

# Fliesen und keramische Erzeugnisse

## Factsheet

**Erarbeitet im Projekt „Kartierung des Anthropogenen Lagers III – Etablierung eines Stoffstrommanagements unter Integration von Verwertungsketten zur qualitativen und quantitativen Steigerung des Recyclings von Metallen und mineralischen Baustoffen“**

**(FKZ 3716 35 3230)**

Das Projekt wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt und über den Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit mit Bundesmitteln finanziert.



# 1 Übersicht

Der Sammelbegriff Keramik umfasst eine Vielzahl verschiedener Produkte. Eine erste Unterteilung erfolgt häufig in die beiden Ebenen Grob- und Feinkeramik gem. nachstehender Tabelle 1. Grobkeramische Erzeugnisse weisen eine Korngröße bis 5 mm auf, feinkeramische eine Korngröße bis 0,2 mm.

Während es sich bei den Ziegeln um Baustoffe im Außenbereich handelt (siehe Fact-Sheet Ziegel [Dach- und Mauerziegel]) bezieht sich dieses Factsheet vorrangig auf keramische Erzeugnisse wie Fliesen, die als Belag von Böden und für die Verkleidung von Wänden verwendet werden.

**Tabelle 1: Keramische Werkstoffe und Produkte**

Keramik	Produkte
<b>Grobkeramik</b>	
Baukeramik	Ziegel, Tonrohre
Steinzeug	Fliesen, Klinker, Kanalrohre, säurefeste Steine
Feuerfeststeine	Schamotte, Silika, Magnesit, Chromit, gegossene Steine (Korund, Schmelzbasalt)
<b>Feinkeramik</b>	
Steingut	Geschirr, Gefäße
Porzellan	Geschirr-, Sanitärporzellan
Technische Keramik	<u>Silikatisch</u> : Elektrokeramik, Steatit, Forsterit u. a. <u>Nichtsilikatisch</u> : Magnetische Werkstoffe, Katalysatorträger, keramische Filter, keramische Maschinenteile (Oxide, Carbide, Nitride, Kohlenstoffwerkstoffe u. a.)

Zur Herstellung von keramischen Erzeugnissen werden vor allem Ton, Sand, Feldspat, Schamott und Quarzsand sowie Farbstoffe und mineralische Zusätze verwendet. Die Produktion erfolgt im Wesentlichen in den vier Schritten: Aufbereitung (Rohstoffe), Formgebung, Trocknen und Brennen.

Die Aufbereitung dient dazu, die verschiedenen Rohstoffe in das richtige Mengenverhältnis zu bringen. Der Basiswerkstoff mit einem Anteil von 45 – 60 Gew.-% bildet der Ton, siehe Tabelle 2.

**Tabelle 2: Wesentliche Bestandteile keramischer Fliesen**

Grundstoff	Massenanteil [%]
Tone	45 - 60
Feldspate	ca. 25
Kaolin	ca. 7
Kalkstein	ca. 3
Glasuren/Vergütung	Ca. 4

Auf die Aufbereitung folgt die Formgebung, bei der das Material mittels Strangpressverfahren oder Pulverpressung (trocken) in seine eigentliche Form gebracht wird. Da es sich bei der

Pulverpressung, bei dem das aufbereitete Keramikpulver unter hohem Druck in die Form gepresst wird, um ein trockenes Verfahren handelt, ist keine vorherige Trocknung wie im Strangpressverfahren erforderlich.

Der abschließende Brennprozess der Rohlinge erfolgt im Tunnelofen oder Rollofen. Die Brenntemperatur variiert je nach Wasseraufnahmefähigkeit der Fliesen oder Platten zwischen 850 °C und 1.200 °C. Hierbei wird in Ein- und Zweibrandverfahren unterschieden. Wobei beim Einbrandverfahren die Glasur bereits vor dem Brennen auf den Rohling aufgetragen wird. Beim Zweibrandverfahren erfolgt der Auftrag der Glasur nach dem ersten Brennprozess und wird anschließend einem zweiten Brennprozess zugeführt. Beide Brennprozesse funktionieren nach demselben Prinzip: Die eingesetzten Rohstoffe verschmelzen in der Hitze miteinander, der sogenannten Sinterung.

### **Einsatz von sekundären Rohstoffen**

Sekundäre Rohstoffe kommen vor allem in Form neu vermahlener Keramikreste aus der Produktion zur Schwindreduzierung und Erhöhung der Porosität zum Einsatz. Außerdem kann gemahlene Recyclingkeramik (Haushalts- oder Sanitärkeramik) sowie Recyclingglas neu gewonnenem Ton beigemischt werden.

