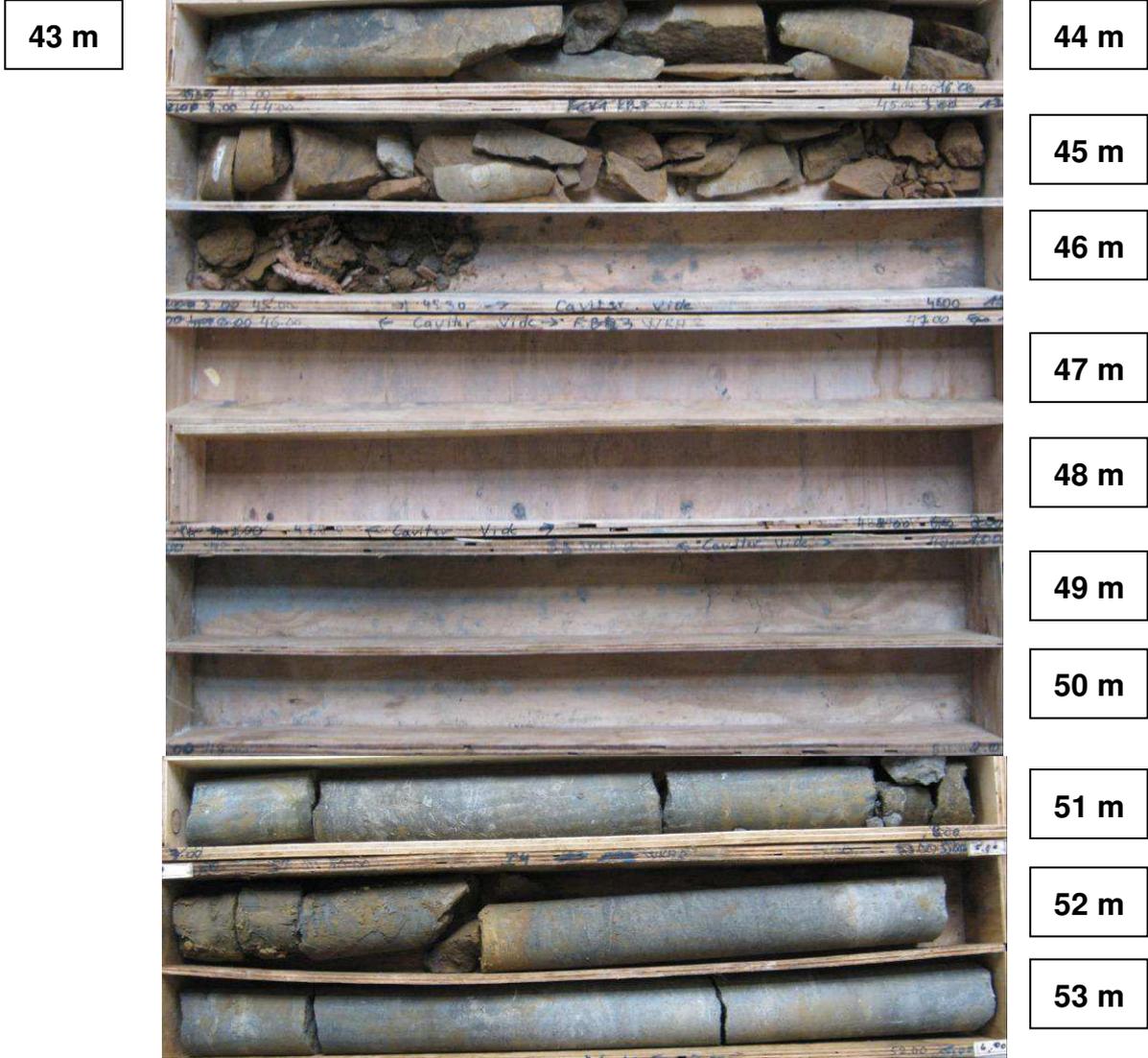
41 m

42 m

43 m

**Bild 7: Bohrkerne der Erkundungsbohrung EB WKA 2
(30,00 m bis 43,00 m)**

Fortsetzung EB WKA 2



**Bild 8: Bohrkerne der Erkundungsbohrung EB WKA 2
(43,00 m bis 53,00 m)**

EB WKA 3

0 m



1 m

2 m

3 m

4 m

5 m

6 m

7 m

8 m

9 m

10 m

11 m

12 m

13 m

14 m

15 m

**Bild 9: Bohrkern der Erkundungsbohrung EB WKA 3
(0,00 m bis 15,00 m)**

Fortsetzung EB WKA 3

15 m



16 m

17 m

18 m

19 m

20 m

21 m

22 m

23 m

24 m

25 m

26 m

27 m

28 m

29 m

30 m

**Bild 10: Bohrkern der Erkundungsbohrung EB WKA 3
(15,00 m bis 30,00 m)**

Fortsetzung EB WKA 3

30 m



31 m

32 m

33 m

34 m

35 m

36 m

37 m

38 m

39 m

40 m

41 m

42 m

43 m

44 m

**Bild 11: Bohrkern der Erkundungsbohrung EB WKA 3
(30,00 m bis 44,00 m)**

Fortsetzung EB WKA 3

44 m



45 m

46 m

47 m

48 m

49 m

50 m

**Bild 12: Bohrkern der Erkundungsbohrung EB WKA 3
(44,00 m bis 50,00 m)**

sbt – Paul Simon & Partner – Alkuinstr. 9 – 54292 Trier

ENECO S.A.
22, rue Edmond Reuter
L 5326 Contern

GO	H3	UG	NR
ENTREE LE			
Secr.	25 AVR. 2013		
ABI	ENECO S.A.	ABV	
ABII	ABIII	ABIV	ABV

Untersuchungsbericht Nr. 13-1243-1

Datum: 08.04.2013

