

EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow

The mystery of clay – professional exploration of deposits

Mysterium Ton – fachgerechte Lagerstättenerkundung

Geological exploration is the first step in a complex value creation chain ending in the brick plant with the production of high-quality products. Not only the most important exploration methods depending on the expected type of resource are described in detail, typical exploration errors are also discussed.

Die geologische Erkundung ist der erste Schritt einer komplexen Wertschöpfungskette, die im Ziegelwerk mit der Herstellung hochwertiger Produkte endet. Es werden nicht nur die wichtigsten Aufschlussmethoden in Abhängigkeit von der zu erwartenden Rohstoffart im Detail beschrieben, sondern auch typische Erkundungsfehler aufgezeigt.

1 Introduction

Just imagine that you have a wonderful new clay site: no housing construction, no rival uses, no FFH areas, and with no resistance from the local population against clay extraction expected either.

In this situation, you are always faced by the same questions:

- › Of what quality is the raw material?
- › What quantity is available?
- › Are there geological faults?
- › How many drillings are needed?
- › Where and in what grid pattern should boreholes be drilled?
- › How deep should the boreholes be drilled?
- › What drilling method should be chosen?
- › Can geophysical or geoelectric exploration methods be used? If yes, who can do that?

All these questions are reasonable, after all, from a geoscientific perspective, clays are one of the most complicated mixtures of minerals in the continental crust. In this context, the author

Photo/Foto: Krakow, by courtesy of/mit freundlicher Genehmigung THADE GERDES GmbH (2019)



»1 Exploration of clinker clay: Auger drilling with a drilling rig on a caterpillar undercarriage, Lauenburg clay, soil classes 1 to 4 in accordance with DIN 18300, drilling diameter 270 mm, final depths to 30 m (Lower Saxony)

»1 Erkundung Klinkerton: Schneckenbohrungen mit Bohranlage auf Raupenfahrgestell, Lauenburger Ton, Bodenklassen 1 bis 4 nach DIN 18300, Bohrdurchmesser 270 mm, Endteufen bis 30 m (Niedersachsen)

1 Einleitung

Stellen Sie sich vor, dass Sie eine wunderbare neue Tonfläche haben: keine Wohnbebauung, keine konkurrierenden Nutzungen, kein FFH-Gebiet und Widerstände aus der Bevölkerung gegen die Tongewinnung sind auch nicht zu erwarten.

In dieser Situation steht man immer wieder vor den denselben Fragen:

- › Welche Qualität hat der Rohstoff?
- › In welcher Menge steht er an?
- › Gibt es geologische Störungen?
- › Wie viele Bohrungen werden gebraucht?
- › Wo und in welchem Raster sollte gebohrt werden?
- › Wie tief wird gebohrt?
- › Welches Bohrverfahren wird gewählt?
- › Kann man geophysikalische oder geoelektrische Erkundungsmethoden anwenden? Wenn ja, wer kann das machen?

All diese Fragen sind berechtigt, denn schließlich sind Tone aus geowissenschaftlicher Sicht eines der kompliziertesten Mineralgemenge der kontinentalen Erdkruste. Der Autor verwendet in diesem Zusammenhang auch gerne den Begriff „Mysterium Ton“. Art und Anteil der submikroskopisch kleinen Tonminerale bestimmen maßgebend die keramtechnologischen Eigenschaften. Und diese sensiblen Parameter sollten durch ungeeignete Bohr- und Probenahmeverfahren nicht modifiziert werden.

Ein anderes Beispiel sind petrografische Inhomogenitäten/Störstoffe innerhalb der tonigen Schichtfolge, beispielsweise Sandsteinlagen, Dolomitmäntel oder Gipsknollen, typisch für die zyklischen Playa-Sequenzen aus dem Rotliegend, Zechstein, Bunt-



Photo/Foto: Krakow (2008)

»2a Exploration of roofing tile clay: Dry drilling with auger bit, Transylvanian clay, soil classes 4 to 5 in accordance with DIN 18300, drilling diameter 240 mm, final depths to 20 m (Covasna/Romania)

»2a Erkundung Dachziegelton: Trockenbohrungen mit Schappe, Transsilvanischer Ton, Bodenklassen 4 bis 5 nach DIN 18300, Bohrdurchmesser 240 mm, Endteufen bis 20 m (Covasna/Rumänien)



Photo/Foto: Krakow (1987)

»2b Exploration of masonry brick clay: Drilling into artesian groundwater at the Muschelkalk/Keuper boundary, soil classes 4 to 7 in accordance with DIN 18300, drilling diameter 146 mm, final depth 50 m (Lower Saxony)

»2b Erkundung Mauerziegelton: Anbohren von artesischem Grundwasser an der Grenze Muschelkalk/Keuper, Bodenklassen 4 bis 7 nach DIN 18300, Bohrdurchmesser 146 mm, Endteufe 50 m (Niedersachsen)

likes to use the term “the mystery of clay”. Type and content of the submicroscopically small clay minerals crucially determine the ceramic-related properties. And it is imperative that these sensitive parameters are not modified by unsuitable drilling and sampling processes.

Another example are petrographic inhomogeneities/impurities within the clay sequence, for example sandstone layers, dolostone beds or clumps of gypsum, typically from the cyclic playa sequences from the Rotliegend, Zechstein, Buntsandstein and Keuper – alternating sequences, the clean exploration of which requires highly sophisticated drilling technology.

An old saying says that mistakes make you smarter, that is why one is not enough. This article therefore addresses typical exploration errors that have been made in the past, but which are still repeatedly made today, usually owing to a lack of routine, partly, however, because of ignorance or excessive risk tolerance. The consequences range from the unnoticed through the curious to the serious.

2 Lacking geological exploration

The first mistake that can be made is that simply nothing is done at all – full risk, no exploration.

Old survey reports compiled decades earlier with a completely different objective are relied upon. The motto here is that everything will turn out fine. Millions are invested in plants and equipment. But clay extraction has hardly started before the nasty surprises start turning up. The supposed fantastic brick clay contains sand, limestone and organics – as has happened repeatedly in Brandenburg. Or a typical example from North Rhine-Westphalia: the sought-after clinker clay, only a few metres thick in any case, gradually sinks under mountains of overburden: a ten-year approval process, stone separation machine, clay body adjustment – all for nothing. Just to save money, one exposes oneself to a completely incalculable technical and therefore naturally high financial risk.

First recommendation:

Make sure to get your own up-to-date picture of the site. Do not rely on others and old documents (»1).

sandstein und Keuper – Wechselfolgen, deren sauberer Aufschluss eine höchst anspruchsvolle Bohrtechnik voraussetzt.

Ein altes Sprichwort sagt, durch Fehler wird man klug, darum ist einer nicht genug. Deshalb orientiert sich der Artikel an typischen Erkundungsfehlern, die in der Vergangenheit gemacht wurden, die aber auch heute immer wieder gemacht werden, meistens aus mangelnder Routine, zum Teil aber auch aus Unwissenheit oder aus zu hoher Risikobereitschaft. Die Bandbreite in den Konsequenzen reicht dabei von unbemerkt über kurios bis folgenschwer.

2 Fehlende geologische Erkundung

Der erste Fehler, der gemacht werden kann, ist, dass einfach gar nichts gemacht wird – volles Risiko, keine Erkundung.

