

# **Auswirkungen von Mineralfasern auf die menschliche Gesundheit in den verschiedenen Phasen ihres Lebenszyklus**

**Effects of mineral fiber insulation on human health in  
the different phases of its life cycle**

## **Bachelorarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades

## **Bachelor of Science in Engineering (BSc)**

der FH Campus Wien

Bachelorstudiengang: Green Building

### **Vorgelegt von:**

Cornelia Frühwirth

### **Personenkennzeichen**

1610733010

### **Erstbegutachter:**

Dipl.-Ing. Tobias Steiner

### **Eingereicht am:**

11.07.2018

Erklärung:

Ich erkläre, dass die vorliegende Bachelorarbeit von mir selbst verfasst wurde und ich keine anderen als die angeführten Behelfe verwendet bzw. mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Ich versichere, dass ich dieses Bachelorarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Weiters versichere ich, dass die von mir eingereichten Exemplare (ausgedruckt und elektronisch) identisch sind.

Datum: 14.06.2018.....

Unterschrift:

A handwritten signature in blue ink, consisting of several stylized, overlapping loops and lines, positioned to the right of the 'Unterschrift:' label.

## Kurzfassung

„Auswirkungen von Mineralfasern auf die menschliche Gesundheit in den verschiedenen Phasen ihres Lebenszyklus“

Mineralfasern sind in verschiedenster Form eines der am häufigsten genutzten Dämm- und Akustikmaterialien in Österreich und der EU im Allgemeinen. Die Meinungen über deren Gesundheitsfreundlichkeit gehen jedoch weit auseinander. Die wesentlichen Aspekte für die Einschätzung gesundheitlicher Risiken werden in dieser Arbeit zusammengestellt und diskutiert. Dabei werden ausschließlich die für die Bauindustrie gängigen Künstlichen Mineralfasern aus Glas- und Steinwolle behandelt. Die häufigsten gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Mineralfaserdämmstoffe sind Reizungen der Haut, Augen oder Nasenschleimhäute durch Einspießen größerer Fasern. Insbesondere bei einer Vorbelastung durch Allergien ist auch eine allergische Reaktion auf die chemischen Bindemittel und andere Zusatzstoffe von Mineralfaser-Produkten nicht auszuschließen. Kleinere Fasern und Feinstaub, der durch Zerschneiden der Fasern entsteht, können bis tief in den menschlichen Körper gelangen. Ob sie dort die Möglichkeit haben, schwerwiegende Schädigungen hervorzurufen, hängt insbesondere von drei Faktoren ab: der Dauer und Stärke der Faserexposition, den Dimensionen (Länge und Durchmesser) der einzelnen Fasern und deren Biopersistenz (Biolöslichkeit). Diese Schädigungen können chronische Erkrankungen der Lunge und der Atemwege sein oder sich auch in Melanomen manifestieren.

Die möglichen Auswirkungen auf die Gesundheit des Menschen sind dann nach deren Relevanz in den unterschiedlichen Phasen des Lebenszyklus des Baustoffes Mineralwolle überprüft worden. Die höchste Wahrscheinlichkeit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung durch KMF entsteht im Zuge der Montage. Aufgrund dessen sind in einer Vielzahl an Normen und gesetzlichen Regelungen erhöhte Schutzmaßnahmen für Arbeitnehmer beim Umgang mit KMF angeführt. Im Gegenzug dazu wird, bei sachgemäßem Einbau, keine erhöhte Gefahr für den Nutzer eines Gebäudes oder Raumes in dem KMF-Produkte eingebaut sind, gesehen. Problematisch wird es allerdings wieder nach der Nutzungsphase bei Abbruch- oder Sanierungsarbeiten. Vor allem aufgrund der Tatsache, dass in diesen Fällen meist noch „alte“ und somit schädlichere KMF verbaut sind.

## **Abstract**

“Effects of mineral fiber insulation on human health in the different phases of its life cycle”

Mineral fibers are in many different forms one of the most commonly used insulation and acoustic materials in Austria and the EU in general. However, opinions about their health-friendliness vary widely. The essential aspects for the assessment of health risks are compiled and discussed in this work. Only the KMF made of glass and rock wool, which are common in the construction industry, are subject of this paper. The most common health impairments due to mineral fiber insulating materials are irritation of the skin, eyes or nasal mucous membranes due to spiking of larger fibers. Especially with a preload caused by allergies, an allergic reaction to the chemical binders and other additives of mineral fiber products can not be excluded. Smaller fibers and fine dust, which results from breaking the fibers, can reach deep into the human body. Whether they have the opportunity to cause serious damage depends on three particular factors: the length and intensity of fiber exposure, the dimensions (length and diameter) of the individual fibers and their biopersistence (biosolubility). These damages can be chronic diseases of the lung and the respiratory tract or go as far as melanomas.

The potential effects on human health were then examined for their relevance in the different phases of the life cycle of the building material mineral wool. The highest likelihood of health impairment from KMF arises when working with these. As a result, a large number of standards and legal regulations provide for increased protective measures for employees when dealing with KMF. In return, with proper installation, no increased risk for the user of a building or room or in which KMF products are installed is seen. However, it will be problematic again after the use phase in demolition or renovation work. Mainly due to the fact that mostly "old" and therefore more harmful KMF are installed.

## Abkürzungsverzeichnis

CLP	Classification, Labeling, Packaging
GKV	Grenzwerteverordnung
IARC	internationale Krebsforschungsagentur
KMF	Künstliche Mineralfasern
MAK	maximale Arbeitsplatzkonzentration
TRGS	Technische Regeln für Gefahrenstoffe
TRK	technische Richtkonzentration
VOC	volatile organic compound
WHO	World Health Organisation (Weltgesundheitsorganisation)
WKO	Wirtschaftskammer Österreich

## Schlüsselbegriffe

Dämmung

insulation

Fasern

fiber

Gesundheit

health

Glaswolle

glass wool

Mineralwolle

mineral wool

Stäube

dusting

Steinwolle

rock wool

# Inhaltsverzeichnis

<b>KURZFASSUNG</b> .....	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>V</b>
<b>SCHLÜSSELBEGRIFFE</b> .....	<b>VI</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>VII</b>
<b>1. EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2. GRUNDLAGEN</b> .....	<b>3</b>
2.1 <b>Historie</b> .....	<b>4</b>
2.2 <b>Rohstoffe</b> .....	<b>5</b>
2.3 <b>Zusatzstoffe</b> .....	<b>5</b>
2.4 <b>Herstellungsprozess</b> .....	<b>7</b>
2.5 <b>Eigenschaften</b> .....	<b>10</b>
2.6 <b>Rechtliche Grundlagen</b> .....	<b>12</b>
2.6.1 <b>In Europa</b> .....	<b>12</b>
2.6.2 <b>In Österreich</b> .....	<b>13</b>
<b>3. GESUNDHEITLICHE AUSWIRKUNGEN</b> .....	<b>17</b>
3.1 <b>Mechanische Reizungen</b> .....	<b>17</b>
3.2 <b>Stäube und Partikel</b> .....	<b>18</b>
3.3 <b>Fasern</b> .....	<b>20</b>
3.4 <b>Biopersistenz</b> .....	<b>22</b>
<b>4. PRODUKTIONSPHASE</b> .....	<b>24</b>
<b>5. EINBAUPHASE</b> .....	<b>26</b>
<b>6. NUTZUNGSPHASE</b> .....	<b>28</b>
<b>7. SANIERUNG UND ABBRUCH</b> .....	<b>30</b>
<b>8. RESÜMEE</b> .....	<b>32</b>
<b>QUELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>35</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>38</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>39</b>

# 1. Einleitung

Um die immer strenger werdenden Zielvorgaben Österreichs und der EU bezüglich der Reduzierung des Primärenergiebedarfs eines Gebäudes erfüllen zu können, ist es wichtig, die Wärmeverluste über die Gebäudehülle gegenüber früheren Anforderungen der Bauordnung drastisch zu reduzieren. Um das zu erreichen, ist eine gute Wärmedämmung erforderlich. Die zu diesem Zweck am häufigsten eingesetzten Arten sind Dämmstoffe aus künstlichen Mineralfasern (KMF), gemischt mit Zusatzstoffen, mit einem (wie in der Grafik ersichtlich) europaweiten Marktanteil von circa 60 %.<sup>1</sup>

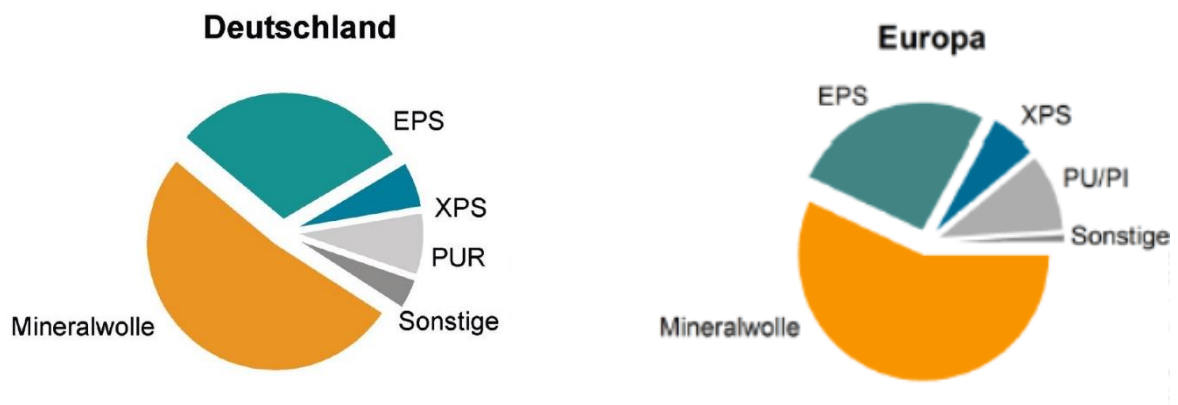


Abb. 1: Marktanteil Mineralwolle 2014 in Deutschland und europaweit

Doch nicht nur zur Wärmedämmung jeglicher Art von Gebäuden werden KMF verwendet, sondern auch im Schallschutz, bei der Isolation von technischen Leitungen, zur Festigkeitserhöhung von Kunststoffen, sowie in der Autobranche finden sie Verwendung. Neben den guten Dämmeigenschaften sind sie vor allem auch wirtschaftlich attraktiv. Im Zusammenhang mit den Materialien aus Mineralfasern steht jedoch auch eine immerwährende kontroverse Diskussion zu dessen gesundheitlichen Auswirkungen auf Mensch und Tier bis hin zu einer möglichen kanzerogenen Wirkung. Das Image krebserzeugend zu sein haftet dem

<sup>1</sup> Künstliche Mineralfasern (KMF). In: <https://www.agoef.de/schadstoffe/chemische-schadstoffe/kuenstliche-mineralfasern.html> (letzter Zugriff: 9.6.2018)



Material unter anderem aufgrund seines nahen Verwandten, dem Asbest, an. KMF werden oft als Ersatzprodukt von Asbest betrachtet. Besonders um die Jahrtausendwende wurden die Verfahren in der KMF - Produktion in Hinblick auf den Gesundheitsschutz weiterentwickelt.

Doch kann man trotz aller Bemühungen guten Gewissens sagen, dass moderne Mineralfaserprodukte keine gesundheitsschädigende oder gefährliche Wirkung auf den Menschen haben?

In dieser Arbeit werden die Standpunkte hinsichtlich des Dämmmaterials beleuchtet und dargestellt. Ziel ist es, das Material mit seinen wesentlichen Eigenschaften zu erläutern und die Problematik von KMF bezogen auf die gesundheitlichen Auswirkungen auf den Menschen in den verschiedenen Phasen ihres Lebenszyklus, von der Herstellung über die Nutzungsphase bis hin zur Entsorgung, aufzuzeigen. Das zweite Kapitel behandelt die Grundlagen der Herstellung und Verwendung. In Kapitel drei der Arbeit werden die gesundheitlichen Auswirkungen erläutert, die im weiteren Verlauf in den Kapiteln vier bis sieben den Lebenszyklusphasen zugeordnet werden. Nach Anführung der relevanten Gefährdungen und Maßnahmen zum Schutz vor diesen, wird in Kapitel acht ein Resümee gezogen. Es wird eine Basis an Wissen geschaffen, um dem Leser zu ermöglichen, sich eine eigene Meinung zu diesem Thema bilden zu können.

