

粘土鉱床の再評価

「ロイケンツィン／クラツォウ」

発注者：

ベルクヴェルク・クラツォウ社
Seeweg 2
12529 シェーネフェルト

担当：GEOTEKT

地質学修士 モニカ・デーネメルゼブル
ガー通り 14
37441 バート・ザクサ

電話：05523/3482

FAX：05523/2828

GEOTEKT

鉱床の評価



地質学修士 モニカ・デーネ

バート・ザクサ、2023年10月25日

目次

1	依頼内容.....	3
2	資源の状況.....	4
3	在庫評価.....	5
4	取得済みの許可.....	7
5	粘土原料の潜在的な用途分野.....	7
6	原料特性の評価.....	8
7	計画および許認可に関する要件.....	10
8	必要な計画の費用算定.....	11
9	土地取得の費用算定.....	11
10	残土処理費用の算定.....	13
11	採掘費用.....	13
12	復元費用.....	14
13	地下水水位低下および排水対策.....	15
14	構内道路の建設.....	15
15	管理費.....	16
16	製造原価（合計）.....	16
17	正味時価の算定.....	17
18	最終的な説明.....	18
19	説明.....	19

添付書類一覧

別紙1	「ロイケンツィン／クラツォウ」鉱山所有地の位置図	1 : 10,000
別紙2	「ロイケンツィン／クラツォウ」鉱山所有地の航空写真	1 : 10,000
別紙3	アルテントレプトウの現行土地利用計画の抜粋 AT、F-プラン第5次改正、2014年 01-F-Plan 第10次改正 確定計画図	1 : 5,000
別紙4	ベルクヴェーク・クラツォウ社 (Bergwerk Klatzow GmbH) の登記簿記載	
別紙5	2023年9月19日付 FIM GmbH からの提案書	
別紙6	ベルリン工科大学による2013年の試験報告書	
別紙7	2012年の地質ボーリング調査	

1 発注書

粘土および石膏岩の専門家であるディプロム・ミン・ドクター・ゲラルド・デーネ氏は、ベルクヴェルク・クラツォウ社の委託を受け、2011年7月11日付で「ロイケンツィン／クラツォウ」粘土鉱床の評価に関する鑑定書を作成した。本更新版は、主に新たな基礎データおよびそれに基づく粘土鉱床の再評価に関するものである。

当該粘土鉱床は、鉱業法（BBergG）第151条に基づく鉱山所有地（BWE）であり、面積は約113ヘクタールで、ロイケンツィン地区の区画1およびクラツォウ地区の区画1および3に位置し、ベルクヴェルク・クラツォウGmbHが所有しています。「ロイケンツィン／クラツォウ」部分区域は、総面積208ヘクタールの「ロイケンツィン」鉱業権区域の一部を構成している。

- シュトラールズント鉱山局による鉱業法（2011年）第23条に基づく当該確認は、[別紙1、2011年鑑定書]に記載されている。
- Bergwerk Klatzow GmbHは、コトブス地方裁判所にHRB 11792 CBの登記番号で登録されています[別紙4]。
- 税務上の状況：

管轄の事業税務署： ケーニヒス・ヴスターハ

ウゼン、納税者番号： 049/100/02320 付加価値税

識別番号： DE276725146

評価に関しては、とりわけ以下の書類が考慮されており、これらは前述の2011年の鑑定書に添付資料として掲載

されています：

- BWE鉱床Loickenzin（No. 169/90/634）およびBWE鉱床Altentreptow東部（No. 245/90/643）の活用に関する、信託機関（カリ・鉱石採掘・石材・土壌局）によるプロジェクト提案、1994年 [別紙2、2011年鑑定書]
- アルテントレプトウ／ロイケンツィンの粘土層 – データ集 – DURTEC社作成、2009年11月23日 [別紙3、2011年鑑定書]
- J. ショーンブルク博士（DURTEC社）によるデータ資料（2011年5月25日） [別紙4、2011年鑑定書]

