

對黏土礦床的重新評估

「洛伊肯津／克拉佐夫」


委託方：

克拉佐夫礦業有限公司 Seeweg 2
12529 舍臘費爾德

執行單位：

GEOTEKT
地質學碩士 莫妮卡·德恩梅塞堡街 14
號
37441 巴德薩克薩

電話：
05523/3482 傳真
： 05523/2828


.....
地質學碩士 莫妮卡·德恩

GEOTEKT

礦石與礦物礦床評估

巴特薩克薩，2023年10月25日

目錄

1	委託事項.....	3
2	原料現況.....	4
3	存貨估值.....	5
4	現有許可證.....	7
5	黏土原料的潛在應用領域	7
6	原料特性評估	8
7	規劃及許可相關之先決條件.....	10
8	必要規劃之成本估算	11
9	土地購置成本估算.....	11
10	廢料處理成本估算.....	13
11	開採成本.....	13
12	復墾成本.....	14
13	地下水位降低與排水措施	15
14	廠內道路建設	15
15	管理費用.....	16
16	製造成本（總計）	16
17	淨市場價值的計算.....	17
18	最終說明.....	18
19	聲明.....	19

附件清單

附件 1	「Loickenzin / Klatzow」礦區位置圖	1 : 10,000
附件 2	「Loickenzin / Klatzow」礦區航拍圖	1 : 10,000
附件 3	阿爾滕特雷普托 (Altentreptow) 現行土地利用計畫節錄 AT, F-Plan 第 5 次修訂, 2014 年 01-F-Plan 第10次修訂 確認圖	1 : 5,000
附件 4	克拉茨奧礦業有限公司之登記	
附件 5	FIM GmbH 於 2023 年 9 月 19 日之報價	
附件 6	柏林工業大學 2013 年檢驗報告	
附件 7	2012年地質鑽探	

1 合約

受克拉茨沃礦業有限公司（Bergwerk Klatzow GmbH）委託，黏土與石膏岩專家、礦業工程碩士傑拉爾德·德內博士（Dipl.-Min. Dr. Gerald Dehne）於2011年7月11日完成了題為《「洛伊肯津／克拉茨沃」黏土礦床評估》的專家報告。本次更新主要基於新的基礎數據，並據此對該黏土礦床進行了重新評估。

該黏土礦床係依據《聯邦礦業法》（BBergG）第151條之礦業財產（BWE），面積約113公頃，位於洛伊肯津（Loickenzin）轄區第1地段，以及克拉佐夫（Klatzow）轄區第1及第3地段，並由克拉佐夫礦業有限公司（Bergwerk Klatzow GmbH）所有。「Loickenzin/Klatzow」部分區域屬於總面積208公頃的「Loickenzin」礦業財產區的一部分。

- 斯特拉爾松德礦業局依據《礦業法》（2011年）第23條所作之相關確認，詳見[附件1，2011年鑑定報告]，
- Bergwerk Klatzow GmbH 已在科特布斯地方法院註冊，檔案編號為 HRB 11792 CB [附件 4]，
- 稅務狀況：

轄區企業稅務局： 柯尼希斯·武斯特豪森，

稅號： 049/100/02320 營業稅

識別號： DE276725146

關於估值，除其他外，已參考下列文件，該等文件可於上述 2011 年的評估報告中作為附件查閱：

- 信託機構（鉀鹽／礦石開採／石材／土礦總局）針對利用 BWE 礦床 Loickenzin（編號 169/90/634）及 BWE 礦床 Altentreptow 東側（編號 245/90/643）所提出的專案提案，1994年 [附件2，2011年專家意見書]
- 阿爾滕特雷普托夫／洛伊肯津黏土沉積層——DURTEC 公司於 2009 年 11 月 23 日彙編之資料 [附件 3，2011 年鑑定報告]
- J. Schomburg 博士（DURTEC 公司）於 2011 年 5 月 25 日編製之資料文件 [附件 4，2011 年鑑定報告]