Man verlässt sich auf alte Untersuchungsberichte, die schon vor Jahrzehnten, mit einer ganz anderen Zielstellung, angefertigt wurden. Wird schon gut gehen, lautet die Devise. Millionen Investitionen in Werke und Anlagen fließen. Aber kaum hat die Tonförderung begonnen, kommt die böse Überraschung: Der vermeintlich tolle Ziegelton enthält Sand, Kalk und Organik – so immer wieder geschehen in Brandenburg. Oder ein typisches Beispiel aus Nordrhein-Westfalen: Der begehrte Klinkerton, ohnehin nur wenige Meter mächtig, versinkt nach und nach unter Bergen von Abraum: zehn Jahre Genehmigungsverfahren, Steinaussonderungsmaschine, Masseumstellung – alles umsonst. Nur um Geld zu sparen, begibt man sich in ein völlig unkalkulierbares technisches und damit natürlich auch hohes finanzielles Risiko.

Erste Empfehlung:

Machen Sie sich unbedingt ein eigenes aktuelles Bild. Verlassen Sie sich nicht auf andere und alte Unterlagen (»1).

3 Blinder Aktionismus

Der zweite Fehler geht genau in die entgegengesetzte Richtung. Im wahrsten Sinne des Wortes werden planlos Löcher in die Erde gemacht.

Dabei benötigt man unbedingt einen Plan, z. B. einen mit den wichtigsten Versorgungsleitungen im Untergrund: Gas,



PictureBild: redrawn from/umgezeichnet aus [1]

»3a Chinese depiction of a drilling site from the 13th century: even in those times several 100-m-deep drillings were possible, drilling time up to ten years

»3a Chinesische Darstellung einer Bohrstelle aus dem 13. Jahrhundert: Schon damals waren mehrere 100 m tiefe Bohrungen möglich, Bohrdauer bis zu zehn Jahre



PhotoFoto: Krakow (1985)

»3b Construction site surveying: Probe drilling, bog lime and loess loam, soil classes 1 to 3 in accordance with DIN 18300, drilling diameter 60-22 mm, final depth 12 m (Lower Saxony)

»3b Baugrunderkundung: Bohrsondierungen, Wiesenalk und Lößlehm, Bodenklassen 1 to 3 nach DIN 18300, Bohrdurchmesser 60 bis 22 mm, Endteufe 12 m (Niedersachsen)

3 Blind activism

The second error goes precisely in the opposite direction. In the truest sense of the word, holes are made in the earth without any plan at all.

But you definitely need a plan, e.g. one with the most important supply lines underground: gas, power, telephone, water. Drilling into such lines can be very unpleasant and expensive. Moreover, a plan with plot boundaries is needed, otherwise holes may be drilled on the wrong plot (»2a). All of that has happened before, even in Germany.

Moreover an idea of the expected geological and hydrogeological conditions is needed. For that is the basic precondition for the choice of the right drilling method and contracting of the drilling work. That is also the basis for determining the initial drilling points and end depths. Knowledge of the hydrogeological situation protects against drilling into confined groundwater, which is generally associated with a lot of hassle and high costs (»2b).

Second recommendation:

Make sure to get plans detailing the most important supply lines underground. Before the start of drilling, undertake a preliminary geological-hydrogeological survey, in the first step at best on the basis of the map of the near-surface raw materials KOR 200. All of Germany has been surveyed and mapped. The maps available nationwide with explanation of the chequered clay deposits can be obtained from Germany's Federal Institute of Geosciences and Natural Resources.

4 Wrong exploration/drilling process

4.1 History

Back in the 13th century, drilling technology for accessing water, coal and other raw materials already existed in China.

The percussion drilling technology used is still practiced today in principle. With drilling diameters up to 300mm, final depths of several 100 m were achieved. However, to sink such boreholes, up to ten years were needed (»3a). In historical documents from the time of the pharaohs in Egypt, traces of drilling work can be found [1]. Over the course of the centuries, drilling technology has been steadily further developed to improve the controllability of geological risks. Today a range of different exploration/drilling

Strom, Telefon, Wasser. Das Anbohren solcher Leitungen kann sehr unangenehm und teuer werden. Außerdem wird ein Plan mit Flurstücksgrenzen benötigt, sonst wird vielleicht auf dem falschen Grundstück gebohrt (»2a). Das ist alles schon vorgekommen, auch in Deutschland.

Ferner wird eine Vorstellung von den zu erwartenden geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen benötigt. Denn das ist die Grundvoraussetzung für die Wahl des richtigen Bohrverfahrens und die Vergabe der Bohrarbeiten. Das ist auch die Grundlage für die Festlegung der Bohransatzpunkte und Endteufen. Die Kenntnis der hydrogeologischen Situation bewahrt auch vor dem Anbohren von gespanntem Grundwasser, was in der Regel mit viel Ärger und hohen Kosten verbunden ist (»2b).

Zweite Empfehlung:

Besorgen Sie sich unbedingt Pläne von den wichtigsten Versorgungsleitungen im Untergrund. Machen Sie vor Beginn der Bohrarbeiten eine geologisch-hydrogeologische Vorerkundung, im ersten Schritt am besten auf Grundlage der Karte der oberflächennahen Rohstoffe KOR 200. Ganz Deutschland ist erfasst und kartiert. Das bundesweit verfügbare Kartenwerk mit Erläuterung der kartierten Tonvorkommen kann über die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe bezogen werden.

4 Falsches Aufschluss-/Bohrverfahren

4.1 Historie

Schon im 13. Jahrhundert existierte in China eine Bohrtechnik, mit der Wasser, Kohle und andere Rohstoffe erschlossen wurden.

Die eingesetzte Schlagbohrtechnik wird vom Prinzip her bis in die heutige Zeit praktiziert. Mit Bohrdurchmessern von bis zu 300 mm erreichte man Endteufen von mehreren 100 m. Jedoch wurde zum Abteufen solcher Bohrungen bis zu zehn Jahre benötigt (»3a). Auch in historischen Unterlagen aus der Zeit der Pharaonen in Ägypten lassen sich Hinweise auf durchgeführte Bohrarbeiten finden [1]. Im Laufe der Jahrhunderte wurde die Bohrtechnik ständig weiterentwickelt, um die Beherrschbarkeit geologischer Risiken zu verbessern. Heute stehen unterschiedliche Aufschluss-/Bohrverfahren zur Verfügung, um die Höffigkeit (Wahrscheinlichkeit, mit der aufgrund der geologischen Verhältnisse im Vergleich zu bekannten Vorkommen und Lagerstätten Anreicherungen bzw. Lagerstätten für bestimmte mineralische

Photo/Foto: Krakow, by courtesy of/mit freundlicher Genehmigung Gerdes GmbH (2019)



»4a The drilling auger loosens the drilled material at the end of the spiral with a cutting edge: Lauenburg clay, soil class 4 in accordance with DIN 18300, drilling diameter 270 mm, final depth 30 m (Lower Saxony)

»4a Die Bohrschnecke löst das Bohrgut am Ende der Spirale mit einer Schneide: Lauenburger Ton, Bodenklasse 4 nach DIN 18300, Bohrdurchmesser 270 mm, Endteufe 30 m (Niedersachsen)

Photo/Foto: Krakow, by courtesy of/mit freundlicher Genehmigung Thade Gerdes GmbH (2019)



»4b Sufficient quantities of rammed drilled material from the drilling auger: Lauenburg clay, soil class 4 in accordance with DIN 18300, drilling diameter 270 mm, final depths to 30 m (Lower Saxony)

»4b Ausreichende Mengen an gestauchtem Bohrgut aus der Bohrschnecke: Lauenburger Ton, Bodenklasse 4 nach DIN 18300, Bohrdurchmesser 270 mm, Endteufen bis 30 m (Niedersachsen)

methods is available to optimally assess the viability of deposits (probability with which on account of the geological conditions, in comparison with known deposits, concentrations or deposits for certain mineral resources can be expected). Here the rule is: the denser the exploration grid, the lower the risk.

