Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

# Kaolin

## Kaolin in Deutschland

# Impressum

Herausgeber: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannover

Autor: Dr. Harald Elsner

Kontakt: Dr. Harald Elsner
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannover
harald.elsner@bgr.de

Layout: Jolante Duba

Karten: Lino Dücker, Jolante Duba

Stand: Oktober 2017

ISBN: 978-3-943566-40-6 (Druckversion)
978-3-943566-41-3 (PDF)

Titelbild: Bei Kemmlitz in Sachsen wird seit 1780 Kaolin gewonnen. Er zählt zu den hochwertigsten keramischen Kaolinen Europas, Foto: Amberger Kaolinwerke Eduard Kick GmbH & Co. KG (mit frdl. Genehmigung).

# Kaolin in Deutschland

Oktober 2017

# Inhaltsverzeichnis

*Einleitung* 4

*1 Übersicht und Definitionen* 5

*2 Eigenschaften von Kaolinit und Kaolin* 9

*3 Verwendungsbereiche* 13

*4 Rohstoffanforderungen* 23

*5 In Abbau stehende Lagerstätten in Deutschland* 31

5.1 Primäre Kaoline 32

5.2 Kaolinitische Tone 51

5.3 Recyclingkaolin 53

*6 Wertschöpfung in der weiterverarbeitenden Industrie* 55

*7 Kaoline und Naturschutz* 61

*8 Gibt es noch genug?* 65

*9 Kleine komplizierte Produktionsstatistik der Kaoline* 69

*Literatur* 71

# Einleitung

„Deutschland ist arm an Rohstoffen.“ Dieser oft und immer wieder gehörte Satz entspricht in seiner Einfachheit so nicht der Wahrheit und muss stark relativiert werden.

Zwar produziert Deutschland derzeit nur verschwindend geringe Mengen an Metallerzen, kann aber auf ein großes Sekundärangebot an Metallen aus dem Recycling zurückgreifen. Auch bei den Energierohstoffen – Erdgas, Erdöl und Kohle – wird zumindest ein Teil noch in Deutschland gewonnen. Zudem verfügt unser Land weiterhin über bedeutende Vorräte an Braun- und Steinkohlen.

Noch wesentlich besser sieht es bei den Baurohstoffen und den Industriemineralen aus. Bei allen Baurohstoffen – Ton, Sand, Kies, Splitt, Gips/Anhydrit sowie Kalk- und Mergelstein für die Zementherstellung – ist Deutschland ein bedeutender Produzent, von Importen unabhängig und verfügt über weitreichende Vorräte.

Auch einige Industrieminerale, z. B. Stein- und Kalisalz, Kaolin, Feld-, Fluss- und Schwerspat, Graphit sowie alle Quarzrohstoffe, kommen in Deutschland vor, stehen in Abbau und reichen teils zur Deckung unseres eigenen Bedarfs.

Beim Wissen um die Gewinnung und Nutzung vieler nicht-metallischer mineralischer Rohstoffe ist Deutschland weltweit führend und deshalb in aller Welt ein sehr geschätzter Ansprechpartner. Besonders in den großen und viel eher mit Rohstoffen in Verbindung gebrachten Bergbauländern, wie Australien oder Kanada, fehlt dieses Wissen dagegen weitgehend und behindert deshalb dort die Entwicklung eigener Projekte.

Zu den nicht-metallischen mineralischen Rohstoffen, die wichtige wirtschaftliche Bedeutung besitzen und die auch in Deutschland gewonnen werden, gehören die Kaoline. Kaoline sind in Deutschland mit regionalen Unterbrechungen in einem breiten Streifen vom Westerwald über die Oberpfalz bis ins östliche Sachsen weit verbreitet. Sie werden seit 250 Jahren in zahlreichen Tagebauen besonders in Nordbayern und Sachsen abgebaut. Hierdurch ist Deutschland einer der wichtigsten Kaolinproduzenten weltweit.

Was ist Kaolin und wie entsteht er? Welche Eigenschaften machen einen guten Kaolin aus? Was unterscheidet Kaolin von kaolinitischen Tonen? Wer nutzt Kaoline für was? Wozu braucht Deutschland überhaupt einen Kaolinbergbau? Und welche Industrien sind diesem Bergbau in Deutschland nachgelagert?

Diese und andere Fragen rund um die Industriemineralgruppe der Kaoline sollen in dieser Broschüre beantwortet werden.

Kaoline – Rohstoffe für die deutsche Industrie.

# 1

# Übersicht und Definitionen

Kaolin ist ein natürliches, feinkörniges, helles Lockergestein, das neben Quarz als wichtigstes Tonmineral Kaolinit enthält. Beide Namen, Kaolin und Kaolinit, leiten sich von der südchinesischen Stadt 高岭 „Gaoling“ („hoher Hügel“) in der heutigen Provinz Jiangxi ab, wo schon seit dem 11. Jahrhundert „weiße Erde“ (Kaolin) zur Porzellanherstellung gewonnen wurde. Im Jahr 1964 wurde das dortige älteste Kaolinbergwerk der Erde wegen Erschöpfung geschlossen.

Kaolinit bildet sich meist durch Mineralneubildung bei der Verwitterung von Feldspäten, Glimmermineralen wie Muskovit oder Tonmineralen wie Chlorit und Illit. Die Verwitterung erfolgt unter gemäßigt feuchten bis tropischen Bedingungen mit reichlich Niederschlag, schneller Entwässerung, niedrigem Grundwasserstand und zumeist starkem Bewuchs, d. h. unter dem Einfluss von Huminsäuren. Feldspatreiche Gesteine, wie beispielsweise Granite oder feldspatreiche Sandsteine verwittern leicht zu einem Gemenge, das überwiegend aus Kaolinit und Quarz besteht und als Kaolin bezeichnet wird. Die Calcium-Feldspäte (Plagioklase) verwittern dabei meist schneller als die Natrium- und Kalium-Feldspäte (Kalifeldspäte) und der Glimmer. So liegen in einigen jüngeren Kaolinlagerstätten zum Teil noch Kalifeldspäte und Glimmer vor, während die Plagioklase durch „Kaolinisierung“ bereits vollständig zu Kaolinit umgewandelt wurden.

Kaolinbildung ist auch durch Aufstieg und Zirkulation von mineralisierten Tiefenwässern möglich. So entstandene Kaolinlagerstätten sind aber in Deutschland sehr selten und werden schon seit Jahrzehnten nicht mehr abgebaut.

Folgende hochwertige Kaolinrohstoffe können in Deutschland unterschieden werden:

## Primäre Kaoline

**Primäre Kaoline** entstanden durch die tiefgründige Verwitterung von feldspat- oder chloritreichen Ausgangsgesteinen zu einer Zeit, als in Mitteleuropa ein gemäßigt humides bis subtropisches Klima herrschte. Diese kaolinitische Verwitterungskruste war ursprünglich weiträumig verbreitet. Durch spätere tektonische Einflüsse und Erosion der Verwitterungskruste sind heute nur noch Reste dieser einst großen Kaolinvorkommen in Deutschland erhalten. Primäre Kaoline sind meist weiß oder zumindest sehr hell, aber auch durch Eisen grünlich oder rötlich verfärbt, nur gering plastisch und wenig biegefest. Mit zunehmender Tiefe, d. h. geringerer Verwitterungsintensität, nimmt in primären Kaolinvorkommen der Gehalt an Kaolinit ab und somit der Anteil unveränderter Minerale (Quarz, Glimmer, Feldspäte, Eisenminerale) und die Gefügemerkmale (Schichtung, Klüftung, Störungen) zu.

# Kaolinitische Tone

**Kaolinitische Tone** bildeten sich in Deutschland, als die kaolinitischen Verwitterungskrusten (die primären Kaoline) durch Erosion abgetragen wurden. Das kaolinitische Material wurde verschwemmt und andernorts, v. a. in Flachwasserzonen von Seen, Deltas oder Lagunen, erneut abgelagert. Kaolinitische Tone sind weitgehend von den Mineralen der ursprünglichen Ausgangsgesteine der Verwitterungskruste befreit. Auch alle ehemaligen Strukturmerkmale der primären Kaoline sind nicht erhalten geblieben. Dafür wurden im Rahmen ihrer Sedimentation zahlreiche Spuren- und Nebenelemente, beispielsweise Metalle sowie organische Substanz zugeführt. Durch den Transport der kaolinitischen Verwitterungskruste fand somit eine natürliche Aufbereitung und Anreicherung von Partikeln geringer Korngröße (im Wesentlichen Tonminerale) und Materialien geringer Dichte (z. B. organisches Material) statt. In den Sedimenten der kaolinitischen Tonlagerstätten wechseln sich oftmals Tonbänke verschiedener Mineralogie und dadurch auch verschiedener Färbung mit Lagen aus Sand und Schluff ab. Häufig finden sich auch Wechsellagerungen von Tonen und Braunkohleflözen. Daneben treten häufig linsenförmig begrenzte Tone auf, die hochreinen Kaolinit führen.

Kaolinitische Tone sind fast immer plastisch, brennen häufig weiß bis hellgrau, sind teils hochfeuerfest („Feuerfesttone“) und enthalten von wenigen Prozent bis über 95 % Kaolinit. Kaolinitische Tone sind die wichtigsten Ausgangsrohstoffe der keramischen Industrie und sollen in einer späteren Broschüre über keramische Tone gesondert beschrieben werden.

## Recyclingkaolin

**Recyclingkaolin,** genauer eigentlich ein Kaolin als Nebenprodukt, ist ein bisher nur an einer Stelle in Deutschland produzierter kaolinitischer Ton. Er fällt bei der Trocknung von Waschschlämmen aus der Quarzsandwäsche in Form von Filterkuchen an.

*Die Kaolinmasse wird zur Formgebung unter Druck aus einem sogenannten Extruder gepresst, Foto: Amberger Kaolinwerke Eduard Kick GmbH & Co. KG (mit frdl. Genehmigung).*

# 2

# Eigenschaften von Kaolinit und Kaolin

**Das Tonmineral Kaolinit**

- hat eine sehr geringe Korngröße
- ist dünnplattig mit einem günstigen Verhältnis von Durchmesser zur Dicke („Aspect-Ratio“) von bis zu 60 : 1
- ist biegsam, weich (Mohs’sche Härte von 2 – 2,5) und nicht abrasiv
- besitzt eine weiße oder fast weiße Farbe
- besitzt eine gute Deckkraft
- besitzt einen hohen Glanz (Perlmuttglanz)
- ist über einen weiten pH-Bereich (4 – 9) inert, d. h. chemisch stabil und unreaktiv
- ist feuerfest (Schmelzpunkt bei 1.850 °C)
- brennt weiß (auch mit rötlichem, braunem oder blauem Stich)
- hat eine geringe elektrische sowie thermische Leitfähigkeit
- hat einen niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten
- besitzt eine nur sehr geringe Oberflächenladung (d. h. geringes Absorptionsvermögen, geringe Kationen-Austauschkapazität, gutes Verteilungsverhalten in wässrigen Systemen)
- hat eine leicht änderbare Oberflächenchemie
- lässt sich durch Säurebehandlung aktivieren

**Das Industriemineral Kaolin**

- ist ein weißes Pulver
- ist ungiftig
- hat eine Dichte von 2,58 g/cm³
- ist weich (Mohs'sche Härte von 2,5)
- besitzt einen Schmelzpunkt von etwa 1.450 °C
- ist das einzige weiße, technisch verfügbare Mineralpigment, das natürlich mit einer Partikelgröße von weniger als 0,002 mm (2 µm) vorkommt

Aus diesen mineralogisch-technologischen Eigenschaften reinen Kaolinits bzw. hochwertigen Kaolins ergibt sich eine Vielzahl nutzbarer Anwendungen. Da aber nicht nur im Rohkaolin, sondern auch im aufbereiteten Schlämmkaolin weitere Minerale, wie Quarz, Feldspat, Glimmer, andere Tonminerale, Eisen- und Titanminerale sowie organische Verunreinigungen, vorhanden sind, beeinflussen diese mehr oder minder stark die o. g. Eigenschaften.

***Rasterelektronenmikroskopaufnahme plättchenförmigen Kaolinits aus Hirschau in der Oberpfalz. Wiedergabe des Fotos aus dem 'Images of Clay Archive' der Mineralogical Society of Great Britain & Ireland and The Clay Minerals Society.***

*Kaolin – Rohstoff für zahlreiche Verwendungsbereiche, Foto: BGR.*

# 3

# Verwendungsbereiche

Kaolin wird in Deutschland vor allem in drei großen Industriebereichen verwendet:

In der **keramischen Industrie** ist Kaolin einer der wichtigsten Rohstoffe in vielen Rohstoffmischungen, den sogenannten keramischen Massen. Die Hauptgründe sind, dass die Brennfarbe der meisten Kaoline reinweiß ist und er sehr hoch gebrannt werden kann. Er bildet also einen weißen, festen und dichten Scherben (gebrannter, aber noch unglasierter Tonkörper). Zudem gibt Kaolin der keramischen Masse durch seinen hohen Schmelzpunkt beim Brand Formbeständigkeit und erlaubt auch einen schnelleren Brand. Kaolin trägt zur Verbesserung der Chemikalienbeständigkeit bei, vermindert die Rissbildung und verbessert die Stoßfestigkeit der Scherben. Bei der Herstellung von Boden- und Wandfliesen fördert die Zugabe von Kaolin bestimmte mechanische Eigenschaften. Ähnliches trifft auch auf andere keramische Produkte zu, wenn das Fertigprodukt sich beim Brand nicht verformen darf und maßgetreu sein muss. Dies ist beispielsweise bei Waschtischen oder Ofenkacheln der Fall. Aber auch bei besonders maßhaltigen Teilen, etwa Einsätzen von Katalysatoren, Turbinenschaufeln oder keramischen Lagern, ist die Verwendung von Kaolin notwendig. Nur zum Töpfern eignet sich Kaolin nicht, weil er im Gegensatz zu kaolinitischen Tonen sehr wenig plastisch ist.

Aufgrund seines im Vergleich zu keramischen Tonen relativ hohen Preises wird Kaolin jedoch nur eingesetzt wo erforderlich. Dies ist in der Porzellanherstellung der Fall. Bei Keramik unterscheidet man verschiedene Klassen, wobei Kaolin im Wesentlichen bei der Herstellung von Sinterzeug, d. h. Steinzeug, Feinsteinzeug und Porzellan, zum Einsatz kommt:

- Irdengut mit den Unterklassen
  - Baukeramik (Dachziegel, Ziegelsteine, Klinker, Drainagerohre, Bodenfliesen und Wandfliesen),
  - feuerfeste Keramik (Ofenkacheln, Schamottesteine für Herde, Öfen und Industrieöfen in der Eisen- und Zementindustrie),
  - Steingut (Wandplatten, Geschirr, Zierkeramik, Terrakotta-Figuren, Blumentöpfe, Majolika-Waren, Fayence, Frittenporzellan),

- Sinterzeug mit den Unterklassen
  - Steinzeug (Klinker, Fliesen, Tröge, Kanalisationsrohre, Gefäße für die chemische Industrie, Geschirr, Sanitärartikel, Mosaiken, Ziergefäße)
  - Feinsteinzeug (Vitreous China) (Fliesen mit > 0,5 % Wasseraufnahme, Geschirr- und Sanitärkeramik)
  - Porzellan, getrennt in Weichporzellan (Ziergeschirr und -gegenstände) und Hartporzellan (Gebrauchs- und Ziergeschirr, Sanitärkeramik: Waschbecken, WC-Schüsseln, Urinale, Badewannen)

- Sonderkeramik mit den Unterklassen
  - Dentalkeramik (Brücken, Kronen, Implantate, Keramikschalen)
  - Hochtemperatur-Sonderkeramik (Turbinenschaufeln, Metallkeramiken als Grundstoffe für Schneid- und Schleifkörper)
  - Elektrotechnische Sonderkeramik (Elektroporzellan für Isolatoren, Titandioxid-Keramik für Kondensatoren, Piezokeramik für elektroakustische Wandler, Werkstoffe für Magnete, Halbleiterwiderstände).

*Porzellanwaschbecken und -toilettenbecken auf dem Weg in den Brennofen, Foto: Villeroy & Boch AG (mit frdl. Genehmigung).*

Sie werden in verschiedensten Verpackungen (Säcke, Big-Bags, lose, in Boxen, Silo- oder Tanklastzügen) und für unterschiedliche keramische Verwendungszwecke (s. u.) vertrieben.

Wie erwähnt wird Kaolin vor allem in der Herstellung von hellbrennendem Steingut und Porzellan verwendet. Folgende Anteile von Kaolin in keramischen Massen und Glasuren sind typisch:

- Dentalkeramik: 0 – 4 %
- Weißkeramik (z. B. Vasen): 7 – 25 %
- Weiße Feinsteinzeugfliesen: 25 %
- Sanitärkeramik: 20 – 30 %
- Knochenporzellan (beste Qualität): 20 – 30 %
- Weichporzellan (z. B. für Schalen): 20 – 40 %
- Elektroporzellan: 40 – 50 %
- Hartporzellan: 47 – 66 %
- unglasiertes Biskuitporzellan: 54 %
- bayerisches Geschirrporzellan: 55 %
- Meißener Porzellan: 66 – 67 %
- Glasuren: 5 – 10 %

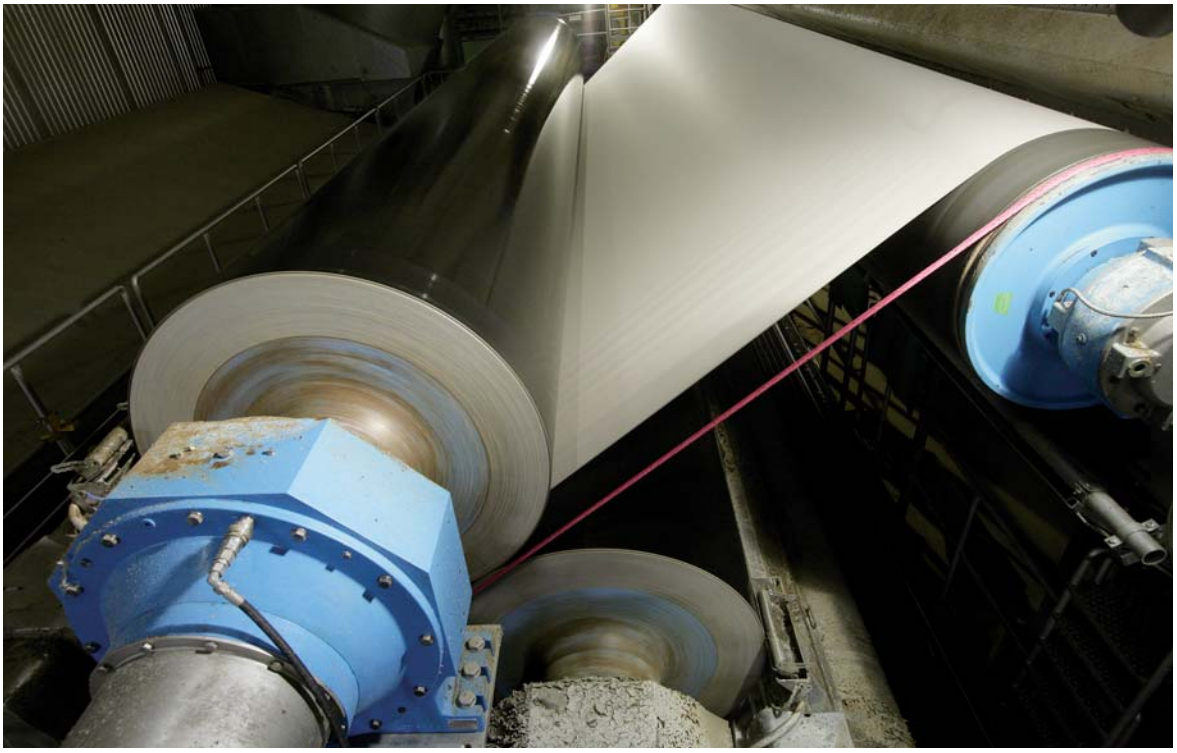
Eine andere Einteilung ist die in Grobkeramik und Feinkeramik. Grobkeramik umfasst neben Grobsteinzeug auch feuerfeste Keramik und Baukeramik. Alle übrigen keramischen Produkte zählen zur Feinkeramik. Diese zeichnet sich durch ausgewählte Rohstoffe, besonders sorgfältige Aufbereitung der Rezepturen („Versatz“) und aufwendigere Formgebung (zum Teil per Hand) aus.

Unterschieden werden in der Keramik auch je nach Tonanteil „fette“ und „magere“ Massen sowie „Magerungsmittel“ (meist Quarzmehl). „Fett“ bedeutet dabei, dass ein Ton geschmeidig und bildsam ist, als „mager“ werden dagegen die weniger plastischen Tone bezeichnet. Primärer Kaolin ist meist „mager“, es sei denn er enthält erhöhte Anteile anderer Tonminerale, wie Illit oder Montmorillonit. Kaolinitische Tone sind dagegen „fett“, sie quellen stärker bei Wasserzugabe und verkleinern sich („schwinden“) wieder beim Brennen.

Keramische Massen werden in Form von Trockenmassen (< 2 % Feuchte), angefeuchteten „Krümelmassen“ (10 – 12 % Feuchte), plastischen Massen, dickflüssigen Gießmassen oder auch Sprühkornmassen (5 – 7 % Feuchte) gehandelt.

In Glasuren sorgt Kaolin für eine hohe Viskosität, d. h. Zähflüssigkeit, in der Suspension und verhindert das Absinken und Entmischen der Glasur. Im Brand wird die Zähflüssigkeit durch den hohen Aluminiumoxidgehalt angehoben und bewirkt somit eine verbesserte Haftung auf den Scherben. Nach dem Brand trägt der verwendete Kaolin zur Verbesserung der Ritzhärte sowie der chemischen Beständigkeit der Glasur bei.

*Einsatz von Schneidkeramik beim Abdrehen einer Bremsscheibe, Foto und Copyright: CeramTec GmbH.*



*In der Papierproduktion ist Kaolin ein wichtiger Rohstoff, Foto: Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (mit frdl. Genehmigung).*

In der **Papierindustrie** wird Kaolin einerseits als Füllstoff, andererseits als Streichpigment eingesetzt.

Papier wird aus einer Vielzahl von Rohstoffen hergestellt, wovon die wichtigsten die Faserstoffe (aus Holz oder Altpapier) sowie die Füllstoffe sind. Zu den wichtigsten Füllstoffen, die bis zu 30 % der Papiermasse ausmachen können, zählen Calciumkarbonat und Kaolin. Calciumkarbonat, das aus Kalkstein, Marmor oder Kreide hergestellt wird, wird in Form von „gemahlenem Calciumkarbonat (GCC)“ und „gefälltem Calciumkarbonat (PCC)“ genutzt. Als Füllstoffe in der Papierindustrie kommen dabei praktisch gleichwertig sowohl GCC als auch PCC zum Einsatz. Alle Füllstoffe für die Papierherstellung müssen ausreichend deckend, hell und weiß sein. Der Unterschied zwischen dem Weißegrad, der durch Kaolin erzielt wird (78 – 90 % auf der ISO-Weißeskala), und dem Weißegrad, der durch Calciumkarbonate erzielt wird (GCC über 90 % und PCC 90 % – 95 %), ist dabei erheblich.