根據委託要求，本報告僅簡要提及與評估相關的基礎條件——主要是礦床內容及面積資料——並參照上述來源，因該等資料已作為附件附上，且根據委託要求被視為基礎依據。

本報告主要闡述技術應用可能性及相關的財務驗證。

2 原料現況

下文所述之地質及儲量相關狀況，主要源自信託機構之專案提案 [附件2，2011年評估報告] 以及DURTEC公司之其他文件 [附件3，2011年評估報告] 與 [附件4，2011年評估報告]。

「Loickenzin/Klatzow」生物質能源礦床在地理及地層學上位於維斯瓦冰期的底層冰磧區。

該礦床本身屬於所謂的「魯佩爾土」，可分為三種類型，其成因可歸類為第三紀的海洋沉積。

為探勘魯佩爾黏土的厚度，2012年進行了一次深度達50公尺的岩心鑽探 [附件7]。在由表土、礫砂及礫質泥灰岩構成的7.5公尺覆蓋層下方，已探明至50公尺最終深度處存在微含粉質的黏土。該黏土層的總厚度尚未被完全鑽探。

3 儲量評估

- 根據對1994年信託機構項目提案的評估[附件2，2011年專家報告]，上述「魯佩爾陶土」至少可開採2,400萬噸。

需注意的是，雖然「Loickenzin/Klatzow」礦區面積達113公頃，但在儲量評估中僅評估了約49公頃 [附件2，2011年評估報告]。就此而言，上述2,400萬噸僅為絕對最低估算值。

上述 49 公頃的面積可細分為以下區域，其礦藏已無疑義地得到證實：

克拉佐夫子區： 350,000 平方公尺（35 公頃）= 1,400 萬噸 [附件 2，2011 年鑑定報告]

洛伊肯津子區： 143,000 平方公尺（14 公頃）= 1,000 萬噸 [附件 2，2011 年評估報告]

根據 2011 年《梅克倫堡湖區》區域空間發展計畫（RREP）[附件 6，2011 年評估報告，**目前有效**]，BWE 的「Loickenzin/Klatzow」區塊被歸類為確保原料供應的「保留區」。兩處區域的詳細地圖可參見 [附件 4，2011 年評估報告]。

在 2014 年頒布的阿爾滕特雷普托市土地利用計畫「AT，F-Plan 第 5 次修訂」（**目前有效**）中，「Loickenzin/Klatzow」BWE 礦區被登記為用於開採礦產資源的「黏土採礦保護區」[附件 3]。在土地利用計畫中，「Loickenzin/Klatzow」礦區部分標示於差異化區域內。

在阿爾滕特雷普托市通過的「01-F-Plan 第10次修訂確認計畫」（2021年修訂版，**目前有效**）中，於「Loickenzin/Klatzow」礦區內的一小部分區域，已登記為「PV 特殊區域，太陽能光伏利用」[附件3]。

為安裝太陽能發電系統，Bergwerk Klatzow GmbH 與 So-larpark KZW GmbH & Co.KG 簽訂了一份合約，其中規定太陽能發電系統最遲須於 2054 年 12 月 31 日正式停運，此期限亦包含系統的拆除作業。

該地面光伏系統的總面積為10公頃，其中約6.88公頃的土地將暫時位於「Loi-ckenzin/Klatzow」能源開發區內。

因此，區域規劃方面的基本條件已具備。

上述儲量估算已考量因柏林－施特拉爾松德鐵路線橫越所導致的安全距離及坡道造成的開採損失 [附件 2，2011 年專家報告]。

為依據《聯邦礦業法》（BBergG）第 55 條取得框架營運計畫，規劃時須考量以下標準：

- 礦床東側緊鄰阿爾滕特雷普托市
- L 27 號州道位於 BWE 礦區以南
- 與橫越的鐵路線及獨立農舍之間的安全距離或緩坡（從開採區到鐵路路堤邊緣以及到獨立農舍的距離至少為50公尺，詳見第4章）
- 東側存在「托倫斯河谷及其支流」FFH保護區。
- 周邊直接區域的農地
- 未與飲用水保護區接觸