## 2. Grundlagen

Mineralwollen gibt es aus künstlich oder natürlich hergestellten Fasern. KMF sind aus mineralischen Rohstoffen künstlich hergestellte anorganische Synthefasern. Im Bauwesen sind vor allem Mineralwollen als Untergruppe der Glasartigen Fasern, wie Abbildung 2 zeigt, von Bedeutung. Dort werden zum größten Teil Glas- sowie Steinwollen zur Wärmedämmung eingesetzt. Mineralwolle-Dämmstoffe werden aus Mineralfasern mit glasiger Struktur hergestellt.

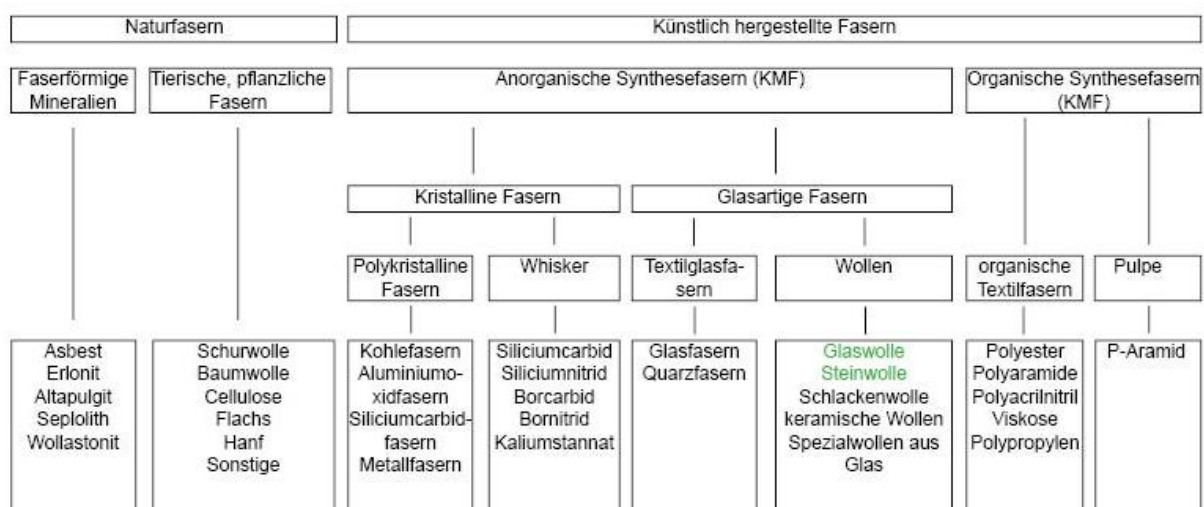


Abb. 2: Gesamtübersicht Faserarten

Definition von Mineralwolle nach EU-Richtlinie 97/69/EG<sup>2</sup>

„Künstliche Mineralfasern, die aus ungerichteten glasigen (Silikat-) Fasern mit einem Massengehalt von über 18 % an Oxiden von Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Barium bestehen“

Je nach gewünschten Eigenschaften werden eine Vielzahl an Zusatzstoffen (siehe Kapitel 2.3.) beigemischt. Die Mineralfaserdämmstoffe kommen nicht nur an der Gebäudehülle zum Einsatz, sondern auch im Innenraum, meist im Bereich der Akustik oder auch als Innendämmung.

<sup>2</sup> EU-Richtlinie 97/69/EG. Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe. Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG

## 2.1 Historie

Die Geschichte von synthetisch anorganischen Fasern begann schon in den 1860er Jahren mit einer zufälligen Entdeckung: Beim Hochofenprozess wurde aus schmalen Ritzen beim Einblasen von Wind Hochofenschlacke, als Abfallprodukt der Roheisenproduktion, herausgedrückt die zu dünnen, wollähnlichen Fasern erhärtete. Ab 1864 wurden Schlackefasern bewusst hergestellt.

Große Firmen wie Siemens befassten sich ab 1870 mit der Herstellung von Mineralwolle, das Potential des Materials zum Wärme- und Kälteschutz wurde erkannt.<sup>3</sup> Richard D. A. Parrot ließ sich die Methode der Mineralwolleproduktion 1887 in den USA patentieren.

Seit 1931 gelingt die industrielle Fertigung von Glaswolle. Dadurch und aufgrund der Knappheit von Asbest nach dem ersten Weltkrieg, konnte sich die mineralische Dämmwolle als neuer Baustoff etablieren.

Steinwolle konnte erst nach vier Jahren Forschung 1939 produziert werden.

Trotz der schon fast 160 Jahre dauernden Geschichte von Mineralfasern wurde das gesundheitsschädigende Potential erst 1972 entdeckt.<sup>4</sup> 1993 wurden von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) Grenzwerte für lungengängige Fasern festgelegt, was 1996 in der Mineralwollen-Industrie zu einer Umstellung der Produktion führte. Dabei wurde die chemische Zusammensetzung der Fasern zugunsten einer besseren Biolöslichkeit verändert.<sup>5</sup> Die Mineralfasern vor 1996 werden als alte Mineralfasern bezeichnet, die danach als neue. Seit dem Jahr 2000 ist nur mehr das Herstellen, Inverkehrbringen und Verwenden von KMF erlaubt, die mit einem streng kontrollierten Gütesiegel ausgezeichnet sind.<sup>6</sup>

---

<sup>3</sup> Eichelberger, Gerhard: Optimierung von Mineralfaserschmelzen in Bezug auf In-Vitro Biolöslichkeit. Leoben: Montanuniversität, Dipl. Arb., 1997. S.4.

<sup>4</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BBSR-Berichte Kompakt. Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Bonn: 2011. S. 2.

<sup>5</sup> Simon, Barbara/ Kropiunik, Heinz/ Rauter, Elisabeth: Projekt Künstliche Mineralfasern. Endbericht. 1. Auflage. Wien: Magistrat der Stadt Wien – Umweltschutz. 2012. S. 10.

<sup>6</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BBSR-Berichte Kompakt. Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Bonn: 2011. S. 3.

## 2.2 Rohstoffe

Die verwendeten Rohstoffe variieren je nach Art der Mineralwolle (Stein-, Glas- oder Schlackenwolle).

Der Hauptbestandteil von Steinwolle sind Schmelzen von natürlichem Gestein welches in umfangreichem Maß vorhanden ist. Der Bedarf an Rohstoffen für die Herstellung ist relativ gering: Aus 1 m<sup>3</sup> Rohstoff können bis zu 150 m<sup>3</sup> Steinwolle gewonnen werden. Es werden Materialien gewählt, die ein geeignetes Schmelzverhalten und eine für die Produktionsoptimierung passende Schmelztemperatur aufweisen.<sup>7</sup> Meist werden Fasern als Grundstoffe für die Produktion von Steinwolle aus Basalt und/ oder Diabas gewonnen. Sie sind Rohstoffe vulkanischer Herkunft. Dolomit, Feldspat, Sand, Kalkstein und Altglas sind weitere nicht allzu häufig eingesetzte Grundstoffe. Heutzutage werden auch oft Basalt und Diabas mit Formsteinen aus recycelten und mit Zementmörtel gebundenen Steinwolleresten und -abschnitten aus der Produktion oder aus sauberen Baustellenabfällen gemischt.

Quarzsand, Soda und Kalkstein sind bekannte Grundstoffe aus der Glasindustrie. Sie werden auch zur Herstellung von Glasfasern verwendet.<sup>8</sup> Diesen neuen Grundstoffen werden zwischen 60 und 70 % gereinigtes Altglas beigefügt. Vulkanisches Gestein, Tonerde- und Alkaliverbindungen oder Kalkstein können auch als Rohmaterialien herangezogen werden.<sup>9</sup>

## 2.3 Zusatzstoffe

Mit der gleichen Aufmerksamkeit, die den Rohmaterialien zukommt, sollten auch die Zusatzstoffe behandelt werden. Mit ihnen können die Eigenschaften der

---

<sup>7</sup> Embst, Sonja: Untersuchung der In-Vitro Löslichkeit verschiedener Mineralfasern mittels CFT-Methode. Leoben: Montanuniversität, Dipl. Arb., 2003. S. 9.

<sup>8</sup> Stroh, Katharina/ Axmann, Michael/ Fromme, Hermann: Umwelt-Wissen-Abfall. Künstliche Mineralfasern. 3. Vollständig überarbeitete Auflage. Augsburg: Bayrisches Landesamt für Umwelt 2017. S. 4.

<sup>9</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BBSR-Berichte Kompakt. Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Bonn: 2011. S. 4.

Mineralwollen ins Positive beeinflusst werden. Diese Zusatzstoffe sind vor allem Binde- und Schmelzmittel. Der Anteil an Bindemittel beträgt 1 – 4 % des fertigen Produktes. Bewährte Bindemittel sind in Wasser gelöste Gemische aus Kunstharzverbindungen wie zum Beispiel Phenolharze und Harnstoff-Formaldehydharze (UF-Harze). Sie sorgen dafür, dass die Fasern im Verband gebunden werden und bewirken eine gewisse Formstabilität. Ebenso ermöglichen sie die gewünschte hohe Rückstell- und Klemmkraft. Außerdem verfügt das Harz über gute Eigenschaften im Bereich der mechanischen Beanspruchung und gegenüber Alterungsprozessen und Feuchtigkeit.<sup>10</sup> Im Idealfall sind die Fasern an jedem Kreuzungspunkt durch ein Tröpfchen Bindemittel miteinander verbunden. Dies wird bewerkstelligt, indem die Faser als Ganzes mit Bindemittel überzogen wird. Haftvermittler, zum Beispiel Siloxanol, werden ebenfalls der wässrigen Lösung beigemischt. Sie unterstützen das Bindemittel beim Anhaften an den Fasern. Aufgrund des sehr geringen Gewichtanteils wird das Dämmvermögen des Mineralwolleproduktes nicht beeinflusst oder herabgesetzt. Bei der Bindung der Fasern wird zukünftig auch verstärkt auf Naturharzkleber, wie zum Beispiel modifizierte Maisstärke, gesetzt. Hersteller wollen damit die Ökobilanz verbessern und darüber hinaus die Bindekraft erhöhen und auch verlängern.<sup>11</sup> Weitere neuartige Entwicklungen oder Konzepte sind zum Beispiel ein natürliches Bindemittel auf Zuckerbasis sowie ein Acrylbindemittel auf Wasserbasis, die beide komplett auf Formaldehyd oder andere flüchtige Bestandteile (VOC) wie Farbstoffe oder Lösungsmittel verzichten. Diese „modernen“ Bindemittel sind auf die Lebensdauer gesehen nicht so spröde wie herkömmliche Mittel, was die Staubbildung stark reduziert.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> Stroh, Katharina/ Axmann, Michael/ Fromme, Hermann: Umwelt-Wissen-Abfall. Künstliche Mineralfasern. 3. Vollständig überarbeitete Auflage. Augsburg: Bayrisches Landesamt für Umwelt 2017. S. 3.

<sup>11</sup> Glaswolle-Ökobilanz. In: <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Glaswolle> (letzter Zugriff: 27.5.2018)

<sup>12</sup> Bindemittel definieren Mineralwolle neu. In: <https://www.baulinks.de/webplugin/2010/1066.php4> (letzter Zugriff: 8.6.2018)

Die verschiedensten Öle (Mineralöle, Öl-Wasser-Emulsionen oder Silikonöle) fügt man als Schmelzmittel hinzu. Sie machen Mineralwolle dauerhaft wasserabweisend und fungieren als Gleitmittel. Besonders wichtig für den Gesundheitsschutz ist die Funktion des Öls als Staubbinder, indem sie dem vorzeitigen Brechen der Fasern entgegenwirken.<sup>13</sup>

## 2.4 Herstellungsprozess

### Glaswolleproduktion

Die Rohmaterialien der Glaswolleproduktion werden bemessen, gemischt, die erforderlichen Mengen einer Schmelzwanne beziehungsweise einem Ofen zugeführt und dort kontinuierlich bei 1300°C geschmolzen. Nach dem Durchlaufen des Schmelzprozesses wird die glasartige Schmelze zu dünnen Fasern versponnen. Dabei können drei unterschiedliche Verfahren der Zerfaserung zur Anwendung kommen. Das:

- Düsenziehverfahren
- Düsenblasverfahren
- Schleuderverfahren

Beim Düsenziehverfahren entsteht durch Aufwickeln der, aus kleinen Düsen gezogene Schmelze, eine Endlosfaser. Dieses Verfahren wird aber hauptsächlich für die Produktion von Textilglasfasern verwendet.