4.2 General requirements today

Drilling methods and drilling diameter are primarily oriented to the type and quality of the required resource samples.

Basically, drilling methods are preferable with which the drilled material is extracted without it being disturbed and with which an unbroken record of the stratigraphic sequence is guaranteed. In clays endangered by erosion as well as in overlying coherent unconsolidated sediments, therefore, only dry drilling methods should be applied. The boreholes should be tubed as drilling progresses so as to prevent material from the borehole falling into the sample material.

To avoid subsidence and environmental damage, the boreholes must be carefully backfilled on subsequent retraction of the tube. Especially when confined groundwater is encountered or it is necessary to drill through several groundwater levels, the hydraulic barrier effect of the original layers must be restored by means of backfilling with high-grade clay pieces or clay pellets. Other criteria that can be decisive in the choice of the boring method refer primarily to the strength and consistency of the underground. Classification and remuneration are usually based on soil classes 1 to 7 in accordance with DIN 18300. Crucial to the choice of the drilling method are the exploration depth, the groundwater conditions and the available cost framework.

In the exploration of brick clays, as a first step an exploration grid of 100 m x 100 m has proved effective. If the drilling results can be correlated well, the grid can be extended to 200 m x 200 m. If the results deviate on the other hand, densification of the grid to 50 m x 50 m can be recommended. If the picture still is not clear, then test diggings with a hydraulic excavator at 25 m x 25 m should be arranged. In solid rock sequences, however, the strike and dip of the beds should be taken into consideration. The following is generally the case: drilling in the line of strike opens up the same beds and usually yields in similar re-

Rohstoffe erwartet werden können) von Lagerstätten optimal zu bewerten. Dabei gilt: Je enger das Aufschlussraster, desto geringer das Risiko.

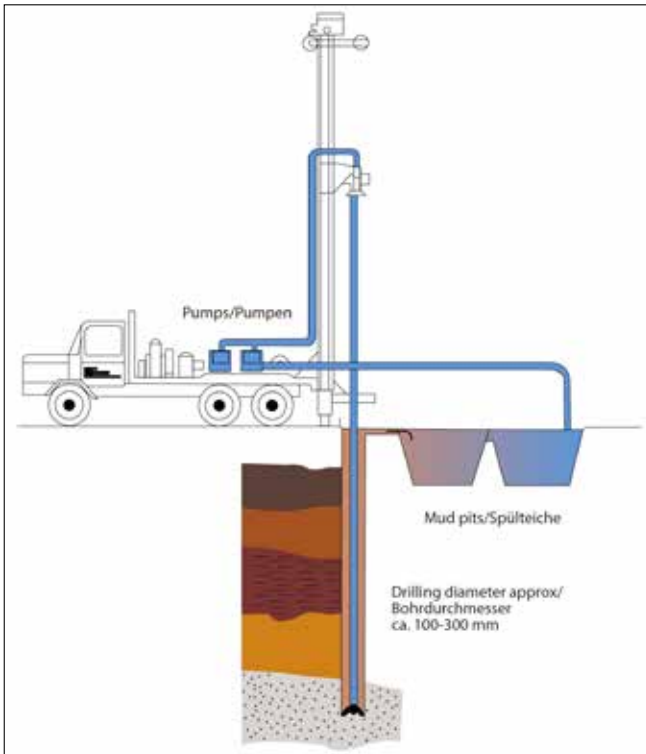
4.2 Allgemeine Anforderungen heute

Bohrverfahren und Bohrdurchmesser richten sich in erster Linie nach Art und Qualität der benötigten Rohstoffproben.

Grundsätzlich sind Bohrverfahren vorzuziehen, bei denen das Bohrgut möglichst ungestört gewonnen wird und bei denen eine lückenlose Aufnahme der Schichtfolge gewährleistet ist. In erosionsgefährdeten Tonen sowie in überlagernden bindigen Lockersedimenten sind daher nur Trockenbohrverfahren anzuwenden. Die Bohrlöcher sind entsprechend des Bohrfortschritts zu verrohren, damit kein Bohrlochnachfall in das Probengut gelangt.

Um Setzungs- und Umweltschäden zu vermeiden, müssen die Bohrlöcher mit dem abschließenden Ziehen der Verrohrung sorgfältig verfüllt werden. Insbesondere beim Antreffen von gespanntem Grundwasser oder dem Durchteufen mehrerer Grundwasserstockwerke muss die hydraulische Sperrwirkung des ursprünglichen Schichtverbandes durch Verfüllung mit hochwertigem Stückton bzw. Tonpellets unbedingt wiederhergestellt werden. Weitere Kriterien, die bei der Wahl des Bohrverfahrens entscheidend sind, beziehen sich vor allem auf die Festigkeit und Konsistenz des Untergrundes. Die Klassifizierung und Vergütung erfolgt üblicherweise nach den Bodenklassen 1-7 gemäß DIN 18300. Wesentlich für die Wahl des Bohrverfahrens sind ferner die Erkundungstiefe, die Grundwasserverhältnisse und der zur Verfügung stehende Kostenrahmen.

Bei der Erkundung von Ziegeltonen hat sich im ersten Schritt ein Aufschlussraster von 100 m x 100 m bewährt. Sind die Bohrergergebnisse gut korrelierbar, kann das Raster auf 200 m x 200 m erweitert werden. Sind die Ergebnisse dagegen unterschiedlich, empfiehlt sich eine Verdichtung auf 50 m x 50 m. Ist das Bild dann immer noch nicht eindeutig, sollten Probeschürfe mit dem Hydraulikbagger auf 25 m x 25 m angesetzt werden. In Festgesteinsfolgen sollte jedoch auch das Streichen und Fallen der Schichten berücksichtigt werden. Dabei gilt prinzipiell: Im Streichen angesetzte Bohrungen erschließen dieselben Schichten und ergeben meist ähnliche Ergebnisse. Senkrecht zum



Picture/Bild: redrawn from/umgezeichnet aus [2]

- »5 Schematic showing mud rotary direct circulation drilling
- »5 Schema des Rotary-Druckspülbohrverfahrens

sults. Drilling perpendicular to the strike covers different parts of the sequence, opening up the maximum range of materials in the raw material deposit.

4.3 Probe drilling/small-scale drilling

Probe drillings with core diameters from 32 to 80 mm are classed as small-scale drilling, which can be sunk with the help of a motorized or electric handheld drill (»3b). A slotted probe is struck by the metre into the underground. Exploratory boreholes can only be sunk in geological formations of the classes 1 to 4 in accordance with DIN 18300, providing these exhibit a pappy, soft to a maximum of stiff consistency. This means for the brickmaker: clays cannot be explored on account of the high cohesive forces, however, it is effective for exploration of the loams and sands that often constitute the overburden of clay deposits. The achievable final depths depend on the penetration resistance in the underground. They measure around 6 to 12 m.

The essential advantage of probe drillings is that in soft layers small, but largely continuous and complete samples of the quality grades 2 to 3 can be obtained. There are also advantages in the limited ground disturbance, the good accessibility of the drilling points and in the comparatively low time/cost requirement. Especially in combination with core drilling, close-meshed exploratory drillings can generally be recommended, providing loam-like layers of low consistency and depth are to be explored.

