

# Kaolin



## **Kaolinlagerstätte Hassi Abyad in Mauretanien**

**Steckbrief**

# Einführung

Die Kaolinlagerstätte Hassi Abyad wurde von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) gemeinsam mit der Agence Nationale de Recherches Géologiques et du Patrimoine Minier (ANARPAM, ehemals OMRG) im Rahmen des Projektes „Unterstützung zur Diversifizierung des mauretanischen Bergbausektors“ in den Jahren 2016 – 2019 erkundet. Das Projekt ist Teil der deutsch-mauretanischen Zusammenarbeit und wird vom Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) finanziert.

Die Entdeckung der Kaolinlagerstätte ist auf die Brunnengrabungen ehemaliger Siedler zurückzuführen. Die Einwohner der Region suchten nach Grundwasser und gruben Brunnen. In jedem der gegrabenen Brunnen stießen die Einwohner auf ein weißes Gestein, das heute als Kaolin zu identifizieren ist (Abb. 1). Aufgrund dieses Wiedererkennungsmerkmals wurde der Ort als Hassi Abyad (weißer Brunnen) bezeichnet.

**Abb. 1: An der Oberfläche anstehender Kaolin in Hassi Abyad mit einem von mehreren zur Grundwassersuche gegrabenen Brunnen, Foto: BGR.**

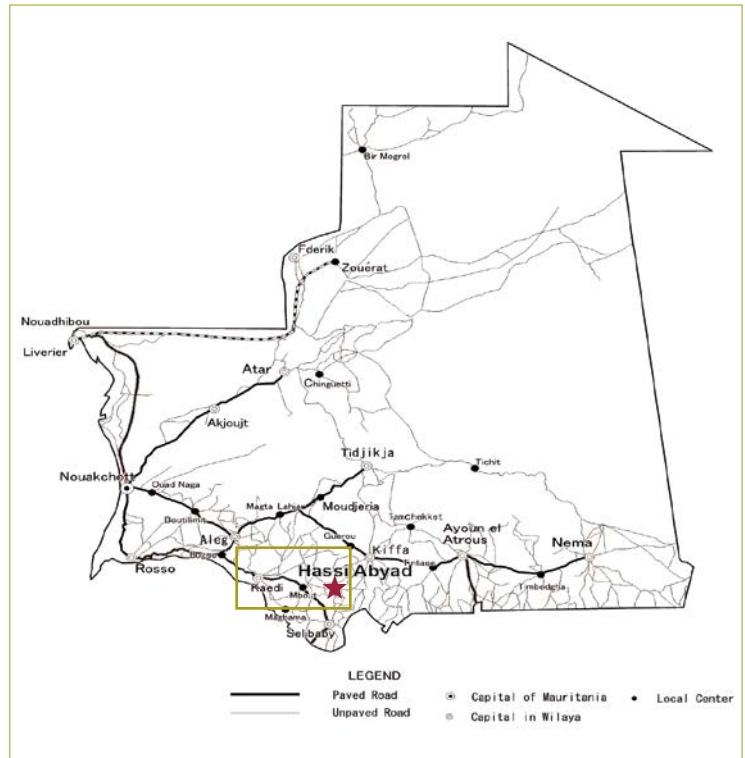
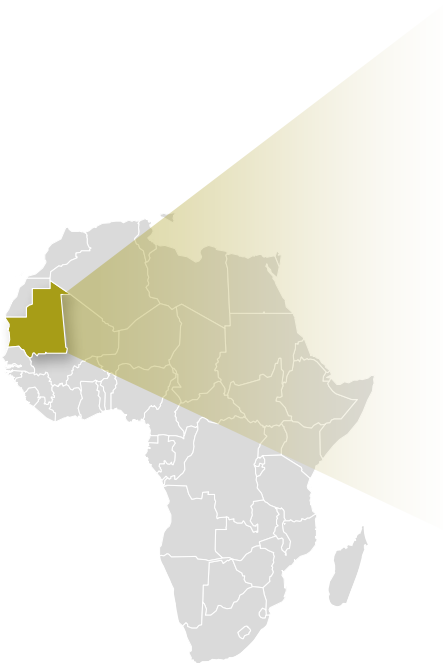