本委託契約に基づき、鑑定書に関連する前提条件（主に鉱床の内容および面積に関する情報）については、これらが添付資料として提出されており、契約上の基礎とみなされているため、上記の情報源を参照しつつ、ここでは要約して言及するにとどめる。

本報告書では、主に技術的な利用可能性およびそれに関連する経済的検証について論じる。

2 資源の状況

以下に列挙する地質学のおよび埋蔵量に関する状況は、大部分がトレウハンド機関のプロジェクト提案 [別紙2、2011年鑑定書] およびDURTEC社のその他の資料 [別紙3、2011年鑑定書] および [別紙4、2011年鑑定書] に由来する

。

BWE鉱床「Loickenzin/Klatzow」は、地質学のおよび層序学的に、ヴィスワ氷期の基底モレーン地域に位置している

。

鉱床自体は、いわゆる「ルペルトン」の3つの変種に分類され、地質学的には第三紀の海洋性堆積物とみなされる

。

ルペル粘土の厚さを調査するため、2012年に深さ50 mまでのコアボーリングが実施された [別紙7]。表土、砂利砂、礫質粘土からなる7.5 mの表土層の下で、最終深度50 mまで、わずかにシルト質の粘土が確認された。粘土層の全厚さは穿孔調査の対象とはならなかった。

3 埋蔵量評価

- 1994年の信託機関によるプロジェクト提案の評価 [別紙2、2011年鑑定書] に基づき、前述の「ルペルトーン」は少なくとも2,400万トン採掘可能である。

この際、BWE「ロイケンツィン／クラツォウ」の面積は113ヘクタールであるが、埋蔵量評価では約49ヘクタールのみが評価対象となった点に留意する必要がある [別紙2、2011年鑑定書]。したがって、前述の2,400万トンは絶対的な最低値である。

上記の49ヘクタールの面積は、埋蔵量が疑いなく確認されている以下の区域に分かれる：

クラツォウ部分区画： 350,000 m² (35 ha) = 1,400万トン [別紙2、2011年鑑定書]

ロイケンツィン地区： 143,000 m² (14 ha) = 1,000万トン [別紙2、2011年鑑定書]

2011年の地域空間開発プログラム（RREP）「メクレンブルク湖水地方」 [別紙6、2011年鑑定書、**現在有効**] によると、BWEフィールド「ロイケンツィン／クラツォウ」は、資源確保のための「保留地域」に分類されている。両区域の詳細図は [別紙4、2011年鑑定書] に掲載されている。

2014年のアルテントレプトウ市の土地利用計画「AT、F-Plan第5次改正」（**現在有効**）において、BWE鉱区「ロイケンツィン／クラツォウ」は、鉱物資源の採掘区域として、粘土鉱業保護区域に登録されている [別紙3]。BWE「Loickenzin/Klatzow」は、土地利用計画において一部が区分された区域として示されている。

アルテントレプトウ市が採択した「01-F-Plan 第10次改正確定計画」（2021年改正、**現在有効**）においては、「Loickenzin/Klatzow」鉱区内の小部分について、「特別区域PV、太陽光発電による太陽エネルギーの利用」として登録されている [別紙3]。

太陽光発電設備の設置にあたり、Bergwerk Klatzow GmbHとSolarpark KZW GmbH & Co.KGとの間で契約が締結されました。この契約には、2054年12月31日までに太陽光発電設備の最終的な運転停止を行うこと、およびこの期限には設備の撤去も含まれることが明記されています。

地上設置型太陽光発電システムの総面積は10ヘクタールであり、BWE「Loi-ckenzin/Klatzow」区域内では、約6.88ヘクタールの面積が一時的に使用される。

したがって、地域計画上の要件は基本的に満たされている。

上記の埋蔵量推定においては、横断するベルリンーシュトラールズント鉄道線に関連する安全距離および盛土による採掘損失がすでに考慮されている [別紙2、2011年鑑定書]。