4.4 Rotary drilling without mud circulation

Drilling methods with an auger bit are suitable for unconsolidated rocks above groundwater level. Here a cylindrical auger loosens the underground with cutters or spiral heads. The casing picks up the disturbed drilled material. For better emptying, it is perforated. It is driven by means of a drill pipe turning and pressing. The sample quality generally corresponds to grades 3 to 4 and is therefore generally sufficient for an initial assessment

Streichen angesetzte Bohrungen erfassen unterschiedliche Teile der Schichtfolge und erschließen die maximale Bandbreite des Rohstoffvorkommens.

4.3 Bohrsondierungen/Kleinbohrungen

Bohrsondierungen mit Bohrkerndurchmessern von 32 bis 80 mm zählen zu den Kleinbohrungen, die mithilfe eines Motor- oder Elektrohandbohrgerätes abgeteuft werden (»3b). Dabei wird eine geschlitzte Sonde meterweise in den Untergrund geschlagen. Sondierbohrungen können nur in geologischen Formationen der Klassen 1 bis 4 nach DIN 18300 niedergebracht werden, sofern diese breiige, weiche bis maximal steife Konsistenz aufweisen. Das bedeutet für den Ziegler: Tone können aufgrund der hohen Kohäsionskräfte nicht erkundet werden, sehr wohl aber Lehme und Sande, die häufig den Überlagerungsraum von Tonvorkommen darstellen. Die erreichbaren Endteufen hängen vom Eindringwiderstand in den Untergrund ab. Sie betragen ungefähr 6 bis 12 m.

Der wesentliche Vorteil der Sondierbohrungen liegt darin, dass in weichen Schichten zwar geringe, aber weitgehend durchgehende und vollständige Proben der Güteklassen 2 bis 3 gewonnen werden können. Vorzüge liegen auch in den geringen Flurschäden, der guten Erreichbarkeit der Bohrpunkte und in dem vergleichsweise geringen Zeit-/Kostenaufwand. Insbesondere in Kombination mit Kernbohrungen sind engmaschige Sondierbohrungen grundsätzlich zu empfehlen, sofern lehmartige Schichten geringer Konsistenz und Mächtigkeit erkundet werden sollen.

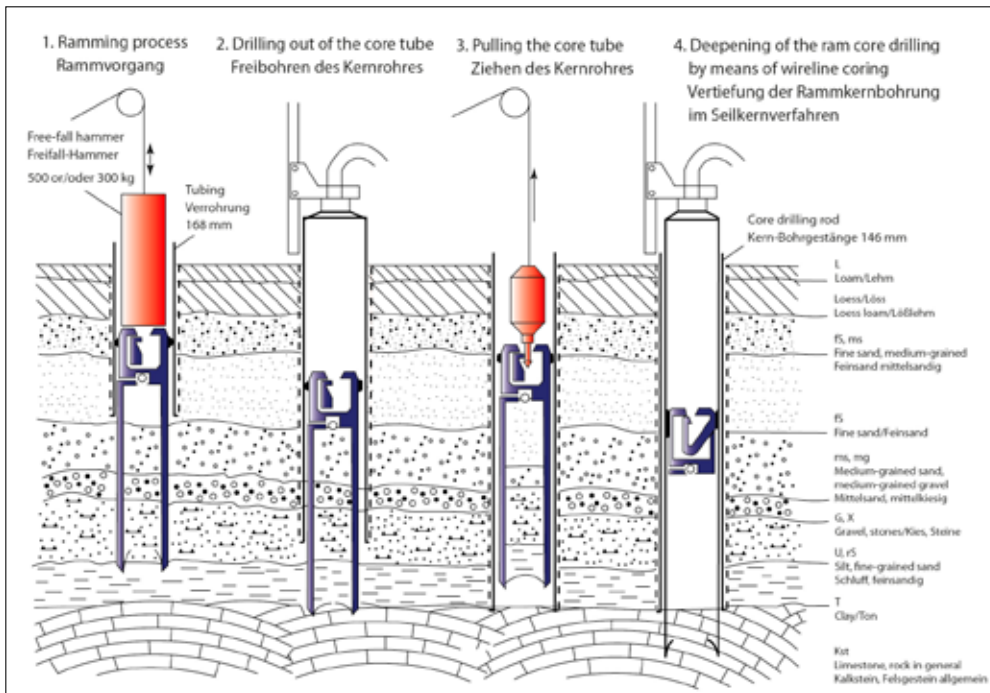
4.4 Drehbohrverfahren ohne Spülung

Bohrverfahren mit Schappe sind geeignet für Lockergesteine oberhalb des Grundwasserspiegels. Dabei löst eine zylindrische Bohrschappe den Untergrund mit Schneiden oder Spiralspitzen. Das Mantelrohr nimmt das gestörte Bohrgut auf. Zur besseren Entleerung ist es durchbrochen. Der Antrieb erfolgt über ein Bohrgestänge drehend-drückend. Die Probenqualität entspricht meist den Güteklassen 3 bis 4 und ist damit für eine erste Rohstoffbeurteilung häufig ausreichend. Der Gefügeverband ist gestört. Wichtige Schichtgrenzen sind aber erkennbar.

Trockenbohrverfahren mit Schnecke sind bei der Erkundung von bindigen Lockergesteinen wie Lehmen und plastischen Tonen weitverbreitet und relativ kostengünstig. Sie können in geologischen Formationen der Klassen 1 bis 5 nach DIN 18300 eingesetzt werden. Die erreichbaren Endteufen liegen meist bei 30 bis 40 m. Die Bohrschnecke löst den Untergrund mit einer Schneide am Ende der Spirale (»4a). Der Antrieb erfolgt über ein Bohrgestänge drehend-drückend. Das Probenmaterial ist durch den Bohrvorgang gestaucht, entsprechend der Güteklassen 3 bis 4 nach DIN 4021. Der Gefügeverband ist gestört. Schichtgrenzen sind aber gut erkennbar. Qualität und Menge des Probenmaterials sind für eine einwandfreie Beurteilung des Rohstoffs ausreichend (»4b). Moderne Anlagen verfügen über die Möglichkeit zur punktuellen Entnahme von Sonderproben der Güteklasse 1 nach DIN 4021.

4.5 Rotary-Druckspülbohrverfahren

Für das Abteufen von tiefen Aufschlussbohrungen in geologischen Formationen der Klassen 1 bis 7 (alle Locker- und Festgesteine) wird das Rotary-Druckspülbohrverfahren eingesetzt. Es ist das gängige Verfahren in der Erdöl- und Erdgasindustrie und ermöglicht Endteufen von mehreren Tausend Metern. Beim Druckspülen wird der Untergrund durch Drehbewegungen des



Picture/Bild: redrawn from/umgezeichnet aus [2]

»6 Schematic showing the combined ram core/wireline core drilling methods

»6 Schema des kombinierten Rammkern-/Seilkernbohrverfahrens

of the raw material. The structural bond is disturbed. Important layer boundaries can, however, be identified.

Dry drilling methods with an auger are widely used in the exploration of cohesive loose rock such as loams and plastic clays and are relatively low cost. They can be used in geological formations of the classes 1 to 5 in accordance with DIN 18300. The achievable final depths mostly reach 30 to 40 m. The drilling auger loosens the underground with a cutting edge at the end of the spiral head (»4a). Then it is driven by a drill pipe turning and pressing. The sample material is compressed by the means of the drilling method, in line with grade classes 3 to 4 in accordance with DIN 4021. The structural bond is disturbed. Layer boundaries can be easily identified. Quality and quantity of the sample material are sufficient for a sound assessment of the resource (»4b). Modern plants have the option for removal of special samples of quality class 1 in accordance with DIN 4021.