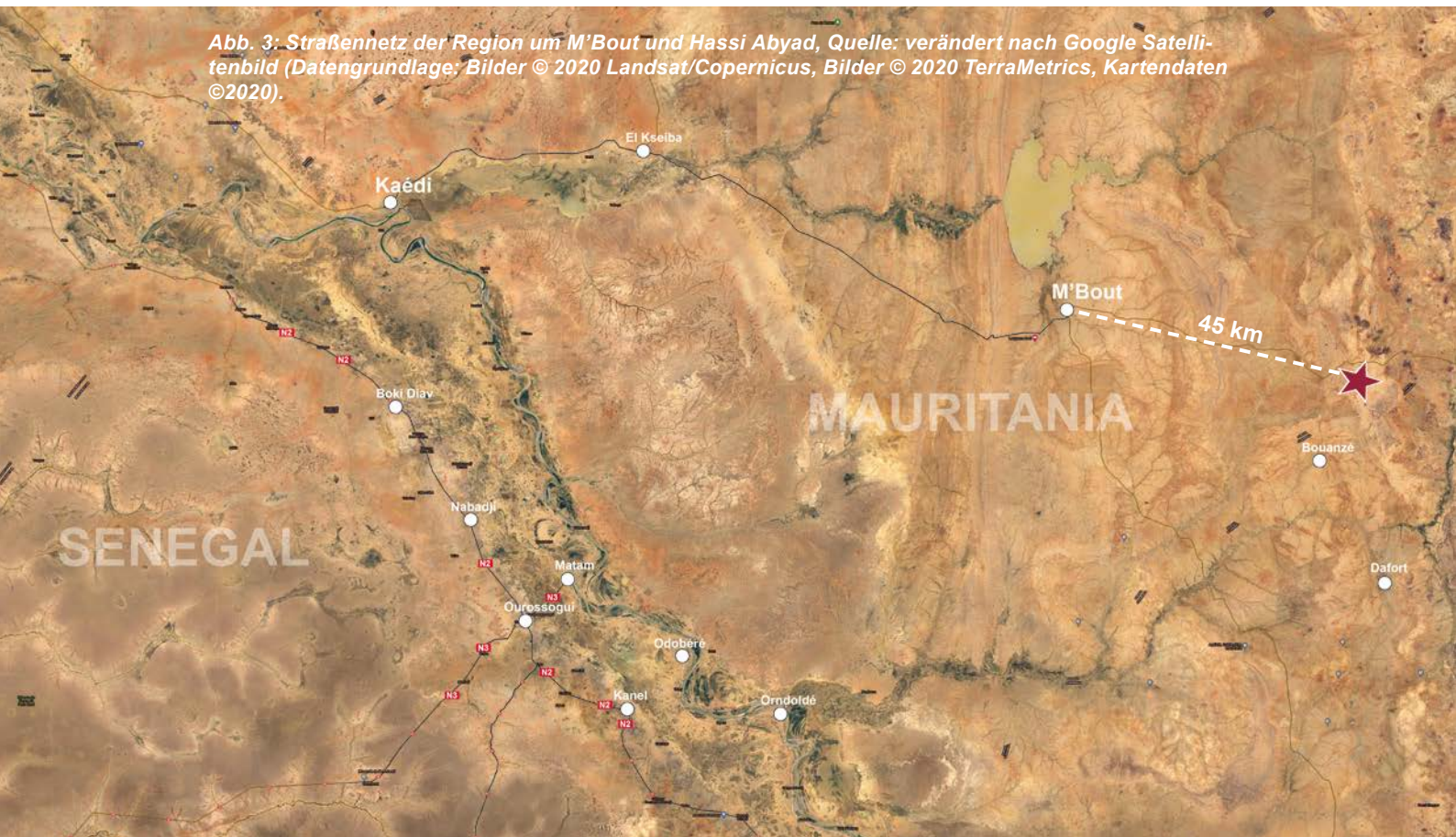
## Lage der Kaolinlagerstätte

Die Lagerstätte Hassi Abyad befindet sich im Süden des Landes (Abb. 2). Sie liegt ca. 110 km nördlich des Senegalfusses (Grenze zum Senegal) und ca. 45 km östlich der Stadt M'Bout. Von den großen Städten und Häfen Mauretaniens bis M'Bout sind die Straßen asphaltiert. Von dort führt eine Schotterpiste nach Hassi Abyad (Abb. 3).