- 目前未發現需受保護的生物群落
- 未涉及或影響自然保護區（NSG）及地方保護區（LSG）範圍。

即使在此方面可能出現限制，基於上述關於「保守」礦床評估的說明，仍可確保至少有 2,400 萬噸的儲量可用。

4 現有許可

Bergwerk Klatzow GmbH 已於 2013 年 6 月 25 日提交了《2013–2015 年克拉茨沃（Klatzow）黏土露天礦場建設與營運總體計畫》。該總體計畫所涵蓋的面積約為 17.4 公頃。營運計畫區域的位置詳見[附件1]。

施特拉爾松德礦業局於2015年2月9日核發之2013–2015年主要營運計畫許可（案號 613/13071/024/15/092，登記號 2498/13）有效期至 2017 年 2 月 28 日止。

其中包含施特拉爾松德礦業局於2015年1月30日核發之自然保護許可（案號：613/13071/024/15/01，登記號：2498/13），該許可係依據主要營運計畫核准之有效期限核發。

基於 Bergwerk Klatzow GmbH 於 2023 年 3 月 22 日提交之延長主要營運計畫許可有效期限之申請，施特拉爾松德礦業局已於 2023 年 2 月 28 日（案號 613/13071/024/15/093，登記號 995/23），將許可有效期延長至 2025 年 2 月 28 日。

5 黏土原料的潛在應用領域

根據DURTEC公司於2009年11月23日所提之意見書 [附件3，2011年鑑定報告]，黏土原料可應用於以下領域

:

- 磚瓦產業
- 燒結磚及屋頂瓦產業
- 牆面及地磚（石質瓷磚）
- 未上釉、耐寒的地面陶瓷
- 用於屋頂瓦片的陶瓷釉下彩
- 膨潤土
- 廢棄物管理用密封黏土
- 水處理

6 原料特性評估

根據現有文件（見上文）關於礦物學、地球化學及流變學特性的資料，可確定該黏土原料主要適用於製造密封黏土（膨潤土），但也適用於陶瓷應用領域。此事實因此成為礦床評估的基礎。

以下主要以作為密封黏土的用途為重點，

為獲得與該礦床相近之可靠價值評估，簽署方已聯繫 FIM Friedland Industrial Minerals GmbH 公司，該公司於弗里德蘭工廠（D-17096 Friedland）生產的未燒製黏土（膨潤土）具有幾乎完全相同的原料

。就此而言，該礦床具備區域性與基礎設施上的關聯性，尤其在地球化學與地層學（第三紀、海相礦床）層面上，兩者實質上屬於同一類物質。

所謂「弗里德蘭黏土」的原料參數詳見[附件5，2011年鑑定報告]。[附件5]附有弗里德蘭工業礦物有限公司（Friedland Industrial Minerals GmbH）的最新報價（2023年9月19日）。

FIM 公司所列舉的下列標準，是決定該黏土能否用作密封黏土的關鍵：

- 具膨脹性的交替層狀礦物：	44 %
- 白雲母：	12 %
- 高嶺石/綠泥石：	11 %
- 碳酸鹽	2 %
- 黃鐵礦	1 %

與此相較，DURTEC 公司 [附件 3，2011 年鑑定報告] 所列出的數值顯示如下：

- 具膨脹性的交替沉積礦物：	35 – 40 %
- 白雲母：	最高 15 %
- 高嶺石/綠泥石	15 – 20 %
- 碳酸鹽	< 3 %
- 黃鐵礦	< 1 %

從礦物學角度來看，這些差異僅屬微乎其微，因此可視為無關緊要。

這一點也反映在作為密封黏土使用時相關的透水率數值上。

FIM 公司所提供的數值約為 $1.0 - 1.6 \times 10^{-11}$ m/sec，而「Loickenzin/Klatzow」黏土原料的數值則低於 1×10^{-10} [附件 3，2011 年鑑定報告]。同樣地，其陽離子交換容量分別為 50–60 mval/100g（FIM）與約 50 mval/100g，兩者完全一致。