Beim Düsenblasverfahren werden die, aus feinen Düsen austretenden Fäden mit heißer Luft oder Dampf angeblasen und so zerfasert.

Beim Schleuderverfahren wird die Schmelze auf eine sich schnell drehende Schwungscheibe getropft. Die Zerfaserung erfolgt mithilfe der Zentrifugalkraft.<sup>14</sup>

---

<sup>13</sup> Stroh, Katharina/ Axmann, Michael/ Fromme, Hermann: Umwelt-Wissen-Abfall. Künstliche Mineralfasern. 3. Vollständig überarbeitete Auflage. Augsburg: Bayrisches Landesamt für Umwelt 2017. S. 3.

<sup>14</sup> Bindemittel definieren Mineralwolle neu. In: <https://www.baulinks.de/webplugin/2010/1066.php4> (letzter Zugriff: 8.6.2018)

Eine Kombination der drei Grundverfahren ist möglich und wird auch oft gemacht. So entsteht zum Beispiel das Schleuder-Ziehverfahren oder das Schleuder-Blasverfahren.<sup>15</sup>

Danach werden den losen Fasern Bindemittel in Form einer wässrigen Lösung beigemischt, wobei Struktur und Dichte des Produkts an die genauen Einsatzanforderungen angepasst werden können. Es kann zwischen Produkten unterschieden werden, die mehr als 90 % künstliche Mineralfasern enthalten und jenen, die zwischen 30 und 70 % KMF vorweisen. Erzeugnisse mit mehr als 90 % werden zum Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz herangezogen. Produkte mit 30 bis 70 % KMF sind Produkte zur Schalldämmung in Innenräumen oder Mineralwollspritzputze verwendet.<sup>16</sup> Die Laufgeschwindigkeit eines Transportbandes bestimmt die gewünschte Rohdichte. Je langsamer das Band unter den Spinddüsen entlang läuft, desto mehr Fasern pro Fläche werden aufgetragen, desto höher die Dichte. Je schneller sich das Band bewegt, desto geringer ist die Rohdichte.<sup>17</sup>

Der nächste Schritt ist die Aushärtung des Materials nach dem Binden bei ungefähr 200° C, wobei sich die Bindemittel zu Duroplasten vernetzen. Danach können gegebenenfalls Kaschierungen aufgebracht oder das Vlies mit Drahtgeflecht versteppt werden. Zuletzt wird die Glaswolle in die gewünschte Größe und Form geschnitten. Dabei entstehen Rollen, Matten, Platten, Zöpfe und Formteile mit einer handelsüblichen Dicke von 12 bis 240 mm. Sie kann aber auch für die Weiterverarbeitung in anderen Produkten angepasst werden. Die Erhöhung der Dicke ist auf bis zu 350 mm möglich. Die Reste, die beim Abschneiden überbleiben werden gesammelt und dem Produktionsprozess erneut zugeführt. Zuletzt werden die Vliese komprimiert (bis Faktor 6:1) und verpackt. Die nachstehende Grafik verbildlicht den Herstellungsprozess von Steinwolle im Kupolofen.

---

<sup>15</sup> Dämm-Spezifika von Steinwolle im Detail erklärt. In: <https://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/daemmstoffe/steinwolle.html> (letzter Zugriff: 13.6.2018)

<sup>16</sup> Simon, Barbara/ Kropiunik, Heinz/ Rauter, Elisabeth: Projekt Künstliche Mineralfasern. Endbericht. 1. Auflage. Wien: Magistrat der Stadt Wien – Umweltschutz. 2012. S. 21f.

<sup>17</sup> Bindemittel definieren Mineralwolle neu. In: <https://www.baulinks.de/webplugin/2010/1066.php4> (letzter Zugriff: 8.6.2018)

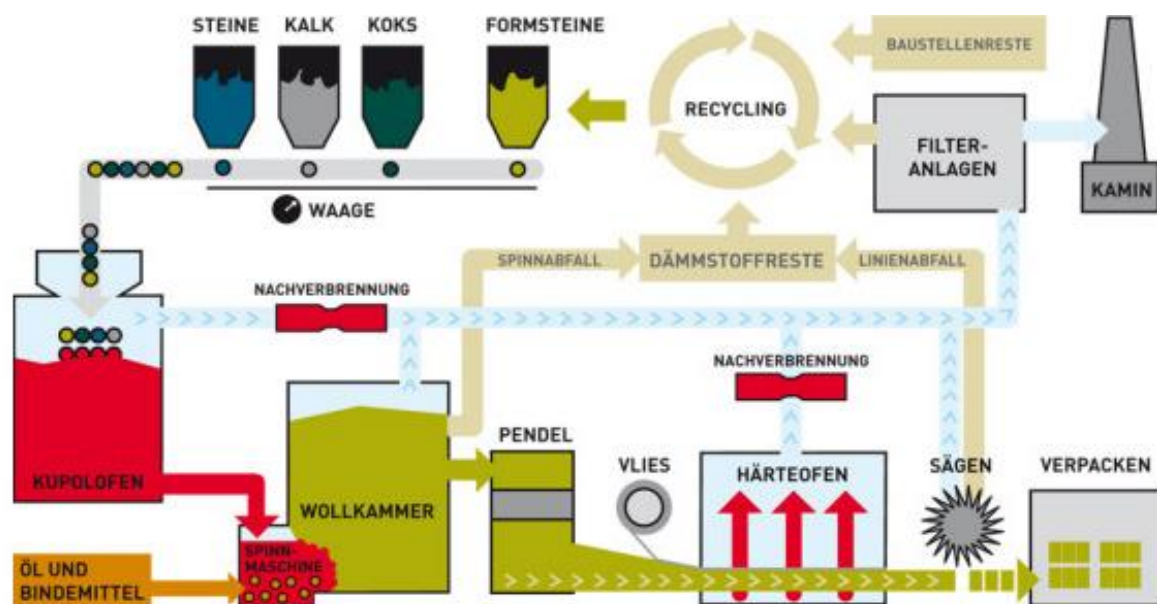


Abb. 3. Herstellung von Steinwolle im Kupolofen

## Steinwolleproduktion

Bei der Produktion von Steinwolle im Düsenblasverfahren werden die gewählten Rohstoffe bei etwas höherer Temperatur, normalerweise  $1500^{\circ}\text{C}$  geschmolzen. Auch die Temperatur des Aushärtungsprozesses liegt über der der Glaswolleproduktion bei  $230^{\circ}\text{C}$ . Ansonsten ist das Verfahren von Stein- und Glasfaserproduktion identisch.<sup>18</sup>

Ein zweites bei der Steinwolleproduktion häufig angewandtes Verfahren ist das Walzenspinnverfahren. Dabei wird das Rohmaterial in einem mit Koks beheizten Kupolofen geschmolzen und vor dem Erhärten erst zu einem Wollvlies geformt und dann zur Aushärtung noch einmal auf etwa  $230^{\circ}\text{C}$  erhitzt.<sup>19</sup>

„Die während des Produktionsbetriebes entstehenden Abluftmengen werden mechanisch gefiltert und überwiegend thermisch nachverbrannt. Die abge-

<sup>18</sup> Die Herstellung von Glas- und Steinwolle. In: <https://www.der-daemmstoff.de/praxiswissen/herstellung-der-mineralwolle/> (letzter Zugriff: 27.5.2018)

<sup>19</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BBSR-Berichte Kompakt. Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Bonn: 2011. S. 6.



schiedenen Stäube werden als Rohstoff erneut genutzt“ (rückgeführt) wodurch die Energiemenge, die für die Herstellung benötigt wird, stetig gesenkt werden kann.<sup>20</sup>

## 2.5 Eigenschaften

Bekannt und beliebt sind KMF aufgrund ihrer guten Wärmedämmeigenschaft. Diese resultiert aus einer niedrigen Wärmeleitfähigkeit und einer geringen Wärmespeicherkapazität gepaart mit einem hohen Luft-Anteil im Material, die für ausgezeichnete Ergebnisse hinsichtlich der Dämmwirkung sorgt.<sup>21</sup> In Mineralwollen ist ein Anteil an nicht versponnener Schmelze zu finden. Diesen Anteil nennt man Perlen. Er ist ein wesentliches Kriterium für die Qualität der Wollen. Da er die Dämmende Wirkung der Produkte herabsetzt, wird er so klein wie möglich gehalten. Ein durchschnittlicher Schmelzperlen-Anteil liegt bei 12 %.<sup>22</sup>

Mineralfaserprodukte sind zwar beständig gegen Wasser, zeigen aber ein schlechtes Feuchteverhalten hinsichtlich Aufnahme, Speicherung und Abgabe von Wasser. In die Dämmung eingedrungene Feuchtigkeit reduziert deren Wärmedämmende Wirkung. Andauernde Durchfeuchtung kann bis hin zur vollständigen Zerstörung der Dämmschicht führen. Ebenso tragen hohe thermische Belastungen sowie thermische Wechselbelastungen zu einem möglichen Zerfall der Fasern bei. Mineralfaserdämmstoffe sind diffusionsoffen, das bedeutet, dass Wasserdampf hindurchdringen (diffundieren) kann.

Ein bedeutendes Merkmal im Bauwesen ist das Brandverhalten der Materialien, genauer gesagt, dass sowohl Glasfasern als auch Steinwolle nicht brennbar sind. Außerdem haben beide Materialien eine hohe Temperaturbeständigkeit. Diese liegt

---

<sup>20</sup> Umwelt-Produktdeklaration nach ISO 14025 und EN 15804. Steinwolle-Dämmstoffe im hohen Rohdichtebereich Hrsg.: Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Berlin. 2012. S. 3.

<sup>21</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BBSR-Berichte Kompakt. Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Bonn: 2011. S. 2.

<sup>22</sup> Embst, Sonja: Untersuchung der In-Vitro Löslichkeit verschiedener Mineralfasern mittels CFT-Methode. Leoben: Montanuniversität, Dipl. Arb., 2003. S. 9.

bei Glaswolle um die 500° C und bei Steinwolle sogar bei bis zu 750° C. Weiter zeigen sie eine gute Druck- und Biegefestigkeit.

Als Vorteil gegenüber Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (Hanf, Zellulose, Stroh, etc.) wird oft die Beständigkeit gegen Ungeziefer und auch Schimmel bis hin zur Fäulnis genannt. Des Weiteren liegt eine gute Resistenz gegen Chemikalien vor.

Ein großes Einsatzgebiet für KMF sind Schallschutz und Raumakustik. Durch ihre offene Faserstruktur absorbiert Mineralwolle eindringende Schallwellen. Das gilt für den Luftschallschutz, verursacht durch laute Musik oder Lärm von außen, aber auch für Trittschall, der durch die Übertragung von Schall über „harte“ Bodenbeläge wie Laminat oder Parkett entsteht. Ebenso lassen sich Geräusche von Rohrleitungen deutlich reduzieren.

Eine nicht physikalische Eigenschaft, die aber für die Verarbeitung und den Einbau sehr wichtig ist, ist die leichte Bearbeitbarkeit zum Einbau fertiger Wollen vor Ort und mit einfachen Geräten. Ein weiterer Vorteil ist die Konsistenz der Faserdämmstoffe, die einen lückenlosen Einbau zulassen.<sup>23</sup>

In nachstehender Tabelle sind die oben angeführten Eigenschaften mit spezifischen Werten und dazugehörigen Einheiten zusammengefasst dargestellt.<sup>24</sup>

			Steinwolle	Glaswolle
Rohdichte	$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	30-220	15-150
Wärmeleitfähigkeit	$\lambda$	W/mK	0,032-0,048	
Wärmespeicherkapazität	c	J/kgK	600-840	840-1000
Wasserdampfdiffusionswiderstand	$\mu$		1 bis 2	
Brandklasse			A1, A2	
Temperaturbeständigkeit		C°	600-750	500
dynamische Steifigkeit	S'	MN/m <sup>3</sup>	7 bis 35	

Tab. 1: Zusammenfassung der Eigenschaften von Stein- und Glaswolle

<sup>23</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BBSR-Berichte Kompakt. Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Bonn: 2011. S. 2.