Versuche zum Einsatz von Schlammresten aus der Mineralgewinnung oder der Wasserfiltration verliefen positiv, werden im großtechnischen Maßstab aber noch nicht umgesetzt<sup>1</sup>.

Ferner laufen Forschungsprojekte, um Rotschlamm aus der Aluminiumindustrie als Sekundärrohstoff in der Produktion einzusetzen. Hemmnisse sind Umwelt- und Sicherheitsaspekte, u.a. wegen der enthaltenen Radionuklide. Wirtschaftlichkeits- und Umweltverträglichkeitsprüfungen liegen noch nicht vor.

Aufgrund von qualitativen Verunreinigungen und dem Mangel an stetig verfügbaren Mengen hat der Einsatz von extern anfallenden Keramikreststoffen und -abfällen bislang nur Ausnahmecharakter<sup>2</sup>.

## **2 Mengenströme und Anwendungen**

Bundesweit sind 55 Betriebe als Ziegelei bzw. als Hersteller von sonstiger Baukeramik vom Statistischen Bundesamt erfasst (Stand: Nov. 2017)<sup>3</sup>. Der Bundesverband Keramische Fliesen e.V. vertritt nach eigenen Angaben insgesamt 16 Hersteller, u.a. die zehn größten der deutschen Branche<sup>4</sup>. Gem. Statistischem Bundesamt<sup>5</sup> beläuft sich die Anzahl der Unternehmen zur Herstellung keramischer Wand-, Bodenfliesen und -platten für das Jahr 2017 auf 28 Unternehmen.

2015 wurden in Deutschland ca. 47,2 Mio. m<sup>2</sup> Fliesen produziert (2007:66,7 m<sup>2</sup>), was einer Masse von ca. 0,85 Mio. t entspricht. Davon fallen knapp unter 50 Gew.-% auf Steingut, 10-15 Gew.-% auf Steinzeug und ca. 40 Gew.-% auf Feinsteinzeug (mit steigender Tendenz).

---

1 Bechthold, Kane, King: Keramische Bausysteme in Architektur und Innenarchitektur. Birkhäuser, 2015.

2 Innovative Techniken: Festlegung von besten verfügbaren Techniken (BVT) in Europa für die Bereiche der Keramik-, Zement-, Nahrungsmittel- und in der chemischen Industrie- Umweltbundesamt -2018. S. 65ff

3 [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bauen/Querschnitt/Bauwirtschaft1020210171114.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bauen/Querschnitt/Bauwirtschaft1020210171114.pdf?__blob=publicationFile) S. 109 (Abgerufen am 01.10.2018)

4 <https://www.fliesenverband.de/hersteller/> (Abgerufen am 01.10.2018)

5 [https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/IndustrieVerarbeitendesGewerbe/Konjunkturdaten/ProduktionJ2040310177004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/IndustrieVerarbeitendesGewerbe/Konjunkturdaten/ProduktionJ2040310177004.pdf?__blob=publicationFile) S. 11 (Abgerufen am 01.10.2018)

Im Gebäudebau kommen Fliesen primär im Sanitärbereich als Boden- oder Wandplatten zur Anwendung. Die Fixierung erfolgt mittels Mörtel oder Kleber, die Versiegelung mittels Dichtungsfugen. Sanitärkeramik wie Waschbecken, Toiletten etc. kommt ebenfalls in sogenannten Nasszonen zur Anwendung.

Da glasierte oder unglasierte keramische Oberflächen feuchtigkeitsbeständig, nicht brennbar und dauerhaft sind, finden Fliesen neben der klassischen Anwendung im Sanitärbereich auch vereinzelt Verwendung im Bereich der Gebäudehülle oder der Innenarchitektur.

Im Hochbau ist der Anteil keramischer Baustoffe von der Gesamtheit der verwendeten Materialien sehr gering. So machen auf Innenflächen aufgebrauchte Keramikfliesen eines durchschnittlichen Gebäudes ca. 0,3 Gew.-%<sup>6</sup> aus. Dieser Anteil erhöht sich auch bei einer Verwendung im Außenbereich nur geringfügig.

## 3 Relevante rechtliche Regelungen

Sowohl die Herstellung als auch das Produkt unterliegen Regularien (Normen, Gesetze etc.), die Qualität und Umwelanforderungen festlegen.