Auf sogenanntem gestrichenen Papier, auf dem z. B. auch diese Broschüre gedruckt ist, ist die Oberfläche mit einem Auftrag aus Streichpigmenten besonders veredelt. Das Papier bekommt dadurch eine geschlossenere, glattere und stabilere Oberfläche, wodurch eine hohe Detailwiedergabe und bessere Qualität beim Druck erreicht wird. Die plättchenförmige Partikelstruktur von Kaolin bietet Vorteile beim Einsatz in Papiersorten, in denen eine gute Abdeckung von Faserstrukturen gefordert ist oder hohe Anforderungen an die Glätte sowie Papier- und Druckglanzentwicklung bestehen.

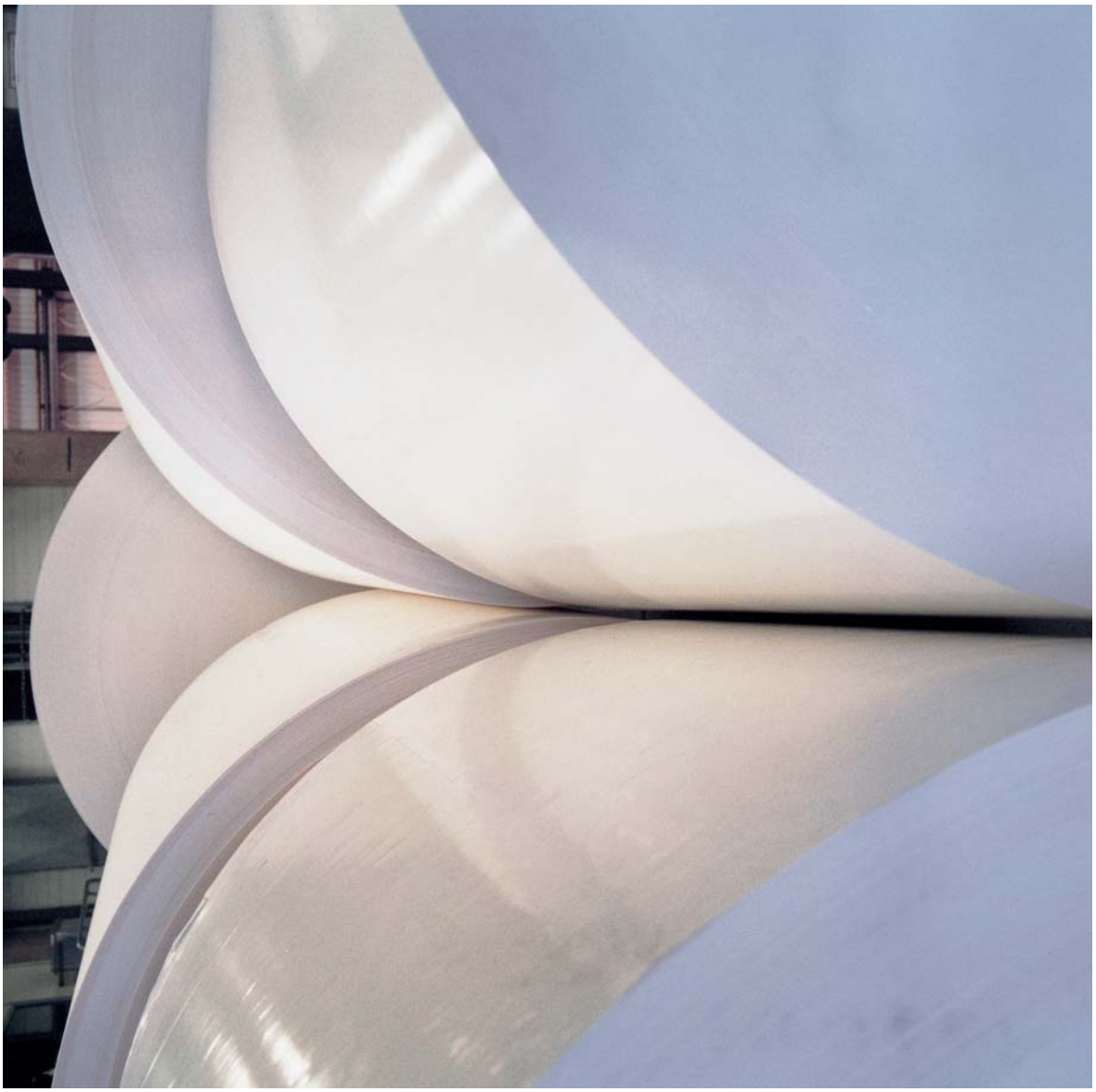
In den letzten 30 Jahren ist allerdings der Anteil von Kaolin bei der Papierherstellung deutlich zurückgegangen, da es sowohl als Füllstoff als auch als Streichpigment zunehmend durch Calciumkarbonate ersetzt wurde. Dieser Trend zur verstärkten Verwendung von Calciumkarbonaten statt Kaolin in der Papierindustrie hat zwei Gründe: Einerseits wurden die beiden Produkte GCC (als Streichpigment und Füllstoff) und PCC (als Füllstoff) weltweit immer weiter entwickelt und auch kostengünstig vermarktet, andererseits ist die Nachfrage nach weißerem Papier sowie auch die Verwendung von sogenanntem DIP-Stoff („deinked pulp“, ein Sekundärrohstoff aus dem Papierrecycling) gestiegen. Die letzten beiden Punkte erfordern weißere Pigmente, diese in Form von GCC statt Kaolin.

In der Zukunft ist mit einem weiteren Rückgang des Bedarfs an Kaolin in der Papierindustrie zu rechnen. Dies liegt an der Umbruchsituation aufgrund der digitalen Revolution, die dazu führt, dass immer weniger Publikationen analog, d. h. ausgedruckt, sondern digital, d. h. auf Lesegeräten, genutzt werden.

Durch seine geringe Korngröße, seine Plättchenform, seine chemische Beständigkeit und seine anderen technologischen Eigenschaften ist Kaolin auch ein gern und häufig verwendeter **aktiver Füllstoff**. Füllstoffe sind unlösliche Zusatzstoffe, die den Anteil des typischerweise teureren Grundmaterials im fertigen Produkt deutlich verringern.

Von aktiven oder funktionellen Füllstoffen spricht man, wenn diese zudem positiv zu den Verarbeitungseigenschaften der Materialien bzw. zum Endverhalten des Produktes beitragen.

Nicht nur bei der schon beschriebenen Produktion von Papier (sowie Karton, Pappe und Tapeten), sondern auch von Gummi, Kunststoffen, Lacken, Farben, Tinten, Kabeln, Klebstoffen, Kitten, Polituren, Polyurethan-Produkten (Dichtmassen, Schäumen, Gießmassen), Dichtungen, Polyester- und Epoxidharzen, Wasch- und Reinigungsmitteln, Bedachungsmaterialien, Linoleum und Linoleumklebern sowie in einigen Textilien kommt Kaolin auf diese Weise zum Einsatz.



*Gestrichenes Papier ist an der Oberfläche mit Streichpigmenten, häufig Kaolin, veredelt, Foto: Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (mit frdl. Genehmigung).*

Besonders in der **Gummiproduktion** (Dichtungen, Schläuche, Autoreifen, Kabel etc.) wird Kaolin traditionell als Füllstoff, jedoch nur bei hellen Gummis als Farbpigment verwendet. Die Verarbeitung von Kaolin ist wirtschaftlich günstig und er verbessert bestimmte Eigenschaften des Gummis. Zu nennen sind dabei die Strukturfestigkeit und Härte der auf chemisch-technischen Wege widerstandsfähig gemachten Kautschuke (Vulkanisate), die Vulkanisationsgeschwindigkeit, die Formbeständigkeit und das Standvermögen, die Haltbarkeit, die Elastizität, die Wärmeleitfähigkeit, die Abriebfestigkeit, die chemische Widerstandsfähigkeit, die Aschestabilisierung im Brandfall und die Verarbeitbarkeit zu Folien. Bei hochelastischen Gummis wird Kaolin wegen seiner Steifigkeit jedoch nicht gern eingesetzt. Der Kaolinanteil im Vulkanisat kann, bezogen auf den Kautschuk, bis zu 90 % betragen.

In einigen Reifenrezepturen findet Kaolin auch Anwendung in der Ausbildung der Lauffläche oder zur Gasabdichtung – die wichtigsten Füllstoffe in Reifenformulierungen sind jedoch weiterhin Ruß und gefällte Kieselsäuren.

Als Füllstoffe in **Kunststoffen**, vor allem in Vinylen (z. B. PVC), Polyethylen (v. a. HDPE) und Polyestern, sind Kaoline wegen ihrer Temperaturbeständigkeit, verstärkenden Wirkung, ihrer Chemikalienbeständigkeit, Aschebildung im Brandfall und ihrer Dispergierbarkeit, d. h. Einarbeitbarkeit, geschätzt. Sie binden zudem keine Feuchte aus der Umgebung und erhöhen die Schlagfestigkeit, die Reißfestigkeit, die Steife und die thermische Stabilität des nicht ausgehärteten Produkts. Sie beeinflussen die Helligkeit und den Weißegrad, die UV-Beständigkeit sowie die elektrischen und chemischen Werte der Fertigteile günstig und verbilligen die Kunststoffproduktion.

Auch in **Kleb- und Dichtungsstoffen** reduziert Kaolin als Füllstoff die Produktionskosten und verbessert die funktionellen Eigenschaften. Zu den wichtigsten dieser physikalischen Eigenschaften, auf die sich Kaolin positiv auswirkt, zählen die Haftfähigkeit, die Viskosität, das Ausbreiteverhalten, die Aushärtegeschwindigkeit, die Elastizität, die Festigkeit und das Brennverhalten des Kleb- bzw. Dichtungsstoffes.

*Kaolin ist einer der wichtigsten Füllstoffe in der Herstellung von Gummi und kommt auch in Reifenrezepturen zum Einsatz, Foto: pixabay.*

*Endkontrolle in einer Lackierstraße: Der Klarlack als oberste Schicht enthält als Füllstoff Kaolin und schützt den Wagen vor äußeren Einflüssen, Foto und Copyright: BASF SE.*

Bei der Herstellung von **Farben und Lacken** beeinflusst der Kaolin die Dichte, die Viskosität, den Farbton, die Tiefe der Farbe und die Deckfähigkeit. Insbesondere wird Kaolin bei der Herstellung von Dispersionsfarben auch als Abstandhalter für das teure Weißpigment Titandioxid eingesetzt. Kaolin hat eine ähnliche Korngrößenverteilung wie Titandioxid und hält dessen Pigmentpartikel auf optimalem Abstand voneinander. Der Kaolin beeinflusst so die Deckkraft und die Wisch- bzw. Scheuerbeständigkeit der Farbe positiv.

Teilweise ist vor dem Einsatz von Kaolin als aktiver Füllstoff dessen weitergehende Behandlung notwendig. So muss Kaolin kalziniert, d. h. gebrannt werden, um in Farben und Lacken auf Lösemittelbasis eingesetzt werden zu können. Die Kalzinierung erhöht auch den Weißegrad (von 82 – 87 % auf > 91 %) und die Härte (von 2 – 2,5 auf ca. 6 und dadurch wiederum die Abrasivität), verbessert die elektrischen Eigenschaften und verändert Größe und Form der Kaolinteilchen.

Die wichtigsten Anwendungen für kalzinierten Kaolin liegen in der Verwendung als Füllstoffe und Beschichtungspigmente für Papier- und Papperzeugnisse. Des Weiteren werden hiermit – genau wie durch nicht kalzinierten Kaolin – Dispersionsfarben hergestellt. Hier zeichnet sich kalzinierter Kaolin durch besondere Nassdeckkraft aus, wie sie bei qualitativ hochwertigen Dispersionsfarben gewünscht ist.

Um eine noch bessere und innigere Verbindung von Füllstoff und Kunststoff, z. B. für Schutzumkleidungen von elektrischen Kabeln, zur erhalten, wird Kaolin und auch kalzinierter Kaolin beschichtet („Funktionalisierung mittels Silanen“). Dies bringt einerseits bessere Einmischbarkeit durch eine „Verflüssigung“ und andererseits entstehen Haftungsbrücken von der mineralischen Oberfläche zum organischen Kunststoff. In Polyamiden haben sowohl kalzinierte als auch oberflächenmodifizierte kalzinierte Kaoline einen positiven Einfluss auf die Schlagzähigkeit des Endprodukts.

Neben dem Einsatz in der keramischen Industrie, der Papierindustrie sowie als aktiver Füllstoff, findet Kaolin aber auch Verwendung:

- als Füllstoff und Abstandshalter für Pigmente (s. o.) in modernen Hochleistungsdruckfarben für den Druck von Katalogen, Werbebeilagen, Zeitschriften, Kartons, Plastikverpackungen u. ä.
- als Verdünnungsmittel, Trägersubstanz und Mittel zur Einstellung der Viskosität in Pflanzenpflege- und -schutzmitteln, Agrarspritz-, Schädlingsbekämpfungs- und Wildverbissmitteln

- in der Düngemittelproduktion als Mittel gegen das Zusammenbacken der Partikel und als Streckmittel
- in der Futtermittelindustrie als Auflockerungs- und Bindemittel in granulierten Tierfuttermischungen
- in der Lebensmittelindustrie als Trägerstoff für Farbstoffe, Trenn- und Bleichmittel. Vom menschlichen Darm wird Kaolin nicht aufgenommen, sondern unverändert wieder ausgeschieden. Die eingesetzten Mengen sind zudem sehr gering und Kaolin ist ungiftig.
- in der Pharmaindustrie als Wirkstoff zur Diarrhöebehandlung, zur Stillung von Blutungen, als Grundstoff für Packungen und Umschläge sowie als Füllstoff, Trägermaterial und zur Formgebung in Tabletten. Dazu muss Kaolin speziell behandelt, d. h. durch thermische Behandlung sterilisiert werden, um die im natürlichen Zustand viel zu hohe Keimzahl zu senken.

*Glasfasermatte, wie sie bei der Herstellung von Rotoren von Windkraftanlagen verwendet wird, Foto: P-D Glasseiden GmbH Oschatz (mit frdl. Genehmigung).*

*Moderne Vier-Wege-Katalysatoren bestehen aus einem Keramikträger, der aus künstlichem Cordierit – und dieser größtenteils aus Kaolin – hergestellt und danach mit Platingruppenmetallen beschichtet wird, Foto und Copyright: BASF SE.*

- als gerinnungsförderndes Mittel in Blutentnahmeröhrchen (zur Berechnung der PTT, einem Gerinnungsparameter)
- in der Kosmetik als Rohstoff für die Herstellung von Puder, Salben, Rouge und als Gesichtspackung. Wirkung: mattierende, reinigende und fettabsorbierende Wirkung bei Hautunreinheiten. Zudem wird Kaolin in Handwaschpasten zur hautschonenden Entfernung von Ölen und Fetten eingesetzt.
- als Reinigungsmittel für Fettflecken auf Stoff oder Papier. Wie andere saugende Pulver kann hierzu auch Kaolin verwendet werden. Es wird dick aufgetragen, und während einer längeren Verweildauer verteilt sich das Fett aus dem Gewebe in der größeren Menge Kaolin. Gereinigt wird durch Abklopfen.
- als Bindemittel bei der Herstellung von Faserplatten, Schleifscheiben, Gießereiformen sowie Schweißelektroden
- in der Produktion von Glasfasern, u. a. für glasfaserverstärkte Kunststoffe, als Aluminiumträger, zur Senkung des Schmelzpunkts des Glases, Verbesserung der chemischen Beständigkeit, Beeinflussung der Viskosität des Schmelzbades sowie der Elastizität und Farbe der Erzeugnisse. Der Anteil von Kaolin in einer typischen E-Glasfaserschmelze liegt bei 14 – 16 %.
- zur Herstellung von Spezialzementen (Weißzement, feuerfester Zement, säurefester Zement)
- als aufhellender Füllstoff in Putzen und Spachtelmassen
- anstelle von Asbest in Bremsbelägen, Kupplungsbelägen sowie Dichtungen im Motorbereich von Fahrzeugen
- als Grundstoff in Buntstiftminen
- als Bettmaterial bei der Vergasung von festen Brennstoffen in Wirbelschichtvergasern
- bei der Obsterzeugung (Äpfel, Weintrauben, Oliven) als Sonnenschutzmittel, wo er in Form einer Art wässriger Milch auf die empfindliche Frucht in den Plantagen ausgebracht wird
- in kalzinierter Form als Poliermittel in Zahnpasta, Autoglanz- und -politurmitteln sowie zur Politur weicher Metalle, wie Gold und Silber. Dort entfernt der Kaolin effektiv angelaufene Oberflächen.
- nach chemisch-technischer Umwandlung in eine künstliche Form des Minerals Zeolith, der dann als Katalysator in der Erdölraffination eingesetzt wird,
- nach chemisch-technischer Umwandlung eines Gemisches aus natürlichem Kaolin, kalziniertem Kaolin, Talk und Aluminiumoxid in eine künstliche Form des Minerals Cordierit, der dann als Grundstoff zur Herstellung von Automobilkatalysatoren dient,
- Bei niedriger Temperatur gebrannter Kaolin, sogenannter Metakaolin, verbessert die Eigenschaften von zementösen Systemen. Er reduziert etwa die Kalkausblühungen und Korrosion von Betonbewährung, erhöht die Abrieb- und Chemikalienbeständigkeit von Beton oder steigert die Frost-Tau-Wechselbeständigkeit von Fliesenklebern.

*Kommerzieller erdfreier Gewächshaustomatenanbau mit Tropfbewässerungssystem,auf Steinwolle und Spezialfolien mit Kaolin, Foto: Rasback-Goldlocki/Wikipedia.*

Eine der weiteren Anwendungen findet sich im Agrarbereich: Agrarfolien schützen kleine Pflanzen vor dem Austrocknen und reduzieren die Wärmeabstrahlung des Bodens in kalten Wetterperioden oder über Nacht. Weiterhin wird durch Anwendung solcher Folien auch ein Verschmutzen durch Erde an der zum Ernten fertigen Pflanze vermieden. Was passiert aber dann mit all den Folien nach Gebrauch? Durch Zugabe von Kaolin zerfallen diese in kleinere Partikel, die als Mulch wieder verwendet werden können. Gerne wird in Gewächshausfolien auch kalzinierter Kaolin eingesetzt: Durch die Infrarotabsorption des Kaolins wird hier die Wärmeabstrahlung reduziert und somit auch eine Einsparung bei den Heizkosten erreicht. Die Alterungsbeständigkeit und Zugfestigkeit werden in diesem Fall trotz der Kaolinzugabe der Folie nahezu nicht beeinflusst.

Mit ähnlichem Verwendungszweck wird Kaolin auch in weißen Dachfolien eingesetzt. Der darin enthaltene kalzinierte Kaolin reflektiert die Sonnenstrahlen, das Gebäude heizt sich weniger auf, und zur Abkühlung (Klimaanlagen) wird weniger Energie benötigt.

In Deutschland werden rund 97 % aller gewonnenen Rohkaoline, d. h. der nicht geschlämmten Kaoline, für die Herstellung keramischer Massen in der keramischen Industrie verwendet.

Von den in Deutschland produzierten Schlämmkaolinen werden ca. 54 % in der Keramikindustrie, 39 % in der Papierindustrie und 3 % als Füllstoffe (außerhalb der Papierindustrie) verwendet. 4 % verteilen sich auf die zahlreichen anderen Verwendungsbereiche. Diese benötigen zum Teil nur relativ geringe Mengen an Kaolin. So hat die deutsche Glasfaserindustrie nur einen Jahresbedarf von 2.100 – 2.500 t Kaolin, der zur Produktion von 15.000 – 18.000 t E-Glasfasern benötigt wird.

Die Verwendung von Kaolin, häufig in mechanisch, thermisch und/oder chemisch veränderter Form, nimmt ständig zu. Experten schätzen, dass bereits heute rund die Hälfte aller weltweit genutzten Industrieprodukte in irgendeiner Weise Kaolin enthält. Damit ist Kaolin nach Calciumkarbonat das am zweithäufigsten verwendete Industriemineral weltweit.

# 4

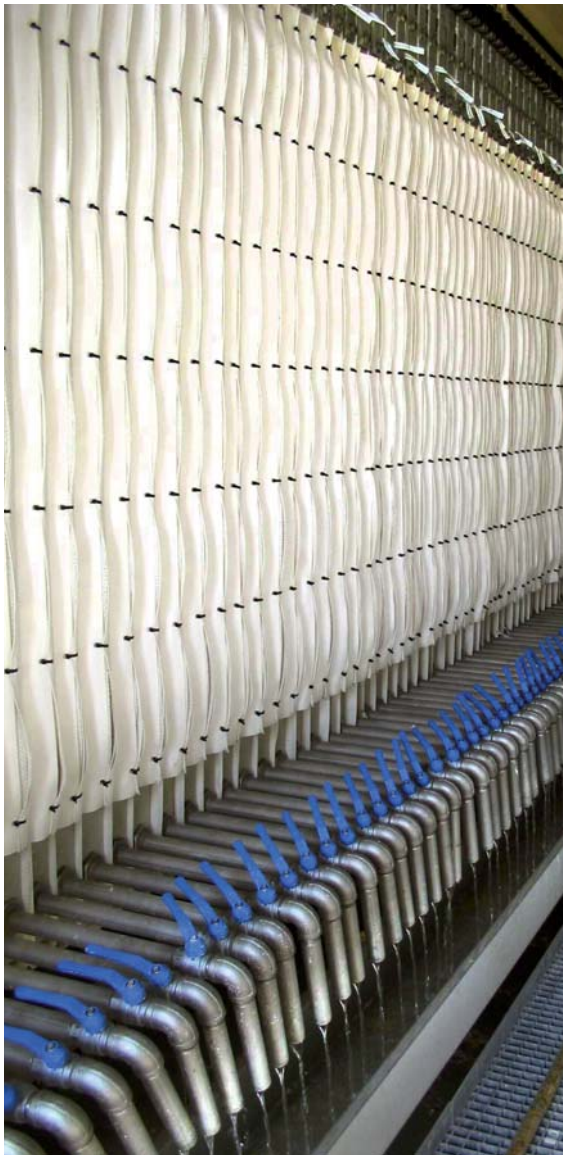
# Rohstoffanforderungen

Rohkaoline unterscheiden sich nicht nur zwischen einzelnen Lagerstätten, sondern auch innerhalb einzelner Lagerstättenbereiche. Nur durch selektiven Abbau, ständige Qualitätskontrollen und komplexe, im Einzelnen je nach Werk unterschiedliche Aufbereitungsverfahren gelingt es den deutschen Kaolinproduzenten, hochwertige Kaoline für die verschiedenen Verwendungsbereiche zu produzieren.