<sup>24</sup> Die Tabelle wurde erstellt in Anlehnung an: Tremml, Sebastian: Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe. Metastudie Wärmedämmstoffe – Produkte – Anwendungen – Innovationen. FO-12/12. München: 2013. S. 39.

## 2.6 Rechtliche Grundlagen

### 2.6.1 In Europa<sup>25</sup>

Strenge gesetzliche Regelungen gibt es unter anderem in Deutschland. Dort sind diese Richtlinien in der TRGS 521 (Technische Regeln für Gefahrenstoffe) „Abbruchs-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle“ und in der TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“ niedergeschrieben. Sie regeln den Umgang mit Mineralfasern und Mineralstäuben einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung.

Von dieser nationalen Richtlinie leitet sich in abgeschwächter Form die EU-Richtlinie 97/69 EG ab.

Des Weiteren gilt seit 2015 die ÖNORM EN 13162: 2015 03 15 „Wärmedämmstoffe für Gebäude - werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle – Spezifikation“. In dieser Norm sind die Anforderungen an werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle, welche für die Wärmedämmung von Gebäuden genutzt werden, festgelegt. Neben spezifischen Produkteigenschaften enthält diese Norm auch Prüfverfahren und Festlegungen für die Bewertung der Konformität (alle Anforderungen sind erfüllt), der Kennzeichnung und der Etikettierung.

Weitere Erwähnung finden KMF in der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008, auch CLP-Verordnung genannt. Sie ist eine Chemikalienverordnung der EU und seit 2009 in Kraft. CLP bedeutet Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung (Classification, Labeling and Packaging) von Stoffen und Gemischen. Die CLP setzt ein globales System der UNO um, das die Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien zum Inhalt hat.

Ebenso in der Richtlinie 2004/37/EG „Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch karzinogene oder Mutagene bei der Arbeit“ ist von Mineralfasern die Rede und welche Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit der mit KMF arbeitenden Personen zu setzen sind.

---

<sup>25</sup> Simon, Barbara/ Kropiunik, Heinz/ Rauter, Elisabeth: Projekt Künstliche Mineralfasern. Endbericht. 1. Auflage. Wien: Magistrat der Stadt Wien – Umweltschutz. 2012. S. 46f.

EU- Richtlinien sind nicht unmittelbar gültig und müssen von den einzelnen Staaten in nationalen Rechtsakten umgesetzt werden, wobei diesen im großen Ganzen überlassen bleibt, wie sie die Richtlinie entsprechend umsetzen. Im Gegensatz dazu ist eine EU-Verordnung für alle Mitgliedsstaaten bindend und hat in ihnen gleichermaßen und unmittelbar Gültigkeit.

### 2.6.2 In Österreich<sup>26</sup>

Die Verordnungen der EU müssen natürlich in Österreich auch angewandt werden. Darüber hinaus wird das Thema KMF in einigen Österreichischen Normen angeschnitten. Diese betreffen hauptsächlich Arbeitnehmer- und Umweltschutz.

In der ÖNorm M 9406 wird zwar der Umgang mit schwach gebundenen asbesthaltigen Materialien behandelt, jedoch mit einem Verweis, dass diese Norm auch für andere schwach gebundene faserhaltige Materialien (wie Mineralwolle) gültig ist. Mit 15.12.2016 ist diese Norm ersatzlos zurückgezogen worden.

Explizit auf KMF verwiesen wird auch in der ÖNorm S 5730 bzw. ONR 192130 „Bauwerksbezogene Schadstofferkundung und andere schädliche Faktoren“. Die Daten aus der Bauwerkserkundung bilden die Basis für eine Gefährdungsbeurteilung im Zuge eines Abbaus oder einer Sanierung.

In Österreich gibt es konkrete Festlegungen in der Grenzwerteverordnung 2011. In der Grenzwerteverordnung ist eine Liste aller als krebserzeugend und/ oder fortpflanzungsgefährdend (reproduktionstoxisch) deklarierten Stoffe angeführt. Ebenso sind dort MAK-Werte (maximale Arbeitsplatzkonzentration), sowie TRK-Werte (technische Richtkonzentration) zu finden. Die Einhaltung der MAK-Werte garantiert im Allgemeinen, dass die Arbeitnehmer und deren Gesundheit durch das Material nicht beeinträchtigt oder unangemessen belästigt werden. Diese Werte beziehen sich auf gesunde Menschen im erwerbstätigen Alter. Deswegen kann im Einzelfall, insbesondere bei Schwangeren, eine Belästigung oder Beeinträchtigung nicht ausgeschlossen werden. Die Angabe der TRK-Werte erfolgt für Arbeitsstoffe

---

<sup>26</sup> Simon, Barbara/ Kropiunik, Heinz/ Rauter, Elisabeth: Projekt Künstliche Mineralfasern. Endbericht. 1. Auflage. Wien: Magistrat der Stadt Wien – Umweltschutz. 2012. S. 41ff.

für die „nach dem Stand der Wissenschaft keine als unbedenklich anzusehende Konzentration angegeben werden kann.“ Das Risiko einer Beeinträchtigung oder Schädigung soll somit verringert werden, kann jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Für künstliche Mineralfasern (sofern krebserzeugend) wird ein TRK-Wert von 500 000 Fasern pro m<sup>3</sup> angegeben. Der MAK-Wert für nicht als krebserzeugend eingestufte Mineralfasern liegt als Tagesmittelwert gemessen bei 10 mg/m<sup>3</sup> (einatembare Fraktion) beziehungsweise 5 mg/m<sup>3</sup> (alveolengängige Fraktion).<sup>27</sup>

Ebenso Erwähnung finden künstliche Mineralfasern in der sogenannten Gefahrstoffverordnung. Die drei Säulen dieser Verordnung haben den Schutz der Menschen und der Umwelt vor stoffbedingten Schädigungen zum Ziel. Dies wird durch Regelungen der Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung, Beschränkungen für die Herstellung und Verwendung sowie Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten und anderer Personen bei Arbeiten mit gefährlichen Stoffen und Gemischen erreicht.<sup>28</sup>

Ebenfalls mit dem Thema des Arbeitnehmerschutzes befasst sich die ÖNorm B 2107 „Koordination von Bauarbeiten für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz von Personen“. Sie stellt sicher, dass Bauarbeiten in Bezug auf Sicherheit und Gesundheitsschutz aller Beteiligten koordiniert werden und zusätzliche Maßnahmen bei besonderen Gefahren getroffen werden.

Mehrere Regelungen und Gesetze gibt es für KMF nach deren Nutzungsphase. In der Bauarbeiterschutzverordnung (Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen und auf auswärtigen Arbeitsstellen BGBl. Nr. 340/1994) - Umgang mit gesundheitsgefährdenden Arbeitsstoffen, werden für die Bauarbeiter geeignete Maßnahmen zum Schutz bei Abbrucharbeiten mit Mineralwolle aufgezeigt.

---

<sup>27</sup> Verordnung des Bundesministeriums für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz über Grenzwerte für Arbeitsstoffe sowie über krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Arbeitsstoffe (Grenzwerteverordnung 2011 – GKV 2011). BGBl II Nr. 253/2001. idF BGBl II Nr. 429/2011. § 2-5.

<sup>28</sup> Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (GefStoffV). BGBl I S 2010/1643 idF BGBl I S 2017/626

Häufiger erwähnt werden die Möglichkeiten der Behandlung von KMF wenn sie als Abfall angesehen werden. Im Entsorgungsfall werden laut Ö Norm S 2100 künstliche Mineralfasern nicht als gefährliche Abfälle deklariert.

Auch das Wiener Abfallwirtschaftsgesetz (Gesetz über die Vermeidung und Behandlung von Abfällen und die Einhebung einer hierfür erforderlichen Abgabe im Gebiet des Landes Wien (Wiener Abfallwirtschaftsgesetz – Wr. AWG) LGBl. Nr. 1994/13 idF LGBl. Nr. 2010/48) und die Recycling-Baustoffverordnung widmen ein oder mehrere Punkte der Behandlung von Mineralfasern.

### Gütesiegel

Heutzutage dürfen Produkte, die aus Mineralwolle bestehen oder in denen mehr als 1 % Mineralfasern enthalten sind, nur mehr geprüft und mit Gütesiegel versehen, auf den Markt gebracht werden. Am häufigsten kommt das Gütesiegel nach RAL zur Anwendung welches von der Gütegemeinschaft Mineralwolle vergeben wird. Das Gütesiegel wird vergeben anhand toxikologischer Bewertungen der Biobeständigkeit.<sup>29</sup>



Abb. 4. Gütesiegel Mineralwolle

<sup>29</sup> Stroh, Katharina/ Axmann, Michael/ Fromme, Hermann: Umwelt-Wissen-Abfall. Künstliche Mineralfasern. 3. Vollständig überarbeitete Auflage. Augsburg: Bayrisches Landesamt für Umwelt 2017. S. 5.

Das EUCEB (European Certification Board for Mineral Wool Products) ist ein weiteres Beispiel eines allgemein anerkannten Gütesiegels und stellt sicher, dass die Produkte aus Fasern erzeugt sind, die den Freizeichnungskriterien der EU Richtlinie 97/69/EG entsprechen.

Der Blaue Engel ist die älteste umweltschutzbezogene Kennzeichnung für Produkte und Dienstleistungen. In ihm wird deklariert, welches Medium am stärksten entlastet wird, zum Beispiel „Umwelt“ oder „Gesundheit“.

Das Eurofins Gold Kennzeichen weist darauf hin, wenn Mineralwolle als Material keine die Innenraumluft beeinträchtigende Wirkung hat und so auch ohne Bedenken in Innenräumen eingesetzt werden kann.<sup>30</sup>

Das bekannte Qualitätssiegel natureplus e.V. stützt seine Basisvergabekriterien auf drei Säulen. Diese sind saubere und effiziente Produktion, Schutz von Umwelt und Gesundheit, sowie die Nachhaltigkeit der Ressourcen.

Erstere zeichnet die Verträglichkeit für die Umwelt und die Energieeffizienz aus und dient damit der Vermeidung von CO<sub>2</sub> und damit dem Klimaschutz. Des Weiteren werden den Produkten Gebrauchstauglichkeit und Wiederverwertbarkeit als Kriterien auferlegt. Die zweite Säule besagt, dass ausgezeichnete Produkte weder die Umwelt, noch die menschliche Gesundheit mit Schadstoffen belasten. Das letzte Kriterium setzt Ressourcen aus nachhaltigen Quellen voraus. Das bedeutet, die Rohstoffe müssen entweder nachwachsend oder zur Genüge vorhanden sein.<sup>31</sup>

Natureplus lehnt eine Vergabe an Produkte aus künstlichen Mineralfasern kategorisch ab, weshalb sich in der Produktdatenbank der ausgezeichneten Baustoffe kein einziges Produkt aus Mineralwolle befindet.<sup>32</sup>

---

<sup>30</sup> In: <http://www.isover.at/nachhaltigkeit/guetezeichen> (letzter Zugriff: 24.5.2018)

<sup>31</sup> Scharnhorst, Astrid: Dämmstoffe-geht's auch bio?. In: <https://www.ibo.at/wissensverbreitung/ibo-magazin-online/ibo-magazin-artikel/data/daemmstoffe-gehts-auch-bio/> (letzter Zugriff: 11.6.2018)

<sup>32</sup> Natureplus Produktdatenbank: In: <http://www.natureplus-database.org/produkte.php> (letzter Zugriff: 17.5.2018)

### 3. Gesundheitliche Auswirkungen

Die Beurteilung der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit ist komplex. Je nach Ausmaß der Schäden am und im Körper werden verschiedene Kategorien unterschieden:

„Gesundheitsschädlich: Stoffe, die bei Einatmen, Verschlucken oder Kontakt mit der Haut zum Tode führen oder akute oder chronische Gesundheitsschäden verursachen.

Reizend: Stoffe, die ohne ätzend zu sein durch kurzfristige, längere oder wiederholte Berührung mit der Haut oder mit Schleimhäuten eine Entzündung hervorrufen können.

Sensibilisierend: Stoffe, die bei Einatmen oder Hautresorption eine Überempfindlichkeitsreaktion hervorrufen können, so dass bei künftiger Exposition gegenüber dem Stoff oder der Zubereitung charakteristische Störungen auftreten.