**Abb. 2: Lage der Kaolinlagerstätte in Mauretanien, Quelle: <http://www.omrg.mr/fr/infrastructure.html>.**



**Abb. 3: Straßennetz der Region um M'Bout und Hassi Abyad, Quelle: verändert nach Google Satellitenbild (Datengrundlage: Bilder © 2020 Landsat/Copernicus, Bilder © 2020 TerraMetrics, Kartendaten ©2020).**



## Hassi Abyad

Der Kaolin von Hassi Abyad entstand durch die Verwitterung von metamorphen Gesteinen des jungpräkambrischen Mauritaniden-Orogens (Chaîne de Mauritanides). Die Metamorphite dieser Region sind aus der Umwandlung von vulkano-sedimentären Abfolgen entstanden. Überlagert werden die Gesteine von jüngeren Lockersedimenten. Granitische Intrusionen sind rar im Mauritaniden-Orogen, treten aber wohl südlich von Hassi Abyad auf. Die Kaolinlagerstätte repräsentiert entweder ein durch Erosion gekapptes, in-situ Lateritprofil oder ist sekundär durch die Abtragung eines solchen Lateritprofils und fluviatiler oder äolischer Umlagerung des primären Kaolins entstanden. Für eine äolische Umlagerung würde die sehr feine Korngröße der Kaolinitkristalle sowie die Reinheit der Lagerstätte sprechen.

Die Lagerstätte Hassi Abyad befindet sich in einer leicht geneigten Verebnungsfläche umgeben von Sandsteinfelsen. Der Kaolin steht direkt an der Oberfläche an oder wird von einer max. 1 m mächtigen Deckschicht aus Lockersedimenten bedeckt. Die Größe der Lagerstätte umfasst an der Oberfläche mindestens 5 km<sup>2</sup>.

Während der Geländearbeiten (2017 – 2019) wurden insgesamt 150 Bohrlöcher abgeteuft:

- 145 Schneckenbohrungen mit insgesamt 1075 Bohrmetern,
- 5 Kernbohrungen mit insgesamt 51 Bohrmetern.

Der Kaolinkörper wurde nicht vollständig durchdrungen. Eine Mindestmächtigkeit von ca. 30 Metern wurde in einer Bohrung nachgewiesen (Abb. 4). Unterhalb der 30 Meter wurde feinkörniges, speckiges Material gefunden. Dieses Material ist weich und beinhaltet unter anderem Quarz, Kaolinit, Kalifeldspat, Plagioklas und Muskovit. Alle Bohrungen wurden meterweise oder entsprechend der Lithologie beprobt und in den Laboren der BGR auf deren geochemische und mineralogische Zusammensetzung hin untersucht.

### Verwendungsbereiche von Kaolin als Hauptbestandteil oder Zuschlagstoff

- *Klinker und Fliesen*
- *Sanitärkeramik und Porzellan*
- *Schneid- und weitere Sonderkeramik*
- *Füllstoff und Streichpigment in der Papierindustrie*
- *Trägerstoff von Farbstoffen in Lebensmitteln*
- *Zuschlagstoff für die Formgebung von Tabletten in der Pharmaindustrie*
- *Wirkstoff für die medizinische Diarrhöe-Behandlung*
- *Tonkomponente in der Zementindustrie*

*Der Wertstoff im Kaolin ist das Mineral Kaolinit. Neben dem Kaolinitgehalt beeinflussen jedoch noch viele weitere Faktoren die Abbauwürdigkeit eines Kaolinvorkommens. Weltweit werden Kaolinlagerstätten mit einem Kaolinitgehalt von über 30 Gew.-% abgebaut. Bereits aufbereitete Kaoline und Kaolinschlämme werden, je nach Anwendung mit einem Kaolinitgehalt zwischen 75 – 95 Gew.-% gehandelt.*