Generell erfolgt bei den Rohkaolinen die Trennung der Tonminerale von den gröberen Quarzkörnern und ggf. von Feldspat oder Glimmer durch Nassaufbereitung (Schlämmen und Klassieren mittels verschiedener Wäschen, Zyklone und Zentrifugen). Die Kaolin- oder Kaolin-Feldspat-Suspension wird danach in Sedimentationsbecken eingedickt. Die weitere Behandlung erfolgt je nach Mineralbestand durch chemische Behandlung (z. B. Bleichung, Desaggregation), Flotation und Magnetscheidung. Durch die letztgenannten beiden Schritte werden die Schwermineralverunreinigungen entfernt und dadurch auch die Eisen- und Titangehalte reduziert. Weitere Aufbereitungsschritte sind die Entwässerung in Eindickern und Filterpressen sowie das sogenannte Kneten, Nudeln oder Schnitzeln des Filtermaterials in entsprechenden Siebknetern oder Extrudern. Abschließend wird der Kaolin getrocknet und ggf. vermahlen. Neben dem getrockneten Produkt werden von einigen Werken auch eingedickte Kaolinsuspensionen oder aufbereitete Kaoline (s. u.) hergestellt. In Werken, die Kaoline für verschiedene Industriezweige (s. u.) produzieren, bestehen im Regelfall vollständig getrennte Aufbereitungswege und auch Wasserkreisläufe.

In der Klassierung abgetrennte Feldspat-Quarzsand-Mischungen werden meist durch Flotationsverfahren weiter aufbereitet. Die dabei entstehenden Feldspatprodukte werden als Feinsand oder Mehl vermarktet (s. BGR-Broschüre zu Feldspatrohstoffen). Teilweise werden auch die abgetrennten groben Quarzkörner zu Brechsand verarbeitet (s. BGR-Broschüre zu Quarzrohstoffen), teils aufgehaldet und zu Rekultivierungszwecken genutzt.

Die Anforderungen an das fertige Produkt, ob Rohkaolin oder Schlämmkaolin, sind je nach Verwendungszweck sehr unterschiedlich:



*Filterpressen sind bei der Entwässerung von Kaolin unentbehrlich, Foto: Amberger Kaolinwerke Eduard Kick GmbH & Co. KG (mit frdl. Genehmigung).*

Allgemeine Anforderungen der **keramischen Industrie** an Kaoline sind:

- Kaoline mit einer spezifischen Zusammensetzung und spezifischen Eigenschaften müssen über lange Zeiträume konstant lieferbar bleiben.
- Der Gehalt an Tonmineralen, möglichst von Kaolinit, sollte möglichst hoch sein (> 75 %).
- Auch andere Tonminerale als Kaolinit sind Wertminerale. Ihr Anteil kann bei hochplastischen Kaolinen relativ hoch sein. Bei Gießkaolinen (z. B. für Sanitärkeramik) beeinträchtigen

jedoch insbesondere quellfähige Tonminerale bereits in geringen Mengen (< 5 %) die Verflüssigung.
- Die Schadstoffgehalte sollten möglichst klein sein, hier sind besonders Mangan (< 0,01 ppm) und Arsen (< 0,1 ppm) kritisch.
- Organische Substanz ist in allen Kaolinen enthalten. Diese bewirkt einen erhöhten Glühverlust, eine erhöhte Viskosität und eine höhere Plastizität und reduziert zugleich den Energiebedarf beim Brand.
- Die Gehalte an Quarz und Feldspat vermindern den Wertstoffanteil.
- Der Kornanteil < 2 µm sollte möglichst hoch sein (z.B. in Sanitärkeramik > 40 %, in Porzellan > 70 %), weil dadurch günstige Verarbeitungseigenschaften entstehen. Der Anteil > 45 µm sollte dagegen < 0,1 % betragen.
- Die Trockenbiegefestigkeit (d. h. die Biegefestigkeit getrockneter Formlinge keramischer Stoffe) sollte möglichst hoch sein, um die Bruchanfälligkeit der Formlinge zu senken. Mit zunehmender Feinkörnigkeit des Kaolins steigen der Feststoffgehalt und die Packungsdichte und damit wiederum die Trockenbiegefestigkeit an. Zudem erhöhen bereits sehr geringe Beimengen von Tonmineralen mit sehr großer Oberfläche (z. B. Montmorillonit im Gegensatz zu Kaolinit) und damit Berührungsfläche die Trockenbiegefestigkeit von primären Kaolinen um ein Vielfaches. Der Glimmeranteil darf 2 % nicht überschreiten, da er zu einer Abnahme der Trockenbiegefestigkeit der Formlinge führt.
- Gießkaoline sollten eine niedrige Viskosität (Zähflüssigkeit), geringe Thixotropie (Zeitabhängigkeit der Fließeigenschaften in Abhängigkeit zur mechanischen Beanspruchung) und günstige Scherbenbildung besitzen. Hier wirken sich insbesondere organische Substanzen positiv, aber Beimengungen anderer Tonminerale statt Kaolinit sowie lösliche Salze, insbesondere Sulfate, negativ aus.
- Die Schwindung (Trocken-, Brenn- und Gesamtschwindung) der keramischen Masse sollte möglichst gering sein, um Rissbildungen zu vermeiden.
- Unter dem Aspekt des Umweltschutzes sollten die Fluorgehalte der eingesetzten Kaoline möglichst niedrig sein.

Allgemeine Anforderungen an **Streichkaoline** bzw. Streichfilme auf Kaolinbasis für die Papierindustrie sind:

- gute Dispergierbarkeit (Einarbeitbarkeit von Kaolin in den Streichfilm), was häufig eine mechanische oder chemische Entflockung der im natürlichen Zustand ausgeflockten Kaoline erfordert
- geringer Bindemittelbedarf
- hohe Stabilität der Suspension
- geringe Viskosität, bestimmt durch optimale Kornverteilungen, günstige Oberflächeneigenschaften und nur geringe Beimengungen anderer Tonminerale, insbesondere keine Anwesenheit von quellfähigen Dreischicht-Tonmineralen
- hohe Helligkeit und Weiße. Der Weißegrad der trockenen Reflexion für einen groben Kaolin liegt bei 82 % und für feinen Kaolin bis 90 %, ein kalzinierter Kaolin kann auch ISO-Weißgrade über 91 % erreichen.
- hohe Opazität (Deckkraft), die durch eine Hauptmenge der Kornverteilung zwischen 0,3 und 0,7 µm, maximal 1,5 µm erreicht wird
- hoher Glanz
- hohe Glätte, die v. a. bei einer mittleren Korngröße zwischen 0,4 und 0,6 µm erreichbar ist
- sehr geringe Abrasion
- hohe Orientierbarkeit der Pigmente und Haftfestigkeit des Streichfilms auf dem Papier
- hohe Streichfilmfestigkeit

Als grundsätzliche Qualitätsparameter werden dazu von Streichkaolinen gefordert:

- pH-Wert: 4,5 – 7,5
- Kornanteil < 2 µm: > 60 %, besser > 70 %
- Kornanteil > 10 µm: < 1,0 %, besser < 0,1 %
- Kornanteil > 45 µm: < 0,03 %
- Weißegrad: > 80 % ISO, besser > 85 % ISO
- Viskositätskonzentration: > 63 %, besser > 65 %
- Kaolinitgehalt: > 93 %, Spitzenqualitäten > 99 %
- Quarzgehalt: möglichst quarzfrei

Kaoline, wie auch andere **Füllstoffe in der Papierindustrie**, dienen dazu, die teureren Faserstoffe durch einen möglichst hohen Anteil an günstigeren Füllstoffen zu ersetzen. Eine wichtige, von den Eigenschaften des Kaolins, der Fasersuspension

und der gelösten Chemikalien abhängige technologische Größe ist die sogenannte Füllstoffretention. Die Retention, d. h. die bei der Blattbildung im Papier zurückgehaltene Füllstoffmenge, soll so hoch wie möglich sein. In der Praxis bewegt sie sich zwischen 30 – 90 %. Die Retention ist in starkem Maße von der Korngröße des Papierfüllstoffkaolins abhängig. Rund 50 % der Kornverteilung sollte < 2 µm und 45 % der Verteilung zwischen 2 und 20 µm liegen. Der Anteil der Korngröße > 45 µm darf 0,05 % nicht übersteigen. Besonders gut eignen sich daher die ausgeprägt plättchenförmigen Kaolinite der Kaoline aus Europa. Sie besitzen eine hohe Eigenretention für Füllstoffanwendungen, während dies bei Kaolinen aus Übersee kaum der Fall ist, weshalb sie als Füllstoff nur selten verwendet werden.

Auch der Leimbedarf sollte im Papier so gering wie möglich sein. Hierfür hat sich eine Kornverteilung des verwendeten Kaolinfüllstoffs mit einem Maximum bei 2 µm am günstigsten erwiesen.

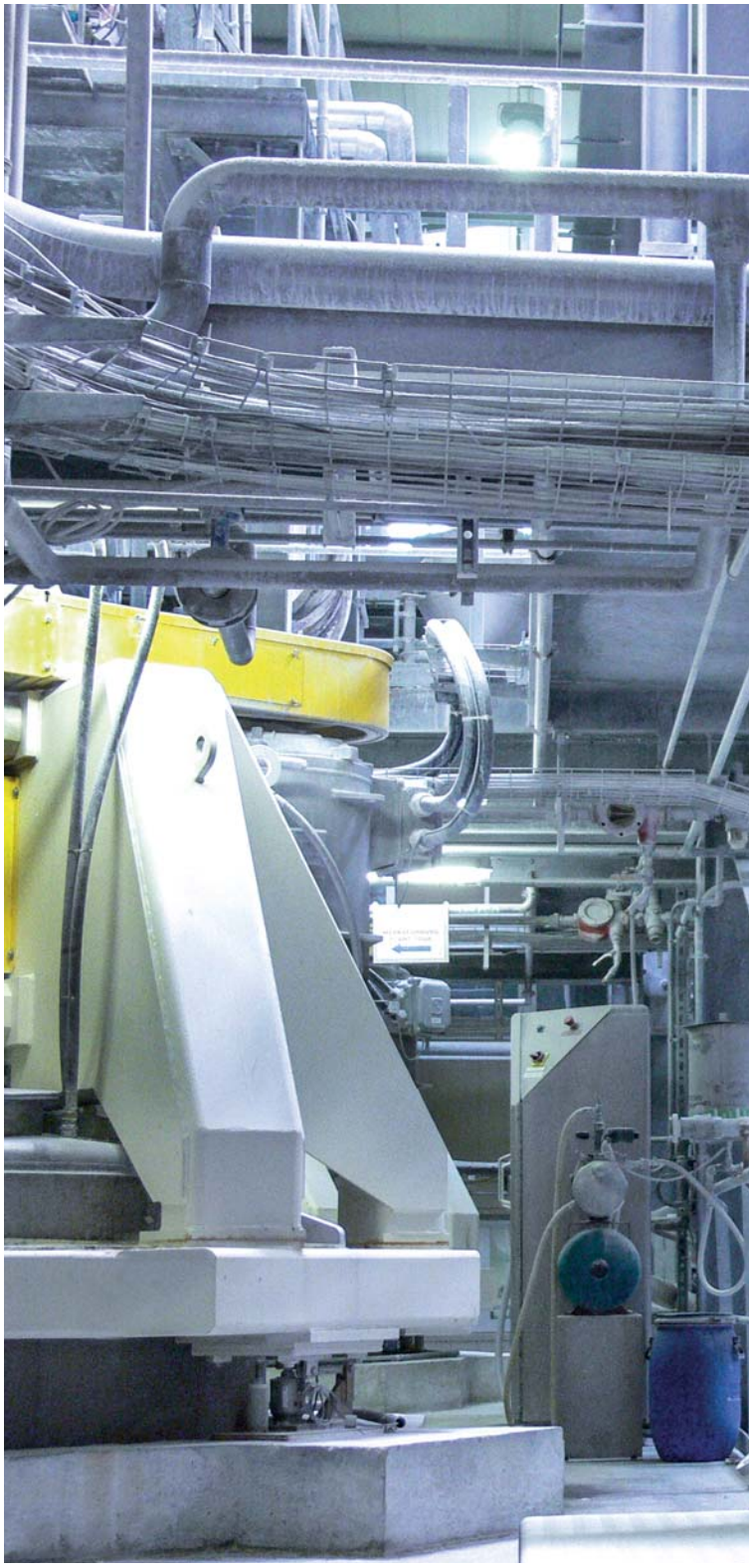
Die Festigkeit des Papiers nimmt mit zunehmender Füllstoffmenge ab, da Füllstoffe nicht so reißfest sind wie die länglichen Faserstoffe. Hier gilt es mit Kaolinen mit großer spezifischer Oberfläche entgegenzuwirken. Diese sollte 10 $m^2/g$ überschreiten.

Weitere Anforderungen an Papierfüllstoffkaoline sind:

- Weißegrad: > 76 % ISO, besser > 82 % ISO
- pH-Wert: 4,5 – 7,5
- Kaolinitgehalt: 90 – 95 %
- Quarzgehalt: < 2,0 %

In **Farben und Lacken** sind die Ansprüche an Kaolin als Füllstoff geringer als in Papier. Dies liegt daran, dass Kaolin wegen seiner ähnlichen Lichtbrechung wie die der Bindemittel keine Pigmentfunktion besitzt. Hier dient Kaolin nur zur Verbesserung der Glätte, der Verstreichbarkeit und zur Erhöhung der Deckkraft. Kalzinierter Kaolin wirkt hier noch besser als natürlicher Kaolin. Von Bedeutung für die Verwendbarkeit von Kaolin in Farben und Lacken sind seine generellen Eigenschaften:

- fehlende oder nur geringste Anteile wasserlöslicher Salze und daher neutrale oder schwach saure Reaktion



- chemische Stabilität und Nichtreaktivität
- sehr geringe Abrasion durch Quarzfreiheit
- hoher Weißegrad, geringstmögliche Gelbfärbung
- je nach Kundenwunsch einstellbare Korngrößenverteilung

*Aggregate zur Produktion von Kaolinsuspensionen in Hirschau, Foto: Amberger Kaolinwerke Eduard Kick GmbH & Co. KG (mit frdl. Genehmigung).*

Als grundsätzliche Qualitätsparameter werden dazu von Füllstoffkaolinen für Farben und Lacke gefordert:

- Weißegrad: 76 – 90 % ISO
- Ölzahl (benötigte Menge an Öl, um aus einer definierten Menge an Pulver eine nicht fließende kittähnliche Paste herzustellen): < 40 g/100 g
- pH-Wert: 4,5 – 9,5
- Kornanteil > 45 µm: < 0,05 %
- Kornklassenmaximum: 5 – 20 µm
- wasserlösliche Salze: < 1,5 %
- $Fe_2O_3$- Gehalt: < 1,2 %
- Cu-Gehalt: < 30 ppm
- Mn-Gehalt: < 5 ppm
- As-Gehalt: < 2 ppm
- Summengehalt von Pb, Hg und Cd: < 20 ppm
- organische Substanz: < 0,05 %
- Kaolinitgehalt: 90 – 95 %
- Quarzgehalt: < 1,0 %

Meist werden je nach Einsatzbereich individuelle Rezepturen aus natürlichen und kalzinierten Kaolinen eingesetzt.

Kaoline, die als Füllstoffe in der **Gummiproduktion** eingesetzt werden, sollten folgende Qualitätsparameter erfüllen:

- Ölzahl: ca. 40 g / 100 g
- pH-Wert: 6 – 7
- Kornanteil < 2 µm: 30 – 40 %, für spezielle Fälle z. T. wesentlich feinkörniger
- Kornanteil > 45 µm: < 0,5 %
- Feuchtegehalt: < 0,5 %
- wasserlösliche Salze: < 0,5 %
- $Fe_2O_3$- Gehalt: < 0,9 %
- Cu-Gehalt: < 30 ppm
- Mn-Gehalt: < 5 ppm
- As-Gehalt: < 5 ppm
- organische Substanz: < 0,05 %
- Kaolinitgehalt, je nach Korngröße: > 77 % (grob) bis > 90 % (fein)
- Quarzarmut aufgrund Silikosegefahr bei der Verarbeitung

Im Bereich Gummi/Kautschuk wird häufig auch zwischen sogenannten „hard clays“ und „soft clays“ unterschieden. Dies hat nichts mit der (Mohs-)Härte des Minerals zu tun, sondern ist eine Unterscheidung in Kaoline mit sehr hohem

*Auflösen der Kaolinroherde in Waschtrommeln, Foto: Amberger Kaolinwerke Eduard Kick GmbH & Co. KG (mit frdl. Genehmigung).*

*Hydrozyklone in der Nassaufbereitung von Kaolin in Hirschau, Foto: Amberger Kaolinwerke Eduard Kick GmbH & Co. KG (mit frdl. Genehmigung).*

Feinanteil (< 1 µm), die den Kautschuk aufgrund ihrer großen spezifischen Oberfläche hart (im Sinne der Shore-Härte) machen und groben Kaolinen, die geringe spezifische Oberflächen mitbringen und damit die Shore-Härten nicht stark erhöhen.

Im natürlichen Zustand sind Kaoline nur teilweise als **Kunststofffüllstoffe** geeignet. In diesen Fällen gelten dieselben Qualitätskriterien wie für Gummifüllstoffkaoline, jedoch wird ein höherer Weißegrad erwünscht. Für viele Kunststoffe sind oberflächenbehandelte, d. h. beschichtete oder kalzinierte Kaoline besser geeignet als natürliche, vor allem weil dadurch sowohl ihre Verwertbarkeit als auch die Eigenschaften der Produkte verbessert werden. Dies ist besonders für elektrisches Isolationsmaterial von großer Bedeutung. So ist der elektrische Widerstand von kalziniertem Kaolin im Vergleich zu natürlichem Kaolin um ein Vielfaches niedriger.

Kaoline für den Einsatz in der **Kosmetik- und Pharmaindustrie** haben naturgemäß besonders viele und strenge Qualitätskriterien zu erfüllen:

- Weißegrad: > 80 % ISO
- pH-Wert: 4,5 – 7,5
- Kornanteil < 2 µm: > 45 – 80 %
- Kornanteil > 45 µm: < 0,05 %
- wasserlösliche Salze: < 0,1 %
- Chloride: < 250 ppm
- Sulfate: < 0,1 %
- säurelösliche Substanzen: < 1,0 %
- $Fe_2O_3$-Gehalt: < 0,9 %
- Ca-Gehalt: < 250 ppm
- Summe Schwermetalle: < 25 ppm
- bestandener mikrobiologischer Test (Gesamtkeimzahl sowie Hefe, Pilze)

An Kaoline, die als Trägerstoffe für **Schädlingsbekämpfungsmittel** Verwendung finden, werden folgende Anforderungen gestellt:

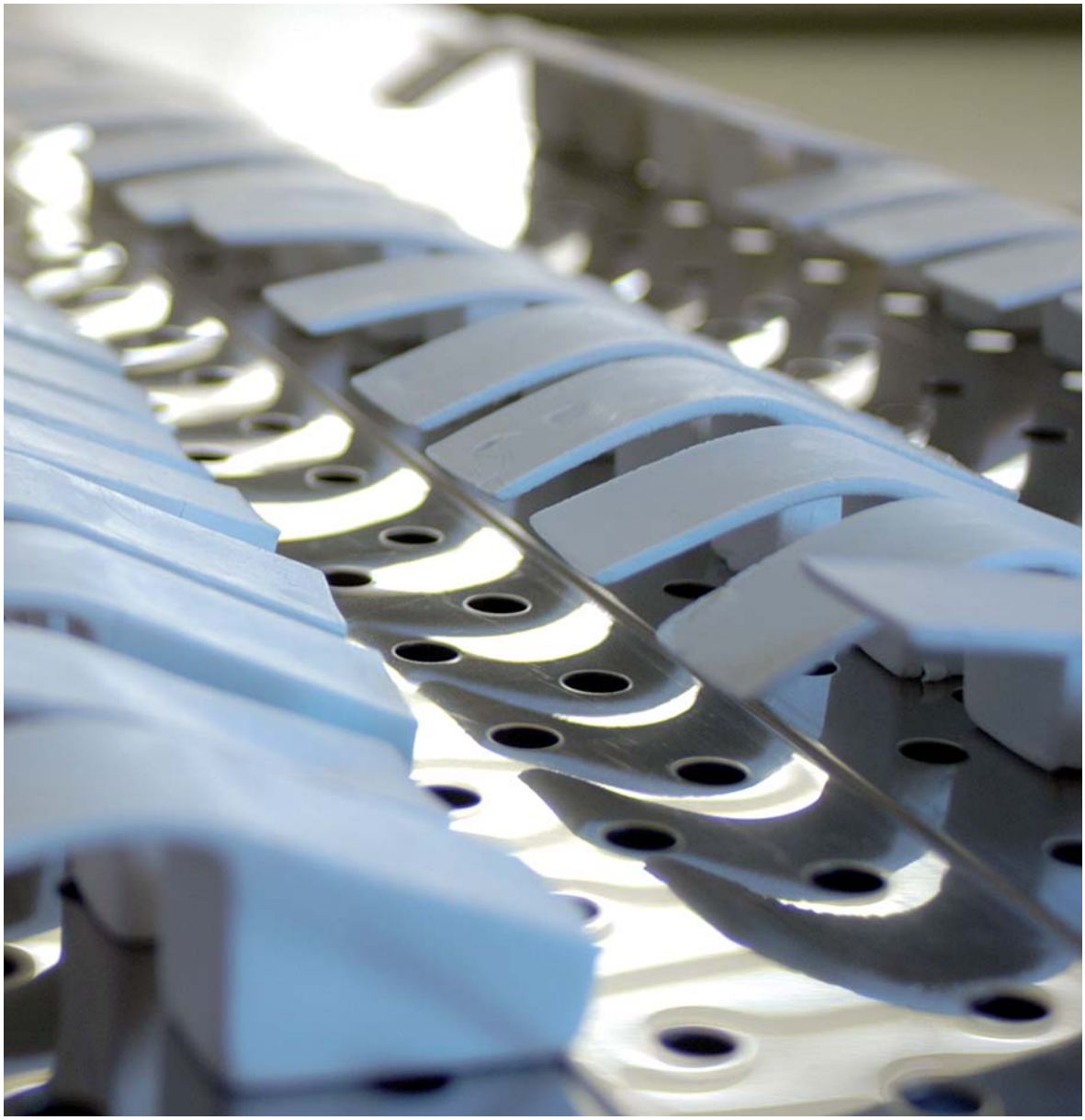
- Kornanteil < 2 µm: > 90 %
- Kornanteil > 45 µm: < 0,5 %
- hohes Schüttgewicht: > 0,7 g/cm$^3$
- pH-Wert: 6 – 7
- spezifische Oberfläche > 5 m$^2$/g
- gute Dispergierbarkeit
- große Volumen zur Erzeugung stabiler Dispersionen
- gute Schwebfähigkeit
- gute Haftfestigkeit auf Pflanzen
- gute Adsorption der Wirkstoffe
- Kaolinitgehalt: > 80 %
- Quarzfreiheit, insbesondere wegen der Abrasivität des Quarzes beim Einsatz in Spritzmaschinen

Für die **Glasfaserherstellung** wird ein sehr homogener, eisen- und titanarmer Kaolin mit gleichmäßiger Korngrößenverteilung benötigt. Die qualitativen Anforderungen sind:

- Kornanteil < 2 µm: > 32 %, auch weniger
- Kornanteil > 45 µm: < 0,05 %
- $Fe_2O_3$-Gehalt: < 0,9 %
- $TiO_2$-Gehalt: < 0,2 %
- Kaolinitgehalt: > 80 %
- Quarzgehalt: gerne hoch, sonst wird Quarzmehl zugemischt

Um als **Politurmittel** geeignet zu sein, müssen > 90 % des kalzinierten Kaolins in Korngrößen < 2 µm vorliegen. Zudem muss der Kaolin absolut frei von allen gröberen Körnern, speziell natürlich von abrasivem Quarz sein.