Krebserzeugend: Stoffe, die bei Einatmen, Verschlucken oder Hautresorption Krebs erregen oder die Krebshäufigkeit erhöhen können.“<sup>33</sup>

#### 3.1 Mechanische Reizungen

Beim Umgang mit Dämmstoffen aus Mineralwolle werden oft Fasern freigesetzt. Diese Fasern spießen sich aufgrund ihrer Steifheit in die Haut ein und führen dort zu mechanischen Beanspruchungen der Haut wie Rötungen und unangenehmer Juckreiz. Für die Haut stellt sich nach längerer Zeit ein Gewöhnungseffekt ein. Durch den Umgang mit Mineralwolle-Produkten können jedoch bereits bestehende Hautprobleme, wie zum Beispiel Ausschläge, noch verstärkt werden.

---

<sup>33</sup> Buman, Matthias: KMF-gesundheitsschädlich oder unbedenklich. Eine Betrachtung nach Recherche. Teil 1. 1.Auflage. Berlin: 2003. S. 5.



Reizungen entstehen nicht nur auf der Oberfläche der Haut. Schleimhäute und die Bindehaut der Augen sind, ohne entsprechende Schutzausrüstung, weitere häufig von Reizungen betroffene Stellen des Körpers. Jedwede Reizerscheinungen der Haut, Schleimhäute und Augen werden verursacht durch Fasern mit einem Durchmesser von über 5 µm.

Nicht bekannt sind hingegen Fälle von Allergien aufgrund von Glas- oder Steinwollefasern. Etwaige allergische Reaktionen als Begleiterscheinung zu Reizungen sind zurückzuführen auf die Verwendung von Zusatzstoffen wie Präparationen, Bindemitteln oder ähnlichem. Vor allem bei Allergikern können Sensibilisierungen aufgrund chemischer Mittel verstärkt vorkommen.

Asthmatische Erkrankungen sind laut Gutachtern genau wie Allergien nicht auf den häufigen Kontakt mit künstlichen Mineralfasern zurückzuführen.<sup>34</sup>

## 3.2 Stäube und Partikel

Die Definition von Staub lautet in der Grenzwerteverordnung wie folgt: „Staub ist eine disperse Verteilung fester Stoffe in Luft, entstanden durch mechanische Prozesse oder durch Aufwirbelung.“<sup>35</sup>

Unabhängig von der Zusammensetzung und der verwendeten Roh- und Zusatzstoffe können Mineralwollen in Form von Staub wie jeder andere mineralische Staub ebenfalls unangenehme Reizungen hervorrufen. Dieser feine Faserstaub entsteht durch Brechen der Fasern. Mineralwollefasern können im Gegensatz zu Asbest nur quer zur Längsachse brechen. Durch das Brechen der glasigen, amorphen Struktur entstehen immer kleinere Strukturen, die immer mehr zu winzigen Staubkörnern werden. Somit sind sie irgendwann in der Wirkung vergleichbar mit jedem anderen Staub.

---

<sup>34</sup> Fachverband Mineralwolleindustrie e.V.: Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle). Handlungsanleitung. Nr. 341. Berlin: 2015. S. 3.

<sup>35</sup> Verordnung des Bundesministeriums für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz über Grenzwerte für Arbeitsstoffe sowie über krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Arbeitsstoffe (Grenzwerteverordnung 2011 – GKV 2011). BGBl II Nr. 253/2001. idF BGBl II Nr. 288/2017. § 1.

Infolge der Staubeinwirkung aus Feinstaub zerbrochener Fasern können vorübergehende entzündliche Reizungen der Nasenschleimhaut, des Rachens und der Atemwege entstehen. Wie bei allen Stäuben kann es aufgrund dieser Staubeinwirkung zur Beeinträchtigung der Funktion der Atmungsorgane kommen. In welchem Teil des menschlichen Körpers sich die Staubpartikel ansetzen und in Folge dessen auch welche Beeinträchtigungen entstehen können, hängt von der Größe der Partikel ab und wird in nachfolgender Grafik dargestellt.

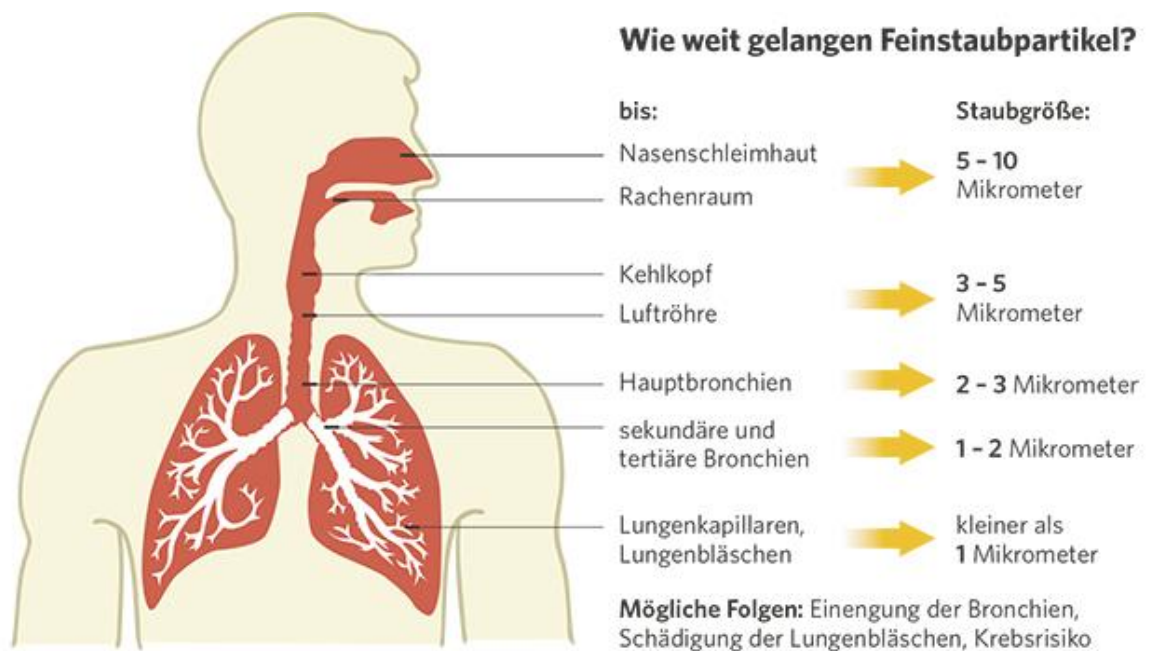


Abb. 5: Feinstaubpartikel im menschlichen Organismus

Größere Partikel von etwa 5 bis 10 µm Staubgröße lagern sich gleich im Nasen-Rachen-Raum ab, wovon ein Teil davon wieder ausgeatmet wird. Die kleineren Partikel wandern bis in das Tracheo-Bronchial-System (=Gesamtheit der Luftröhre und Luftröhrenäste) oder im schlimmsten Fall in die Alveolen (Lungenbläschen). Viele dieser Partikel werden vom Organismus allerdings innerhalb 24 Stunden wieder in Richtung Mund transportiert und dort ausgehustet oder geschluckt. Bei starkem Anfall von Staub in den Alveolen und im Lymphsystem kommt deren automatischer Reinigungsmechanismus zum Erliegen. Ist das erst einmal der Fall haben immer mehr Staubteilchen die Möglichkeit sich in der Lunge anzureichern,

was in weiterer Folge zu Lungenerkrankungen wie beispielsweise chronischer Bronchitis führen kann. Auch Staublungenerkrankungen wie zum Beispiel Pneumonokiose sind mögliche Auswirkungen von zu viel Staub in der Atemluft.<sup>36</sup>

### 3.3 Fasern

„Eine Faser ist im Verhältnis zu ihrer Länge ein dünnes und flexibles Gebilde, das nur bedingt Druck-, jedoch sehr gut Zugkräfte aufnehmen kann. Im Verbund können Fasern Strukturen bilden, die trotz geringem Massegewicht extrem fest sind.“<sup>37</sup>

Wie beim Staub sind auch bei den Fasern die Dimensionen ein wichtiges Kriterium wenn es darum geht, ob sie sich im menschlichen Organismus festsetzen oder nicht. Bis in die Lunge gelangen können Fasern, die kürzer als 250 µm sind und einen Durchmesser von weniger als 3 µm aufweisen. Die durchschnittliche Länge einer Faser beträgt in der Regel jedoch mehrere Zentimeter, kann aber bei mechanischer Beanspruchung in kleinere Teile zerbrechen. Der mittlere Faserdurchmesser liegt zwischen 2 und 9 µm. Herstellungsbedingt gibt es bei Mineralwollefasern ein breites Durchmesserspektrum.<sup>38</sup> In der Regel beträgt dieser zwischen 3 und 30 µm.<sup>39</sup> Im Vergleich zu einem menschlichen Haar ist der Durchmesser von einer künstlich hergestellten Mineralfaser damit deutlich geringer.

---

<sup>36</sup> Teschner, Roman: Glasfasern. Würzburg: Springer Vieweg. 2013. S. 74f.

<sup>37</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BBSR-Berichte Kompakt. Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Bonn: 2011. S. 2.

<sup>38</sup> Simon, Barbara/ Kropiunik, Heinz/ Rauter, Elisabeth: Projekt Künstliche Mineralfasern. Endbericht. 1. Auflage. Wien: Magistrat der Stadt Wien – Umweltschutz. 2012. S. 7.

<sup>39</sup> Schieweck, Alexandra/ Salthammer, Tunga: Schadstoffe in Museen, Bibliotheken und Archiven. 2. vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2014. S. 66ff.

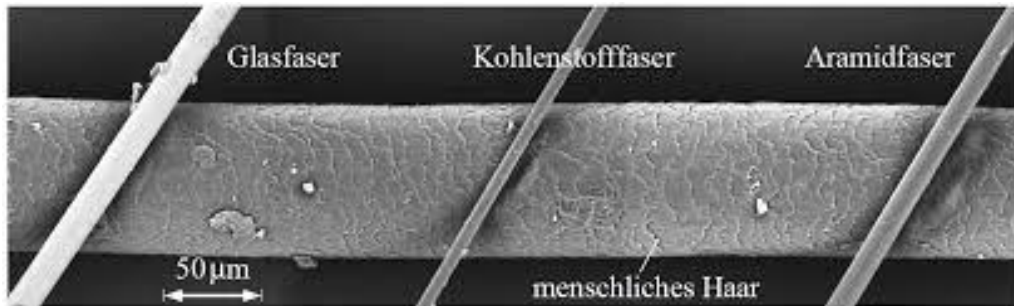


Abb. 6. Vergleich Faser zu menschlichem Haar

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) traf eine Festlegung bezüglich einer bestimmten Fasergeometrie, welche als kritisch für den menschlichen Organismus angesehen wird. Deswegen werden Fasern mit dieser Geometrie auch als WHO-Fasern bezeichnet.

Kritische Faserabmessungen: <sup>40</sup>

- 1) Durchmesser kleiner als 3  $\mu\text{m}$
- 2) Faserlänge größer als 5  $\mu\text{m}$
- 3) Verhältnis der Faserlänge zum Faserdurchmesser ist 3:1

Oben genannte Geometrie wird deswegen als so gefährlich angesehen, weil die Fasern klein genug sind um tief in die Lunge (Alveolarbereich) einzudringen, sind also lungengängig, andererseits sind sie aber zu groß um vom Körper wieder abtransportiert werden zu können.

Das höchste Gefährdungspotential gibt es bei Fasern mit einem Durchmesser von weniger als 0,25  $\mu\text{m}$  und einer Länge von ca. 20  $\mu\text{m}$ .<sup>41</sup>

---

<sup>40</sup> Simon, Barbara/ Kropiunik, Heinz/ Rauter, Elisabeth: Projekt Künstliche Mineralfasern. Endbericht. 1. Auflage. Wien: Magistrat der Stadt Wien – Umweltschutz. 2012. S. 6.

<sup>41</sup> Teschner, Roman: Glasfasern. Würzburg: Springer Vieweg. 2013. S. 73.