鉱業法（BBergG）第55条に基づく枠組み操業計画を取得するためには、計画上、以下の基準を考慮しなければならない：

- 鉱床の東側がアルテントレプトウ市に極めて近接していること
- BWEの南側を走る州道L 27
- 横断する鉄道線路および孤立した農家に対する安全距離または緩斜面（採掘区域から鉄道盛土の縁および孤立した農家まで少なくとも50m、第4章参照）
- 東側にFFH地域「トレンゼタール川とその支流」が存在すること。
- 周辺に農地があること
- 飲料水保護区域との接触なし

- 保護すべき生息地は確認されていない
- 自然保護区（NSG）および景観保護区（LSG）への影響や境界への抵触はない。

この点に関して何らかの制約が生じたとしても、前述の「保守的な」鉱床評価に基づき、2,400万トンの埋蔵量が少なくとも確保されていることは確実である。

4 既存の許可

2013年6月25日付で、Bergwerk Klatzow GmbHより「クラツォウ粘土露天掘りの建設および運営に関する2013年～2015年主要事業計画」が提出されました。同計画の対象面積は約17.4ヘクタールです。事業計画区域の位置は[別紙1]に示されています。

シュトラールズント鉱山局による2013年～2015年主要操業計画の認可（2015年2月9日付（AZ. 613/13071/024/15/092、登録番号2498/13）による承認の有効期間は、2017年2月28日までとされていました。

これには、主要操業計画の承認の有効期間に合わせて交付された、シュトラールズント鉱山局による2015年1月30日付の自然保護許可（AZ. 613/13071/024/15/01、登録番号2498/13）も含まれる。

本認可の有効期間は、2023年3月22日付のBergwerk Klatzow GmbHによる主要操業計画認可の有効期間延長申請に基づき、2023年2月28日付の決定書（AZ. 613/13071/024/15/093、登録番号995/23）により、2025年2月28日まで延長されました。

5 粘土原料の潜在的な用途分野

2009年11月23日付のDURTEC社による意見書 [別紙3、2011年鑑定書] によれば、粘土原料は以下の用途に使用可能です：

- レンガ産業
- クリンカーおよび屋根瓦産業
- 壁・床用タイル（石器）
- 釉薬なし、耐凍結性の床用セラミック
- 屋根瓦用セラミックエンゴープ
- 膨張粘土
- 廃棄物処理用シーリング粘土
- 水処理

6 原料特性の評価

入手可能な資料（上記参照）に基づき、鉱物学的、地球化学的、およびレオロジー的特性について検討した結果、この粘土原料は主にシーリング用粘土（ベントナイト）の製造に適しているが、セラミック用途にも利用可能であることが判明した。この事実は、その結果として鉱床評価の基礎となる。

以下では、主にシーリング用粘土としての用途に焦点を当てて検討する。

類似の鉱床に関する信頼性の高い付加価値の概念を得るため、署名者はFIM Friedland Industrial Minerals GmbH社に連絡を取りました。同社はフリードランド工場（D-17096 フリードランド）において、ほぼ同一の原料

採掘・販売している。この点において、地域的およびインフラ面での関連性は認められる。特に、地質学的および層序学的に（第三紀の海洋性鉱床）ほぼ同一の物質であることから、その関連性はさらに強まる。

いわゆるフリードランド粘土の原料パラメータは、[別紙5、2011年鑑定書]に記載されている。[別紙5]として、Friedland Industrial Minerals GmbHによる最新のオファー（2023年9月19日）を添付する。

シーリング用粘土としての使用において決定的なのは、FIM社が提示した以下の基準である：

- 膨潤性交替層鉱物：	44 %
- ムスコバイト：	12 %
- カオリナイト／クロライト：	11 %
- 炭酸塩	2 %
- 黄鉄鉱	1 %

これと比較して、DURTEC社 [別紙3、2011年の鑑定書] が提示した数値は以下の通りであった：

- 膨潤性交替堆積鉱物：	35 - 40 %
- ムスコバイト：	最大15 %
- カオリナイト／クロライト	15～20%
- 炭酸塩	< 3 %
- 黄鉄鉱	< 1 %