Für **Kaolinschamotten** wird ein möglichst aluminiumreicher Kaolin bevorzugt.



*Biegeprüfkörper im Keramiklabor in Hirschau, Foto: Amberger Kaolinwerke Eduard Kick GmbH & Co. KG (mit frdl. Genehmigung).*

# 5

# In Abbau stehende Lagerstätten in Deutschland

## 5.1 Primäre Kaoline

*Abbaustellen von primären Kaolinen in Deutschland, Karte: BGR.*

Die großen Kaolinlagerstätten Deutschlands liegen in Nordbayern und in Sachsen, doch auch aus dem Westen der Bundesrepublik sind einige kleinere Kaolinvorkommen bekannt.

### *Westerwald und Rheineifel*

Durch die über sehr lange geologische Zeiträume hinweg verlaufende tiefgründige Verwitterung des Rheinischen Schiefergebirges, bildeten sich durch die Kaolinisierung rund 400 Mio. Jahre alter chloritreicher Tonschiefer im Grenzraum Rheinland-Pfalz / Hessen / Nordrhein-Westfalen ausgedehnte Kaolinvorkommen. Fast überall jedoch wurden diese primären Kaoline der Verwitterungskruste später abgetragen, verschwemmt und als kaolinitische Tone wieder abgelagert (vgl. Kap. 4.2). Diese Tone bilden seit dem späten Mittelalter die Grundlage der Westerwälder Ton- und Keramikindustrie.

An ganz wenigen Stellen blieben die primären Kaoline bis heute erhalten, bedingt durch eine tektonische Absenkung und zudem Überlagerung durch mächtige Vulkanablagerungen. Erst mit der Zeit wurden auch diese vulkanischen Gesteine wieder abgetragen und dadurch der unterlagernde Kaolin erneut freigelegt. An sieben Lokationen im Westerwald bzw. der angrenzenden Rheineifel werden diese alten Kaoline derzeit noch abgebaut.

Bei **Oedingen**, rund 15 km südlich von Bonn, an der Landesgrenze von Nordrhein-Westfalen zu Rheinland-Pfalz, wurde bereits 1928 eine Kaolingrube eröffnet. Heute wird sie von der Sibelco Deutschland GmbH (Homepage: www.sibelco-deutschland.de) betrieben, einer Tochterfirma der international tätigen Sibelco-Gruppe mit Hauptsitz in Belgien. Ausgangsgesteine des Kaolins von Oedingen sind rund 408 Mio. Jahre alte chloritische, stark verfaltete Tonschiefer und feldspatführende Sandsteine nahezu gleichen Alters. Durch die sehr unterschiedlichen, von Störungen durchzogenen Ausgangsgesteine schritt die Kaolinisierung unterschiedlich weit in die Tiefe vor, erreicht aber z. T. über 30 m. Vor ca. 25 Mio. Jahren wurde der Kaolin dann durch Tone, Quarzsande und mächtigen vulkanischen Tuff überdeckt und so bis heute vor der Abtragung bewahrt.

Der heute nur noch sporadisch gewonnene Rohkaolin variiert infolge der zum Teil engen Wechsellagerung toniger und sandiger Schichten in seiner Korngröße und Mineralzusammensetzung sehr stark. Durchschnittlich enthält er jedoch ca. 30 % Kaolinit, 30 – 40 % Illit und Glimmer, 30 % Quarz und nur noch Spuren von Feldspat. Der Rohkaolin wird je nach benötigter Qualität selektiv abgebaut und aufbereitet. Aufgrund des hohen Glimmeranteils eignet er sich besonders gut als Gießkaolin in der Sanitär- und Elektroporzellanherstellung und findet diesbezüglich überregionale Verwendung. Die Abbautiefe in der Grube beträgt ca. 12 m, wobei zuvor 1 – 3 m Abraum abgetragen werden müssen. Große Teile der Grube sind bereits renaturiert und seit vielen Jahren sogar als Naturschutzgebiet ausgewiesen (vgl. Kap. 7).

In einer Grube westlich **Alpenrod** im rheinland-pfälzischen Westerwaldkreis gewinnt das bereits 1947 gegründete und seitdem in der 3. Familiengeneration geführte Tonabbauunternehmen Stephan Schmidt KG (Homepage: www.schmidt-tone.de) ebenfalls Kaolin. Er soll hier ein Alter von ca. 34 – 24 Mio. Jahren besitzen. Die abbauwürdige Mächtigkeit liegt bei rund 30 m. Der Abraum besteht aus mehrere Meter mächtigen Schichten aus Basaltgeröll und Basalttuff, der vor der Kaolingewinnung entfernt werden muss. Der Rohkaolin ist weiß bis hellgrau gefärbt, durchweg sehr feinkörnig und setzt sich vorwiegend aus Quarz, Glimmer und Kaolinit sowie geringen Mengen Kali- und Natronfeldspäten sowie Eisen-Titan-Mineralen zusammen. Generell ist die Kaolinqualität sehr gut, so dass er von der Stephan Schmidt-Gruppe für die Herstellung einer großen Anzahl fein- und grobkeramischer Massen genutzt wird. Zudem haben Versuche begonnen, den Kaolin für noch höherwertigere keramische Anwendungen zu nutzen.

Etwa 30 km östlich von Alpenrod, in **Burbach-Niederdresselndorf** und damit bereits in Nordrhein-Westfalen, baut die im Jahr 1902 gegründete Theodor Stephan KG (Homepage: www.stephan-tonbergbau.de) in ihrer Grube „Auf dem Kreuz“, einen ähnlich alten und ebenso zusammengesetzten Kaolin ab. Hier erreicht der hochqualitative Kaolin bei einer bis zu 50 m mächtigen Überdeckung durch Tuff und vor allem Basalt Nutzmächtigkeiten von 10 – 15 m. Der hochwertige bläuliche Basalt soll zukünftig zur Füllung von Gabionen (Steinkörbe oder Drahtschotterkästen)

*Blick in die bereits größtenteils renaturierte Kaolingrube Oedingen südlich Bonn, Foto: BGR.*

*In der Kaolingrube Alpenrod wird ein hellgrauer Kaolin abgebaut, Foto: BGR.*

*In Burbach-Niederdresselndorf lagert der hochwertige Kaolin (weiß) unterhalb mächtiger Lagen aus Tuff (rötlich-bräunlich) sowie vor allem Basalt (schwärzlich-bläulich). Diese Lagen haben ihn über Jahrmillionen vor der Abtragung bewahrt, müssen nun aber mit hohem Aufwand vor der Kaolingewinnung entfernt werden. Zumindest der Basalt soll zukünftig als Füllung in Gabionen (Steinkörbe) Verwendung finden, Foto: Theodor Stephan KG (mit frdl. Genehmigung).*

genutzt werden. Die Weiterverarbeitung des Rohkaolins erfolgt in einem der Grube angeschlossenem Mahlwerk. Das Produkt „Kreuzton-Weiß“ enthält durchschnittlich 44 % Quarz, 32 % Illit, 17 % Kaolinit, 6 % Kalifeldspat und 1 % Eisen-Titanminerale. Haupteinsatzgebiete des „Kreuz-Tons“ sind die Geschirr- und Zierkeramik, die Herstellung von weißen und farbigen Glasuren, Engoben (keramische Begussmassen zur Färbung oder Beschichtung keramischer Massen) sowie Farben.

Über eine weitere Kaolingrube verfügt die Theodor Stephan KG östlich von **Oberbrechen** im hessischen Landkreis Limburg-Weilburg. Der Rohkaolin in der dortigen Grube „Augusta-Ölkaut“ entstand aus rund 410 Mio. Jahre alten chloritischen Tonschiefern, ist ca. 7 m mächtig und wird von Tonschiefern und vulkanischen Gesteinen überlagert. Möglicherweise ist der Kaolin aus Oberbrechen ebenfalls schon vor mehreren hundert Millionen Jahren entstanden. Der in Oberbrechen abgebaute, krümelige bis plastische, weißgraue Rohkaolin wird per Lkw in das 50 km nördlich gelegene Mahlwerk in Burbach-Niederdresselndorf transportiert und dort aufbereitet. Die dort hergestellten Produkte „Kaolin M“ und „Kaolin M20“ sind feinstgemahlene Rohkaoline. Sie enthalten typischerweise 32 % Quarz, 35 % Illit, 30 % Kaolinit, 2 % Kalifeldspat und 1 % Eisen-Titanminerale. Sie finden Verwendung als Füllstoff in Farben und Lacken, Kunststoffen, Gummi, Klebstoffen, Reibbelägen und Salben sowie als UV-Schutz.

Auch im Nachbardorf **Niederbrechen** wird seit kurzem Kaolin abgebaut. Hier betreibt die familiengeführte Quarzkieswerk Alfred Kremer GmbH (keine Homepage) seit langem ein Quarzkieswerk und produziert hochwertige Quarzkiese, -edelsplitte und -sande. Oberhalb der Quarzkieslagen findet sich ein mächtiger, hellbräunlicher bis weißgrauer „Ton“. Dieser stellte sich inzwischen als durchaus nutzbarer und wertvoller Rohkaolin heraus und wird derzeit zur Aufhellung des eigenen Rohkaolins im Kaolinwerk der Erbslöh Lohrheim GmbH (s. u.) genutzt.

*Im Quarzkieswerk der Alfred Kremer GmbH in Niederbrechen stellte sich der über Jahrzehnte als wertloser Abraum angesehene „Ton“ mittlerweile als durchaus nutzbarer Rohkaolin heraus, Foto: BGR.*

Seit dem Jahr 1921 baut die heutige Erbslöh Lohrheim GmbH (Homepage: www.faber-lohrheim.de) westlich des Dorfes **Lohrheim**, 10 km südlich Limburg an der Lahn, ebenfalls ein Kaolinvorkommen ab. Hier entstand der primäre Kaolin vor rund 50 – 25 Mio. Jahren, als im damaligen subtropischen Klima rund 390 Mio. Jahre alte vulkanische, feldspatreiche Gesteine und Tuffe tiefgründig verwitterten. Bald nach der Verwitterung wurde eine kleine Scholle der kaolinisierten Vulkanite tektonisch abgesenkt und von Sanden und Tonen bedeckt. Nur so entging auch hier der

*Gewinnung von Rohkaolin in der Grube „Augusta-Ölkaut“, Foto: Theodor Stephan KG (mit frdl. Genehmigung).*

*In der Kaolingrube „Waldsaum“ westlich Lohrheim wird durch die Erbslöh Lohrheim GmbH ein hochwertiger Rohkaolin abgebaut, der sich auf vulkanischen Gesteinen und Tuffen bildete, Foto: BGR.*

*In der Kaolingrube Kettenbach bei Aarbergen treten weiß-, gelb- und rotbrennende Kaoline auf und werden selektiv, d. h. getrennt, abgebaut, Foto: BGR.*

Kaolin der späteren Abtragung. In Lohrheim beträgt die nutzbare Kaolinmächtigkeit durchschnittlich 27 m. In den oberen Partien geht der cremefarbene Kaolin allmählich in rotbraunen Lehm über, der stellenweise mehr als 5 m mächtig sein kann. Der im Tagebau mit Baggern gewonnene Rohkaolin wird vor der Weiterverarbeitung zum Teil mit anderen, aus dem In- und Ausland zugekauften Rohkaolinen gemischt, dann zerkleinert und geschlämmt. Der je nach Kundenwunsch spezifisch hergestellte Waschkaolin wird nach Trocknung in Papiersäcken, in staubdicht verschweißten Big-Bags oder lose in Silofahrzeugen den Kunden angeliefert.

Waschkaolin aus Lohrheim (22 – 52 % Kaolinit) findet international Verwendung als Füllstoff vor allem in der Produktion von Reifen und Gummierzeugnissen. Aber auch als Füllstoff in der Herstellung von Klebstoffen, Kunststoffen, Farben und Lacken, Pflanzenschutzmitteln sowie untergeordnet auch in der industriellen Keramik wird er geschätzt. Zudem wird unter der Bezeichnung ERBSLÖH Advafill ein oberflächenveränderter und dadurch wasserabstoßender („imprägnierter“) Füllstoff auf Rohkaolinbasis produziert. Dieser aktive Füllstoff kommt in der Produktion von Dichtmassen, Schäumen und Gießmassen mit Polyurethan, in ölbasierten Kitten sowie wasserabweisenden Farben und Lacken zum Einsatz.

Zehn Kilometer weiter südlich, in **Kettenbach**, einem Ortsteil der hessischen Taunusgemeinde Aarbergen, übernahm zum Jahresbeginn 2002 das bereits 1924 gegründete und heute in dritter Generation familiengeführte Tonabbauunternehmen Goerg & Schneider GmbH & Co. KG (Homepage: www.goerg-schneider.de) aus Siershahn im Westerwald eine Kaolingrube. In mittlerweile zwei Gruben mit insgesamt rund 20 ha Fläche werden hier seitdem Rohkaoline gewonnen, die je nach Eisengehalt teils weißbrennend (0,9 % $Fe_2O_3$), teils gelbbrennend (3,1 % $Fe_2O_3$) und teils rotbrennend (6,7 % $Fe_2O_3$) sind. Besonders der weißbrennende Kaolin, der eine 4 bis 5 m mächtige Schicht bildet, ist gesucht. Das leicht geneigte Gelände weist Mächtigkeiten des Abraums (Lehm, Schiefer, Quarzkies) von 2 bis max. 12 m auf. Die gesamte nutzbare Kaolinmächtigkeit schwankt zwischen 5 und 15 m.

Der Kettenbacher Kaolin besitzt das gleiche Alter wie der Lohrheimer Kaolin, entstand allerdings durch die Verwitterung rund 410 Mio. Jahre alter chloritreicher Tonschiefer. Er enthält zwischen 43 – 49 % Illit und Glimmerminerale, 25 – 27 % Quarz, 17 – 27 % Kaolinit, 2 % Feldspäte und bis zu 7 % Eisenminerale. Früher wurde der weiße Kaolin als Zusatzkomponente für feinkeramische Gießmassen und auch zur Aufschlämmung für die Papierherstellung und als Füllstoff eingesetzt. Mittlerweile konzentriert sich die Fa. Goerg & Schneider aber auf die Vermarktung aller Rohkaoline in Form fein- und grobkeramischer Massen für die Klinker-, Ziegel- und Fliesenkeramik sowie als Zuschlag in der Putzherstellung. Das Material wird den Kunden jeweils entweder unzerkleinert oder geschreddert < 30 mm oder geschreddert und abgesiebt < 8 mm oder getrocknet und gemahlen (verpackt oder lose) zur Verfügung gestellt.

## *Oberpfalz und Oberfranken*

Größter Produzent von Kaolin in Deutschland und zweitgrößter Produzent in Europa ist die Amberger Kaolinwerke Eduard Kick GmbH & Co. KG (AKW) mit ihren beiden Tagebauen bei Hirschau und Schnaittenbach in der Oberpfalz. Die AKW gehören seit 1996 zur Quarzwerke-Gruppe aus Frechen, einem führenden Industriemineralunternehmen (Homepage: www.quarzwerke.com).

Bei Hirschau-Schnaittenbach lagern über rund 7 km Erstreckung und 600 m Breite ca. 60 m, maximal 75 m mächtige, teils sehr harte, teils mürbe Sandsteine bzw. Sande aus ursprünglich ca. 55 % Quarz, ca. 43 % Kalifeldspat sowie ca. 2 % Glimmer und Schwerminerale. Diese entstanden vor rund 245 Mio. Jahren, als in dem damaligen wüstenartigen Klima bei Starkregen immer wieder feinkörniger Schutt aus umlagernden Hochlagen zusammengeschwemmt wurde. Schon bald nach ihrer Ablagerung verwitterten die unterschiedlich groben Sande stark und die Plagioklase wurden dabei zuerst und vollständig kaolinisiert. Heute enthält die Lagerstätte relativ durchgängig 70 – 85 % Quarz, aber stark schwankend nur noch 0 – 10 % Kalifeldspat, dagegen 12 – 25 % Kaolinit. Dazu kommen 1 – 2 % Muskovit, Illit und verschiedene Schwerminerale. Durchschnittlich entstanden aus 1.000 kg Rohsand 100 – 250 kg Kaolin.

*Das Tagebaurevier von Hirschau-Schnaittenbach im Luftbild, Foto: Amberger Kaolinwerke Eduard Kick GmbH & Co. KG (mit frdl. Genehmigung).*

*Blick in eines der Tagebaufelder der Unternehmensgruppe Dorfner zwischen Hirschau und Schnaittenbach, Foto: BGR.*

Bei der Abtrennung des sehr feinkörnigen Kaolins durch Aufschlämmung fallen in Hirschau-Schnaittenbach zudem die Industrieminerale Quarzsand und Alkalifeldspat an, die ebenfalls genutzt werden. Der Kaolinit aus Hirschau ist hervorragend kristallisiert und liegt in Form dünner Blättchen vor, die vereinzelt zusammengelagert sind. Verschiedene Schwerminerale und deren Umwandlungsprodukte fallen zwar mengenmäßig kaum ins Gewicht, stören aber durch ihre Eisen- und Titangehalte in vielen Produkten und müssen daher bei der Aufbereitung abgetrennt werden.

Die bei Schnaittenbach im Jahr 1833 beginnende Kaolingewinnung war ein Untertageabbau mit 10 m tiefen Schächten. Erst im Jahr 1883 wurde die Förderung im Tagebau aufgenommen. 1901 wurde das Kaolinwerk der AKW in Hirschau gegründet, dem nach vielen Umbauten im Jahr 2016 ein zusätzlich errichtetes neues Quarzsandwerk am Standort Schnaittenbach folgte. In diesen beiden Werken werden die in den zwei Tagebauen jährlich selektiv gewonnenen rund 1,3 Mio. t Roherde zu 900.000 t Quarzsand für die Glas-, Keramik- und Bauindustrie, 250.000 t Kaolin für die Papier- und Keramikindustrie sowie 150.000 t Feldspat für die feinkeramische und Glasindustrie aufbereitet. Produziert werden dabei durch die AKW im Werk Hirschau heute sieben verschiedene Schlämmkaolinsorten mit 75 – 93 % Kaolinit für die sanitärkeramische Industrie bzw. für Glasuren. Weiterer wichtiger Abnehmer des Kaolins ist zudem die Papierindustrie, für die über 30 Schlämmkaolinsorten (Stücke, Nudeln, Mehl, Schlämme etc.) mit 91 – 93 % Kaolinit, 3 – 6 % Muskovit, 0,2 – 1,2 % Feldspat, 1 – 3,4 % Quarz und 0,7 – 0,9 % anderen Mineralen in verschiedenen Mahlfeinheiten erzeugt werden.

In Hirschau liegt auch der bekannte „Monte Kaolino“ (Homepage: www.montekaolino.eu), eine bis zu 120 m hohe Halde aus rund 32 Mio. t feldspathaltigem Quarzsand, der heute als regionales Wahrzeichen gilt und als Freizeitpark genutzt wird.

Ein zweites Unternehmen, das aus der Hirschau-Schnaittenbacher Lagerstätte Kaolin produziert, ist die 1895 gegründete und seitdem familiengeführte Gebrüder Dorfner GmbH & Co. Kaolin- und Kristallquarzsand-Werke KG (Homepage: www.dorfner.de). Dieses Unternehmen geht auf die ehemalige Steingutfabrik Dorfner & Co. zurück, die sogar bereits 1826 bei Hirschau mit der Kaolingewinnung begann. Die Unternehmensgruppe Dorfner produziert heute in ihrer Aufbereitungsanlage in Hirschau-Scharhof jährlich rund 700.000 t Quarzsande und -mehle, 120.000 t Kaolin und bis zu 10.000 t Feldspat. Diese Industrieminerale werden zu mehr als 300 Produkten veredelt und weltweit in zahllosen Märkten vertrieben.

*In der Pegmatitsandgrube Schmelitz holt sich die Natur nicht mehr genutzte Grubenbereiche schnell zurück, Foto: BGR.*

*Gewinnungsaktivitäten in der Pegmatitsandgrube Rappauf im Frühsommer 2017, Foto: BGR.*

*In einem bereits abgebauten Teil der Pegmatitsandgrube „Curt II“ östlich Tirschenreuth hat sich Wasser gesammelt, das von der Natur sofort genutzt wird, Foto: BGR.*

*In der Kaolin- und Quarzsandlagerstätte Creußen-Neuhaus wechseln sich Lagen aus stark verfestigten und mürben kaolinitischen Sandsteinen ab, Foto: BGR.*

In Teilen des Landkreises Tirschenreuth in der Oberpfalz drang vor rund 312 Mio. Jahren ein Granit mit teils großen Kristallen von Kalifeldspat in das oberflächennahe Gestein ein. Bis vor rund 5 Mio. Jahren herrschte in Mitteleuropa ein feuchtes, subtropisches Klima mit größtenteils deutlich höheren Temperaturen als heute. Unter diesen Klimabedingungen wurden auch die Granite in der Oberpfalz tiefgründig (bis über 60 m tief) verwittert und aufgelockert („vergrust“). Die Plagioklase wurden vollständig kaolinisiert und die eisenhaltigen Glimmer fast restlos umgewandelt/zersetzt. Die in dieser Zeit, genauer bis vor 12 Mio. Jahren, südlich von **Tirschenreuth** entstandenen Kaolinvorkommen (mit 20 – 30 % Kaolinit, 30 – 40 % Quarz, 30 – 50 % Kalifeldspat, 4 – 8 % eisenfreier Glimmer (Muskovit)) führten 1838 zur Gründung einer ersten Porzellanfabrik in Tirschenreuth. Hierdurch wurde ein Grundstein für einen heute immer noch wichtigen Wirtschaftszweig in dieser Region und ganz Nordostbayerns gelegt.

Heutiger Betreiber der beiden benachbarten, bis zu 25 m tiefen Kaolin-Feldspat-Quarzgruben „Rappauf“ und „Schmelitz“ ist die Imerys Tableware Deutschland GmbH (Homepage: www.imerys-ceramics.com), ein Tochterunternehmen des französischen Industriemineralkonzerns Imerys S.A. Die Abraummächtigkeit in den Gruben beträgt meist weniger als 3 m. Die jährliche Rohförderung liegt bei rund 75.000 t, woraus im angegliederten Aufbereitungswerk Schmelitz-

höhe seit 1968 neben ca. 24.000 t „Tirschenreuther Pegmatit“ – ein Quarz-Feldspat-Gemisch für die Herstellung keramischer Massen – jährlich ca. 6.000 t Schlämmkaolin produziert werden.