### 3.4 Biopersistenz

Eine mögliche kanzerogene (=Krebs erzeugende) Wirkung hängt nicht nur mit den Dimensionen der einzelnen Fasern zusammen. Ein zweiter ausschlaggebender Aspekt ist die Länge der Zeitspanne, in der die KMF in der Lunge verweilen, ohne wieder abtransportiert oder abgebaut zu werden. Diese Zeitspanne hängt von der chemischen Zusammensetzung der Mineralwolleprodukte ab und bezeichnet die Biobeständigkeit. Aus diesem Grund hat man in Mineralwolle die Anteile leichter biolöslicher Bestandteile wie zum Beispiel Natrium-, Barium-, Calcium-, Magnesium- und Kaliumoxide erhöht und gleichzeitig die schwerlöslichen Anteile (Silizium- und Aluminiumoxid) verringert.<sup>42</sup> Mineralfasern müssen eine bestimmte Zeit in den Organen verbleiben und sich dort lange genug nachteilig auf das Zellgewebe auswirken, um die Möglichkeit zu haben, ihr kanzerogenes Potential zu entfalten. Die Biobeständigkeit wird anhand der Halbwertszeit angegeben. Die Halbwertszeit bezeichnet diejenige Zeitspanne, nach der die Hälfte aller Fasern im Körper abgebaut worden sind. Da nicht genau ermittelt werden konnte, wie lange die Halbwertszeit sein darf, damit die Fasern keinen Schaden anrichten können, geht man von einem mit Sicherheitsfaktor festgelegten Wert von 40 Tagen aus. Danach ist die Faser aus der Lunge entfernt, hat sich aufgelöst oder ist in nicht faserförmige weil zu kleine Teile zerbrochen und kann keinen Schaden mehr verursachen.<sup>43</sup> Heutzutage hergestellte KMF weisen eine Halbwertszeit von weniger als 20 Tagen auf. Alte Mineralfasern hingegen hatten eine Halbwertszeit von mehreren hundert Tagen und Asbest sogar eine Beständigkeit von über hundert Jahren. Bewertet wird die Biolöslichkeit anhand der chemischen Zusammensetzung und/oder der in Tierversuchen ermittelten Werten.

In der Grenzwerteverordnung in Punkt 11 des Anhang III C heißt es:

---

<sup>42</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BBSR-Berichte Kompakt. Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Bonn: 2011. S. 10.

<sup>43</sup> Fachverband Mineralwolleindustrie e.V.: Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle). Handlungsanleitung. Nr. 341. Berlin: 2015. S. 3f.

„Künstliche Mineralfasern gelten als Arbeitsstoffe mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Potential. Dies gilt nicht, wenn nachgewiesen wird, dass der Stoff eine der nachstehenden Voraussetzungen erfüllt:

- a) Mit einem kurzfristigen Inhalationsbiopersistenztest wurde nachgewiesen, dass die gewichtete Halbwertszeit der Fasern mit einer Länge von über 20 µm weniger als 10 Tage beträgt.
- b) Mit einem kurzfristigen Intratrachealbiopersistenztest wurde nachgewiesen, dass die gewichtete Halbwertszeit der Fasern mit einer Länge von über 20 µm weniger als 40 Tage beträgt.
- c) Ein geeigneter Intraperitonealtest hat keine Anzeichen von übermäßiger Kanzerogenität zum Ausdruck gebracht.
- d) Abwesenheit von relevanter Pathogenität oder von neoplastischen Veränderungen bei einem geeigneten Langzeitinhalationstest.“<sup>44</sup>

Zusammengefasst erhöht sich die Gefahr von gesundheitlichen Folgen (im schlimmsten Fall Krebs) bei Mensch und Tier anhand nachstehender Parameter:

- bei zunehmender Länge der Faser
- bei abnehmendem Durchmesser
- bei einer höheren Biobeständigkeit

Im Rahmen einer Studie hat die internationale Krebsforschungsagentur (IARC) im Auftrag der WHO die kanzerogene Wirkung künstlicher Mineralfasern erneut bewertet. Dabei sind die Stoffe in vier verschiedene Gruppen eingeteilt worden:

Gruppe 1: Der Stoff ist erwiesenermaßen krebserzeugend für den Menschen

Gruppe 2: a: Der Stoff ist wahrscheinlich krebserzeugend

b: Der Stoff ist eventuell krebserzeugend

---

<sup>44</sup> Verordnung des Bundesministeriums für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz über Grenzwerte für Arbeitsstoffe sowie über krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Arbeitsstoffe (Grenzwerteverordnung 2011 – GKV 2011). BGBl II Nr. 253/2001. idF BGBl II Nr. 288/2017. Anhang III/ 2011.

Gruppe 3: Der Stoff ist in Bezug auf die Kanzerogenität beim Menschen nicht einstuftbar

Gruppe 4: Der Stoff ist wahrscheinlich nicht krebserzeugend

Glas- und Steinwolle werden laut Klassifikation der IARC in Gruppe drei eingestuft. Anhand von Untersuchungen und auf Grund dieser vergebenen Gütesiegel können Produkte jedoch von jeglichem Verdacht freigesprochen werden.<sup>45</sup>

## 4. Produktionsphase

Heutzutage erfolgt bei dem Großteil aller Hersteller die Produktion komplett maschinell. Trotzdem benötigt man Menschen, die die Maschinen bedienen und warten oder die Qualität der Produkte kontrollieren. Die Fließbänder, mit denen die Erzeugnisse von einem Herstellungsschritt zum nächsten transportiert werden, liegen zum Teil frei, sind also nicht staubdicht umhüllt.



Abb. 7. Produktion von Steinwolle

Dadurch ist es für die Fasern ein Leichtes, in die Luft zu geraten. Dies vor allem auch deshalb, da die Produkte im Laufe des Prozesses erst verpresst oder kaschiert werden. Bei ganz frisch erzeugten Mineralwolle-Produkten ist eine höhere Konzentration an Formaldehyd anzunehmen. Formaldehyd ist eine chemische Verbindung und wird in Form von Phenol- und Harnstoff-Formaldehyd-Harzen als Bindemittel eingesetzt. Formaldehyd diffundiert aus den Baustoffen und kann in höheren Konzentrationen schädlich sein. Es ruft Reizungen der Atemwege, Augen

---

<sup>45</sup> Teschner, Roman: Glasfasern. Würzburg: Springer Vieweg. 2013. S. 77.

und der Haut hervor. Der Stoff ist fähig Allergien auszulösen. Des Weiteren können Formaldehyd-Emissionen Kopfschmerzen, ein Mattigkeitsgefühl und Übelkeit hervorrufen. Seit April 2015 stuft die CLP-Verordnung der EU Formaldehyd im Anhang VI als „wahrscheinlich karzinogen beim Menschen“ ein. Die Belastung durch Formaldehyd in der Raumluft liegt in der Regel unter 0,05 ppm. Bei Überschreitung dieses Grenzwertes kann es zu ersten Beeinträchtigungen des Wohlbefindens kommen.<sup>46</sup>

Nach ein paar Tagen bis Monaten sinken die Emissionswerte jedoch in unbedenkliche Bereiche zurück.

Es können im Herstellungsprozess allerdings nicht nur Gefahren für die Arbeiter entstehen, sondern auch für die Umwelt. Letzten Endes sind Schädigungen für die Umwelt auch schädlich für den Menschen. Die Umwelt-Produktdeklaration von Steinwolle führt hier folgende Punkte an:

„Umweltschutz Herstellung:

Es gelten die speziellen Vorschriften der TA-Luft, Abschnitt 5.4.5.2.1 (Regelungen für Gesamtstaub und Phenol/Formaldehyd für Altanlagen).

Luft: Die produktionsbedingt entstehende Abluft wird entsprechend den gesetzlichen Bestimmungen gereinigt.

Wasser/ Boden: Belastungen von Wasser und Boden entstehen nicht. Produktionsbedingte Abwässer werden intern aufbereitet und der Produktion wieder zugeführt.

Schallschutzmessungen haben ergeben, dass alle innerhalb und außerhalb der Produktionsanlagen ermittelten Werte unterhalb der für Deutschland geltenden Anforderungen liegen. Lärmintensive Anlagenteile wie die Zerfaserung sind durch bauliche Maßnahmen entsprechend gekapselt.“<sup>47</sup>

---

<sup>46</sup> Formaldehyd. In:

<https://www.agoef.de/schadstoffe/chemische-schadstoffe/formaldehyd.html>

(letzter Zugriff: 10.6.2018)

<sup>47</sup> Umwelt-Produktdeklaration. Steinwolle-Dämmstoffe im hohen Rohdichtebereich. Hrsg.: Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Nr. EPD-DRW-20120113-IBC2-DE. Berlin: 2012. S. 4.



## 5. Einbauphase

In der Einbauphase kann vor allem bei unsachgemäßer Handhabung der Mineralwollen eine sehr hohe und für die Gesundheit schädliche Faserexposition stattfinden. Aus den rohen Matten ist ein Ausreißen von Fasern sehr wahrscheinlich, auch wenn die beigemengten Zusatzstoffe das verhindern sollen (siehe Kapitel 2.3). Aus diesem Grund gibt es Mindestmaßnahmen zum Schutz der Beteiligten und eine Handlungsanleitung (herausgegeben von der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft in Deutschland) über den richtigen Umgang bei Arbeiten mit künstlicher Mineralwolle.

Die Mindestschutzmaßnahmen lassen sich in zwei Arten gliedern: Erstens technische und organisatorische Schutzmaßnahmen, die darauf abzielen, erst gar keine Faser- und Staubbefreiung entstehen zu lassen und zweitens persönliche und hygienische Schutzmaßnahmen, die den dennoch entstandenen Staub daran hindern, an den menschlichen Körper oder in dessen Organismus zu gelangen. In Österreich sind die Mindestschutzmaßnahmen in einer Broschüre der WKO (Umgang mit künstlichen Mineralfasern im Bauwesen) zu finden.<sup>48</sup>

### Technische und organisatorische Mindestschutzmaßnahmen

Es sollten vorkonfektionierte oder kaschierte Dämmstoffe aus Mineralwolle bevorzugt werden. Vorkonfektionierte bedeutet, dass die Mineralwolle in fertig zugeschnittenen Formaten geliefert wird. Das erspart das Zuschneiden der Mineralwolle auf der Baustelle und verringert somit die Abgabe von Fasern durch mechanische Beanspruchung. Bei einer kaschierten Mineralwolle handelt es sich um eine Platte, welche an der Außenseite mit einer weiteren Schicht (zum Beispiel einer Folie) überzogen ist, was die Faserfreisetzung eindämmt.

Zuallererst sollte der verpackte Dämmstoff erst direkt am Arbeitsplatz ausgepackt werden. Auf der Baustelle generell soll nur so viel Material gelagert werden, wie zu

---

<sup>48</sup> Umgang mit künstlichen Mineralfasern auf Baustellen. Hrsg.: Holzbau Austria. In: [http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=357&noMobile=1&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=7394&cHash=500cc3ab77b7446ef40d31791f5ae6a6](http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=357&noMobile=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=7394&cHash=500cc3ab77b7446ef40d31791f5ae6a6) (letzter Zugriff: 31.5.2018)

dem Zeitpunkt tatsächlich benötigt wird. Selbstverständlich soll das Material nicht geworfen, gerissen oder in sonstiger Weise grob behandelt werden. Im Allgemeinen ist am Arbeitsplatz für eine gute Durchlüftung zu sorgen, ohne dabei den Staub aufzuwirbeln.

Wenn keine vorab geschnittenen Produkte eingesetzt werden, ist besonders auf den Umgang mit der Mineralwolle beim Zuschnitt zu achten. Eingesetzt werden sollen nur scharfe Messer und Scheren. Geschnitten wird auf einer festen Unterlage. Ein schneller und sauberer Schnitt verkleinert die Beanspruchung auf die Mineralwolle. Im Falle der Verwendung von Sägen gibt es ebenfalls einige Kriterien. Sie sollen möglichst langsam laufend und nicht motorbetrieben sein. Außerdem müssen die eingesetzten Geräte über eine Absaugung verfügen, die auch angeschlossen ist. Die angefallenen Verschnitte und Abfälle dürfen nicht liegen gelassen werden, sondern müssen sofort in dafür geeigneten (dichten) Behältnissen, zum Beispiel Tonnen mit Deckel oder Plastiksäcken, gesammelt werden. Auf jeden Fall ist der Arbeitsplatz sauber zu halten und regelmäßig zu reinigen. Die Reinigung der angefallenen Stäube und losen Fasern darf nicht durch einfaches Kehren oder Abblasen mit Druckluft erfolgen. Um die Anzahl der Fasern und schädlichen Stäube in der Luft effektiv zu verringern muss ein Industriestaubsauger eingesetzt oder der Arbeitsplatz feucht gereinigt werden. Das Wasser drängt den Staub zu Boden, dadurch kann er nicht so leicht eingeatmet werden.