鉱物学的観点からは、これらの差異はごくわずかなものであり、したがって無視できるものと見なされる。

これは、シーリング用粘土としての使用可能性に関連する透水性の値にも反映されている。

FIM社は約 $1.0\sim 1.6\times 10^{-11}$ m/secという値を提示しているが、「Loickenzin/Klatzow」粘土原料の値は 1×10^{-10} 未満である[別紙3、2011年鑑定書]。同様に、陽イオン交換容量も50～60 mval/100g（FIM）と約50 mval/100gであり、同一である。

また、ボーリング孔Liner 10の深さ17.5 m地点から採取した試料の測定においても、同様の透水係数が確認された（ベルリン工科大学 基礎工学・土質力学専攻 – Degebo 試験報告書、2013年1月14日）[別紙6]。

7 計画および認可に関する要件

鉱業法（BBergG）第9条および第23条に基づき、BWE「Loickenzin/Klatzow」はBergwerk Klatzow GmbHが所有しており、したがって法的権利を有している。また、17.4ヘクタールの部分区域については承認済みの主要操業計画が存在する（第4章参照）。しかし、枠組み操業計画を提出するためには、以下の計画策定を行う必要がある：

- 鉱業法（BBergG）第55条に基づき、該当する部分区域（各約1ヘクタール）について、枠組み操業計画および主要操業計画を提出すること。
- これに関連する景観保全付随計画の作成。
- 生物多様性保護に関連する状況の把握。
- 水文地質学的評価。
- 水枠組み指令に関する専門報告書。
- 建築法に基づく許可。

- FFH（ハビタット指令）および環境影響評価。

8 必要な計画の費用算定

計画区域に関しては周辺地域も考慮に入れる必要があるため、検討対象区域は約60ヘクタールと想定される。

その結果、以下の費用が生じます：

基本運営計画	約 EUR	30,000.00
景観保全付帯計画	約	27,000.00
生物多様性保全に関する鑑定書	約 EUR	14,000.00
水文地質調査報告書	約 EUR	14,000.00
水枠組み指令に関する専門報告書	約 EUR	8,000.00
建築許可	約 ユー □	約10,000.00
FFHおよびUVS	約 ユー □	18,000.00
設計費	約 EUR	121,000.00

9 土地取得費用の算定

鉱床自体はBergwerk Klatzow GmbHが所有していますが、地表の土地所有権については、賃貸借契約を結ぶか、あるいは購入する必要があります。

Bergwerk Klatzow GmbHは土地の所有権を取得することを決定したため、メクレンブルク＝フォアポンメルン州の土地価格に関する上級鑑定委員会（OGAA）が公表した州土地市場報告書に基づき、農地については現在1平方メートルあたり2.25ユーロの費用が見込まれます。

「農地」という評価基準は、BWEフィールドの一部が「牧草地」や「休耕地」としても利用されており、それらの基準地価が大幅に低いことを考慮した保守的なアプローチである。

土地取得の必要量を算出するにあたっては、以下の点を考慮する必要があります：

前述の通り、備蓄量の算定は、約49ヘクタール、すなわちBWE（113ヘクタール）の約43%にのみ基づいています。これは、上記の地域計画上の要件の下で、当該面積を問題なく随時削減できるためです。とはいえ、土地の需要を算定する際には、周辺部（斜面、安全帯など）も考慮に入れるべきである。この点から、取得すべき面積は60ヘクタールと想定すべきである。

したがって、土地取得には以下の費用を見込む必要がある：したがって、これには以下の費用を

見込む必要がある：

- 土地取得 ($600,000 \text{ m}^2 \times 2.25 \text{ ユーロ/m}^2$) 1,350,000.00 ユーロ

取得対象となる土地が鉱区の境界と必ずしも一致するとは限らないため、潜在的なオーバーハング面積を含める必要がある。

- 超過面積 ($600,000 \text{ m}^2 \times 20\% = 120,000 \text{ m}^2 \times 2.25 \text{ ユーロ}$) ,270,000.00 ユーロ