Die Zusammensetzung des Tirschenreuther Schlämmkaolins ist je nach Abbautiefe stark wechselnd. Er enthält jedoch im Mittel ca. 72 % Kaolinit, 16 % Muskovit, 1 % Montmorrilonit (ein weiteres Tonmineral), 7 % Kalifeldspat, 2 % Quarz und 2 % Eisen- und Titanminerale, ist von hellgrauer Farbe, sehr feinkörnig und wird heute vorwiegend durch die AKW (s. o.) in der Papierindustrie verwendet.

Nach dem Zweiten Weltkrieg begann auch die Firma Theo Weidermann e. K. (Homepage: www.weidermann.info) mit der Gewinnung von Kaolinen und kaolinitischen Tonen. In der Grube „Curt II“ auf der Gebhardtshöhe, rund 3 km östlich von **Tirschenreuth**, baut sie primären Kaolin ab, der sich dort ebenfalls aus Granit entwickelte. Dieser Kaolin setzt sich aus durchschnittlich 46 % Kaolinit, 2 % Feldspat, 7 % Glimmer und 43 % Quarz zusammen. Die Grube hat zurzeit eine Ausdehnung von ca. 10 ha. Die Mächtigkeit des gewinnbaren Rohstoffs beträgt ca. 15 – 25 m, überlagert von ca. 1 – 3 m Abraum. Die Gewinnung erfolgt selektiv mittels Kettenbaggern und der Transport innerhalb der Grube mit knickgelenkten Muldenkippern. Angrenzend an die Grube wird der Rohkaolin gesiebt und damit gleichzeitig homogenisiert. Er wird für die Schamotte- und Fliesenproduktion eingesetzt.

Neben den Unternehmen Amberger Kaolinwerke, Gebr. Dorfner und Imerys Tableware produziert noch eine vierte Firma in Nordbayern Schlämmkaolin. Das Karl Inzelsberger Sand- und Kaolinwerk (Homepage: www.inzelsberger.com) liegt 3 km südlich der oberfränkischen Kleinstadt **Creußen** bei Neuhaus, rund 18 km südlich Bayreuth. Hier begann 1907 die Gewinnung zuerst nur von Quarzsand als Glassand für die Glasindustrie. 1927 kam die Produktion von Kaolin hinzu, der an die keramische Industrie verkauft wurde. Die Kaolin- und Quarzsandlagerstätte Creußen-Neuhaus besitzt eine Mächtigkeit von 35 – 40 m. Sie entstand vor rund 210 Mio. Jahren. Zu dieser Zeit herrschte erneut ein wüstenähnliches Klima. Der in umliegenden Höhenzügen anfallende Gesteinsschutt wurde in großen Mengen als Sand und Geröll durch periodisch wasserführende Flüsse ins Tiefland befördert und dort in Schwemmfächern und weiten sandigen Flussebenen abgelagert. Die hellen Sande in Creußen-Neuhaus sind als Zeichen ihrer Ablagerung in Flüssen teilweise schräggeschichtet und mit unregelmäßigen Tonlagen durchsetzt. Stark verfestigte Horizonte wechseln sich mit mürben Sandsteinlagen ab. Auch der Kaolinitgehalt wechselt, nimmt aber generell von der Oberfläche mit ca. 13 % zur Grubensohle hin bis auf 11 % ab. Der Quarzgehalt beträgt ca. 85 %. Feldspat ist kaum noch nachweisbar. Der geschlämmte und in einer kleinen Kammerfilterpresse getrocknete Kaolin enthält rund 28 % Kaolinit und ist ideal für die Produktion von Wand- und Bodenfliesen sowie für die Porzellanherstellung. Er wird für diese Zwecke überregional eingesetzt. Der gewaschene Quarzsand dient zur Produktion von Betonpflastersteinen.

### *Sachsen und Sachsen-Anhalt*

Ein weiteres großes Kaolinrevier Deutschlands findet sich im südlichen Mitteldeutschland mit der Schwerpunktregion Mittelsächsisches Hügelland. Hier verwitterten in hunderten von Millionen Jahren eine Vielzahl von feldspatführenden Gesteinen – vor allem Porphyre, Granite, Gneise, Grauwacken, Sandsteine – und es bildete sich dabei eine teils bis 100 m mächtige kaolinitische Verwitterungskruste. Die Höhepunkte der Kaolinisierung lagen dabei in Zeiträumen vor 310 Mio. Jahren, vor 200 Mio. Jahren und vor 125 – 25 Mio. Jahren. Durch diese langen Zeiträume der Kaolinisierung ist diese weiter fortgeschritten als z. B. in der Oberpfalz, wobei alle Feldspäte, Glimmer sowie andere instabile Minerale fast vollständig in Kaolinit umgewandelt wurden. Die älteren Kaolinschichten wurden inzwischen größtenteils abgetragen und in Form kaolinitischer Tone (vgl. Kap. 4.2) wieder abgelagert. Auch von den jüngeren Kaolinen haben sich nur Teile bis heute erhalten. Ihre Reste bilden die heutigen mitteldeutschen Kaolinlagerstätten. Diese liegen in einem 10 – 50 km breiten Streifen („Kaolingürtel“) am Nordrand der sächsischen-thüringischen Mittelgebirge. In den südlich gelegenen Mittelgebirgen ist die dort ehemals vorhandene Kaolinschicht heute vollständig abgetragen, im nördlich angrenzenden Leipziger Tiefland liegen die Kaoline hingegen unter einer mächtigen jüngeren Bedeckung. Im dazwischen liegenden Kaolinstreifen erstrecken sich die Kaolinvorkommen in gering abgetragenen Bereichen über mehrere Quadratkilometer und sind bis zu

100 m mächtig (Lausitz, Nordwestsachsen). In stärker abgetragenen Bereichen bilden die Kaolinlagerstätten isolierte wannenartige Bereiche mit Durchmessern von einigen 10 bis über 100 m und besitzen Mächtigkeiten von bis zu 60 m (Raum Kemmlitz, Region Meißen).

In Nordsachsen, westlich der Kleinstadt Mügeln, befindet sich mit dem **Kemmlitz**er Kaolinrevier eines der Zentren der mitteldeutschen Kaolingewinnung. Ausgangsgesteine für die Kaolinentstehung in diesem Raum waren bis zu 400 m mächtige, über weite Gebiete verbreitete, feldspatreiche Auswurf- und Ergussgesteine eines großen Vulkans, der vor rund 280 Mio. Jahren südwestlich der heutigen Kreisstadt Rochlitz ausbrach. Die Kaoline bildeten sich in einem langen Zeitraum mit tropischem bis subtropischem Klima vor 125 – 25 Mio. Jahren. Typisch sind die starken Mächtigkeitsschwankungen des Kaolins. So zeigte eine Auswertung des rund 40 km$^2$ großen Kemmlitzer Kaolinreviers, dass auf einer 16 km$^2$ großen zentralen Fläche 40 % auf mehr als 5 m mächtige Kaoline entfallen, aber davon wiederum nur 5 % auf die eigentlichen Lagerstätten mit durchschnittlichen Mächtigkeiten von 20 – 35 m.

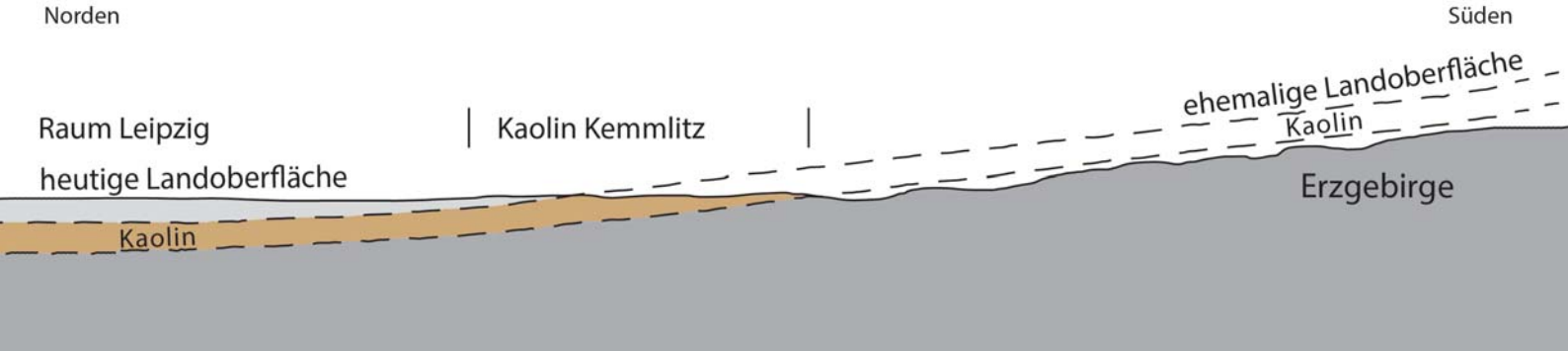
Bei Kemmlitz wurde nachweisbar seit 1780 Kaolin für die wenige Kilometer entfernt und zehn Jahre zuvor gegründete Steingutmanufaktur Hubertusburg abgebaut. Ab 1883 etablierten sich dann vier größere Unternehmen im Kemmlitzer Kaolinrevier. 1951 wurden alle Einzelbetriebe zum VEB Vereinigte Kemmlitzer Kaolinwerke zusammengeschlossen. Seit der politischen Wende betreiben nur noch die Kemmlitzer Kaolinwerke (Homepage: www.schleben-crellenhain.de), eine Zweigniederlassung der Caminauer Kaolinwerk GmbH Kaolinabbau in den Tagebauen „Schleben/Crellenhain“ (Förderung seit 2004), „Gröppendorf“ (Förderung seit 1972) und „Glückauf“ (Förderung seit 1959).

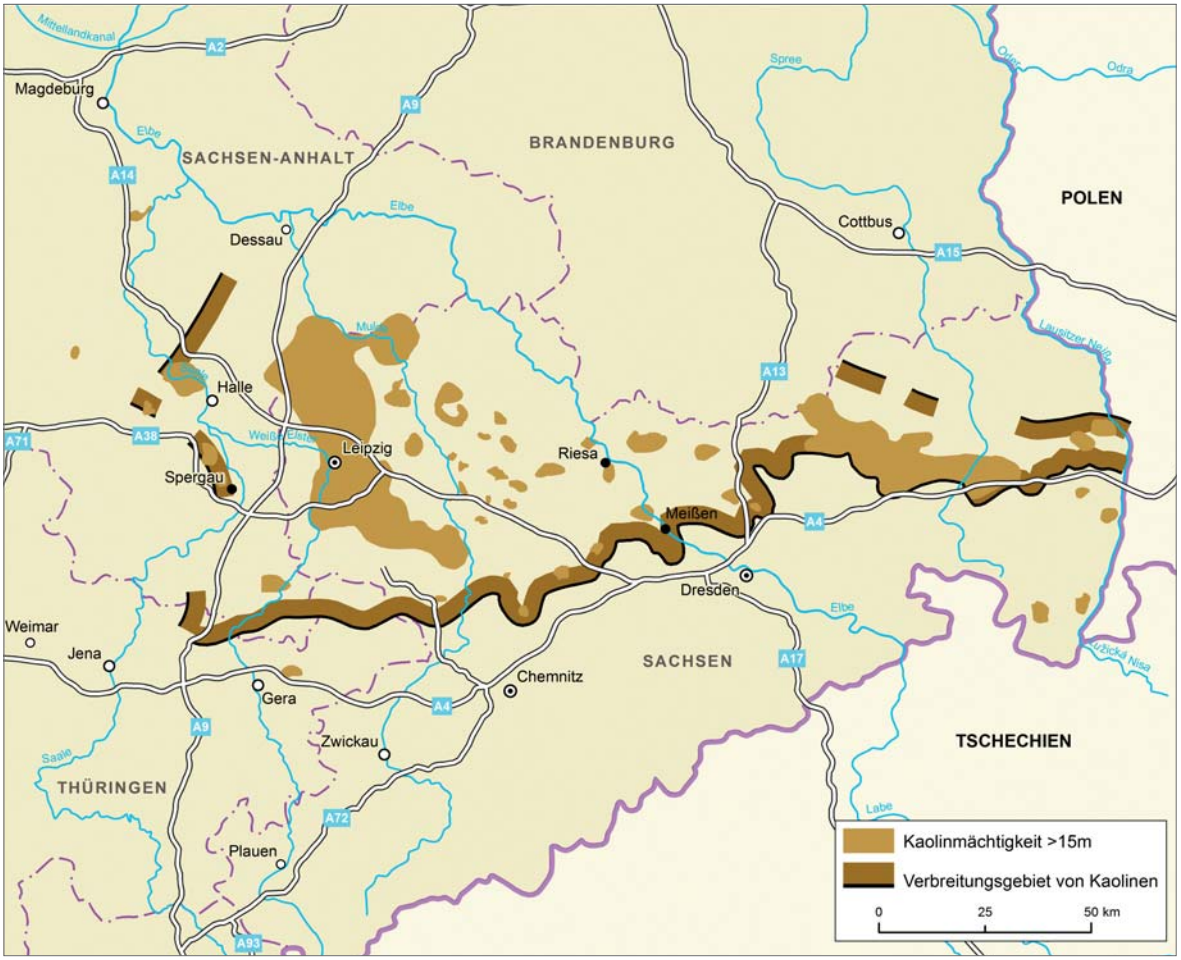
Der Hauptanteil des von den Kemmlitzer Kaolinwerken geförderten Kaolins stammt dabei heute aus dem Tagebau „Schleben/Crellenhain“. In diesem Tagebau ist der nutzbare Kaolin bei verbleibender unterer Sicherheitsschicht zwischen 2 und 45 m mächtig. Der Abraum besteht aus eiszeitlichen Grundmoränen, Beckenablagerungen und Löß in insgesamt 5 bis über 30 m Mächtigkeit. Die Förderung des Rohkaolins erfolgt auf verschiedenen Abbausohlen selektiv mit mehreren elektrisch betriebenen Schaufelradbaggern und der Abtransport über eine 3 km lange Überlandbandanlage zur Schlämmerei Gröppendorf. Von dort wird die Kaolinsuspension über eine 3 km lange Rohrleitung zur weiteren Aufbereitung in das Werk in Kemmlitz gepumpt.

Der Mineralbestand wechselt in den verschiedenen Bereichen der einzelnen Tagebaue aufgrund unterschiedlicher vulkanischer Ausgangsgesteine. So führt der Rohkaolin aus „Schleben-Crellenhain“ 28 – 45 % Kaolinit, 55 – 70 % Quarz und < 5 % andere Tonminerale. Auch die hergestellten Schlämmkaolinsorten sind je nach Ausgangsgestein und Anforderungen der Kunden unterschiedlich, enthalten aber größtenteils zwischen 65 und 80 % Kaolinit, 11 und 28 % Quarz sowie 7 und 9 % andere Tonminerale.

Nach Informationen der Kemmlitzer Kaolinwerke produzierte das Unternehmen im Jahr 2013 rund 30.000 t Rohkaolin sowie knapp 115.000 t Schlämmkaolin. Der Kemmlitzer Kaolin zeichnet sich durch sehr niedrige Gehalte an Natrium, Kalium, Magnesium und Calcium (Alkalien) sowie Eisen, Titan und organischen Verunreinigungen aus, brennt reinweiß und besitzt eine gute „Bildsamkeit“ und „Trockenbruchfestigkeit“, was für den Einsatz in der Feinkeramik sehr vorteilhaft ist. Der Kemmlitzer Schlämmkaolin gilt als der beste keramische Kaolin Deutschlands für feinkeramische

***Prinzip der Entstehung und Erhaltung der Kaolinvorkommen im südlichen Mitteldeutschland. Der einst auch im Erzgebirge gebildete Kaolin wurde durch Hebung und starke Erosion bereits wieder abgetragen. Im Raum Leipzig und weiter nördlich ist die Kaolinschicht dagegen unter mächtigen eiszeitlichen Ablagerungen begraben. Nur in einem 10 – 50 km breiten Streifen („Kaolingürtel“) lagern heute noch abbauwürdige Kaoline, umgezeichnet nach Wagenbreth (1978)***






*Verbreitung von Primärkaolinen in Mitteldeutschland, umgezeichnet nach Schmitz (2008).*

Anwendungen und ist weit über Europa hinaus geschätzt. Er wurde im Jahr 2013 verwendet zu

- 36,6 % zur Produktion von Haushaltskeramik (Tassen und Teller aus Porzellan)
- 33,1 % zur Produktion von Wand- und Bodenfliesen
- 18,2 % zur Herstellung von feinkeramischen Massen für Fliesen und Geschirr
- 6,5 % für die Produktion von Sanitärkeramik (Waschbecken, WCs, Urinale)
- 2,8 % zur Produktion von elektro-/technischem Porzellan (Isolatoren, Katalysatoren)
- 1,6 % für die Herstellung feuerfester Ofenausmauerungssteine
- 1,0 % als Zusatz für Email, Glasuren und Fritten
- 0,1 % zur Herstellung von Vormauerziegeln und technischer Keramik

Nördlich von **Grimma**, direkt nördlich der A14, liegt der Kaolin- und Tontagebau „Hohnstädt“, der zur Sibelco Deutschland GmbH (s.o.) gehört. Der Kaolin von Hohnstädt ist ein Verwitterungsprodukt vulkanischer Ergussgesteine (s. Kemmlitz) und besteht aus rund 50 – 55 % Kaolinit, 40 – 45 % Quarz und < 5 % Illit/Montmorillonit. Er erreicht eine Mächtigkeit von 25 m und wird von 20 Mio. Jahre alten, grauen bis blauen, kaolinitischen Tonen überlagert. Diese schützten ihn vor Abtragung und stellen nun zum Teil selber ebenfalls hochwertige Rohstoffe dar. Der Rohkaolin aus Hohnstädt wird größtenteils vor Ort mit Tonen aus anderen Lagerstätten vermischt und als keramische Masse zur Produktion von Wand- und Bodenfliesen verwendet.

Das bekannteste Kaolinrevier Sachsens und sicherlich auch ganz Deutschlands, wenn nicht ganz Europas, liegt wenige Kilometer nordwestlich Meißen. Im Januar 1708 gelang es erstmals auch außerhalb Chinas und zwar in Sachsen, brauchbares, damals noch braunes Porzellan zu produzieren. Im März 1709 erfolgte aufgrund des Ein-

*Im Kaolintagebau „Schleben-Crellenhain“ westlich von Mügeln in Sachsen werden mit Schaufelradbaggern besonders hochwertige Kaoline für die Keramikindustrie gefördert, Foto: BGR.*

satzes von weißem Kaolin die Erfindung weißen Porzellans und im Juni 1710 nahm in Meißen auf der Albrechtsburg die erste europäische Porzellanproduktionsstätte ihren Betrieb auf. Stammte der erste zur Herstellung des weißen Porzellans genutzte Kaolin noch aus den heute schon lange nicht mehr genutzten Lagerstätten Colditz und später Aue (bereits Schlämmkaolin), nutzte man ab 1764 Kaolin aus dem 12 km nordwestlich von Meißen gelegenen Dorf Seilitz.

Der Kaolin von **Seilitz** geht auf die Kaolinisierung unterschiedlicher feldspatreicher Gesteine zurück, die einem Vulkan entstammten, der vor rund 303 Mio. Jahren bei Meißen ausbrach. Große Teile des in den folgenden hunderte Millionen Jahren gebildeten Kaolins wurden bereits abgetragen, verschwemmt und in Form hochwertiger kaolinitischer Tone weiter südlich, bei Canitz-Löthain, wieder abgelagert. Direkt bei Seilitz sind gegenwärtig zwei Unternehmen in der Kaolingewinnung aktiv. Die Staatliche Porzellan-Manufaktur Meissen GmbH (Homepage: www.meissen.com) betreibt das Erdenwerk Seilitz, das älteste und zugleich kleinste Kaolinbergwerk Europas. Dieses Erdenwerk fördert seit 1764 im Tagebau und dann seit 1825 bis heute im Untertagebetrieb (derzeit auf der 5. Sohle ca. 10 m unter der Erdoberfläche) einen stark zerklüfteten, grauweißen Rohkaolin mit durchschnittlich 20 % Kaolinit, 78 % Quarz und 2 % anderen Tonmineralen/Feldspat. Das zentrale Lagerstättengebiet des Erdenwerks Seilitz hat eine Flächengröße von nur 120 m x 100 m. Der aus dem selektiv abgebauten Seilitzer Rohkaolin (rund 300 t jährlich) aufbereitete Schlämmkaolin (mit durchschnittlich 75 % Kaolinit, 18 % Quarz und 2 % Feldspat) deckt allerdings nur einen Teil des jährlichen Rohstoffbedarfs der Staatlichen Porzellan-Manufaktur Meissen. Zusätzlich zur eigenen „Seilitzer Erde“ werden weitere sächsische Kaoline, Quarzsandmehl und Feldspat zugekauft.

Rund 400 m östlich des Bergwerks Seilitz ist die Sibelco Deutschland GmbH (s. o.) in der Gewinnung des dort durchschnittlich 20 m mächtigen, fetten, gelbgrauen bis grünweißlichen Rohkaolins auch im Tagebau tätig. Dieser besitzt aufgrund unterschiedlicher Ausgangsgesteine eine variierende Zusammensetzung mit 15 – 33 % Kaolinit, 39 – 78 % Quarz und 2 – 29 % anderen Tonmineralen. Die großen Mengen anderer Tonminerale, v. a. Montmorillonit statt Kaolinit, die im Waschkaolin sogar noch angereichert sind, ergeben sich

*Im Kaolin- und Tontagebau Grimma-Hohnstädt der Sibelco Deutschland GmbH lagern hochwertige, weiße Kaoline, die deutschlandweit in der Fliesenindustrie Verwendung finden, Foto: BGR.*

*Im kleinsten Untertagebergwerk Deutschlands werden jährlich nur relativ geringe Mengen an Rohkaolin abgebaut, Foto und Copyright: Staatliche Porzellan-Manufaktur Meissen GmbH.*

*Nicht nur im Bergwerk, sondern auch in der Kaolingrube Seilitz werden hochwertige Kaoline für die Porzellanindustrie gewonnen, Foto: BGR.*

durch die Umwandlung ehemaliger vulkanischer Gläser und bewirken ganz spezielle keramische Eigenschaften, wie gute Bildsamkeit und sehr hohe Trockenbruchfestigkeit. In einem benachbarten Aufbereitungswerk werden aus dem Großteil des Rohkaolins zuerst ein Schlämmkaolin (mit 36 – 42 % Kaolinit, 38 – 43 % Montmorillonit/Illit und 19 – 20 % Quarz) und daraus dann hellbrennende keramische Massen produziert. Diese wiederum kommen in der Porzellan- und Elektroporzellanherstellung sowie in der Geschirr- und Zierkeramikindustrie, z. B. in der Staatlichen Porzellan-Manufaktur Meissen GmbH, zum Einsatz.