4.5 Mud rotary direct circulation drilling

For sinking deep exploration drilling in geological formations of the classes 1 to 7 (all unconsolidated and consolidated rocks) the mud rotary direct circulation drilling method is used. It is the commonly used method in the oil and natural gas industry and enables final depths of several thousand metres. In mud direct circulation drilling, the underground is first loosened from the bottom of the borehole by the rotary movements of the drilling tool (drag bit, roller bit) and then conveyed to the surface. For this, piston and centrifugal pumps are used to pump the mud from a mud pit through a delivery hose and through drilling tool to the bottom of the borehole. There the mud together with the drillings enters in the annular space between the borehole rod and the borehole wall and is conveyed above ground (»5).

In mud pits or mud tanks, the drilled material conveyed in the suspension settles and is available there for sampling. Through a suction hose, the clean mud with the solids removed is then recirculated. As with mud rotary direct circulation drilling only disturbed and primarily incomplete samples of quality class 5 in accordance with DIN 4021 can be obtained, and only from

Bohrwerkzeugs (Stufenmeißel, Rollenmeißel) zunächst von der Bohrlochsohle gelöst und dann an die Erdoberfläche gefördert. Dazu wird mit Kolben- oder Kreiselpumpen aus einem Spülteich das Spülungsmedium durch einen Druckschlauch und durch das Bohrwerkzeug an die Bohrlochsohle gepumpt. Dort tritt das Spülungsmedium zusammen mit dem Bohrklein in den entstehenden Ringraum zwischen Bohrerbohrung und Bohrerbohrwand ein und wird so zutage gefördert (»5).

In Spülteichen oder Spülwannen setzt sich das in Suspension geförderte Bohrgut ab und steht dort zur Bemusterung bereit. Durch einen Saugschlauch wird die feststoffbereinigte Spülflüssigkeit dann erneut in Umlauf gebracht. Da mithilfe solcher Spülbohrungen nur bedingt teufengerechte, gestörte und vor allem unvollständige Proben der Güteklasse 5 nach DIN 4021 gewonnen werden können, ist von diesem Verfahren für die Ziegelindustrie abzuraten. Um wichtige geologische Schichtgrenzen zu erfassen, müssten ergänzende bohrlochphysikalische Messungen durchgeführt werden. Aber auch dadurch wird die Qualität der Proben nicht besser.

4.6 Rammkernbohrverfahren

Um durchgehend ungestörte, vollständige und teufengerechte Rohstoffproben aus geologischen Formationen der Klassen 1 bis 5 nach DIN 18300 (Ton, Schluff, Sand, Kies) zu erhalten, wird das Rammkernbohrverfahren erfolgreich eingesetzt. Dabei wird zunächst ein 168-mm-Standrohr gesetzt und das Rammkernrohr mit einem PVC-Inliner bestückt. Anschließend wird das Kernrohr mit einem Freifallhammer in den Untergrund gerammt. Dabei werden die zum Vortrieb benötigten Rammschläge aufgezeichnet, um Hinweise auf die Festigkeit des Untergrundes zu erhalten (»6.1). Die so in den PVC-Inliner gekernnte Strecke ist meistens 1,0 m lang. Wenn das Kernrohr komplett in den Untergrund gerammt ist, wird nach dem Ausbau des Rammköpfs das Kernrohr mit einer 168-mm-Rohrtour überbohrt und so die Bohrlochwand gesichert (»6.2). Um das Rammkernrohr leichter zu ziehen und den Bohrkern zu schonen, erfolgt das Überbohren meist mit Wasser als Spülhilfe.



PhotoFoto: Krakow, by courtesy of/mrit freundlicher Genehmigung Celler Brunnenbau GmbH (2008)

»7a Exploration of masonry brick clay: Use of water as a flushing aid, wire-line core drilling method, playa clay sequences in the Upper Buntsandstein, soil class 6 in accordance with DIN 18300, drilling diameter 146 mm, final depths to 20 m (North Rhine-Westphalia)

»7a Erkundung Mauerziegelton: Einsatz von Wasser als Spülhilfe, Seilkernbohrverfahren, Playaton-Sequenzen im Oberen Buntsandstein, Bodenklasse 6 nach DIN 18300, Bohrdurchmesser 146 mm, Endteufen bis 20 m (Nordrhein-Westfalen)

the required depth in certain circumstances, this method cannot be recommended for the clay brick and tile industry. To record important geological layer boundaries, supplementary physical measurements of the borehole would have to be performed. But as a result, the quality of samples would not be improved.

4.6 Ram core drilling methods

To obtain continuously undisturbed, complete and depth-appropriate resource samples from geological formations of the classes 1 to 5 in accordance with DIN 18300 (clay, silt, sand, gravel), the ram core drilling method is used effectively. First a 168-mm standpipe is positioned, and the ram core tube is fitted with a PVC inliner. Then the core barrel is rammed with a free-fall hammer into the underground. The ram strokes necessary for driving the barrel are recorded to obtain an indication of the strength of the underground (»6.1). The cored section in the PVC liner usually measures 1.0 m in length. When the core barrel has been completely rammed into the underground, after removal of the rams, the core pipe is drilled over with a 168-mm casing and the borehole wall secured in this way (»6.2). To pull the ram core barrel more easily and to protect the drilled core, overdrilling is usually performed with water as flushing aid.

Then the lifter is inserted into the borehole and connected with the core barrel. After this the ram core barrel is detached from the bottom of the borehole and pulled up by means of a cable winch (»6.3). A core lifter clip at the bottom end of the core barrel prevents the drilled core falling out during extraction. After the drilled core in the PVC inliner has been removed out of the core barrel, it is sealed airtight for later assessment and stored in a core box. A core diameter of 101 mm has generally proven effective because relatively large numbers of samples can be taken. Depending on the strength of the underground, drilling depths in excess of 100 m are possible.

4.7 Rotary wireline core drilling

In solid rocks of the classes 6 to 7, cores are extracted by means

Anschließend wird der Fänger in das Bohrloch eingefahren und mit dem Kernrohr verbunden. Danach wird das Rammkernrohr von der Bohrlochsohle gelöst und über eine Seilwinde gezogen (»6.3). Eine Kernfangfeder am unteren Ende des Kernrohres verhindert das Herausfallen des Bohrkerns beim Ziehen. Nachdem der Bohrkern im PVC-Inliner aus dem Kernrohr entnommen worden ist, wird er zur späteren Begutachtung luftdicht versiegelt und in Kernkisten abgelegt. Ein Kerndurchmesser von 101 mm hat sich allgemein durchgesetzt, weil relativ große Probenmengen gewonnen werden können. Je nach Festigkeit des Untergrundes sind Bohrtiefen von bis zu über 100 m möglich.

4.7 Rotary-Seilkernbohrverfahren

In Festgesteinen der Klassen 6 bis 7 werden Kerne mit Spülbohrtechnik rotierend gewonnen. Für die Erkundung von verfestigten Tongesteinsfolgen jeglicher Art (Playaton-Wechselfolgen, Tonsteine, Schiefertone, Tonschiefer Phyllitschiefer) stellt das Seilkernbohrverfahren mit Doppelkernrohr die mit Abstand beste Aufschlussmethode dar (»7a). Vor allem weil Sedimentstrukturen und die tektonischen Lagerungsverhältnisse (Schichteneinfallen, Trennflächengefüge, Kluftmineralisationen) gut erfasst werden können. Das Doppelkernrohr bietet den entscheidenden Vorteil, dass beim Kernn nur aus äußere Rohr rotiert, während das Innenrohr nicht rotiert. Dadurch ist der Bohrkern keiner permanenten mechanischen Belastung ausgesetzt. Der allgemein übliche Bohrdurchmesser ist 146 mm bei einem Kerndurchmesser von 101 mm. Ein großer Vorteil dieses Verfahrens ist, dass es mit dem Rammkernbohrverfahren auf einer Anlage kombiniert werden kann. Das bedeutet in der Praxis: Nach Durchteufen der Lockergesteinsdecke kann die Rammkernbohrung problemlos im Seilkernverfahren vertieft werden (»6.4).