### **Persönliche und hygienische Schutzmaßnahmen**

Den Arbeitnehmern auf der Baustelle ist eine geeignete Schutzkleidung zur Verfügung zu stellen, die in erster Linie verhindern soll, dass Fasern an die Haut oder an Schleimhäute gelangen und dort Reizungen bis hin zu Entzündungen hervorrufen. Diese soll locker am Körper sitzen, geschlossen und fest genug sein, um ein Durchspießen der Fasern zu verhindern. Zusätzlich gibt es Schutzhandschuhe aus Leder oder Nitril-beschichteter (gummiähnlich) Baumwolle. Von der verwendeten Schutzkleidung muss nach Beendigung der Arbeit der Baustaub abgespült werden. Die Schutzkleidung darf nach Gebrauch nicht in Berührung mit der Straßenkleidung der Arbeiter kommen. Um die Atemwege vor Reizungen zu

schützen und die Fasern und Stäube nicht in die Lunge gelangen zu lassen, sind Gesichtsmasken mit einem Partikelfilter anzulegen. Bei hoher Staubentwicklung ist eine Schutzbrille zu tragen. Dasselbe gilt für Arbeiten überkopf. Wenn im Freien gearbeitet wird, muss darauf geachtet werden, dass die Arbeiter mit dem Rücken zum Wind arbeiten und sich keine Arbeitnehmer oder Andere im Bereich der Staubfahne aufhalten.<sup>49</sup>

## 6. Nutzungsphase

Die Längste Phase im Lebenszyklus von KMF ist gleichzeitig die, in der bei richtiger Handhabung am wenigsten Gefahr ausgeht.

Bei der Nutzung im Außenraum, das bedeutet als Wärmeschutz an der Fassade, besteht im Allgemeinen keine Beeinträchtigung für den Menschen, vorausgesetzt die Mineralwolle ist ordnungsgemäß eingebaut worden, durchgehend intakt und hinter einer dichten Verkleidung angebracht. Diese Verkleidung kann sowohl ein Mauerwerk als auch eine Holzwerkstoffplatte oder nur eine dünne Folie (zum Beispiel eine Dampfsperre) sein. Bei entsprechender Luftdichtheit kann ausgeschlossen werden, dass eine Freisetzung von Fasern erfolgt. Somit besteht auch keine Gefahr der Beeinträchtigung für den Nutzer des Gebäudes.<sup>50</sup>

Problematisch wird es allerdings, wenn ein Luftaustausch zwischen der Schicht aus Mineralwolle und dem Innenraum stattfinden kann. Veraltete Konstruktionen und bautechnische Mängel können eine andauernde, mäßig bis stark erhöhte, Faserexposition mit sich bringen.<sup>51</sup> Das bedeutet, dass die Faserkonzentration auf bis zu einige tausend Fasern pro m<sup>3</sup> Luft ansteigen kann. Solche nicht dem Stand der Technik entsprechenden Konstruktionen sind zum Beispiel abgehängte

---

<sup>49</sup> Fachverband Mineralwolleindustrie e.V.: Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle). Handlungsanleitung. Nr. 341. Berlin: 2015. S. 7.

<sup>50</sup> Simon, Barbara/ Kropiunik, Heinz/ Rauter, Elisabeth: Projekt Künstliche Mineralfasern. Endbericht. 1. Auflage. Wien: Magistrat der Stadt Wien – Umweltschutz. 2012. S. 22f.

<sup>51</sup> Stroh, Katharina/ Axmann, Michael/ Fromme, Hermann: Umwelt-Wissen-Abfall. Künstliche Mineralfasern. 3. Vollständig überarbeitete Auflage. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt 2017. S. 7.

Decken, die aus Gründen des Schallschutzes mit Mineralwolle belegt, aber nicht mit funktionsfähigem Rieselschutz (Vlies) ausgestattet worden sind. Bautechnische Mängel können auch nicht intakte Dampfsperren sein. In beiden Fällen ist zu überprüfen, ob die Mängel zu einer Belastung der Gesundheit führen können und auf Grund dessen ausgetauscht werden müssen oder nicht. Vor allem bei Innenwandkonstruktionen mit Mineralwolle-Bestandteilen ist besondere Sorgfalt auf die staub- und luftdichte Ausführung sämtlicher Durchdringungen (wie Elektroinstallationen) und Fugen zu legen.<sup>52</sup>

Bei lokal begrenzten Undichtheiten ist es wahrscheinlicher, dass anstelle ganzer Fasern nur kleine Staubpartikel in den Innenraum durchdringen können. Dieser Feinstaub kann, wie in Kapitel 3.2 beschrieben, Reizungen der Haut und vor allem der Schleimhäute mit sich bringen. Bei andauernder Staubeinwirkung ist es möglich, dass eine schwerwiegende Schädigung des Atmungstraktes die Folge ist.

Des Weiteren hängt die gesundheitliche Beeinträchtigung durch KMF auch von der Nutzung des Raumes ab. Wenn sich Personen häufiger in dem Raum oder Bereich aufhalten, hat die Faserfreisetzung aufgrund der Dauerhaftigkeit auch mehr Einfluss auf die Gesundheit als in selten benutzten Räumen. Auch die Art der Nutzung spielt eine wichtige Rolle. Personen, die Sport betreiben oder Kinder beanspruchen das Material durch Stöße und daraus resultierenden Erschütterungen mehr.

Innerhalb des Nutzungszyklus ist es möglich, dass außergewöhnliche Belastungen wie starke klimatische Wechselbeanspruchungen oder Feuchteeinwirkung die Struktur der Mineralfaserbauprodukte beschädigen oder gar zerstören können. Das ermöglicht es einzelnen Fasern, sich aus dem Verbund zu lösen und bei starken Luftbewegungen in die Atemluft zu gelangen und Reizungen bei den Nutzern des Gebäudes auszulösen.<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BBSR-Berichte Kompakt. Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Bonn: 2011. S. 13f.

<sup>53</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BBSR-Berichte Kompakt. Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Bonn: 2011. S. 8.

## 7. Sanierung und Abbruch

Grundsätzlich ist der Eingriff in die Bestandsdämmwolle bei einer Sanierung so weit wie möglich zu reduzieren. Egal ob bei einer Sanierung oder einem Abbruch muss zunächst eine Überprüfung erfolgen, welche Art von Mineralfasern verbaut wurde. Alte Produkte aus künstlichen Mineralfasern (das bedeutet eine Produktion vor 1996) müssen anders gehandhabt werden als solche Mineralwollen, die nach 2000 auf den Markt gebracht wurden. Gesondert behandelt werden müssen Dämmstoffe aus den Jahren zwischen 1995 und 2000. Da in diesem Zeitraum die Umstellung der Produktion auf gesundheitlich unbedenklichere KMF erfolgte, muss für jedes einzelne Sanierungs-, Rückbau- oder Abbruchprojekt je nach Situation entschieden werden. Der erste Schritt zu dieser Entscheidung ist in der Baubeschreibung nachzuschauen, ob es möglich ist, aus dieser auf das Alter der Mineralwolle zu schließen. Gelingt das, kann bei dem entsprechenden Hersteller nachgefragt werden, ob Freizeichnungsunterlagen vorhanden sind. Falls nicht eindeutig eine Freizeichnung festgestellt werden kann, muss die Mineralwolle als alte Mineralwolle und somit strenger behandelt werden. Als zweite Möglichkeit kann eine Nachuntersuchung zur Beurteilung der Gefährdung aufgrund der Fasern durchgeführt werden, um deren Alter zu verifizieren.<sup>54</sup>

Derzeit kann bei einer Sanierung jedoch davon ausgegangen werden, dass es sich um KMF von vor 1996 handelt. Als oberstes Gebot gilt die Freisetzung alter Fasern und deren Stäube „soweit wie technisch möglich“ zu verringern. Wenn mit größeren Faserexpositionen zu rechnen ist muss der Bereich, in dem die Arbeiten durchgeführt werden, vollständig eingehaust (von einer Folie oder ähnlichem umhüllt) werden, um eine möglichst geringe Anzahl an Personen zu belasten. Für die Arbeiter kann dennoch die Belastung der menschlichen Gesundheit nicht ausgeschlossen werden, weshalb strenge Regelungen in Bezug auf den Schutz der

---

<sup>54</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BBSR-Berichte Kompakt. Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Bonn: 2011. S. 12.

Arbeitnehmer festgelegt sind.<sup>55</sup> Zusätzlich zu den für Neubauten geltenden Mindestschutzmaßnahmen sind erweiterte Maßnahmen für den Schutz der Arbeiter notwendig. Auch hier werden die Vorgehensweisen in technische und organisatorische, sowie persönliche und hygienische Schutzmaßnahmen unterteilt.

Neben der bereits stattgefundenen Gefährdungsbeurteilung ist ein wichtiges organisatorisches Instrument die gezielte Schulung der Beschäftigten in Bezug auf die eventuellen Gefahren und die Maßnahmen, um diese zu verringern. Diese sollte vor Beginn jeder neuen Tätigkeit mit alter KMF stattfinden, aber mindestens einmal im Jahr. Die Unterweisung muss schriftlich festgehalten werden. Jedoch gilt: je weniger Arbeiter in direktem Kontakt mit den Fasern und dem Staub von KMF gelangen, desto besser.

In jedem Fall ist der gefährdete Arbeitsbereich von allen anderen Bereichen räumlich zu trennen. Die abgegrenzte Zone muss unmissverständlich gekennzeichnet sein (zum Beispiel mit einem Verbotsschild „Zutritt für Unbefugte verboten“). Um die Kontamination der anderen Bereiche mit Fasern und Feinstaub zu vermeiden, muss dieser umgrenzte Raum immer geschlossen bleiben. Innerhalb dieses Bereiches ist ein generelles Ess- und Rauchverbot zu verhängen.

Ein weiterer ausschlaggebender Punkt für die Sicherheit der Arbeiter vor gesundheitlicher Schädigung ist, die gefährliche Staub- und Faserkonzentration so gering wie möglich zu halten. Dies gelingt durch Verringerung der mechanischen Einwirkungen auf das Material, indem man den Ausbau so weit als möglich zerstörungsfrei hält. Aus diesem Grund sind Maschinen (Schleif-, Trenn- und Bohrmaschinen) zu verwenden die nicht schnell laufend sind (die Drehzahl liegt bei 250 bis 350 1/s).