Westlich von Meißen liegt das schon erwähnte Tonrevier von Canitz-Löthain. Im Jahr 2008 eröffnete der Ton- und Kaolintagebau **„Canitz“** der Kaolin- und Tonwerke Seilitz-Löthain GmbH (s. o.). Dort überlagern die hochwertigen kaolinitischen Tone, ähnlich wie in Grimma-Hohnstädt (s. o.), einen grünlich-weißen Kaolin. Dieser bildete sich auf den gleichen vulkanischen Gesteinen wie im 6 km nördlich gelegenen Seilitz. Über den kaolinitischen Tonen folgen rund 10 m eiszeitliche Ablagerungen. Ton als auch Kaolin werden in Canitz selektiv und saisonweise gewonnen, in einem der Aufbereitungswerke der Sibelco Deutschland GmbH mit Kaolin aus Ockrilla (s. u.) gemischt und zu keramischen Massen für die Fliesenindustrie weiterverarbeitet.

Nördlich von Meißen bzw. nördlich des Dorfes **Ockrilla**, zu beiden Seiten der Bundesstraße 101 nach Priestewitz, sind insgesamt vier Kaolinlagerstätten, Ockrilla I – IV, bekannt. Ockrilla I ist abgebaut und Ockrilla IV ist nicht aufgeschlossen, besitzt aber zu hohe Eisenoxidgehalte, um derzeit wirtschaftlich interessant zu sein. Ockrilla II östlich der B 101 und Ockrilla III, westlich der B 101 und südlich Kmehlen, stehen derzeit im Abbau der Sibelco Deutschland GmbH (s. o.). Ausgangsgestein der Kaolinbildung in einem Zeitraum vor 70 – 25 Mio. Jahren war ein Granodiorit, d. h. ein granitähnliches Tiefengestein. In Ockrilla III wurde der Kaolin vermutlich in Form einer riesigen, damals gefrorenen Scholle vom Inlandeis aufgeschoben, denn er lagert über jüngeren Tonen. Die meist weniger als 20 m mächtige Kaolinschicht kann in eine untere Zone von bröckeligem, graugrünen Kaolin und in eine obere, 5 – 10 m mächtige Zone mit wirtschaftlich nutzbarem und hellem Kaolin (ca. 30 – 45 % Kaolinit, 30 – 35 % Quarz, bis zu 35 % Feldspat und 15 % andere Tonminerale/Glimmer) gegliedert

*Blick in die Kaolingrube Canitz, in der Rohkaoline für die Fliesenindustrie abgebaut werden, Foto: BGR.*

*Die Kaolingrube Ockrilla II ist bereits größtenteils ausgetont, Foto: BGR.*

*Aus der Kaolingrube Ockrilla III werden große Mengen an hochwertigem Rohkaolin gewonnen, Foto: BGR.*

*Blick in die Kaolingrube Radeburg, deren Umgebung sich durch sehr abwechslungsreiche forstwirtschaftliche Rekultivierung bzw. Renaturierung auszeichnet, Foto: BGR.*

*Im Kaolin- und Tontagebau Wiesa-Hasendorf werden vorwiegend hochwertige keramische Tone gewonnen. Der Rohkaolin liegt in einem tieferen Abschnitt der Grube, Foto: BGR.*

*Im Kaolintagebau Cunnersdorf wird ein rotbrauner Kaolin für die Produktion von rotbrennenden Klinkern abgebaut, Foto: BGR.*

werden. Darüber (und in Ockrilla III teils auch darunter) lagern relativ geringmächtige jüngere Tone, Sande und Quarzite sowie eiszeitliche Grundmoräne und Sande mit insgesamt 3 – 7 m Mächtigkeit. Der Kaolin von Ockrilla besitzt relativ hohe Gehalte an organischer Substanz und Eisenmineralen. Er wird traditionell, meist ohne große weitere Aufbereitung, zur Produktion von Wand- und Bodenfliesen genutzt.

Die Schamottewerk Radeburg GmbH (Homepage: www.schamotte-radeburg.de) produziert seit 1872 südwestlich **Radeburg**, nördlich Dresden, hochwertige feuerfeste Produkte („Schamotte“) für den Ofen-, Kamin- und Backofenbau. Als Rohstoff dient von alters her ein feldspatreicher Kaolin (mit typischerweise 28 – 32 % Kaolinit, 20 – 30 % Glimmer, 16 % Kalifeldspat, 1 % Plagioklas und 12 % Quarz), der aus einer angrenzenden Grube gewonnen wird. Der Kaolin von Radeburg bildete sich aus einem sehr feldspatreichen, aber quarzarmen Tiefengestein (Syenodiorit), wobei die höhere, kaolinitreiche Kaolinzone vermutlich schon abgetragen und nur die untere, noch feldspatführende Übergangszone zum Ausgangsgestein erhalten geblieben ist. Die nutzbare Kaolinschicht in der derzeit betriebenen Grube ist ca. 10 m mächtig. Sie wird von bis zu 9 m Abraum überlagert.

In der Lausitz unterlagen unterschiedliche Gesteine der Kaolinisierung. Meist handelt es sich um Granodiorit, aber auch Grauwacken. Auf dem Granodiorit bildete sich zumeist ein graugrüner Kaolin, der kaum nutzbar ist. Nur wo alte Flussläufe den Kaolin durchschnitten oder dieser an ehemalige Küsten angrenzte, bildeten sich Braunkohlemoore, in deren Nachbarschaft der graugrüne Kaolin durch Huminsäuren gebleicht wurde. Ausschließlich der helle, gebleichte Kaolin ist als Industriemineral nutzbar. Erschwerend kommt hinzu, dass in Teilen der Lausitz die Abtragung in den Eiszeiten sehr stark war. Das Inlandeis trug die obere Kaolinzone flächenhaft ab und Schmelzwässer schnitten sich tief in den Kaolin ein.

Im Landkreis Bautzen, südöstlich der Kreisstadt Kamenz, im Ortsteil **Wiesa**, liegt der rund 147 ha große Kaolin- und Tontagebau „Wiesa-Hasenberg“ der Stephan Schmidt Meißen GmbH, einem Unternehmen der Stephan Schmidt Gruppe (Homepage: www.schmidt-tone.de) aus dem Westerwald. Hier ist der hellgraue Nutzkaolin

als wannenförmige Lagerstätte in den graugrünen Granodioritkaolin eingebettet und überlagert diesen. Der hellgraue Kaolin selbst ist 15 – 25 m mächtig und wird von bis 30 m mächtigen, rund 16 Mio. Jahre alten Tonen, Sanden und Braunkohlen überlagert, ist also selbst älter. Darüber folgen noch einige Meter eiszeitliche Sande und Kiese. Der hellbrennende Rohkaolin von Wiesa enthält durchschnittlich 59 % Kaolinit und 36 % Quarz und dient als Zuschlag in der Produktion von Fliesen, hellbrennenden Klinkern sowie Fassadenplatten.

Ca. 8 km nördlich von Wiesa liegt ein weiterer Kaolintagebau der Stephan Schmidt Meißen GmbH, der Tagebau „Cunnersdorf“ mit 19 ha Betriebsfläche. In **Cunnersdor**f bildete sich der Kaolin auf 680 – 570 Mio. Jahre alten, fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen mit sehr unterschiedlichem Mineralbestand (Grauwacken). Der abgebaute Rohkaolin enthält durchschnittlich nur 25 % Kaolinit und zeichnet sich durch hohe Anteile von Glimmer (bis 29 %) aus, da nur die Feldspäte und der Chlorit der Ausgangsgesteine vollständig kaolinisiert worden sind. Der Kaolin besitzt bis zu 40 m Mächtigkeit, hat aber eine gelblich-beige bis rotbraune Farbe und brennt durch hohe Eisen- und Titanmineralgehalte zudem rot bis rotbraun. Er wird daher nur zur Herstellung grobkeramischer Produkte, wie rotbrennender Klinker genutzt. Der Abraum im Tagebau besteht aus durchschnittlich 3 m mächtigen Kiesen eines alten Elbelaufes.

Etwa auf halber Strecke zwischen Hoyerswerda und Bautzen liegt der Ort Königswartha und nördlich davon dessen Ortsteil Caminau. Die Kaolinlagerstätte Caminau ist mit 2,5 km$^2$ Fläche die größte zusammenhängenden Kaolinlagerstätte Sachsens und nach Hirschau-Schnaittenbach in der Oberpfalz (s. o.) die zweitgrößte Deutschlands. Die Kaolinvorkommen bei Caminau wurden um 1900 von einem Bauern beim Brunnenbohren entdeckt. Ein Schachtbaumeister aus Senftenberg erwarb die Abbaurechte und begann im Jahr 1904 mit der Förderung im Tagebau. Nach dem Zweiten Weltkrieg begann der großkommerzielle Abbau. Nach der politischen Wende 1990 ging der VEB Kaolinwerk Caminau in Form der heutigen Caminauer Kaolinwerk GmbH in das Eigentum der Amberger Kaolinwerke Eduard Kick GmbH und Co. KG (AKW, s. o.) über. Diese hat hohe Investitionen in die Aufbereitungsanlage getätigt und produziert aus den in den beiden Abbaufeldern gewonnenem Rohkaolin (mit 15 – 48 % Kaolinit, 37 – 46 % Quarz, ca. 3 % anderen Tonmineralen, bis zu 5 % Glimmer und bis zu 5 % Eisenkarbonat) Schlämmkaolin (mit durchschnittlich 89 % Kaolinit, 10 % anderen Tonmineralen Glimmer sowie < 3 % Quarz). Dieser wird vorwiegend als Füllstoffkaolin in der Papierindustrie eingesetzt, aber auch in der chemischen Industrie bzw. dort als aktiver Füllstoff (Gummi- und Buntstiftproduktion, Farben und Lacke) verwendet. Das Caminauer Schlämmkaolin ist nicht nur deutschlandweit geschätzt, sondern wird auch ins europäische Ausland exportiert.

Über dem Lausitzer Granodiorit folgt in Caminau eine 5 – 20 m mächtige Zone aus graugrünem Kaolin. Darüber lagert die 15 – 35 m mächtige, nutzbare weiße Kaolinschicht. Die eiszeitlichen Ablagerungen über dem Kaolin sind bis zu 25 m mächtig. Mitten durch die Lagerstätte verlaufen Gänge aus kaolinisierten Fremdgesteinen sowie ein stark zerbrochener Quarzitgang.

***Wie im Kemmlitzer Kaolinrevier wird auch in Caminau der Kaolin mittels elektrisch betriebener Schaufelradbagger gewonnen, Foto: BGR.***

*Bei Caminau lagern über große Flächen und in großer Mächtigkeit weißgraue Kaoline, die besonders in der europäischen Papierindustrie sehr geschätzt sind, Foto: BGR.*

*Nordwestlich Bautzen, zwischen den Dörfern Crostwitz und Jeßnitz, werden im „Tagebau Jeßnitz-Galgenberg“ hellbrennende Kaoline für die Fliesenindustrie gewonnen, Foto: BGR.*

*Kaolinabbau im Tagebau „Fuchsberg-Süd“ südwestlich Morl, Foto: Dr. Klaus Stedingk (mit frdl. Genehmigung).*

Zwischen den Dörfern Crostwitz und **Jeßnitz**, 15 km nordwestlich Bautzen, wurde Ende der 1960er Jahre eine Kiessandlagerstätte erkundet und dabei auch unterlagernder Kaolin entdeckt. Er entwickelte sich auch hier aus Lausitzer Granodiorit, wird bis zu 17 m mächtig und wurde durch die ihn überlagernden alten Kiessande vor Abtragung geschützt. In den Jahren nach der politischen Wende hat die UBN Umwelt- und Baustoffaufbereitung Neschwitz GmbH (keine Homepage) den Tagebau „Jeßnitz-Galgenberg“ erschlossen und nachdem der Kiessand abgebaut war, vermehrt Kaolin gewonnen. Er ist hier von heller Farbe, jedoch mit rötlichen Partien durchsetzt, und eignet sich gut als Rohstoff für keramische Massen zum Einsatz in der Fliesenindustrie. In den letzten Jahren hat die UBN auch auf Nachbargrundstücken Erkundungsbohrungen durchführen lassen und plant, sollten die Grundstückseigentümer einverstanden sein, den Kaolintagebau dorthin zu erweitern.

Einziges Abbauunternehmen von Kaolinen in Sachsen-Anhalt ist die sich im Privatbesitz von Herrn Jürgen Rohrmoser befindliche Kaolin- und Tonwerke Salzmünde GmbH (keine Homepage). Sie geht auf ein bereits 1818 gegründetes Abbauunternehmen zurück, das vorrangig die 1763 gegründete Königliche Porzellan-Manufaktur (KPM) in Berlin mit Rohstoffen versorgte. Heute betreibt die Kaolin- und Tonwerke Salzmünde GmbH im Raum Halle-Merseburg drei Kaolintagebaue (Fuchsberg-Süd, Spergau-Nordfeld, Etzdorfer Feld) sowie den Tontagebau Roßbach, aus dem hochwertige kaolinitische Tone gefördert werden. Das Kaolinwerk der Kaolin- und Tonwerke Salzmünde GmbH befindet sich seit 1847 am Firmenstammsitz in Salzmünde.

Die Kaolinlagerstätte südwestlich des kleinen Ortes **Morl**, 10 km nördlich Halle gelegen, ist seit 1771 bekannt und befindet sich nahe des etwa 30 m höhergelegenen Fuchsberg. Im umgebenden Gebiet wurden unter meist geringmächtigen eiszeitlichen Ablagerungen, aber bis zu 30 m mächtigen, älteren und den Kaolin vor Abtragung schützenden Sanden, Schluffen und Tonen zwölf kleine Einzellagerstätten erbohrt. Diese besitzen relativ wechselhafte und meist nur geringe Kaolinmächtigkeiten von durchschnittlich 8 – 10 m. Die einzelnen Lagerstättenteile sind durch Rücken aus vulkanischen Gesteinen voneinander getrennt. Aus den relativ großen Feldspatkristallen dieses „Unteren Halleschen Porphyrs“, der ein Alter von ca. 298 Mio. Jahren besitzt, entstand vor rund 35 Mio. Jahren der Kaolin.

Seit 1987 wird im 105 ha großen Feld „Fuchsberg-Süd“ ein relativ grober Rohkaolin gewonnen. Über einer rund 10 m mächtigen Rohkaolinschicht mit nur 16 % Kaolinit, aber noch 44 % Kalifeldspat, folgt hier eine 30 m mächtige Kaolinschicht aus durchschnittlich 50 % Kaolinit, 42 % Quarz und 5 – 10 % anderen Tonmineralen, vor allem Illit. Der Rohkaolin ist durch das nachträgliche Eindringen an organischer Substanz vor allem oberflächennah bräunlich gefärbt. Der in „Fuchsberg-Süd“ abgebaute Kaolin wird vor Ort geschlämmt und vom Quarzsand befreit, dann zum Werk Salzmünde gepumpt und dort zu Schlämmkaolin aufbereitet. Dieser enthält typischerweise 80 % Kaolinit, 9 % andere Tonminerale und 11 % Quarz und

wird in der Fliesenindustrie, für Sanitärkeramik, in der elektrotechnischen Industrie (Isolatoren, technische Porzellane), der chemischen Industrie (Trägerstoffe für Pflanzenschutzmittel) sowie als Füller für Kunststoffe, Farben und Lacke eingesetzt.

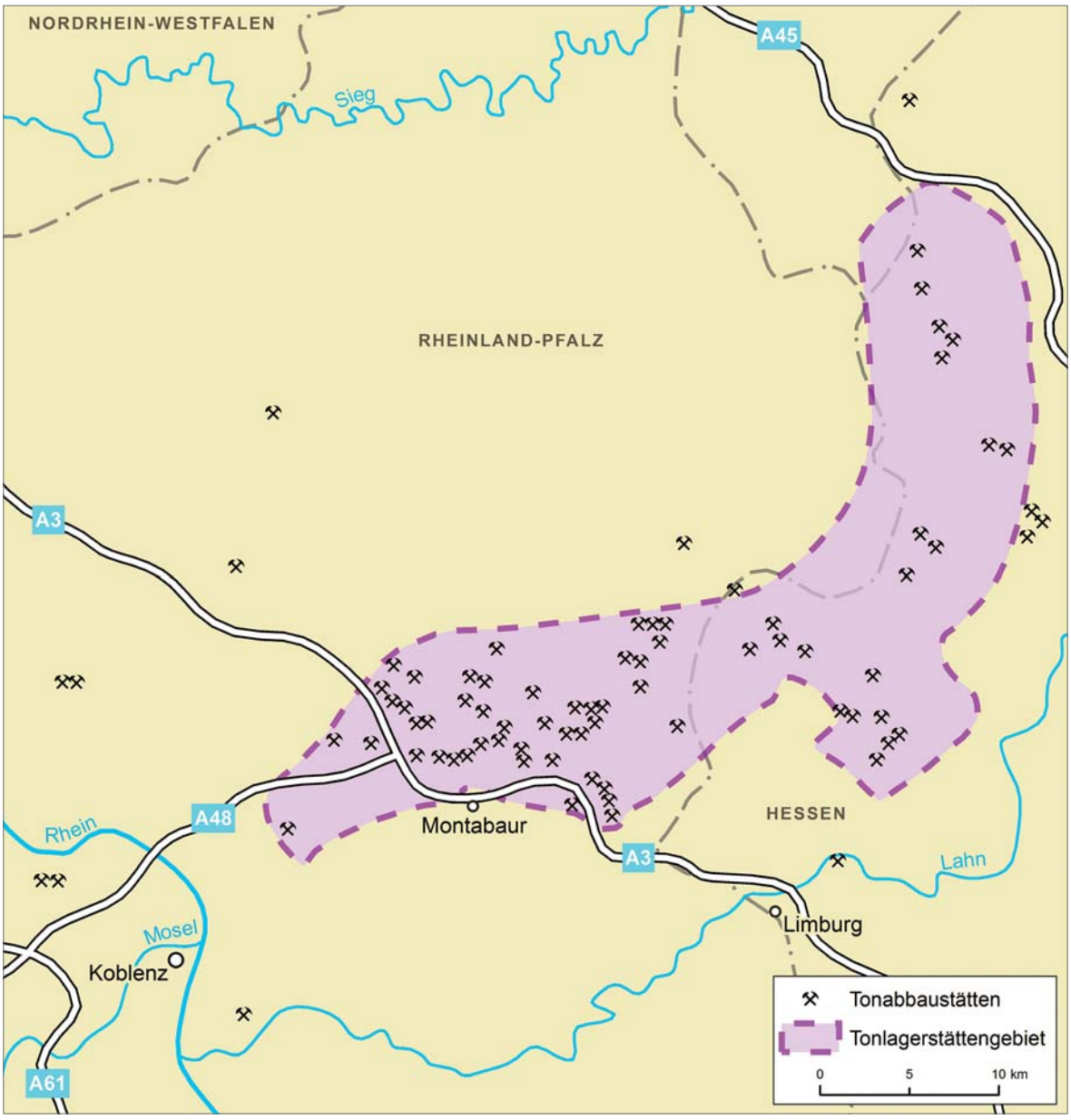
Die mittelgroße, bereits in den Jahren 1911/12 erschlossene Kaolinlagerstätte **Spergau** liegt 5 km südöstlich Merseburg. Das Gebiet der Lagerstätte stellt eine Hochlage von rund 245 Mio. Jahre alten, feldspatführenden Feinsandsteinen mit einigen chloritischen Tonlagen dar. Diese wurden, wie auch die anderen Ausgangsgesteine in Sachsen-Anhalt, in einem subtropischen Klima im Wesentlichen in einem Zeitraum vor 38 – 34 Mio. Jahren kaolinisiert. Im abbauwürdigen Teil der Lagerstätte besitzt der sehr feinkörnige Rohkaolin heute eine durchschnittliche Mächtigkeit von ca. 20 m, wovon aber aufgrund der Grundwasserverhältnisse nur die oberen 10 – 15 m abgebaut werden können. Der 3 – 16 m mächtige Abraum besteht aus eiszeitlicher Grundmoräne, Sand und Kies sowie untergeordnet älteren braunkohleführenden Sanden. In Spergau wird Kaolin (mit durchschnittlich 30 % Kaolinit, 65 % Quarz und 5 % Illit/Montmorillonit) nur noch bei Bedarf abgebaut und dann im Kaolinwerk Salzmünde zu hochwertigem Schlämmkaolin (mit durchschnittlich 80 % Kaolinit, 6 % Quarz und 14 % Illit/Montmorillonit) vor allem für Kunden in der feinkeramischen Industrie (Geschirr, Elektro- und Sanitärporzellan) aufbereitet.

Der Kaolintagebau „Etzdorfer Feld“ liegt im Mansfelder Land zwischen den Gemeinden **Etzdorf** und Wansleben am See westlich Halle. Hier werden seit rund 30 Jahren hellbrennende keramische Tone und Rohkaoline abgebaut. Der Etzdorfer Rohkaolin besitzt eine bräunliche Farbe und entstand wie der Spergauer Kaolin aus feldspatführenden Feinsandsteinen mit chloritischen Tonlagen sowie zusätzlich Schluffsteinen. Die nutzbare Kaolinschicht ist rund 10 m mächtig. Durch selektiven Abbau werden Rohkaoline vom Typ „Feinsandstein“ (mit 30 % Kaolinit, 7 % anderen Tonmineralen und 63 % Quarz), „Schluffstein“ (mit 57 % Kaolinit, 14 % anderen Tonmineralen und 29 % Quarz) sowie „Tonstein“ (mit 58 % Kaolinit, 30 % anderen Tonmineralen und 11 % Quarz) gewonnen. Der Kaolin wird zum Kaolinwerk Salzmünde transportiert, dort geschlämmt und zeichnet sich durch eine hohe Bildsamkeit aus, so dass er weit vorwiegend für sonderkeramische Zwecke (Elektrotechnik u. ä.) zum Einsatz kommt.

*Blick in den Kaolintagebau „Etzdorfer Feld“, Foto: Dr. Klaus Stedingk (mit frdl. Genehmigung).*

## 5.2 Kaolinitische Tone

Das größte und älteste Tonbergbaugebiet Deutschlands liegt im Westerwald. Unter den Tonen lagern überwiegend rund 400 Mio. Jahre alte Tonschiefer, Quarzite und Sandsteine des Rheinischen Schiefergebirges. Die Bildung der Tone erfolgte durch intensive Verwitterung der älteren Gesteine in einem subtropischen Klima vorwiegend im Zeitraum vor 35 – 25 Mio. Jahren. Bald danach wurde die Landschaft durch eine rege Vulkantätigkeit überprägt, durch die die älteren Gesteine und Tone vielfach von Vulkanschloten durchschlagen oder von vulkanischen Ablagerungen deckenförmig überlagert wurden. Hierdurch wurden die Tone lokal verändert, aber auch weitflächig vor einer späteren Abtragung geschützt. Nur ein Teil der Tone lagert aber noch da, wo sie vor Jahrmillionen gebildet wurden (s. Kap. 5.1). Überwiegend wurden sie abgetragen, verschwemmt und in damaligen Senken und Mulden, häufig in Seen, in teils großer Mächtigkeit wieder abgelagert. Über den Tonen finden sich heute als Abraum Sande, oft Lehme, aber auch Basaltgerölle oder Basaltdecken. Der Mineralbestand der durchweg sehr feinkörnigen, schluffigen, tonigen, hellbrennenden Ton-Rohstoffe wird bestimmt durch sehr unterschiedliche Gehalte von feinst verteiltem Quarz, Glimmer, Illit, Kaolinit und anderen Tonmineralen. Oft sind auch




*Verbreitung von tertiärem kaolinitischen Ton im Westerwald mit Lage ehemaliger und heutiger Tonabbaustätten, umgezeichnet nach Jasmund et al. (1980).*

*Panoramafoto der Tongrube Petschmorgen der Sibelco Deutschland GmbH. Die Tongrube Petschmorgen im Westerwald, Rheinland-Pfalz, zählt zu den größten Gewinnungsstätten von kaolinitischen bzw. keramischen Tonen in Deutschland, Foto: Bundesverband Keramische Rohstoffe und Industrieminerale e. V. (mit frdl. Genehmigung).*

nur die tiefsten Tonablagerungen weißbrennend, während sich nach oben gelb- und rotbrennende Tone anschließen. Unterschiedliche Gehalte an Eisen und Titan, aber auch anderen Metallen und organischer Substanz bestimmen dabei im Einzelnen die Brennfarbe.