Der Spülungsfluss bei dieser Bohrmethode erfolgt über Kolbenpumpen aus einer Spülwanne oder einem Spülteich durch das Bohrgestänge. Dabei fließt die Spülung zwischen Innenrohr/Außenrohr, sodass eine stetige hydraulische Beeinflussung des Bohrkerns vermieden wird. Nur im Bereich der Bohrkronen, wo der Spülungsstrom den Zwischenraum Innenrohr/Außenrohr verlässt, wird der Kern kurzzeitig auf einer Länge von etwa 10 cm umspült. Wesentliche Aufgaben der Spülung liegen in dem Kühlen der Bohrkronen, dem Reinigen der Bohrsohle von Bohrklein sowie dem Stabilisieren der Bohrlochwandung.

Kernmarschlängen liegen bei diesem Verfahren standardmäßig bei 1,5 oder 3,0 m, selten bei 6,0 oder gar 9,0 m. Nach Beendigung des Kernvorgangs wird das Innenrohr mit dem gewonnenen Kern über eine Seilwinde geborgen, während der Gestängestrag samt Bohrkronen im Bohrloch verbleibt (»7b). Nach Abdrehen des Kernfangrings und vorsichtiger Entnahme des Kerns kann das Innenrohr wieder über die Seilwinde in das Bohrloch eingefahren werden. Wesentliche Voraussetzung für einen möglichst vollständigen Kerngewinn ist ein guter Kernerhalt. Lose Gesteinsbrocken werden von der Kernfangfeder nicht gehalten, es entstehen Kernverluste.

Die Kernqualität und der Kerngewinn hängen auch maßgeblich von der Wahl der richtigen Bohrkronen ab. Bei der Erkundung von heterogenen Tongesteinsfolgen sind Hartstiftkronen und corboritbesetzte Kronen zu empfehlen. Bei sehr schwierig zu kernenden Formationen empfiehlt sich auch hier der Einsatz eines PVC-Inliners, um den Kern zusätzlich vor dem Einfluss der Bohrspülung zu schützen (»8a). Mit der Rotary-Seilkernbohrmethode sind, vom Standrohr abgesehen, unverrohrte Kernboh-

of rotary circulation drilling. For the exploration of consolidated argillaceous rock sequences of every type (playa clay alternations, argillaceous rocks, shales, argillaceous schist, phyllite slate) the wireline core drilling method with double core barrel is easily the best exploration method (»7a). Above all, because sediment structures and the tectonic bedding conditions (inclination of the beds, joints, fissure mineralizations) can be effectively detected. The double core barrel offers the crucial advantage that during coring only the outer barrel rotates while the inner barrel does not rotate. As a result, the drilled core is not exposed to any permanent mechanical load. The generally common drilling diameter is 146 mm at a core diameter of 101 mm. A considerable advantage of this process is that it can be combined with the ram core drilling method. This means in practice: after drilling through the loose rock coverage, the ram core drilling can be easily deepened by means of the wireline core drilling method (»6.4).

With this drilling method, the mud is conveyed by means of piston pumps from a mud tank or a mud pit through the drill rod. Here the mud flows between the inside/outside barrels so that a constant hydraulic influence on the drilling core is avoided. Only in the area of the core bit where the mud stream leaves the interspace between the inner and outer pipes does the mud flow around the core for a short time over a length of around 10 cm. Key tasks of the mud are the cooling of the core bit, removal of drillings from the bottom of the borehole and stabilization of the borehole walls.



PhotoFoto: Krakow, by courtesy of/rmit freundlicher Genehmigung Celler Brunnenbau GmbH (2008)

»7b Drawing of the inner barrel with wireline lifter, wireline core drilling method, playa clay sequences in the Upper Buntsandstein, soil class 6 in accordance with DIN 18300, drilling diameter 146 mm, final depths to 20 m (North Rhine- Westphalia)

»7b Ziehen des Innerohrs mit Seilfangvorrichtung, Seilkernbohrverfahren, Playaton-Sequenzen im Oberen Buntsandstein, Bodenklasse 6 nach DIN 18300, Bohrdurchmesser 146 mm, Endteufen bis 20 m (Nordrhein-Westfalen)

www.deboermachines.nl

NOT JUST ANOTHER BRICK IN THE WALL.



Shaping Equipment for
Brick Slips that can be adapted
for many mounting options





PhotoFoto: Krakow, by courtesy of/mit freundlicher Genehmigung Celler Brunnbau GmbH (1996)

»8a Exploration of roofing tile clay: Recovery of the drill core in the PVC inliner, wireline core drilling method, argillaceous rocks from the Lower Jurassic, soil classes 3 to 6 in accordance with DIN 18300, drilling diameter 168 to 146 mm, final depths to 50 m (Thuringia)

»8a Erkundung Dachziegelton: Gewinnung des Bohrkerns im PVC-Inliner, Seilkernbohrverfahren, Tongesteine des Unterer Jura, Bodenklassen 3 bis 6 nach DIN 18300, Bohrdurchmesser 168 bis 146 mm, Endteufen bis 50 m (Thüringen)

With this method, the cored section lengths measure 1.5 or 3.0 m as standard, in rare instances 6.0 or even 9.0 m. After completion of the coring process, the inner barrel with the core obtained is recovered with a cable winch while the drilling string with drilling bit remain in the borehole (»7b). After twisting off of the core lifter ring and careful removal of the core, the inner barrel can be reinserted into the borehole using the cable winch. Key precondition for an as complete as possible core removal is a good core preservation. Loose lumps of rock are not held by the core lifter clip, core losses result.

The core quality and the core recovery depend significantly on the choice of the right drill bit. In the exploration of heterogeneous argillaceous rock sequences, hard pin bits and Corborit-tipped bits can be recommended. In formations that are very difficult to core, here the use of PVC inliners can be recommended to additionally protect the core against the effects of mud circulation (»8a). With the rotary wireline drilling method, apart from the standpipe, uncased core drilling to several 100 metres are possible. The so far deepest vertical wireline core drilling reached a depth of 3500 m [1].

4.8 Exploratory pits with a hydraulic excavator

With the help of a hydraulic excavator with hoe attachment, geological formations of the classes 1 to 5 in accordance with DIN 18300 can be explored to depths to around 5.0 m below ground. Precondition is, however, that the beds to be explored lie above the groundwater level. The advantage lies primarily in the large-scale exploration geometry and the possibility to inspect these exploratory holes directly providing appropriate precautions are taken. So sediment structures can be described very well over their depth but also over their horizontal distribution and formation. For example, the inclination of the strata or the type and intensity of the joint structure. Another advantage is the possibility for removal of large sample quantities (»8b). Also the removal of special samples of quality class 1 in accordance with DIN 4021 is possible. Another advantage is the low time and cost expenditure. In a short time, many exploratory pits can



PhotoFoto: Krakow (2020)

»8b Overlying horizon at dolomite quarry: Quick insight into the underground and recovery of large sample quantities, red saliferous clay, soil classes 3 to 4 in accordance with DIN 18300, final depth 5 m (Lower Saxony)

»8b Überlagerungshorizont Dolomitsteinbruch: schneller Einblick in den Untergrund und Gewinnung großer Probenmengen, Roter Salzton, Bodenklassen 3 bis 4 nach DIN 18300, Endteufe 5 m (Niedersachsen)

rungen bis zu mehreren 100 Metern möglich. Die bisher tiefste vertikale Seilkernbohrung erreichte eine Teufe von 3500 m [1].