在對鑽孔 Liner 10 深度 17.5 公尺處的樣本進行檢測時，亦證實了相同的滲透係數（柏林工業大學——地基工程與土力學系——Degebo 測試報告，2013 年 1 月 14 日）[附件 6]。

7 規劃及許可相關之前提條件

雖然根據《聯邦礦業法》（BBergG）第9條及第23條，BWE「Loickenzin/Klatzow」礦區歸Klatzow礦業有限公司所有，因此具備法律所有權，且其中17.4公頃的區域已獲核准的主要營運計畫（參見第4章），但為提交框架營運計畫，仍須進行以下規劃：

- 依據《聯邦礦業法》第55條，針對相應部分區域（各約1公頃）提交框架營運計畫及主要營運計畫。
- 編製相應的景觀保育配套計畫。
- 記錄與物種保護相關的現況。
- 進行水文地質評估。
- 《水資源框架指令》專業報告。

- 建築法規許可。

- 《自然棲息地指令》（FFH）及環境影響評估。

8 必要規劃之成本估算

鑑於規劃範圍內亦須納入邊緣區域，故假設考量範圍約為 60 公頃。

據此，相關成本如下：

框架營運計畫	約	30,000.00
景觀維護配套計畫	約	27,000.00
物種保護評估報告	約	14,000.00
水文地質評估報告	約 EUR	14,000.00
《水資源框架指令》專業報告	約 EUR	8,000.00
建築法規許可	約 歐元	10,000.00
FFH 或 UVS	約 歐元	18,000.00
規劃費用	約 EUR	121,000.00

9 土地收購成本估算

雖然礦床本身由 Bergwerk Klatzow GmbH 所有，但地表的土地所有權必須透過租賃或購買的方式取得。

鑑於 Bergwerk Klatzow GmbH 已決定購置該地權，根據梅克倫堡-前波美拉尼亞州土地估價高級委員會（OGAA）發布的州土地市場報告，目前農地的預估成本為每平方公尺 2.25 歐元。

「農地」的估算採用了保守的評估方法，因為 BWE 場地的一部分亦被用作「草地」和「休耕地」，而這些土地的基準地價要低得多。

在評估土地收購需求時，應考量以下事項：

如上所述，儲備量評估僅針對約 49 公頃的面積，即僅佔總用地面積（113 公頃）的約 43%，因為在上述空間規劃前提下，該部分土地可無障礙地進行臨時開採。儘管如此，在評估土地需求時，邊緣區域（如邊坡、安全帶等）亦應納入考量。就此而言，應以需購置的面積為 60 公頃為基準。

據此，土地收購應計入以下成本：據此，應計入以下成本：

- 土地購置 (600,000 平方公尺 × 2.25 歐元／平方公尺) 1,350,000.00 歐元

由於待購地塊未必完全與礦區邊界重合，因此有必要將潛在的超出範圍面積納入考量。

- 超出範圍的土地 (600,000 平方公尺 × 20% = 120,000 平方公尺 × 2.25 歐元) ,270,000.00 歐元

考量到市場發展導致地價上漲，可能使上層土地價格高於當前的參考基準，因此有必要將額外成本估算為 30%。

據此，針對

購置土地（含超出部分）及潛在價格上漲，需考量以下總費用： 2,106,000.00 歐元

10 廢石開採成本估算

根據 DURTEC 公司 [附件 4，2011 年評估報告]，應假設平均廢石厚度為 10 公尺。

據此，需清除的廢石體積可估算如下：開採面積：493,000 平方公尺 × 10 公尺 = 4,930,000 立方公尺

根據泥炭坑的一般經驗值，若運輸距離不超過 500 公尺，廢石的清除與臨時儲存平均成本應按 3.80 歐元 / m³。

據此，此項目的費用為：

廢石（4,930,000 平方公尺 × 3.80 歐元 / 立方公尺）	18,734,000 歐元
-------------------------------------	---------------