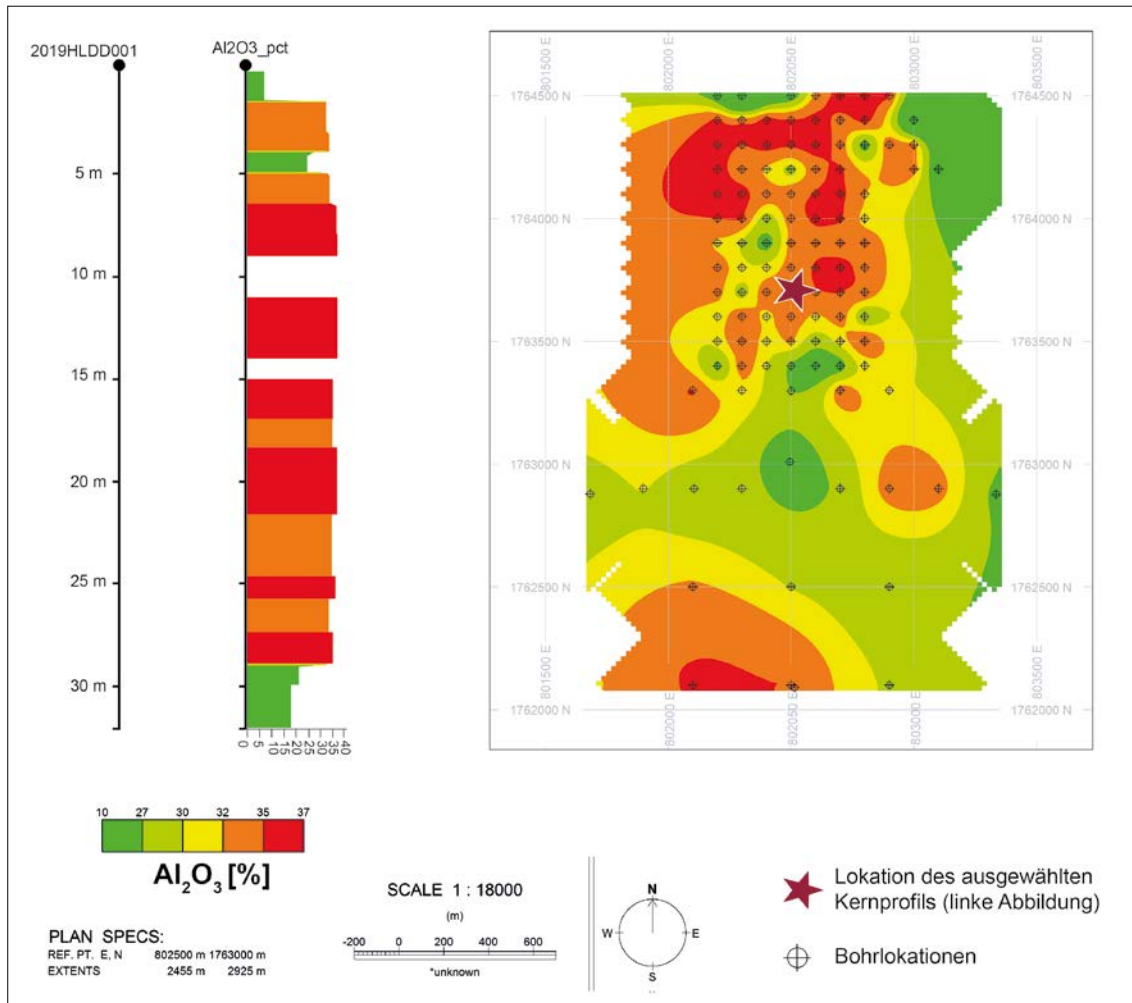


Abb. 4: In der linken Abbildung sind die Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Konzentrationen entlang einer Kernbohrung dargestellt. Die über die gesamte Teufe gemittelten Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Konzentrationen der untersuchten Lagerstätte werden in der rechten Abbildung veranschaulicht, Quelle: BGR.