4.8 Probeschürfe mit Hydraulikbagger

Mithilfe eines tieflöffelbestückten Hydraulikbaggers können geologische Formationen der Klassen 1 bis 5 nach DIN 18300 bis in Teufen von rund 5,0 m unter Gelände erkundet werden. Voraussetzung ist jedoch, dass die zu erkundenden Schichten oberhalb des Grundwasserspiegels liegen. Die Vorteile liegen vor allem in der großdimensionierten Aufschlussgeometrie und der Möglichkeit, diese Aufschlüsse unter Beachtung entsprechender Vorsichtsmaßnahmen auch direkt zu begehen. So können Sedimentstrukturen nicht nur in der Tiefe, sondern auch in ihrer horizontalen Verbreitung und Ausbildung sehr gut beschrieben werden. Beispielsweise das Schichteinfallen oder die Art und Intensität des Trennflächengefüges. Ein weiterer Vorteil liegt in der Möglichkeit zur Entnahme großer Probenmengen (»8b). Auch die Entnahme von Sonderproben der Güteklasse 1 nach DIN 4021 ist möglich. Vorteilhaft ist auch der geringe Zeit- und Kostenaufwand. In kurzer Zeit können viele Aufschlüsse niedergebracht, geologisch aufgenommen und bemustert werden.

Begrenzend ist neben der relativ geringen Erkundungstiefe vor allem das Ausmaß der Flurschäden anzusehen. Unabhängig davon sind die Schürfe nach der Aufnahme wieder sorgfältig und horizontgerecht zu verschließen. Probeschürfe mit dem Bagger sind vor allem zur Verdichtung des Aufschlussrasters zu empfehlen, insbesondere bei der Erkundung von Überlagerungshorizonten.

4.9 Geophysikalische Messungen

Geophysikalische Messungen an der Geländeoberfläche basieren methodisch auf der Verfolgung von Grenzflächen mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften des Untergrundes, wie der Fortpflanzungsgeschwindigkeit für seismische Wellen oder dem elektrischen Widerstand. Voraussetzung ist, dass der Untergrund möglichst nur zweischichtig aufgebaut ist und dass

be sunk, geologically logged and sampled.

A limitation besides the relatively small exploration depth is primarily the extent of ground disturbance. Irrespective of this, after logging, the prospecting pits must be closed carefully and in line with the horizon. Test digs with the excavator can be recommended primarily for densification of an exploration grid, especially for the exploration of overlying horizons.

4.9 Geophysical measurements

Geophysical measurements on the site surface are based methodically on the tracking of boundary surfaces based on different physical properties in the underground, like the propagation velocity of seismic waves or electrical resistance. Precondition is that the underground is built up only of two beds and that these beds differ clearly with regard to their wave velocities and their electrical resistance.

Advantages of the method are primarily the comprehensive exploration and the comparatively low financial expenditure. Limitations result from the necessary correlation of the measurement results with the results of direct exploration methods, generally with core drillings. Geophysical explorations can be recommended for densification of the exploration grid providing findings from direct explorations are positive. While main resource types like, for example, sand can be distinguished from clay, a distinction between different clay grades is not possible. Moreover, no samples can be extracted.

sich diese Schichten in ihren Wellengeschwindigkeiten bzw. in ihrem elektrischen Widerstand möglichst deutlich voneinander unterscheiden.

Vorteile der Methode liegen vor allem im flächendeckenden Aufschluss und im vergleichsweise geringen finanziellen Aufwand. Begrenzungen resultieren aus der zwingenden Korrelation der Messergebnisse mit den Ergebnissen direkter Aufschlussmethoden, in der Regel mit Kernbohrungen. Geophysikalische Erkundungen können zur Verdichtung des Aufschlussrasters empfohlen werden, sofern Befunde aus direkten Aufschlüssen positiv sind. Während Hauptrohstoffarten wie etwa Sand von Ton voneinander abgegrenzt werden können, gelingt dies bei unterschiedlichen Tonqualitäten nicht. Ferner können keine Proben gewonnen werden.

5 Fehlerhafte geologische Ansprache

Der nächste Erkundungsfehler bezieht sich weniger auf die Wahl des Bohrverfahrens als vielmehr auf die unzutreffende geologische Ansprache des Bohrgutes. Allgemein ist hier zunächst festzustellen, dass derzeit nur ein Bruchteil der Absolventen des geowissenschaftlichen Studiums in der Lage ist, Locker- und Festgesteine anzusprechen. Alles redet über Ressourceneffizienz, aber kaum einer kann Ressourcen überhaupt noch geologisch beschreiben, geschweige denn bewerten. Ein weitverbreiteter Fehler findet sich auch bei der Bearbeitung der Bohrkerne.

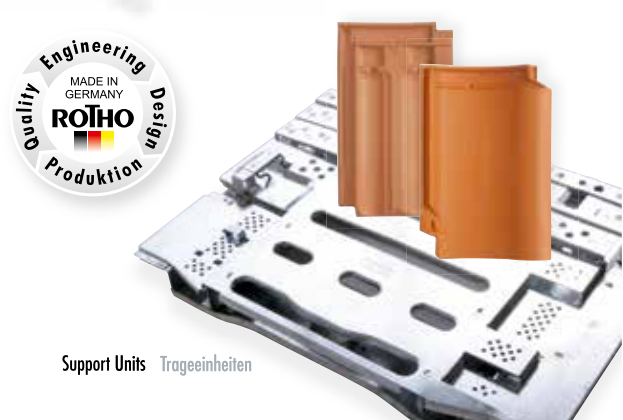
Was man dazu wissen muss: Bei der Erkundung von tonigen Schichtfolgen, insbe-

FAST · EFFICIENT · SAFE SCHNELL · EFFIZIENT · SICHER

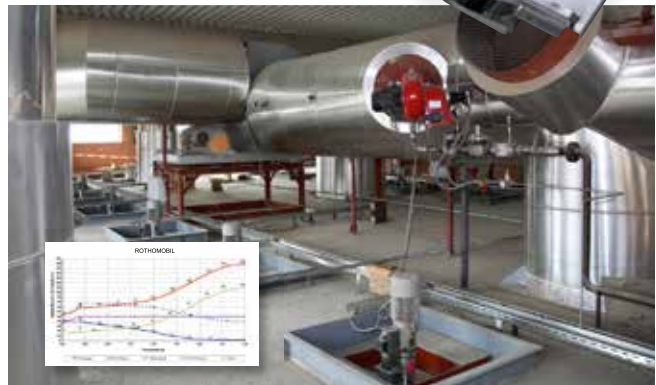
DRYERS / PROCESS ENGINEERING · TROCKNER / VERFAHRENSTECHNIK



Pallets Paletten



Support Units Trageeinheiten



DRYER OPTIMISATION · TROCKNER OPTIMIERUNG



ROBERT THOMAS Metall- und Elektrowerke GmbH & Co. KG
Hellerstraße 6 · 57290 Neunkirchen / Germany
Tel. +49(0)2735/788-0 · Fax +49(0)2735/788-559
www.rotho.de · sales@rotho.de



PhotoFoto: Krakow (2017)

»9a Non-prepared drilling cores: Diameter 101 mm, wireline core drilling method, drilling diameter 146 mm, playa clay sequences in the Upper Buntsandstein, depth 16 to 21 m (North Rhine-Westphalia)