11 開採成本

鑑於 Bergwerk Klatzow GmbH 僅計畫從粘土坑銷售原土，因此計算開採成本時須考量以下參數：

- 挖掘、裝載至自卸卡車、運輸至最遠 500 公尺處、堆置。

此處需核實每公噸 1.90 歐元的成本。

據此，開採成本中的分攤比例為：

開採成本 (2,400萬噸 × 1.90歐元／噸) 45,600,000.00 歐元

12 復墾成本

在此主要應假設，上述廢石量（參見第 10 章）在開採結束後必須作為原生材料重新回填，同時須將相關特殊建模工作的計算納入考量。

此外，根據施特拉爾松德礦業局針對 HBP 所頒發的許可通知（參見第 4 章），廢石堆僅得作為臨時設施設置，並須在開採進度達到足夠程度後，將其重新填回露天礦坑中。

廢石堆填物的回填

(4,930,000 立方公尺 × 4.60 歐元 / 立方公尺) 歐元 22,678,000.00

從自然角度來看，舊陶土採掘場長期而言會逐漸積水。然而，視降雨量及陶土露天礦場的規模而定，此過程在某些情況下可能需要相當長的時間。因此，首要的復育目標在於打造所謂的濕地生態系，主要目的是為兩棲動物開闢新的棲息地。與在砂坑和採石場進行大面積造林措施相比，濕地生態棲地的復育僅需相對較低的投入，主要體現在先鋒植被的栽植，以及斜坡與池底的地形塑造上。

最終復育（先鋒植被種植、坡面設計等）的成本可估算為每平方公尺 4.00 歐元。

最終復育

(493,000 平方公尺 × 4.00 歐元／平方公尺) 歐元 1,972,000.00

13 地下水位降低與排水措施

根據 J. Schomburg 博士於 2011 年 5 月 25 日所提供之資料文件 [附件 4, 2011 年鑑定報告], 可推斷此處之地下水與地表水均流向托尼溪 (Torney-Bach)。

就此而言, 與「Altentreptow 東側」BWE 項目不同, 本案無需計入地下水降深相關費用。

須考量以下排水措施:

- 設置容量充足且配備滯留池的抽水井 (參見第4章、HBP、施特拉爾松德礦業局核准)。
- 處理泵井產生的淤泥
- 安裝的泵浦容量須具備足夠的安全餘裕, 以應對暴雨
- 在停工期間實施持續排水
- 證明現有管線化排放管道的尺寸足以進行排放

14 廠內道路建設

包價

歐元 80,000.00

15 行政費用

定額（市場價值的2%；參見第17章） 17,760,000.00 歐元

16 總成本

總而言之，開發「Loickenzin/Klatzow」風電場需驗證以下成本（估算

）需經核實：

規劃成本	歐元	121,000.00
土地購置	歐元	2,106,000.00
廢料	歐元	18,734,000.00
開採	歐元	45,600,000.00
復墾（廢石）	歐元	22,678,000.00
復墾（先鋒植物等）	歐元	1,972,000.00
道路建設	歐元	80,000.00
管理費用	歐元	17,760,000.00
總成本	歐元	109,051,000.00

這意味著，在預估庫存量為 2,400 萬噸且生產成本為

每噸 4.54 歐元

。

17 淨市值的計算

如第5章所述，簽署人已收到Friedland Industrial Minerals GmbH (FIM) 公司的一份最新報價[附件5]，其中指出，品質相同（見上文）的Rohton，在相同交貨條件下，其當前價格為

為 37.00 歐元／噸

，若以 2,400 萬噸為基準，總價值為

8.88億歐元

相當於

扣除第16章所述的生產成本後，得出的淨市值為

32.46 歐元 / 噸

據此，以預估庫存量約 2,400 萬噸計算，淨市值為

779,040,000.00 歐元

。

18 結語

最後，以下將再次總結導致上述評估的各項前提。

在對 BWE 轄區「Loickenzin/Klatzow」（113 公頃）內的儲量進行評估時，僅以 49 公頃的開採面積為基礎。就此而言，Klatzow 子區塊的 350,000 平方公尺幾乎全數被歸類為可開採區域；而 Loickenzin 子區塊僅有 143,000 平方公尺納入考量，因該區域構成一連貫的黏土複合體，且在區域規劃上可視為已確保可供開採。