### 3.1 Produkt Fliesen

Für das Inverkehrbringen in der EU gilt die Bauprodukteverordnung ((EU) Nr. 305/2011). Keramische Fliesen und Platten benötigen eine Leistungserklärung unter Berücksichtigung der harmonisierten Produktnormen DIN EN 4411 sowie die dazugehörige CE-Kennzeichnung.

Die Europäische Norm DIN EN 14411 gibt Vorgaben zu den physikalischen, chemischen und technischen Eigenschaften keramischen Fliesen aus dem Strangpress- und Trockenpressverfahren. Gem. DIN EN 14411 muss die Oberflächenbeschaffenheit der Fliesen mindestens 95 % frei von Fehlern sein. Auch stellt die Norm u.a. genaue Anforderungen an die Ebenflächig- und Rechtwinkligkeit. Neben den äußeren Anforderungen regelt die Norm u.a. auch physikalische Eigenschaften wie den Verschleißwiderstand, die Bruchlast die Biegefähigkeit und die Frostempfindlichkeit.

Regelungen, die die Herkunft der Rohstoffe oder die Produktzusammensetzung in der Fliesenindustrie vorgeben, bestehen nicht. Erforderlich ist die Einhaltung der o.g. Produkteigenschaften.

### 3.2 Herstellung Fliesen

#### 3.2.1 Luft

Anlagen zur keramischen Fliesenherstellung werden als „Anlagen zum Brennen keramischer Erzeugnisse“ nach Nr. 2.10. der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung<sup>7</sup> (BImSchV) genehmigt. Bei einer Produktionskapazität  $\geq 75$  t/d ergibt sich eine Genehmigungspflicht entsprechend § 10 Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) mit Öffentlichkeitsbeteiligung. Weiterhin gelten solche Ziegeleien als IED-Anlagen im Sinne der Industrieemissionsrichtlinie der EU<sup>8</sup>.

Gemäß des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) ist die Errichtung und Betrieb einer Anlage zum Brennen keramischer Erzeugnisse (einschließlich Anlagen zum Blähen von Ton) (Anlage 1 Nr. 2.6.1) nach Vorprüfung möglicherweise UVP-pflichtig. Bei einer

---

<sup>6</sup> Bechthold, Kane, King: Keramische Bausysteme in Architektur und Innenarchitektur. Birkhäuser, 2015. (S.62)

<sup>7</sup> Bekanntmachung vom 31. Mai 2017

<sup>8</sup> Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

Produktionskapazität  $\geq 75$  t/d (Anlage 1 Nr. 2.6.1) wird eine allgemeine Vorprüfung des Einzelfalls gem. § 7 Absatz 1 Satz 1 erforderlich. Bei Kapazitäten weniger als 75 t je Tag (Anlage 1 Nr. 2.6.2, der UVPG), soweit der Rauminhalt der Brennanlage  $4 \text{ m}^3$  oder mehr beträgt oder die Besatzdichte mehr als 100 kg je Kubikmeter Rauminhalt der Brennanlage beträgt, ausgenommen elektrisch beheizte Brennöfen, die diskontinuierlich und ohne Abluftführung betrieben werden, hat lediglich eine standortbezogene Vorprüfung des Einzelfalls gem. §7 Absatz 2 zu erfolgen.

Das Kapitel 5.4.2.10 der Technischen Anleitung Luft befasst sich mit den spezifischen Anforderungen an Anlagen zum Brennen keramischer Erzeugnisse. Diese Anforderungen umfassen sowohl die baulichen und betrieblichen Anforderungen als auch die zulässigen Emissionswerte.

### **3.2.2 Abwasser**

Die Nutzung von Gewässern, wie zum Beispiel die Entnahme von Wasser aus Gewässern oder das Einleiten von Stoffen in Gewässer, sind im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) geregelt. Die Abwasserverordnung (AbwV) beinhaltet Vorschriften für die Vermeidung, die Messung und die Einleitung von Abwasser in Gewässer.

In Anhang 17 der AbwV sind spezielle Anforderungen für Abwasser aus der Herstellung keramischer Erzeugnisse festgelegt (Grenzwerte). Demnach darf Abwasser aus der Herstellung von Fliesen nicht in Gewässer eingeleitet werden. Dies gilt nicht für die Reinigung und Wartung der Produktionsanlagen sowie für die Wäsche von Rohstoffen dessen prozessbedingte Abwässer nach erfolgter Reinigung und bei Einhaltung der vorgeschriebenen Grenzwerte in den Vorfluter eingeleitet werden dürfen.