»9a Nicht präparierte Bohrkern: Durchmesser 101 mm, Seilkernbohrverfahren, Bohrdurchmesser 146 mm, Playaton-Sequenzen im Oberer Buntsandstein, Teufe 16 bis 21 m (Nordrhein-Westfalen)



PhotoFoto: Krakow (2017)

»9b Prepared drilling cores: Diameter 101 mm, wireline core drilling method, drilling diameter 146 mm, playa clay sequences in the Upper Buntsandstein, depth 16 to 21 m (North Rhine-Westphalia)

»9b Präparierte Bohrkern: Durchmesser 101 mm, Seilkernbohrverfahren, Bohrdurchmesser 146 mm, Playaton-Sequenzen im Oberer Buntsandstein, Teufe 16 bis 21 m (Nordrhein-Westfalen)

5 Incorrect geological information

The next exploration error is related less to the choice of drilling method but rather the result of inaccurate geological identification of the drilled material. Generally, it should first be noted that only few geoscience graduates are currently able to accurately describe unconsolidated and consolidated rocks. Everyone is talking about resource efficiency but hardly anyone can describe resources in geologic terms, never mind assess them. A common error is made in processing of the drilling cores.

What you have to know here: In the exploration of clayey sequences, especially with the help of mud, the surface of the drilled cores is covered by a mm-thin clay film (»9a). That means that this clay film must be removed before logging any details of the cores. Otherwise petrographic inhomogeneities/impurities and important sediment structures like the joint structures, thin bed boundaries and secondary mineralizations are not identified (»9b). It should be noted that exploration boreholes should always be logged with the necessary ceramic expertise. That is not a job for geotechnical engineering offices.

6 No deposit certification

Another error often lies in the inadequate documentation of the drilling results. Deposit exploration measures are generally associated with high financial expenditure and risk. For this reason, all work findings should be carefully documented. To this end, all exploration points and sampling points should be georeferenced and plotted. This includes in every case site plans, drilling graphs and geological profile sections and, if possible, also geological maps, isolines and isopach maps. In the text section, the geological structure of the deposit should be described in generally understandable language. This includes primarily the description of the geological transect with details on bed thicknesses, but also information on any encountered groundwater or geological fault zones.

For compilation of the deposit certification required by the authorities, visual results of the field work must be underpinned with qualified laboratory tests. It must be proven that the explored deposit must be available in sufficient quality and quantity. To this end, at least the following laboratory tests should be

sondere mit Spülhilfe, ist die Mantelfläche der Bohrkern von einem mm-dünnen Tonfilm überzogen (»9a). Das bedeutet, dass dieser Tonfilm vor der Aufnahme der Kerne entfernt werden muss. Andernfalls werden petrografische Inhomogenitäten/Störstoffe und wichtige Sedimentstrukturen wie das Trennflächengefüge, Feinschichtgrenzen und sekundäre Mineralisationen nicht erkannt (»9b). Es ist auch darauf hinzuweisen, dass die Aufnahme von Erkundungsbohrungen stets mit dem erforderlichen keramischen Sachverstand erfolgen sollte. Dies ist keine Aufgabe für geotechnische Ingenieurbüros.

6 Kein Lagerstättennachweis

Ein weiterer Fehler liegt oft in der mangelhaften Dokumentation der Bohrergebnisse. Maßnahmen zur Lagerstätten erkundung sind in aller Regel mit einem hohen finanziellen Aufwand und Risiko verbunden. Daher sollten alle Arbeitsergebnisse sorgfältig dokumentiert werden. Zu diesem Zweck sind alle Aufschlusspunkte und Probenahmestellen zu georeferenzieren und grafisch darzustellen. Dazu gehören in jedem Fall Lagepläne, Bohrprofile und geologische Profilschnitte und, wenn möglich, auch geologische Karten, Isolinien- und Isopachenpläne. Im Textteil muss der geologische Bau der Lagerstätte allgemeinverständlich beschrieben werden. Dazu zählt vor allem die Beschreibung des Normalprofils mit Angaben von Schichtmächtigkeiten. Ebenso der Hinweis auf etwaig angetroffenes Grundwasser oder geologische Störungszonen.

Zur Erstellung des behördlich geforderten Lagerstätten nachweises müssen visuelle Geländebefunde durch qualifizierte Laborversuche untersetzt werden. Es muss nachgewiesen werden, dass das erkundete Vorkommen in ausreichender Qualität und Menge zur Verfügung steht. Dazu sind an einer repräsentativen Zahl von Proben mindestens folgende Laborversuche durchzuführen:

- › natürlicher Wassergehalt/Grubenfeuchte (DIN 18121)
- › Konsistenzgrenzen nach Atterberg (DIN 18122)
- › Korngrößenverteilung im Sieb-/Schlammverfahren (DIN18123)
- › Mikroskopie des Siebrückstands >125 µm

We are where
you need us to be!




conducted on a representative number of samples:

- › Natural water content/pit moisture (DIN 18121)
- › Consistency limits after Atterberg (DIN 18122)
- › Particle size distribution in the screening/washing process (DIN18123)
- › Microscopy of the screen oversize >125 µm
- › Lime content of the screen oversize >125 µm
- › Ceramic-related characteristics (DKG directives)
- › Chemical composition (XRF)
- › Content of organically bound carbon (TOC)
- › Mineral composition (XRD/FTIR)
- › Simultaneous thermal analysis (STA)

- › Kalkgehalt des Siebrückstands >125 µm
- › Keramtechnologische Kennwerte (DKG-Richtlinien)
- › chemische Zusammensetzung (RFA)
- › Anteil an organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC)
- › mineralogische Zusammensetzung (RDA/FTIR)
- › Simultan-Thermo-Analyse (STA)

Im Rahmen der integrierten keramtechnologischen Eigenschaftsprüfung muss nachvollziehbar gezeigt werden, dass das erkundete Vorkommen tatsächlich für den geplanten Einsatzzweck geeignet ist. Auf Grundlage der Laborversuche sind die entnommenen Proben in Wertgestein und Abraum zu klassifizieren.

Eine weitverbreitete Meinung ist, dass sich durch geologische Erkundungen die geologischen Verhältnisse nicht verändern. Das ist zwar richtig, aber darum geht es nicht. Es geht darum, dass die Ziegelwerke Planungssicherheit bekommen und Zeit, um neue Rohstoffstrategien zu entwickeln. Das ist der wahre Sinn von geologischen Erkundungen. 

Within the framework of the integrated ceramics suitability test, it must be reasonably shown that the explored deposit is in actual fact suitable for the planned application. On the basis of the laboratory tests, the samples taken must be classified as recoverable rock or overburden.

A widely held view is that the geological conditions do not change as a result of geological exploration. While this is correct, it is not relevant. Relevant is that the brick plants are given planning reliability and time to develop new resource strategies. That is the true purpose of geological exploration.

References/Literatur

[1] Schleuter, D. (2014): Kernbohrungen – das optimale Verfahren zur Erkundung des Untergrundes. Bergbau, Zeitschrift für Rohstoffgewinnung, Energie, Umwelt, 08/2014, S. 341-350
 [2] Krakow, L. & Homrighausen, R. (1997): Aktueller Stand der Ziegeltonerkundung. Bauverlag, Ziegelindustrie International, 03/1997, S. 115-126

Dr. Krakow Rohstoffe GmbH
www.dr-krakow-labor.de



Rely on the best partner!

34002 Vassiliko - Chalkida, Evia - Greece
 Tel.: +30 22210 51805-9 | E-mail: sb_sales@sabo.gr
www.sabo.gr