關於規劃成本，作為 GEOTEKT / Bad Sachsa 業主的簽署人，可憑藉數十年來執行開採與復墾規劃的豐富經驗。

關於「Loickenzin/Klatzow」與「Friedland」兩處黏土原料的直接比較，需再次明確指出：從地球化學、礦物學、地層學及流變學角度來看，這兩處礦床幾乎完全相同。

評估市場價值的關鍵在於其作為高品質隔水黏土的適用性，這源於其高比例的膨脹性黏土（例如蒙脫石）。這使得這些黏土具有極低的透水性，使其特別適合用於水井和垃圾填埋場的建設。

此外，它們還具有極高的陽離子交換容量。此項特徵對於應用於水體與環境修復（污染物吸附）至關重要，包括用於核廢料最終處置。

雖然所謂的「陶瓷」黏土（高嶺石、伊利石等）在德國聯邦境內廣泛分布，因而市場價值相對較低，但具備上述特性的可膨脹黏土卻極為罕見。

最後需指出的是，在估算復墾成本（第12章）時，並未將潛在的後續用途納入考量；即作為堆肥場用地，這點基於黏土的技術特性，自然也是可行的。藉此可為開採區域創造額外的附加價值。然而，鑑於目前尚無法預測該地區中期內的未來垃圾掩埋需求，故暫未進行此類評估。

19 聲明

本人茲聲明，本估值係基於本人所知，且不受任何約束及對結果之個人利益影響而完成。

「Loickenzin/Klatow」黏土礦床的重新評估，完全由簽署人基於2011年的評估報告及新的基礎數據，親自完成。

巴特薩克薩，2023年10月25日



- 莫妮卡·德恩 -

- 地質學碩士 -

GEOTEKT
Geologisches Planungsbüro
37441 Bad Sachsa · Merseburger Str. 14
Tel.: 0 55 23 / 34 82
Fax: 0 55 23 / 28 28

所用資料

- [1] FIM GmbH 於 2023 年 9 月 19 日提出的報價
- [2] 阿爾滕特雷普托 (Altentreptow) 土地使用計畫, AT, F-Plan 第 5 次修訂, 2014 年,
阿爾滕特雷普托土地利用規劃 01-F-Plan 第 10 次修訂確認圖, 2021 年修訂
- [3] 柏林工業大學 2013年1月14日 檢驗報告
- [4] 2012年岩芯鑽探, Vormann und Partner Bohrgesellschaft mbH & Co.KG

2011年評估報告中所使用的文件與來源

- [I] 施特拉爾松德礦業局於2011年5月13日針對洛伊肯津/克拉茨奧BWE礦區出售事宜之確認函
- [II] 1994年信託機構 (鉀鹽/礦石開採/石材/土礦總局) 關於利用洛伊肯津 (Loickenzin) 及阿爾滕特雷普托夫 (Altentreptow) 東側BWE礦床之專案提案
- [III] Altentreptow / Loickenzin 黏土礦床——資料彙編——DURTEC / 2009年11月23日
- [IV] J. Schomburg 博士 (DURTEC 公司) 於 2011 年 5 月 25 日提供的資料文件
- [V] FIM GmbH 於2011年6月9日提交之報價單 (含Rohton資料表)
- [VI] 梅克倫堡湖區區域空間發展計畫 / 梅克倫堡湖區區域規劃聯盟 / 2011年
- [VII] 工業礦物、石材與土類之評估準則／第1部分：黏土／《地質年鑑》H系列, 第2期, 漢諾威地質研究局 (BGR) , 1997年

[VIII] 照片紀錄 / 2011年7月