Die Westerwälder Tone sind seit dem 13. Jahrhundert bekannt als keramische und feuerfeste Rohstoffe. Sie werden in der keramischen und Feuerfestindustrie als oft nicht zu ersetzende und auf jeden Fall bevorzugte Rohstoffe in ganz Deutschland, aber auch vielen anderen Ländern Europas verwendet. Derzeit werden im Westerwald durch 13 Unternehmen noch 71 Gruben betrieben, in denen hochwertige kaolinitische Tone, oft ähnlicher Entstehung und Zusammensetzung, gewonnen werden.

Auch in Oberfranken und der nördlichen Oberpfalz sind kaolinitische Tone zu finden. Diese sind dort häufig durch sehr mächtige Schuttdecken bedeckt oder durch Sandeinschaltungen nicht nutzbar. Sie entstammen teils dem Flusssystem einer Ur-Naab, die vor 15 – 5 Mio. Jahren auf 5 – 15 km Breite und 45 km Länge zwischen Weiden und Regensburg mäandrierte. Neben Sand und tonigen Sanden in der Hauptrinne wurden dabei in Seitenbuchten und Altarmen Tone und reichlich Pflanzenmaterial (zuerst zu Torfen und zwischenzeitlich zu Braunkohlen umgewandelt) abgelagert. Weiter nördlich, in Oberfranken, existierten mit Seen gefüllte Senkungszonen, in denen mal Kiese, Sande oder tonige Sande, mal Tone oder auch Pflanzenreste (später Torfe, heute Braunkohlen) abgelagert wurden.

Auch das südliche Mitteldeutschland ist reich an kaolinitischen Tonen. Sie entstanden, ähnlich wie im Westerwald, durch Umlagerung des kaolinitischen Verwitterungsmaterials in einem Zeitraum vor rund 70 – 25 Mio. Jahren. Die Sedimentation erfolgte in kleinen isolierten Becken, in flachen Flusstälern und oft auch in den Mündungsbereichen der damaligen Flüsse. Diese Tone reflektieren die Zusammensetzung der kaolinitischen Verwitterungskruste, aus der sie entstanden. So kommen in Sachsen und Nordbayern meist sehr reine kaolinitische Tone vor, die oft nur aus feinstkörnigem Kaolinit und Quarz bestehen. Ausgangsgesteine sind hier im Wesentlichen magmatische Gesteine und feldspatführende Sandsteine. Wesentliches Ausgangsmineral der Kaolinisierung war der Feldspat. Im Westerwald sind die verwitterten Ausgangsgesteine hingegen alte Schiefer, die aus Glimmer, dem Tonmineral Chlorit und Quarz aufgebaut sind. Im Westerwald wurde im Wesentlichen der Chlorit kaolinisiert, so dass die Tone heute aus wechselnden Mengen von feinstkörnigem Kaolinit, Glimmer/Illit und Quarz bestehen. Ein weiterer Unterschied zwischen dem Westerwald und Mitteldeutschland ist, dass die kaolinitischen Tone in Sachsen und Thüringen oft mit Braunkohlen verknüpft sind, die für sich selbst große und wichtige Lagerstätten bilden.

Neben den keramischen Tonen des Westerwalds, Nordbayerns und des südlichen Mitteldeutschlands gibt es in Deutschland auch noch zahlreiche Tongruben mit anderweitig bedeutenden kaolinitischen Tonen. Zum einen handelt es sich um Tone mit > 65 % Kaolinitgehalt für die Produktion von Schamotte – einem durch Brand künstlich hergestellten feuerfesten Material. Zum anderen gibt es kaolinitreiche Tone für Spezialanwendungen, wie die Produktion von Glasschmelzwannen oder anderen Feuerfestprodukten. Sowohl die keramischen Tone als auch die Spezialtone und ihre Verwendungsbereiche sollen in weiteren Broschüren aus dieser Reihe zu einem späteren Zeitpunkt näher dargestellt werden.

## 5.3 Recyclingkaolin

*Gewinnungsstelle von Recyclingkaolin in Deutschland, Karte: BGR.*

Seit 1876 und in mittlerweile sechs Gruben baut das etablierte Familienunternehmen Strobel Quarzsand GmbH (Homepage: www.strobel-quarzsand.de) mit Sitz in Freihung in der Oberpfalz jährlich ca. 730.000 t Quarzsande ab. Genau genommen handelt es sich um rund 171 Mio. Jahre alte, aber sehr stark aufgelockerte Quarzsandsteine mit Gehalten von 97 – 98 % $SiO_2$. Als Nebenbestandteil enthalten die Sandsteine bedeutende Anteile an sehr feinkörnigem Kaolinit. Die Quarzsand(stein)e werden bis zu 30 m mächtig, lagern aber auch unter bis zu 35 m Überdeckung. Aufgrund der überwiegend geringen Eisengehalte dominieren weißgraue Sedimentfarben. Untergeordnet treten auch gelbliche, bräunliche sowie rosarote bis intensiv rote Farben auf. In einem hochmodernen Quarzwerk werden aus den Rohsanden Quarzsande für die Glasindustrie, die Bau- und bauchemische Industrie, für Gießereien sowie die Freizeitindustrie produziert.

Im Rahmen der Quarzsandwäsche werden die kaolinitreichen Feinanteile < 40 µm abgeschlämmt und über moderne Membranfilterpressen bis auf Restfeuchten von rund 20 % entwässert. Dabei fallen als Nebenprodukt erhebliche Mengen an Kaolin-Filterkuchen an. Dieser „Recyclingkaolin“ enthält neben 50 – 55 % Kaolinit und 35 – 40 % Quarz untergeordnet auch noch Illit/Glimmer (4 %) sowie Spuren von Eisenmineralen (< 1 %). Er ist plastisch und fast völlig frei von organischen Verunreinigungen (0,09 %). Die Brennfarbe reicht von rosa bis cremefarben, wobei sie mit zunehmender Temperatur heller wird. Einsatz findet dieses hochwertige Nebenprodukt überregional bei der Herstellung von hochwärmedämmenden Hintermauerziegeln sowie in der Dachziegelproduktion.

*Abbauwand in einer Quarzsandgrube der Strobel Quarzsand GmbH, Foto: BGR.*

*Mithilfe von Filterpressen wird der kaolinitische Waschschlamm bei der Strobel Quarzsand GmbH zu nutzbaren Filterkuchen entwässert, Foto: BGR.*

*Kaolinitischer Filterkuchen aus der Quarzsandwäsche der Strobel Quarzsand GmbH in Freihung/Oberpfalz, Foto: Dr. Krakow Rohstoffe GmbH (mit frdl. Genehmigung).*

# 6

# Wertschöpfung in der weiterverarbeitenden Industrie

Hochwertige, in konstanter Qualität und Menge lieferbare Kaoline aus heimischen Lagerstätten sind in der deutschen Industrie begehrte und unverzichtbare Rohstoffe. Anhand von drei großen Industriezweigen, deren Produktion ohne Kaoline zum Erliegen kommen würde, soll die nachgelagerte Wertschöpfung in Deutschland beispielhaft geschildert werden.

## *Keramische Industrie*

Seit nahezu 30.000 Jahren nutzen Menschen Ton als Rohstoff und damit keramische Produkte. Im Gegensatz zu früheren Zeiten, wo grobe Töpferwaren weit verbreitet waren, verbinden wir heutzutage mit Keramik im Wesentlichen Haushaltsporzellan, Sanitärgegenstände oder Ziegel und Fliesen. Es gibt mittlerweile jedoch zahlreiche weitere Verwendungsgebiete für Keramik, z. B. in Auto-Katalysatoren, als Werkstoff für medizinische Güter wie künstliche Hüften und Kniegelenke, als Puffer für chemische Reaktionen sowie als Isolator bei Zündkerzen und elektrischen Freileitungen. Wesentliche Anwendungsfelder dieser technischen Keramiken oder Hochleistungskeramik sind die Elektronik, Informations- und Kommunikationstechnik, die Biotechnologie, die chemische Industrie, die Energie- und Umwelttechnologie, die Luft- und Raumfahrt sowie der Maschinen- und Anlagenbau.

Keramische Erzeugnisse werden in verschiedenen Arten von Brennanlagen aus einer großen Bandbreite von Rohmaterialien sowie in höchst unterschiedlichen Formen, Größen und Farben hergestellt. Der allgemeine Herstellungsprozess von (fein)keramischen Produkten ist hingegen relativ einheitlich: Zunächst werden die benötigten mineralischen Rohstoffe (Tone, Kaolin, Feldspat, Quarzsandmehl, Kalksteinmehl u. a.) mit gereinigtem Wasser gemischt, danach mit Hilfe von Filterpressen das meiste Wasser aus dem Brei wieder ausgepresst und der Filterkuchen als sogenannte Masse aufbereitet. Anschließend wird diese Masse in Formen ein- oder als Formteil ausgepresst oder in erneut verflüssigter Form („Schlicker“) in eine Form gegossen. Ein wichtiger Teil des Herstellungsprozesses besteht aus dem Trocknen und dem anschließenden Brennen der Erzeugnisse bei hohen Temperaturen, wobei das Wasser verdunstet und die Form um rund 16 % schrumpft.

Die Erzeugnisse werden dann entweder maschinell oder von Hand in den Ofen oder auf Fahrwerke gesetzt, die sich durch kontinuierlich betriebene Tunnel- oder Rollendurchlauföfen bewegen. Teils ist ein mehrstufiger,

***Ohne Kaolin kein Porzellan – bei der Königlichen Porzellan-Manufaktur Berlin, einer der ältesten noch produzierenden Porzellanfabriken Deutschlands, werden von großen Vasen über Teller und Tassen bis hin zu Skulpturen noch heute unzählige Produkte aus „weißer Erde“ gefertigt, Foto: BGR.***

heute vollautomatischer Brennprozess notwendig. Keramische Erzeugnisse erhalten ihre spezifischen Werkstoffeigenschaften durch einen komplexen Sintervorgang bei hohen Temperaturen von bis zu 2.500 °C. Während des Brennens ist eine sehr genaue Temperaturführung notwendig. Die Abkühlung muss ebenfalls kontrolliert erfolgen, damit die Produkte in ihrer Struktur erhalten bleiben. Alle keramischen Werke verbrauchen im Produktionsprozess große Mengen an Energie. Zum Einsatz kommen dabei heutzutage insbesondere Erdgas oder Flüssigerdgas, aber auch Biogas/ Biomasse, Strom und/oder feste Brennstoffe wie Kohle.

Die keramische Industrie setzte im Jahr 2016 rund 707.000 t Kaolin ein, der aus Lagerstätten in Deutschland stammte. Diese Menge wurde im Jahr 2016 von den 44 deutschen Porzellanherstellern, den 77 Herstellern von keramischen Baumaterialien, den sechs Herstellern von Sanitärkeramik, den zehn Herstellern von keramischen Fliesen sowie den 25 Herstellern von technischer Keramik zur Produktion von unter anderem:

- über 40.000 t Geschirr im Wert von 437 Mio. €
- rund 2 Mio. sanitärkeramischen Gegenständen (Ausgüsse, Wasch- und Klosettbecken, Badewannen u. a.) im Wert von 193 Mio. €
- rund 47 Mio. $m^2$ keramischen Wand- und Bodenfliesen sowie -platten im Wert von 529 Mio. €
- über 58.000 t technischer Keramik (Isolatoren u. v. a. m.) im Wert von 831 Mio. € verwendet.

Die feinkeramische Industrie (Porzellan, technische Keramik, Ofenkacheln) erwirtschaftete im Jahr 2016 einen Umsatz von 1,1 Mrd. €. und beschäftigte Ende des Jahres 2016 10.407 Mitarbeiter. Rund 35.900 Personen waren im Jahr 2016 in der gesamten deutschen keramischen Industrie beschäftigt. Ihre 314 Unternehmen erwirtschafteten einen Gesamtumsatz von 5,9 Mrd. €.

Weitergehende und aktuelle Informationen: Bundesverband Keramische Industrie e. V. (Homepage: www.keramverbaende.de).

*Moderne Produktion von Haushaltsporzellan, hier bei der Königlichen Porzellan-Manufaktur Berlin, Foto: BGR.*

*Nicht nur der Zeitungsleser, sondern die gesamte deutsche Industrie ist auf Papier als Grundstoff angewiesen, Foto: Verband Deutscher Papierfabriken e.V. (mit frdl. Genehmigung).*

## Papierindustrie

Die Papierindustrie gehört zu den Grundstoffindustrien und beschäftigt sich mit der Produktion von Papier, Karton und Pappe. Folgende Großgruppen von Papiersorten werden unterschieden (Produktionsanteil in Deutschland im Jahr 2016 in Klammern):

- Papier, Karton und Pappe für Verpackungszwecke (50,3 %)
- grafische Papiere zum Bedrucken, Beschreiben und Kopieren (37,0 %)
- Hygiene-Papiere und Tissue-Papiere, wie Toilettenpapier, Küchenwischtücher, Papierservietten und Papiertaschentücher (6,7 %)
- Papiere und Pappe für technische und spezielle Verwendungszwecke (6,0 %), z. B. Zigarettenpapier, Teebeutel oder Banknoten

Die deutsche Papierindustrie war 2016 mit einem Produktionsvolumen von über 22,6 Mio. t die Nummer eins in Europa und steht weltweit hinter China, den USA und Japan an vierter Stelle. Zugleich ist der deutsche Bedarf an Papier sehr hoch. Unter anderem benötigt die exportorientierte deutsche Industrie Packstoffe aus Papier, Karton und Pappe und sorgt dafür, dass Deutschland auch beim Verbrauch mit 20,5 Mio. t Papier in Europa an der Spitze steht. Deutschland verbraucht so viel Papier wie die Kontinente Afrika und Südamerika zusammen. Aber auch die deutschen Sammel- und Einsatzquoten von Altpapier sind mit jeweils 75 % mit die höchsten weltweit.

Die von der Papierindustrie in Deutschland benötigte Menge von Kaolin als Füllstoff und Streichpigment lag im Jahr 2016 bei 677.000 t.

Neben großen internationalen Konzernen gibt es in der deutschen Papierindustrie viele mittelständische Unternehmen, die in ihren Produktsegmenten nicht selten Weltmarktführer sind.

Die 39.950 Mitarbeiter der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie erwirtschafteten 2016 in 167 Werken einen Umsatz von 14,2 Mrd. €. In der Papier verarbeitenden Industrie, die z. B. Faltschachteln, Papiersäcke, Etiketten, Servietten, Zigarettenpapier, Bierdeckel u. v. a. m. produziert, waren im Jahr 2016 weitere 80.368 Mitarbeiter beschäftigt. Diese erzielten einen Umsatz von 17,8 Mrd. €.

Betrachtet man den gesamten Wirtschaftszweig, so waren in Deutschland im Jahr 2016 in 948 Unternehmen rund 130.300 Personen mit der Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus (einschließlich Tapeten, Windeln, Fotoalben etc.)

beschäftigt. Der gesamte Wirtschaftszweig erwirtschaftete einen Gesamtumsatz von 34,2 Mrd. €.

Weitergehende und aktuelle Informationen: Verband Deutscher Papierfabriken e. V. (Homepage: www.vdp-online.de) und Wirtschaftsverband Papierverarbeitung e. V. (www.papierverarbeitung.de)

### *Kautschukindustrie (Gummi)*

Im technischen Bereich ist Gummi ein durch das sogenannte Vulkanisationsverfahren aus Natur- oder Synthesekautschuk hergestellter elastisch verformbarer Kunststoff (= Elastomer). Naturkautschuk wird dabei als Milchsaft aus dem ursprünglich aus Brasilien stammenden Kautschukbaum abgezapft, von dem die meisten Exemplare inzwischen jedoch in Südostasien stehen. Rund 60 % des weltweiten Kautschuk-Bedarfs werden heute allerdings durch petrochemisch hergestellten Synthesekautschuk gedeckt.

Zwischen 65 und 70 % des gesamten Kautschuks weltweit dienen zur Produktion von Autoreifen, 12 % zur Herstellung von Latexprodukten (Handschuhe, Schutzkleidung, medizinische Produkte) und 8 % zur Herstellung von technischen Produkten (Treibriemen, Fördergurte, Dichtungsgummis, Gummistiefel, Membrane, Schuhsohlen, Gummibänder, Radiergummis u. v. a. m.). Bei der Produktion von Gummi auf Basis von Kautschuk dient Kaolin als wichtiger Füllstoff.

Aufgrund dieses Basisrohstoffs Kautschuk bezeichnet sich die Gummiindustrie selbst als Kautschukindustrie. Im Jahr 2016 verbrauchte die deutsche Kautschukindustrie 674.500 t Kautschuk, von denen 33 % Naturkautschuk waren. 53 % des in Deutschland verbrauchten Kautschuks wurden zur Produktion von Reifen eingesetzt. 69,4 Mio. Reifen, davon 60,5 Mio. Reifen für Pkw im Wert von 2,55 Mrd. €, wurden im Jahr 2016 in Deutschland produziert. Insgesamt wurden 1,545 Mio. t Produkte aus Kautschuk hergestellt. Zu diesen Produkten zählten auch 1.493 t Schnuller und Flaschensauger aus Latex sowie 374,7 Mio. Präservative.

In der deutschen Kautschukindustrie mit ihren 359 sehr unterschiedlich großen Unternehmen waren im Jahr 2016 rund 74.800 Personen, davon 24.300 in 19 Unternehmen der Reifenherstellung, tätig. Der Gesamtumsatz dieser Branche betrug 11,3 Mrd. €, von denen 44,2 % in der Reifenproduktion erbracht wurden.

Weitergehende und aktuelle Informationen: Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie e. V. (Homepage: www.wdk.de).

*Auch Gummistiefel werden aus Kautschuk und Kaolin – als Füllstoff in der Gummiproduktion – hergestellt, Foto: pixabay.*

*In 44 Porzellanwerken in Deutschland wird, wie hier in Königlichen Porzellan-Manufaktur Berlin, modernes Haushaltsgeschirr gefertigt. Stets dient dabei Kaolin als wichtigster Rohstoff, Foto:BGR*

# 7

# Kaoline und Naturschutz

Mit dem Betrieb von Steinbrüchen, Gruben und Bergwerken sind teils erhebliche Eingriffe in die Umwelt und Belastungen der Verkehrsinfrastruktur verbunden. Die Zulassung von Rohstoffgewinnungsvorhaben ist daher an eine Vielzahl von umwelt- und naturschutzrechtlichen Gesetzen geknüpft. Zu diesen Gesetzen zählen beispielsweise das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG), das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) oder auch aus das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG).

Durch die Umsetzung dieser Gesetze wurden in den letzten Jahrzehnten die Belastungen durch die Rohstoffgewinnungsbetriebe in Deutschland auf ein Minimum reduziert. Ökologen und Biologen entdeckten zudem den hohen ökologischen Wert von Gewinnungsstätten und zwar sowohl von aktiv betriebenen als auch von bereits stillgelegten.

Es gibt zahlreiche Beispiele für ein Miteinander von Naturschutz und Rohstoffgewinnung. So leben in Steinbrüchen, Kies-, Ton- und Kaolingruben eine Vielzahl verschiedener Tier- und Pflanzenarten. Manche von ihnen, darunter viele Insekten, sind unscheinbar und auf den ersten Blick gar nicht zu entdecken. Häufig handelt es sich um besonders spezialisierte und streng geschützte sogenannte Pionierarten, die in der umgebenden, durch intensive Landwirtschaft geprägten Kulturlandschaft, keine entsprechenden Lebensräume mehr finden. Es gibt aber auch spektakuläre, gut erkennbare Arten: Häufig findet man in flachen Teichen, Pfützen oder Tümpeln, wie sie gerade auch für die Gewinnungsstätten von Kaolin typisch sind, eine große Anzahl von Amphibien wie die Gelbbauchunke, Geburtshelferkröte oder den Kammmolch. Diese Amphibien werden durch eine nachhaltige Gewinnung von Rohstoffen gefördert, da sie zeitweise flache und vegetationsarme Stillgewässer zum Leben brauchen.

Bekanntestes Beispiel für das Miteinander von Kaolingewinnung und Naturschutz ist die rund 17 ha große Kaolingrube Oedingen der Sibelco Deutschland GmbH (vgl. Kap. 5.1) im Süden Nordrhein-Westfalens.

*Sogar in den großen Tagebauen im Hirschau-Schnaittenbacher Revier finden sich kleine Wasserflächen und sich selbst begrünende Böschungen, die Rückzugsgebiete für seltene Tier- und Pflanzenarten sind, Foto: BGR.*

Die Kaolingrube Oedingen wurde bereits im Jahr 2003 als Naturschutzgebiet (NSG) eingestuft und ein Jahr später von der EU als europäisches Flora-Fauna-Habitat (FFH)-Schutzgebiet im Rahmen des Natura-2000-Netzwerks bestätigt. Seit dem Jahr 2013 werden in dieser Grube mit großem Erfolg durch den Betreiber, den NABU Nordrhein-Westfalen und die Biologische Station Bonn/Rhein-Erft Schutz- und Fördermaßnahmen für die vom Aussterben bedrohte Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) umgesetzt – mittlerweile gehört die Gelbbauchunkenpopulation in Oedingen zu den größten in ganz Nordrhein-Westfalen. Aus Oedingen werden sogar Gelbbauchunken entnommen und umgesiedelt, damit sie sich auch an anderen linksrheinischen Standorten wieder ausbreiten können. Neben der Gelbbauchunke sind in der Grube Oedingen neun weitere, teils streng geschützte Amphibienarten (Kamm-, Faden-, Berg- und Teichmolch, Springfrosch, Erdkröte, Gras- und Wasserfrosch, Geburtshelferkröte), die Zauneidechse sowie 25 Libellenarten, darunter die streng geschützte Große Mossjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*), zu finden. Fast ein Drittel der in Deutschland vorkommenden 81 Libellenarten leben in der Kaolingrube Oedingen.