市場動向による地価の上昇に伴い、現在の基準価格と比較してオーバーランド地域の価格が上昇する可能性を考慮し、30%の追加費用を見込む必要がある。

したがって、

土地の取得（余剰面積を含む）および将来的な価格上昇を見込んだ場合、以下の費用を合計として考慮する必要があります：

2,106,000.00ユーロ

10 残土の費用算定

DURTEC社 [別紙4、2011年鑑定書] によると、平均的な残土の厚さは10 mと想定される。

したがって、除去すべき残土の体積は次のように推定できる：採掘面積：493,000 m² × 10 m = 4,930,000 m³

粘土採掘場における一般的な経験値によれば、最大500 mの輸送距離における残土の搬出および中間貯蔵にかかる平均コストは、3.80ユーロ / m³と見積もる。

したがって、この項目の総額は以下の通りとなる：

採掘残土（4,930,000 m³ × 3.80 ユーロ/m³） **18,734,000ユーロ**

11 採掘コスト

Bergwerk Klatzow GmbHは、粘土採掘場からの未加工粘土の販売のみを目的としているため、採掘コストについては以下のパラメータを考慮する必要があります：

- 掘削、ダンプカーへの積み込み、最大500 mまでの輸送、堆積。

これについては、1.90ユーロ／トン（トン）の費用を確認する必要があります。

したがって、採掘コストに占める割合は以下の通りとなる：

採掘 (2,400万トン × 1.90ユーロ／トン) 45,600,000.00ユーロ

12 復元費用

ここでは、主に、上記の廃石量（第10章参照）が採掘終了後に原生材料として再利用される必要があると想定されるが、これに関しては、特別なモデリング作業の算定を考慮しなければならない。

また、シュトラールズント鉱山局によるHBPの認可決定（第4章参照）に従い、廃石山は一時的にのみ設置され、採掘が十分に進んだ後は、露天掘りの残坑に再埋設されなければならない。

採掘残土の埋め戻し

(4,930,000 m³ × 4.60 ユーロ/m³) ユーロ 22,678,000.00

本来、かつての粘土採掘場は長期的には水で満たされる。しかし、降水量や粘土露天掘りの規模によっては、この過程が非常に長い期間を要する可能性がある。したがって、主な復元目標は、主に両生類に新たな生息地を提供するため、いわゆる湿地生息地の造成にある。湿地生息地としての自然再生においては、例えば砂採掘場や採石場における大規模な植林措置とは対照的に、先駆植物の植栽や斜面・底面の地形形成といった比較的少額の費用で済みます。

最終的な復元工事（先駆植物の植栽、斜面の造成など）の費用は、1平方メートルあたり4.00ユーロと見積もることができる。

15 管理費

定額（時価の2%；第17章参照） 17,760,000.00ユーロ

16 製造原価（合計）

要約すると、「Loickenzin/Klatzow」炭鉱の採掘には、以下の費用（概算）がかかる。

）を検証する必要がある：

計画費用	EUR	121,000.00
土地取得費	EUR	2,106,000.00
残土	EUR	18,734,000.00
採掘	EUR	45,600,000.00
復元（採掘残土）	EUR	22,678,000.00
復元（先駆植物など）	EUR	1,972,000.00
道路建設	EUR	80,000.00
管理費	EUR	17,760,000.00
総原価	EUR	109,051,000.00

これは、予測在庫量が2,400万トン、製造原価が

1トンあたり4.54ユーロ

と見込まれることを意味します。

17 正味市場価値の算定

第5章で既に述べたように、署名者はFriedland Industrial Minerals GmbH（FIM）社からの最新のオファー[別紙5]を保有しており、これによれば、品質が同一（前述）であるRohtonの現在の価格は、同一の納入条件において