## Zusammensetzung des Kaolins

### Durchschnittskonzentrationen der Hauptelemente (anhand von 613 Proben)

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>
48,98 Gew.-%	31,73 Gew.-%	3,75 Gew.-%	1,84 Gew.-%

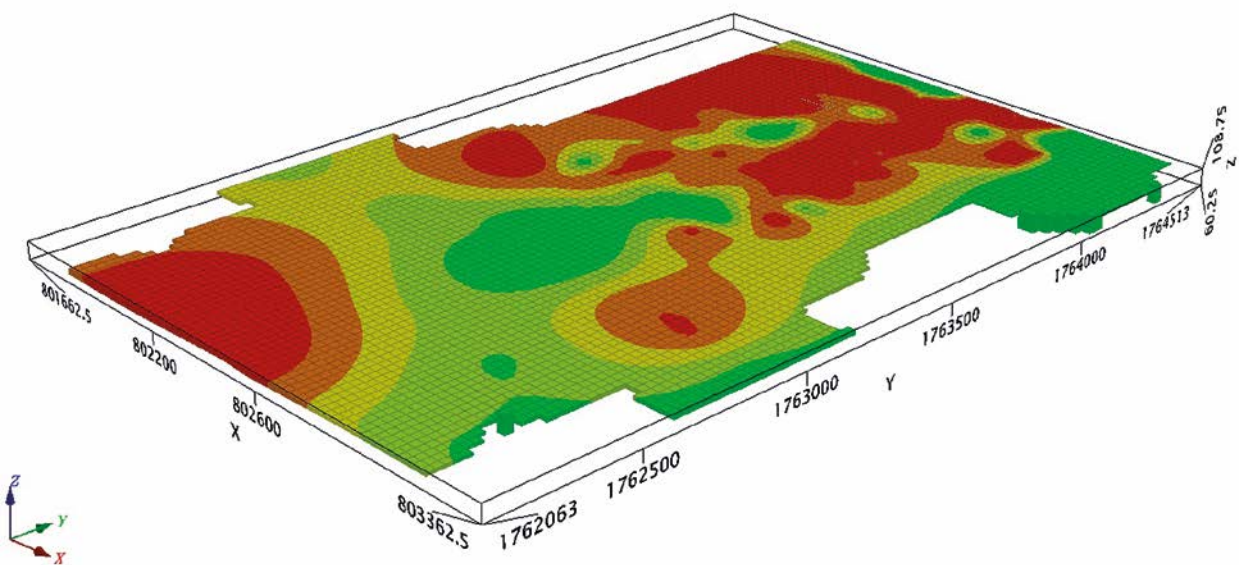
Der Durchschnittswert aller geochemischen Analysen (n = 613) an Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> liegt bei 31,73 Gew.-%. Da keine anderen Tonminerale in den Proben nachgewiesen worden sind, kann aus dem Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Gehalt ein durchschnittlicher Kaolinitgehalt von ca. 85 Gew.-% abgeleitet werden. Dieser Kaolinitgehalt wurde durch mineralogische Untersuchungen mittels Röntgendiffraktometrie anhand von 37 Stichproben bestätigt. Die Untersuchungen der Stichproben ergaben einen durchschnittlichen Kaolinitgehalt von 86,5 Gew.-%.

Basierend auf den geochemischen Analysen aller Bohrproben wurde ein 3D-Modell der Kaolinlagerstätte entwickelt (Abb. 5). Dafür wurde die Software Geosoft Target® verwendet. Der interpolierte Durchschnittswert der Lagerstätte beträgt 29,74 Gew.-% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Dies entspricht einem Kaolinitgehalt von ca. 82 Gew.-%. Hassi Abyad stellt demnach eine sehr reine Lagerstätte dar. Das berechnete Volumen des untersuchten Bereichs der Lagerstätte liegt bei rund 30 Mio. m<sup>3</sup>, wobei die äußere

Begrenzung noch nicht bekannt ist. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Lagerstätte in der Fläche (insbesondere in nördlicher und östlicher Richtung) noch weiter erstreckt. Bei dem berechneten Volumen, einer Dichte von  $\rho = 2,65 \text{ t/m}^3$  und dem interpolierten durchschnittlichen Kaolinitgehalt, ist in Hassi Abyad mit einer Tonnage von ca. 80 Mio. t Kaolin bzw. 65 Mio. t Kaolinit zu rechnen.

## Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten des Kaolins

Der Kaolin aus Hassi Abyad ist sehr feinkörnig. Über 70 % liegen in der Korngrößenfraktion kleiner  $2 \mu\text{m}$ . Keramiktests von ausgewählten (eisenarmen) Proben zeigten, dass sich der mauretische Kaolin für diverse keramische Produkte eignet (Sanitärkeramik, technisches Porzellan und Fliesen). Doch die Keramiktests zeigten auch, dass der feuerfeste Kaolin eine hohe Schwindung aufweist (typisch für kaolinitreiche Materialien). Ob sich der Kaolin als Füllstoff oder Streichpigment eignet, wurde bisher noch nicht untersucht. Aufgrund der etwas erhöhten Eisen- ( $\approx 3,75 \text{ Gew.-%}$ ) und Titan- ( $\approx 1,84 \text{ Gew.-%}$ ) in vielen Bereichen der Lagerstätte sind für einige Anwendungsbereiche, vermutlich weitere Aufbereitungsschritte notwendig. Die starke Thixotropie des untersuchten Kaolins muss dabei v. a. bei der Nassaufbereitung berücksichtigt werden.



**Abb. 5:** 3D-Voxel-Modell aus Hassi Abyad. Für jeden Bohrmeter, wird ein repräsentativer Voxel-Block erstellt, der die jeweiligen geochemischen Eigenschaften widerspiegelt. Um Zonen der Lagerstätte zu modellieren, für die keine geochemischen Analysen existieren (bspw. zwischen zwei Bohrlöchern), wird das Lagerstättenmodell zur hinreichenden Abschätzung interpoliert, Quelle: BGR.

Abb. 6: Schneckenbohrung im Kaolin, Foto: BGR.





## Kommerzielle Gewinnung: Aufbereitungs- und Abbaumöglichkeiten

Die anwendbare Aufbereitungstechnik bei Kaolinen ist stark variierbar. Je nach mineralogischer Zusammensetzung des Kaolins und enthaltenen Spurenelementen, ist eine Nass- oder Trockenaufbereitung möglich (Abb. 7).

Die Nassaufbereitung ist eine längere Kette von hintereinandergeschalteten Klassierern und Sortierern. Sie eignet sich für beinahe jedes Rohausgangsmaterial und ist in der Lage sehr reinen und weißen Kaolin herzustellen. Hydrozyklone sind hierbei essenziell. Sie sortieren und klassieren das zu trennende aufgegebene Material. Ist eine weitere Veredelung gewünscht und sollen weitere Unreinheiten wie Eisen und Titan beseitigt werden, ist je nach Verwachsungsgrad eine Flotation oder eine Magnetscheidung notwendig. Schließlich wird das Material eingedickt und getrocknet, sodass es als Endprodukt gehandelt werden kann.

Auf der anderen Seite ist die Trockenaufbereitung eine kostengünstige Möglichkeit Kaoline zu veredeln. Nach dem Zerkleinerungsprozess (um Verwachsungen aufzulösen) wird das Material lediglich einer trockenen Luftflotation oder Luftsetzung unterzogen. Das Material wird in eine Leicht- und eine Schwerfraktion getrennt. Aber auch hier ist eine Magnetscheidung möglich, um Eisenanteile zu entfernen. Die Trockenaufbereitung von Tonen ist jedoch nicht sehr trennscharf. Sie eignet sich für reine, wenig verunreinigte Lagerstätten sowie für Tone mit thixotropen Eigenschaften.

Der Abbau des Kaolins in Hassi Abyad ist relativ einfach mit Radladern und Baggern durchführbar. Aufgrund der geringen Mächtigkeit der Deckschicht (max. 1 m Lockersedimente) liegt das Abraum/Wertmineral Verhältnis weit unter 1 (Strip Ratio  $SR < 1$ ). Das bedeutet, dass die Aus- und Vorrichtung nicht zeitintensiv ist und ein geringes Abraumvolumen entsteht. Ein zeitnahe Fördern des Kaolins ist somit möglich.