Noch wichtiger als das lokale Vorkommen einzelner seltener Tiere ist der Lebensraum als Ganzes. Im Vergleich zur umgebenden Kulturlandschaft zeichnen sich Gewinnungsstätten meist durch eine reichhaltige Struktur mit unterschiedlichsten kleinräumigen Lebensbedingungen aus. Die konkrete Gestaltung der Lebensräume in der Gewinnungsstätte ist häufig ein Ergebnis des Dialogs zwischen Rohstoffindustrie und Naturschutz.

Auf dieser Grundlage entwickelte die Naturschutzverwaltung in einigen Bundesländern mit Wirtschafts- und Naturschutzverbänden das sogenannte „Wanderbiotopkonzept“. An geeigneter Stelle werden Flächen geschaffen, die man längere Zeit (zum Teil viele Jahre) sich selbst überlässt. Das besondere dieser Standorte: sie können sehr unterschiedlich sein – sehr trocken oder nass, sonnig oder schattig. Auf solchen Flächen soll dann eine ungestörte Entwicklung ablaufen, wobei sich in der Regel artenreiche Pflanzen- und Tiergesellschaften einstellen. Später muss an dieser Stelle vielleicht erneut abgebaut und dabei das entstandene Biotop zerstört werden. Als Ausgleich dafür wird aber rechtzeitig an anderer Stelle ein ähnliches Biotop geschaffen. Tiere und Pflanzen

***In der Kaolingrube Oedingen wurden in besonnten Bereichen mit einem Minibagger zahlreiche künstliche Senken geschaffen, die vor allem der Gelbbauchunke als nährstoffarme und fischfreie Laichgewässer dienen sollen, Foto: BGR.***

***Dieser große, mit Niederschlagswasser gefüllte flache Teich in der Kaolingrube Oedingen, ist Lebensraum zahlreicher Amphibien- und Libellenarten, Foto: BGR.***

***In der Kaolingrube Oedingen wechseln sich Rohböden, Teiche in verschiedenen Größen und Tiefen sowie Areale mit Sträuchern und Bäumen ab, Foto: BGR.***

haben dann genügend Zeit, dieses neue Biotop zu besiedeln. Die artenreiche Population bleibt so in der Gewinnungsstätte dauerhaft erhalten. Dieser Kreislauf von Zerstörung und Neubildung ähnelt der natürlichen Dynamik der Landschaftsbildung, die es bei uns in Mitteleuropa so gut wie überhaupt nicht mehr gibt. Viele seltene und bedrohte Arten sind aber an diese Dynamik gut angepasst und finden so in einer nachhaltig betriebenen Gewinnungsstätte einen idealen Lebensraum.

Entgegen einer weit verbreiteten Annahme sind viele Amphibien, Reptilien, Insekten und Vögel zudem nicht lärmempfindlich. Sie brüten und nisten auch unter Förderbändern, in Lagerhallen und in Grubenwänden. Da in der Regel nur der Mensch stört, finden sich besonders artenreiche Lebensräume oft in ehemaligen Rohstoffgewinnungsstellen.

Damit für die Natur positive Wirkungen eintreten können, ist natürlich die Folgenutzung der Abbauflächen entscheidend. Hier gilt es, unter Einbeziehung aller Beteiligten, einen Kompromiss zwischen der hohen Attraktivität solcher Flächen für eine spätere Freizeitnutzung, einer erneuten land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung und der Erhaltung der biologischen Vielfalt zu finden. Aus Sicht des Naturschutzes ist einer Renaturierung gegenüber einer Rekultivierung immer Vorrang einzuräumen. Dabei fördert eine vielfältige Landschaft auf jeden Fall den Artenreichtum der Natur.

Über die Jahre hinweg besonders gut dokumentiert wurde die Folgenutzung der Kaolingewinnung im Kemmlitzer Kaolinrevier in Nordsachsen. Seit Beginn des Kaolinabbaus im Jahr 1883 bis heute wurden hier ca. 300 ha Land für die Rohstoffgewinnung in Anspruch genommen. Gegenwärtig umfasst das Betriebsgelände der Kemmlitzer Kaolinwerke eine Gesamtfläche von 126 ha – Spülhalden und Absetzbecken eingeschlossen. 160 ha der immer nur zeitweise genutzten Fläche wurden bereits wieder nutzbar gemacht: 76 ha wurden der landwirtschaftlichen Nutzung, u. a. für Obstplantagen, zurückgegeben und 20 ha Sandhalden- und Kippengelände aufgeforstet bzw. bewaldeten sich selbst durch „natürliche Sukzession“. In einigen der ehemaligen Tagebaue wurden unterschiedlich große Gewässer angelegt, die auch von örtlichen Angelvereinen genutzt werden. In anderen ehemaligen Gruben haben sich Pionierwälder entwickelt oder Restseen bzw. zeitweise kleine Teiche gebildet. Die Flachwasserbereiche dieser nährstoffarmen Teiche stellen auch hier wertvolle Lebensräume für andernorts selten gewordene Tier- und Pflanzenarten dar. So hat sich auch in den Kemmlitzer Teichen erneut der streng geschützte Kammmolch angesiedelt.

***Luftaufnahme des Westteils des Kemmlitzer Kaolinreviers. Der ehemalige Kaolintagebau Glückauf im Vordergrund. Der Kaolinabbau greift hier, im Südosten des Landkreises Nordsachsen, temporär in intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen ein und hinterlässt mit unterschiedlich tiefen Teichen, Wäldern und Hügeln eine wesentlich vielfältigere Landschaft, Foto: Amberger Kaolinwerke Eduard Kick GmbH & Co. KG (mit frdl. Genehmigung).***

# 8

## Gibt es noch genug?

Deutschland ist eines der bedeutendsten Industrieländer der Erde und damit auch einer der weltgrößten Verbraucher von mineralischen Rohstoffen und Energierohstoffen. Jeder nicht nachwachsende Rohstoff, den die deutsche Industrie benötigt, muss entweder aus Lagerstätten in Deutschland abgebaut, aus Recylingmaterial zurückgewonnen oder aus dem Ausland importiert werden.

Die deutsche Bauindustrie kann in fast allen Regionen unseres Landes auf ausreichende Sand- und Kies- oder Natursteinvorkommen zurückgreifen. Wirtschaftlich abbaubare und vor allem hochwertige Lagerstätten von Industriemineralen, z. B. Kaolin, sind dagegen wesentlich seltener. Aber auch Kaolin bildet in Deutschland regional (Oberpfalz, Sachsen-Anhalt, Sachsen) große Vorkommen, so dass die Versorgung unserer Industrie zumindest noch für einige Jahrzehnte gesichert ist. Weniger gut sieht es bei den Kaolinvorkommen im Westerwald aus. Zwar lagern hier verbreitet noch große Mengen an kaolinitischen Tonen, doch Lagerstätten von Rohkaolin, v. a. hochwertigem weißen Rohkaolin, sind selten geworden. Es gilt, die Anstrengungen zur Entdeckung neuer Vorkommen zu erhöhen und die bekannten Lagerstätten vor anderweitiger Überplanung zu schützen.

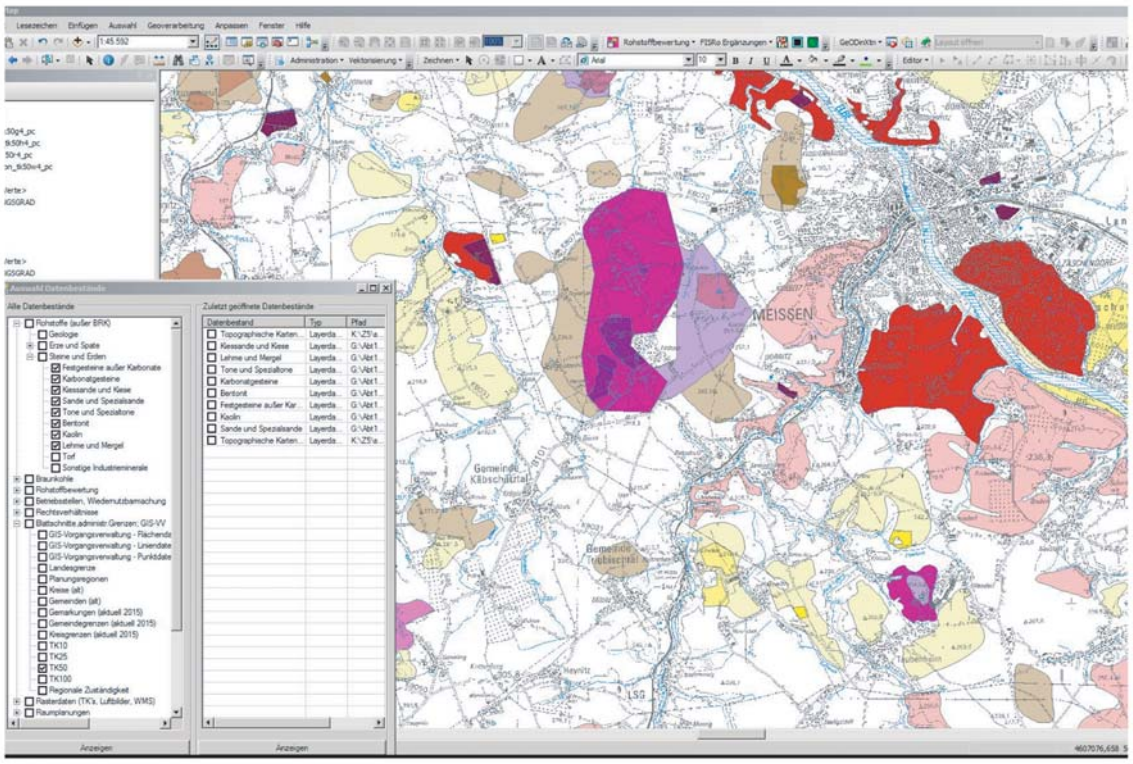
Auch im europäischen Vergleich ist das Lagerstättenrevier von Hirschau-Schnaittenbach (Kaolin-Quarzsand-Feldspat) in der Oberpfalz durch seine hohen Produktionsmengen von Kaolin und dessen herausragende Qualität von besonderer Bedeutung. Hier reichen die gesicherten Vorräte noch für rund 40 Jahre. Danach sollen dort die alten Halden aufgearbeitet werden, die aber keinen Kaolin mehr enthalten. Große Flächen mit hochwertigem Pegmatitsand, einem Quarzsand-Feldspat-Kaolin-Gemisch, wurden auch nördlich von Hirschau in einem Dreieck zwischen Schönhaid im Westen, Mitterteich im Norden und Tirschenreuth im Osten erkundet. Aus diesen Vorkommen könnte der Kaolin abgetrennt werden, er ist jedoch vielfach eisen- und titanreich und bedarf vor Nutzung einer aufwändigen Aufbereitung.

In Sachsen-Anhalt sind weitere Lagerstätten von Kaolin bei Morl und aus dem Gebiet Trotha-Seeben bekannt. Große Potenziale gibt es zudem in Sachsen. Im Käbschütztaler Ortsteil Schletta, unweit Meißen, wird derzeit durch die Sibelco Deutschland GmbH ein neues großes Kaolinvorkommen erschlossen und auch in anderen Regionen des

Freistaats existieren noch nicht aufgeschlossene Kaolinvorkommen.

Können wir uns also beruhigt zurücklehnen, weil es genug Lagerstätten von Kaolin in Deutschland gibt? Nicht ganz, denn längst nicht auf alle diese

*Nach intensiver Erkundung der gesamten Region fand die Caminauer Kaolinwerk GmbH das ideale Ersatzvorkommen für ihre bald ausgetonten Tagebaue direkt westlich ihres heutigen Abbaugebietes. Hier, im geplanten zukünftigen Abbaufeld „Caminau-West“, reicht der Kaolin bis an die Erdoberfläche heran und wird bis über 40 m mächtig. Von Abbau betroffen wären weit vorwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen mit begrenztem Ertragspotenzial, Foto: BGR.*




***Auszug aus der Karte der oberflächennahen mineralischen Rohstoffe des Freistaats Sachsen (KOR 50) mit Darstellung von Lagerstätten im Raum Meißen, darunter die Kaolinlagerstätte Schletta (in der Kartenmitte, in violett). Wiedergabe mit frdl. Genehmigung des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.***

Vorkommen kann die Rohstoffindustrie zurückgreifen. Zahlreiche konkurrierende Nutzungen, wie Wasserschutz-, Naturschutz-, Landschaftsschutz-, Flora-Fauna-Habitat-, Natura 2000- und andere Schutzgebiete und natürlich Wohngebiete, Straßen und Eisenbahnlinien fordern auch ihre Berechtigung und müssen im Raumplanungsprozess abgewogen werden. Dazu möchte nicht jeder Grundstückseigentümer seine Nutzflächen verkaufen oder verpachten.

Die Gewinnungsbetriebe der Kaoline können zudem nicht einfach beliebig auf andere Flächen ausweichen, denn auch die Vorkommen von Kaolin sind endlich, lokal begrenzt (standortgebunden) und die Rohstoffanforderungen hoch. Längst nicht jeder Kaolin ist für alle Verwendungszwecke geeignet.

Von Seiten der Öffentlichkeit wird argumentiert, dass schon zu lange und zu viele Rohstoffe abgebaut würden. Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass die deutsche Industrie und wir alle Rohstoffe benötigen und auf diese angewiesen sind. Wer will schon ohne Geschirr, ohne Fliesen und WC im Badezimmer, ohne Wandfarben und Tapeten im Wohnzimmer oder ohne Bücher und Schreibpapier leben? Auch kosmetische Produkte und Rotoren von Windkraftanlagen erfordern den Einsatz von Kaolin. Werden die dafür benötigten Rohstoffe nicht in Deutschland abgebaut und zwar dort, wo sie auch vorkommen, müssen sie im Ausland gefördert und von dort nach Deutschland exportiert werden, was einen wesentlich höheren ökologischen Fußabdruck bedeutet.

Wer die aus Kaolin hergestellten Produkte weiterhin nutzen möchte, muss auch zulassen, dass die Rohstoffe vor Ort abgebaut werden. Das Sankt-Florian-Prinzip ist kein zukunftsfähiges Modell für Deutschland und Europa.

9

# Kleine komplizierte Produktionsstatistik der Kaoline

Laut Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016) wurden, basierend auf Meldungen an die deutschen Bergämter, im Jahr 2015 durch je zwölf Betriebe in Bayern und Sachsen, drei Betriebe in Sachsen-Anhalt, zwei Betriebe in Rheinland-Pfalz sowie einen Betrieb in Nordrhein-Westfalen insgesamt 5.265.875 t Kaolin roh bzw. 3.733.714 t verwertbare Mengen von Kaolin gefördert. Diese 30 Betriebe beschäftigten zusammen 1.023 Mitarbeiter. Dazu kamen zwei weitere fördernde Betriebe in Hessen mit vertraulicher Produktion und vertraulicher Mitarbeiterzahl.

Auch der Bundesverband Keramische Rohstoffe und Industrieminerale e. V. (BKRI) mit Sitz in Neuwied, Rheinland-Pfalz, nennt die o. g. amtlichen Förderzahlen.

Das Bundesamt für Statistik erfasst nur Gewinnungsbetriebe mit zehn oder mehr Beschäftigten. Im Jahr 2016 gab es danach in Deutschland neun Unternehmen dieser Größe. Hiervon produzierten acht Unternehmen rund 925.000 t Kaolin (auch gebrannten Kaolin), der zum Absatz bestimmt war.

Nach Recherchen für diese Broschüre gibt es in Deutschland derzeit

- 15 Produzenten von Primärkaolin mit zusammen 29 Gewinnungsstellen (davon 15 in Sachsen, vier in Bayern, je drei in Sachsen-Anhalt und Hessen sowie je zwei in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen) zuzüglich das Hirschau-Schnaittenbacher Lagerstättenrevier in Bayern mit drei Tagebauen bzw. zwölf Tagebaufeldern
- einen Produzenten von Recyclingkaolin (in Bayern)

Von den 15 Produzenten von Primärkaolin produzieren sieben nur Rohkaolin, sechs nur Schlämmkaolin sowie zwei Roh- und Schlämmkaolin. Die Gesamtproduktion aller Unternehmen lag im Jahr 2016 bei 334.452 t Rohkaolin, 688.323 t Schlämmkaolin sowie 87.563 t Recyclingkaolin.

Im Jahr 2016 wurden zudem 508.365 t Kaolin nach Deutschland importiert und 380.550 t Kaolin exportiert. Die Importe stammten zum größten Teil aus der Tschechischen Republik (30 %), Belgien (27 %), den USA (17 %), Großbritannien (12 %) und der Ukraine (8 %). Die Exporte gingen in eine große Vielzahl von Ländern, angeführt von Österreich und Italien (je 24 %), Polen (12 %) und Finnland (9 %).

*Der wohl wertvollste Kaolin Deutschlands: Rohkaolin aus dem Erdenwerk Seilitz in den Gewölben der Staatlichen Porzellan-Manufaktur Meissen, Foto: BGR.*

# Literatur

Anger, H. (2010): Kaolinabbau und Folgenutzung in der Region Kemmlitz.– In: Rascher, J., Heidenfelder, W. & Walter, H. (Hrsg.): Landschaftsentwicklung, Bodenschätze und Bergbau zwischen Mulde und Elbe (Nordwestsachsen).– Exkursionsführer und Veröffentlichung der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 243: 65 – 78, 19 Abb.; Hannover.

Bayerisches Geologisches landesamt (1987): Der Bergbau in Bayern.– Geologica Bavarica, 91: 216 S., 63 Abb., 27 Tab., 8 Fototaf., 2 Beil.; München.

Börner, A., Bornhöft, E., Häfner, F., Hug-Diehl, N., Kleeberg, K., Mandl, J., Nestler, A., Poschlod, K., Röhling, S., Rosenberg, F., Schäfer, I., Stedingk, K., Thum, H., Werner, W. & Wetzel, E. (2012): Steine- und Erden-Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland. – Geol. Jahrbuch, SD 10: 356 S., 212 Abb., 54 Tab.; Hannover.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016): Der Bergbau in der Bundesrepublik Deutschland 2015. – Bergwirtschaft und Statistik. – 67. Jahrgang 2016. –136 S., 17 Abb., 13 Tab., 5 Anh.; Berlin.– URL: http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/Bergbaustatistiken/bergbau-in-der-brd-bergwirtschaft-statistik-2015.html [Stand 21.09.2017].

Bundy, W. M. (1993): The diverse industrial applications of kaolin.– In: Murray, H., Bundy, W. & Collin, H. (Hrsg.): Kaolin genesis and utilization.– The Clay Minerals Society, Special Publication, 1: 43 – 73, 9 Abb.; Boulder, CO.

Jasmund, K., Köster, H. M., Kromer, H., Vogt, K., Eckhardt, F.-J., Rösch, H., Stein, V., Niederbudde, E. A., Schwertmann, U. & Kohler E. W. (1980): Clay and Clay Minerals in the Federal Republic of Germany.– Geol. Jahrbuch, D 39: 136 S., 30 Abb., 34 Tab.; Hannover.

Rohrmoser, J., Störr, M. & Päschel, M. (2008): Kaolin- und Tonwerke Salzmünde GmbH – vormals älteste „Hallesche Kaolin- und Tonwerke“ gegr. 1818. Geschichte – Lagerstätten – Engineered Raw Materials.– 2. Auflage zum 190. Jubiläum im September 2008: 83 S., 39 Abb., 12 Tab.; Usedom.

Köster, H. M. & Tillmann, H. (1975): Kaolin- und Tonvorkommen in der Oberpfalz.– Der Aufschluß, Sonderband 26 (Oberpfalz): 289 – 306, 8 Abb.; Heidelberg.

Lorenz, W. & Gwosdz, W. (1997): Bewertungskriterien für Industrieminerale, Steine und Erden. Teil 1: Tone. – Geol. Jahrbuch, H 2: 108 S., 8 Abb., 62 Tab.; Hannover.

Lippert, H. J., Lob, F., Meisl, S., Rée, C., Salger, M., Stadler, G. & Teuscher, O. (1968): Die Kaolinlagerstätten der Bundesrepublik Deutschland.– In: Malkovsky, M. & Vachtl. J. (Hrsg.): Kaolin Deposits of the World. A – Europe.– International Geological Congress; Report of the Twenty-Third Session Czechoslovakia; Proceedings of Symposium I: 85 – 105., 5 Abb., 7 Tab.; Prag.

Schmitz, M. (2008): Bedingungen, Prozesse und Stoffdynamik der Bildung tertiärer kaolinitischer Tonlagerstätten in Sachsen und Sachsen-Anhalt und deren Auswirkungen auf die anwendungstechnischen Eigenschaften der Rohstoffe.– Dissertation an der Fakultät VI – Planen Bauen Umwelt – der TU Berlin.– 277 + ix S., 114 Abb., 90 Tab.; Berlin.– URL: http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-1981 [Stand 21.09.2017].

Schwerdther, G. & Pfeil, S. (2015): Land der weißen Erde. Zur Geschichte des Kaolinbergbaus und der Gruben- und Werkbahnen im Kemmlitzer Revier.– 128 S., 190 Abb., 6 Karten; Beucha-Markkleeberg.

Schwerdther, G., Anger, H. & Störr, M. (2007): Die Kaolinlagerstätten des Kemmlitzer Reviers.– Bergbau in Sachsen, 13: 116 S., 89 Abb., 30 Tab.; Freiberg.

Störr, M. (1983): Die Kaolinlagerstätten der Deutschen Demokratischen Republik.– Schriftenreihe für Geologische Wissenschaften, 18: 226 S., 105 Abb., 75 Tab.; Berlin.

Störr, M. (Hrsg.) (1999): Keramik-Region Meißen.– Schriftenreihe für Angewandte Geowissenschaften, 2: 134 S., 90 Abb., zahlr. Tab.; Berlin.

Störr, M. (Hrsg.) (2002): Kaolin-Ton-Feldspatbergbau und Keramik-Industrie der Oberpfalz.– Schriftenreihe für Angewandte Geowissenschaften, 4: 99 S., 71 Abb., 22 Tab.; Berlin.

Störr, M., Schwerdtner, G. & Buchwald, J. (1968): Kaolinlagerstätten der Deutschen Demokratischen Republik.– In: Malkovsky, M. & Vachtl. J. (Hrsg.): Kaolin Deposits of the World. A – Europe.– International Geological Congress; Report of the Twenty-Third Session Czechoslovakia; Proceedings of Symposium I: 107 – 140, 10 Abb., 4 Tab.; Prag.

Veerhoff, M. & Spies, D. (1996): Tropische Verwitterung im Rheinischen Schiefergebirge – Klimazeugen und Lagerstätten.– Terra Nostra, 96/7: Exkursionsführer zur 148. Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft und der 3. Jahrestagung der Gesellschaft für UmweltGeowissenschaften vom 29. 9. – 4.10.1996 in Bonn: 99 – 118: 9 Abb.; Köln.

Wagenbreth, O. (1978): Zur Geologie des Kaolins von Aue (Erzgebirge).– Schriftenreihe für Geologische Wissenschaften, 11: 305 – 334., 13 Abb., 4 Tab. Berlin.

Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Stilleweg 2
30655 Hannover

mineralische-rohstoffe@bgr.de
www.bgr.bund.de

ISBN: 978-3-943566-40-6 (Druckversion)
978-3-943566-41-3 (PDF)