37.00ユーロ/トン

であり、これを2,400万トンで換算すると、総額は

8億8,800万ユーロ

に相当する

第16章に記載された原価を差し引くと、純市場価値は

32.46ユーロ/トン

したがって、予測在庫量が約2,400万トンである場合の純市場価値は

7億7,904万ユーロ

と見積もられる。

18 最終的な説明

最後に、上記の評価に至った前提条件を以下に改めて要約する。

BWE鉱区「Loickenzin/Klatzow」（113ha）内の埋蔵量評価においては、採掘可能面積は49haのみと想定された。この点に関して、クラツォウ（Klatzow）部分鉱区の350,000 m²はほぼ全域が採掘可能と分類された一方、ロイケンツィン（Loickenzin）部分鉱区では、当該区域が連続した粘土層を構成し、地域計画上、採掘が確保されていると見なせるため、143,000 m²の面積のみが検討対象に含まれた。

計画費用に関しては、署名者はGEOTEKT / バート・ザクサの所有者として、採掘および復元計画の実施において数十年にわたる経験を有している。

粘土原料「ロイケンツィン／クラツォウ」と「フリードランド」の直接比較に関しては、地化学的、鉱物学的、層序学的、およびレオロジー的に、これらがほぼ同一の鉱床であることを改めて明確に強調しておく。

市場価値の評価において決定的なのは、膨潤性粘土（例：モンモリロナイト）の含有率の高さに基づく、高品質な防水用粘土としての利用可能性である。これにより、これらの粘土は透水性が極めて低くなり、特に井戸や埋立地の建設に最適である。

さらに、これらの粘土は極めて高い陽イオン交換容量を有している。この特性は、水質浄化や環境修復（有害物質の吸着）における利用、さらには核廃棄物の最終処分場での使用においても決定的な要素となる。

いわゆる「セラミック系」粘土（カオリナイト、イライトなど）はドイツ連邦共和国で広く普及しており、その結果、市場価値が大幅に低い一方で、上記の特性を持つ膨潤性粘土は極めて稀にしか見られません。

最後に、復元費用の試算（第12章）においては、将来的な利用の可能性、すなわち、粘土の技術的特性から当然考えられる埋立地としての利用については考慮されていない点に留意すべきである。これにより、採掘地の付加価値を高めることが可能となる。しかし、現時点では、中期的に見ても当該地域における将来の埋立地の需要を推定することは不可能であるため、このような評価は行わなかった。

19 宣誓書

私は、本評価を、最善の知識に基づき、いかなる拘束も受けず、また結果に対する個人的な利害関係も持たずに作成したことをここに宣言します。

「ロイケンツィン／クラトウ」粘土鉱床の再評価は、2011年の鑑定書および新たな基礎データに基づき、署名者本人が単独で作成したものである。

バート・ザクサ、2023年10月25日



- モニカ・デーネ -

- 地質学修士 -

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

使用データ

- [1] FIM GmbHによる2023年9月19日付の提案書
- [2] アルテントレプトウ地区土地利用計画、AT、F-Plan 第5次改正、2014年、
アルテントレプトウ地区土地利用計画 01-F-Plan 第10次改正確定計画、2021年改正
- [3] ベルリン工科大学（TU Berlin）検査報告書 2013年1月14日
- [4] 2012年地質ボーリング調査、Vormann und Partner Bohrgesellschaft mbH & Co.KG

2011年の鑑定書から引用した資料および出典

- [I] 2011年5月13日付、シュトラールズント鉱山局によるBWEロイケンツィン／クラツォウの売却に関する確認書
- [II] BWEロイケンツィン鉱床およびBWEアルテントレプトウ鉱床（東側）の利用に関する、信託機関（カリ・鉱石採掘・石材・土壌局）による1994年のプロジェクト提案
- [III] アルテントレプトウ／ロイケンツィンの粘土鉱床－データ収集－ DURTEC / 2009年11月23日
- [IV] J. ショムブルク博士（DURTEC社）によるデータ資料（2011年5月25日付）
- [V] FIM GmbHによるRohtonに関するデータシートを含む見積書（2011年6月9日）
- [VI] メクレンブルク湖水地方地域空間開発プログラム／メクレンブルク湖水地方地域計画連合／2011年
- [VII] 工業用鉱物、石材および土壌の評価基準／第1部：粘土／地質年鑑シリーズH、第2号、BGRハノーファー、1997年
- [VIII] 写真記録 / 2011年7月