## **4 Recyclingsituation**

Nach der Abfallverzeichnisverordnung (AVV) werden keramische Fliesen der ASN 17 01 03 „Fliesen und Keramik“ zugeordnet. Ziegel, die mit Verunreinigungen in Form von Anhaftungen von Putzen und Mörtel oder zusammen mit anderen Wandbaustoffen anfallen, sind über die ASN 17 01 07 „Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik“ zu entsorgen.

Die direkte Rückführung von gebranntem Fliesenmaterial ist aus technischen Gründen nur in geringen Anteilen möglich und wird in der Regel über den Produktionsausschuss gedeckt.

Neben einer Vermischung mit Beton und Ziegel sind vor allem Anhaftungen von Kleber und Mörtel problematisch und stehen einer Wiederverwertung zur Fliesenherstellung aufgrund der komplexen Rezepturen und den hohen Qualitätsanforderungen im Wege.

Sortenrein erfasste Fliesen und Keramikabfälle aus der Produktion werden nach der Aufbereitung mittels Zerkleinerung zu einem sortenreinen Baustoff weiterverarbeitet und zur Herstellung von Schamott (bis zu 30Gew.-%<sup>9</sup> RC-Anteil) herangezogen. Ferner ist eine Verwertung als Kies- und Schotterersatz z.B. im Straßenbau möglich.

## **5 Recyclingperspektiven**

In der Theorie und vereinzelt in der Praxis werden mechanisch befestigte Keramikflächen demontiert und wiederverwendet. Ebenso ist das Ablösen aufgeklebter Fliesen von ihrem

---

<sup>9</sup> Graubner, Hüske: Nachhaltigkeit im Bauwesen. Ernst. 2003 (S.333)

Untergrund möglich. Diese Vorgänge sind jedoch sehr arbeitsintensiv und kommen fast ausschließlich bei historisch wertvollen Fliesen zum Einsatz. Ferner erfolgt die heutige Verlegung üblicherweise mittels Dünnbettverfahren mit unterschiedlichen Klebern, wodurch eine schadfreie Entfernung zur Wiederverwendung unmöglich wird<sup>10</sup>.

Der in der Fliesenproduktion, laut einer Studie von Teipel u. Hefe<sup>11</sup>, erhöhte Bedarf an mineralischen und keramischen Materialien, macht diese Branche zu einem möglichen Abnehmer für Recyclingmaterial. So wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes ein gießfähiger Schlicker aus dem Hybridwerkstoff Keramik und Ziegelbruch hergestellt. Das schädliche Sulfat welches in den typischen Baustoffen wie Porenbeton, Kalksandstein und Hochlochziegel enthalten ist, konnte ausgewaschen oder aus dem Prozess ausgeschleust werden. Jedoch kam es aufgrund des enthaltenen Ziegelbruches bei der Formgebung und dem damit verbundenem Trocknungsprozess vermehrt zu Problemen. Folglich kann ohne weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeit mit diesem Verfahren noch kein stabiles Keramikprodukt hergestellt werden<sup>10</sup>.

Da die Fliesenherstellung hohen Qualitätsanforderungen (Reinheit/Kornspektrum) hinsichtlich der eingesetzten Rohstoffe unterliegt, ist eine Verwertung von Fliesen aus dem Bauabfall zur Herstellung neuer Fliesen problematisch. Neue Verfahren wie die trockene Pulverpressung ermöglichen die Herstellung dünnerer und größerer Fliesen. Durch die Herstellung dünnerer Fliesen verringert sich zwar der erforderliche Rohstoffeinsatz. Im gleichen Zuge wird aber die Qualitätsanforderung an die zugeführten Rohstoffe erhöht, was den Einsatz von recycelten Rohstoffen weiter erschwert.

---

10 Innovative Techniken: Festlegung von besten verfügbaren Techniken (BVT) in Europa für die Bereiche der Keramik-, Zement-, Nahrungsmittel- und in der chemischen Industrie- Umweltbundesamt -2018. S.70-82

11 Teipel, U. und Hefe, K. (2017): Produktgestaltung mit Sekundärrohstoffen in der Baustoff- und Keramikindustrie –BauKera. Abschlussbericht. Projektverbund ForCycle –Ressourcenstrategie für Bayern unter besonderer Berücksichtigung von Sekundärrohstoffen