Generell ist die Lage der Kaolinlagerstätte Hassi Abyad im bevölkerungsreichen Süden Mauretaniens günstig zum Aufbau möglicher weiterer Wertschöpfungsketten und Märkte. Die Lagerstätte selbst liegt in einem ländlichen Gebiet mit kleinen Siedlungen, in dem keine großen Flächen zur landwirtschaftlichen Nutzung beansprucht werden. Nördlich von M'Bout liegt ein See, dessen Nutzung für eine Aufbereitung eventuell in Betracht gezogen werden kann.

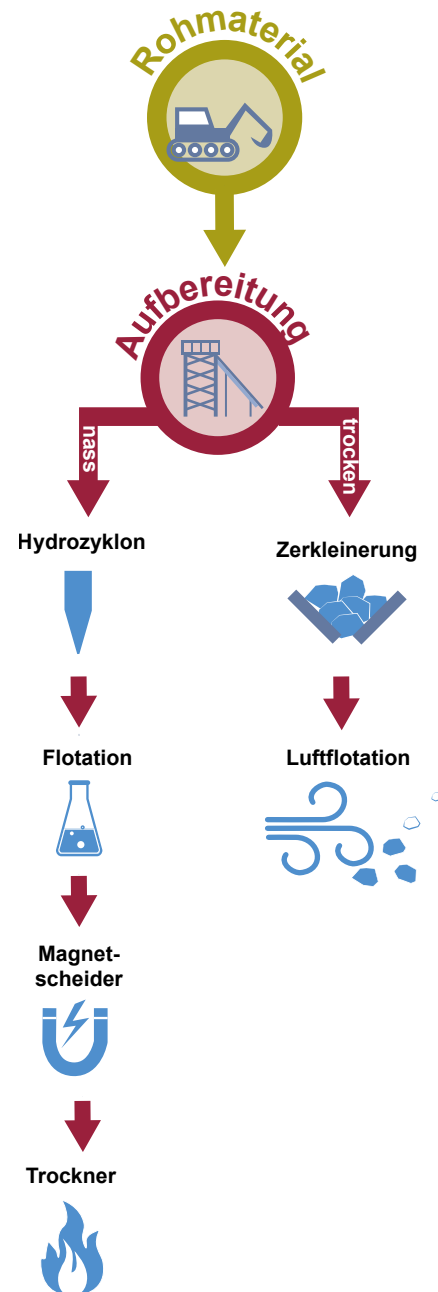


Abb. 7: Unterteilung der möglichen Kaolinaufbereitung in ein nasses oder trockenes Verfahren, Quelle: BGR.



*Abb. 8: Angeschnittener Kaolin in einem Wadi überlagert von Lockersedimenten mit einer Mächtigkeit von bis zu einem Meter, Foto: BGR.*

# Impressum

Herausgeber: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe  
Stilleweg 2  
30655 Hannover

Autoren: Omar Jatlaoui, Dirk Küster, Kerstin Kuhn, Emanetoullah Limam

Kontakt: Omar Jatlaoui  
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe  
Stilleweg 2  
30655 Hannover  
Omar.Jatlaoui@bgr.de

Emanetoullah Limam  
Agence Nationale de Recherches Géologiques et du Patrimoine Minier  
(ANARPAM)  
emanetoullah@yahoo.fr

Stand: Oktober 2020

ISBN: 978-3-948532-23-9 (Druckversion)  
978-3-948532-24-6 (PDF)

Titelbild: Anschnitt des Kaolins in einem Wadi, Foto: BGR.



On behalf of



Federal Ministry  
for Economic Cooperation  
and Development



Bundesanstalt für  
Geowissenschaften  
und Rohstoffe

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe  
Stilleweg 2  
30655 Hannover

[mineralische-rohstoffe@bgr.de](mailto:mineralische-rohstoffe@bgr.de)  
[www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de)

ISBN: 978-3-948532-23-9 (Druckversion)  
978-3-948532-24-6 (PDF)