Auftrag vom: 27. März 2013 // Herr Wern, Eneco

Betrifft: **SOPO_1301 // Geologische Erstbewertung Projekt Eolien Differdange**

Hier: **9 Probekörper**

Zweck der Untersuchung: **Bestimmung der einaxialen Druckfestigkeit in Anlehnung an die Empfehlungen für die „Versuchstechnik im Felsbau“ an den Bohrkernproben bzw. nach DIN 18136:2003-E**

Probenanlieferung am: 27. März 2013 // per Kurier

Untersuchungsergebnisse:

Bohrung	u. GOK	mittlerer Ø	Höhe Prüfkörper h _a	Rohdichte	Verhältnis h/d	Bruchlast kN	Druckfestigkeit Einzel	
		mm	mm	g/cm ³	---		N/mm ²	
EB 1	8,30 – 8,45 m	85	146	2,22	1,73	35	6,2	
EB 1	14,30 – 14,43 m	85	133	2,17	1,59	30	5,3	
EB 1	19,30 – 19,50 m	85	162	1,99	1,92	27	4,8	
EB 1	31,65 – 31,75 m	85	117	2,17	1,41	45	7,9	
EB 2	5,60 – 5,90 m	85	129	2,31	1,55	60	10,6	
EB 2	13,10 – 13,23 m	85	118	2,22	1,41	14	2,5	
EB 2	22,40 – 22,60 m	85	zerbrochen					
EB 2	32,45 – 32,60 m	85	127	2,45	1,53	76	13,4	
EB 2	42,60 – 42,80 m	85	153	2,45	1,82	134	23,6	


Dipl.-Ing. Stephan Ninnig
(Prüfstellenleiter)




Erwin Roller
(Sachbearbeiter)

Dieser Untersuchungsbericht enthält 1 Seite und 1 Anlage und darf ohne unsere Genehmigung weder gekürzt noch auszugsweise wiedergegeben oder vervielfältigt werden.