Die beim Abbruch oder den Sanierungsarbeiten freigelegten Fasern müssen zur Staubeindämmung befeuchtet oder mit Restfaserbindemittel besprüht werden. Bereits ausgebaute Mineralfasern dürfen unabhängig von deren Gefährdungspotential nicht erneut eingebaut werden. Alle Abfälle, die Mineralfasern enthalten,

---

<sup>55</sup> Stroh, Katharina/ Axmann, Michael/ Fromme, Hermann: Umwelt-Wissen-Abfall. Künstliche Mineralfasern. 3. Vollständig überarbeitete Auflage. Augsburg: Bayrisches Landesamt für Umwelt 2017. S. 7.

müssen sofort am Entstehungsort staubdicht und für die Lagerung und den Transport in reißfeste und geschlossene Behälter, zum Beispiel reißfeste Polyethylen-Säcke oder Big Bags verpackt werden. Alte KMF Abfälle sind jedenfalls als gefährliche Abfälle einzustufen, sofern ein Einzelnachweis diesen Verdacht nicht widerlegt hat. Alle Abfälle mit künstlichen Mineralfasern, egal ob alte oder neue, dürfen nur einem dafür befugten Abfallsammler beziehungsweise -behandler übergeben werden. Dieser liefert die eingepackten oder nass in Ballen verpressten Mineralwollen dann bei der Deponie ab oder führt sie, wenn explizit verlangt, der umweltgerechten Verwertung zu.<sup>56</sup>

## 8. Resümee

Die Ausführungen zeigen deutlich, dass die im Bauwesen am häufigsten eingesetzten Dämmstoffe, nämlich Mineralwolle in Form von Glas- und Steinwolle, für den menschlichen Organismus durchaus schädigende Eigenschaften aufweisen. Diese Eigenschaften resultieren aus voneinander unabhängigen Faktoren (Dimensionen, chemische Zusammensetzung, Stärke der Exposition). Eine gesundheitliche Auswirkung, wie zum Beispiel Reizungen der Augen und Schleimhäute bis hin zu schweren Lungenerkrankungen, kann zukünftig nur durch ein ganzheitliches und aufwendiges Konzept zur Beseitigung dieser Faktoren vermieden werden. Dieses Konzept muss alle Sparten der Baubranche betreffen, die an der Herstellung, dem Einbau oder der Entsorgung von Produkten mit künstlichen Mineralfasern beteiligt sind. Auch wenn es bei den Herstellerfirmen in den letzten Jahren viele Forschungsarbeiten und positive Entwicklungen zu dem Thema Gesundheitsfreundlichkeit ihrer Erzeugnisse gab, kann es vor allem bei Fehlern anderer Gewerke (vor allem in den Bereichen Einbau oder Abbruch) keine hundertprozentige Sicherheit geben, dass es nicht doch zu einer kurzfristigen oder andauernden Schädigung von Lebewesen kommt. Auffallend ist auch die Tatsache,

---

<sup>56</sup> Rosenberger, Robert/ Kerschbaumer, Darius/ Berger, Jochen: Kurzanleitung für den Umgang mit künstlichen Mineralfasern (KMF) im Bauwesen. Glaswollen und Steinwollen. Wien: Wirtschaftskammer Österreich. 2018. S. 5.

dass das Material in allen Phasen seines Lebenszyklus eine für den Menschen sensibilisierende oder gar schädigende Possibilität aufweist.

Diese Schädigungen resultieren aus drei unterschiedlichen Komponenten der Mineralwolle. Erstens aus den groben Fasern, zweitens aus zerbrochenen Fasern (Staub) und drittens aus der chemischen Zusammensetzung aller Komponenten des Mineralwolleproduktes. Mechanische Reizungen der Augen, Haut oder Schleimhäute sind das geringste Übel und können in jeder Lebensphase des Produktes gleichermaßen auftreten. Bei längerer Exposition können sich diese Reizungen zu Entzündungen verschlimmern. Schwerwiegendere Krankheiten wie Lungenerkrankungen sind aufgrund verschiedenster Schutzmaßnahmen heutzutage nicht mehr sehr wahrscheinlich. Sie können aber bei höherer Staubeinwirkung, wie es vor allem in der Einbau- oder Abbruchphase der Fall sein kann, durchaus entstehen. Nahezu auszuschließen sind Krebserkrankungen hervorgerufen durch neue künstliche Mineralfasern. Die Verringerung der Biopersistenz und die Verwendung von gesundheitsfreundlicheren Stoffen machen es den Mineralfasern schwer, lange genug im menschlichen Organismus zu verbleiben, um dort einen guten Nährboden für Tumore bilden zu können. Das maximale Gefährdungspotential weisen alte Mineralfaserprodukte (vor 1996 hergestellt) bei Abbruch- oder Sanierungsarbeiten auf. Diese Produkte haben eine höhere Biobeständigkeit und bei oben genannten Tätigkeiten ist mit einer mechanischen Beanspruchung des Materials und daraus resultierender Staubeinwirkung zu rechnen. Zusammengefasst sind in untenstehender Tabelle mögliche auftretende Gesundheitsbeeinträchtigungen nach Lebensphasen und die diese Beeinträchtigungen auslösenden Komponenten der Mineralfaserprodukte aufgelistet.

	mögliche gesundheitliche Auswirkungen									
	Augenreizung	Juckreiz/Rötung der Haut	Reizung der Schleimhäute	Allergien	Schädigung der Lungenbläschen	Einengung der Bronchien	Krebs	Übelkeit	Schwäche	Entzündungen
<b>Lebensphasen</b>										
Erzeugung	x	x	x	x				x	x	x
Einbau	x	x	x		x	x				x
Nutzung			x		x					
Sanierung/Abbruch	x	x	x		x	x	x			x
<b>Hauptinflussfaktoren auf die Gesundheit</b>										
Fasern	x	x	x		x	x	x			x
Staub	x	x	x		x	x	x			x
chemische Zusammen-	x	x	x	x			x	x	x	

Tab. 2: Auflistung möglicher gesundheitlicher Auswirkungen den Lebensphasen und den Schädigungen auslösenden Komponenten der Mineralwolle zugeordnet



Das Vorhandensein zahlreicher Gesetze und Regelungen den Schutz vor Mineralwolle-Dämmstoffen und deren Inhaltsstoffen betreffend lässt den Schluss zu, dass von einer allgemeinen Gesundheitsgefährdung durch diese Produktgruppe ausgegangen wird. In der Fülle der Österreichischen Gesetze und Regelwerke lassen sich einige Verweise auf künstliche Mineralfaserprodukte und deren Handhabung finden. Der Großteil dieser Regelungen bezieht sich jedoch auf den Schutz der Arbeiter bei deren Einbau oder Abbruch und auf die Bestimmungen bei der Entsorgung. Hinweise für den Umgang mit KMF werden in Österreich oft beschrieben, jedoch sind keinerlei Regelungen zur Herstellungsphase zu finden. Was es bei der Herstellung von Dämmstoff- oder Akustikprodukten aus KMF zu beachten gibt, wird nur durch eine überregionale Verordnung der EU geregelt. Auf EU Ebene wird auch die Klassifizierung und Kennzeichnung festgelegt. Einige EU-Regelungen sind allerdings zum Teil und in abgeschwächter Form von den gesetzlichen Regeln in Deutschland übernommen. Es wird also der Anschein erweckt, dass unser Nachbarland Deutschland Vorreiter war (und ist), was den nachhaltigen Schutz vor Krankheitserscheinungen aufgrund künstlicher Mineralfasern betrifft.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass in den letzten Jahrzehnten große Fortschritte bei der Verringerung potenzieller Gesundheitsgefährdungen, die von künstlichen Mineralfasern ausgehen können, gemacht wurden. Das Material weist in allen Phasen seines Lebenszyklus eine für den Menschen sensibilisierende oder gar schädigende Wirkung auf, jedoch existieren gesetzliche Regelungen im Wesentlichen nur für die Einbau- und Entsorgungsphase.

## Quellenverzeichnis

### Monographien

Buman, Matthias: KMF-gesundheitsschädlich oder unbedenklich. Eine Betrachtung nach Recherche. Teil 1. 1.Auflage. Berlin: 2003

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): BBSR-Berichte Kompakt. Künstliche Mineralfaserdämmstoffe. Bonn: 2011

Fachverband Mineralwolleindustrie e.V.: Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle). Handlungsanleitung. Nr. 341. Berlin: 2015

Rosenberger, Robert/ Kerschbaumer, Darius/ Berger, Jochen: Kurzanleitung für den Umgang mit künstlichen Mineralfasern (KMF) im Bauwesen. Glaswollen und Steinwollen. Wien: Wirtschaftskammer Österreich. 2018

Schieweck, Alexandra/ Salthammer, Tunga: Schadstoffe in Museen, Bibliotheken und Archiven. 2. vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2014

Simon, Barbara/ Kropiunik, Heinz/ Rauter, Elisabeth: Projekt Künstliche Mineralfasern. Endbericht. 1. Auflage. Wien: Magistrat der Stadt Wien – Umweltschutz. 2012

Stroh, Katharina/ Axmann, Michael/ Fromme, Hermann: Umwelt-Wissen-Abfall. Künstliche Mineralfasern. 3. Vollständig überarbeitete Auflage. Augsburg: Bayrisches Landesamt für Umwelt. 2017

Teschner, Roman: Glasfasern. Würzburg: Springer Vieweg. 2013

Umwelt-Produktdeklaration. Steinwolle-Dämmstoffe im hohen Rohdichtebereich. Hrsg.: Institut Bauen und Umwelt e.V. (IBU). Nr. EPD-DRW-20120113-IBC2-DE. Berlin: 2012

### Diplomarbeiten

Eichelberger, Gerhard: Optimierung von Mineralfaserschmelzen in Bezug auf In-Vitro Biolöslichkeit. Leoben: Montanuniversität, Dipl. Arb., 1997

Embst, Sonja: Untersuchung der In-Vitro Löslichkeit verschiedener Mineralfasern mittels CFT-Methode. Leoben: Montanuniversität, Dipl. Arb., 2003

### **Gesetze und Normen**

EU-Richtlinie 97/69/EG. Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften für die Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe. Anpassung der Richtlinie 67/548/EWG

Verordnung des Bundesministeriums für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz über Grenzwerte für Arbeitsstoffe sowie über krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Arbeitsstoffe (Grenzwerteverordnung 2011 – GKV 2011). BGBl II Nr. 253/2001. idF BGBl II Nr. 429/2011

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (GefStoffV). BGBl I S 2010/1643 idF BGBl I S 2017/626

### **Texte aus dem Internet**

Bindemittel definieren Mineralwolle neu. In:

<https://www.baulinks.de/webplugin/2010/1066.php4> (letzter Zugriff: 8.6.2018)

Dämm-Spezifika von Steinwolle im Detail erklärt. In: <https://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/daemmstoffe/steinwolle.html> (letzter Zugriff: 13.6.2018)

Die Herstellung von Glas- und Steinwolle. In: <https://www.der-daemmstoff.de/praxiswissen/herstellung-der-mineralwolle/> (letzter Zugriff: 27.5.2018)

Formaldehyd. In: <https://www.agoef.de/schadstoffe/chemische-schadstoffe/formaldehyd.html> (letzter Zugriff: 10.6.2018)

Glaswolle-Ökobilanz. In: <https://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Glaswolle> (letzter Zugriff: 27.5.2018)

In: <http://www.isover.at/nachhaltigkeit/guetezeichen> (letzter Zugriff: 24.5.2018)

Künstliche Mineralfasern (KMF). In: <https://www.agoef.de/schadstoffe/chemische-schadstoffe/kuenstliche-mineralfasern.html> (letzter Zugriff: 9.6.2018)

Natureplus Produktdatenbank: In: <http://www.natureplus-database.org/produkte.php> (letzter Zugriff 17.5.2018)

Scharnhorst, Astrid: Dämmstoffe-geht´s auch bio?.

In: <https://www.ibo.at/wissensverbreitung/ibo-magazin-online/ibo-magazin-artikel/data/daemmstoffe-gehts-auch-bio/> (letzter Zugriff 11.6.2018)

Umgang mit künstlichen Mineralfasern auf Baustellen. Hrsg.: Holzbau Austria. In: [http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=357&noMobile=1&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=7394&cHash=500cc3ab77b7446ef40d31791f5ae6a6](http://www.holzbauaustria.at/index.php?id=357&noMobile=1&tx_ttnews%5Btt_news%5D=7394&cHash=500cc3ab77b7446ef40d31791f5ae6a6)

(letzter Zugriff: 31.5.2018)

## Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Marktanteil Mineralwolle 2014 in Deutschland und europaweit..... 1  
 (Quelle: Gesamtverband der Dämmstoffindustrie: Baumarktstatistik. 2014  
 In:<https://www.db-bauzeitung.de/db-themen/energie/duenn-und-effizient/#slider-intro-8> (Letzter Zugriff: 23.4.2018))
- Abb. 2: Gesamtübersicht Faserarten..... 3  
 (Abbildung erstellt nach: Dobertin, Sigbert: Gesundheitliche Bewertung künstlicher Mineralfasern. In: EntsorgungsPraxis. Jg. 14. Nr. 5 von 1996. S. 54-57.)
- Abb. 3: Herstellung von Steinwolle im Kupolofen ..... 9  
 (Quelle:  
 In:<https://www.baunetzwissen.de/daemmstoffe/fachwissen/daemmstoffe/mineralwolle-152218/gallery-1/3> (Letzter Zugriff: 22.4.2018))
- Abb. 4. Gütesiegel Mineralwolle ..... 15  
 (Quelle: Nachhaltigkeit/ Gütesiegel  
 In: <http://www.isover.at/nachhaltigkeit/guetezeichen> (Letzter Zugriff: 23.4.2018))
- Abb. 5: Feinstaubpartikel im menschlichen Organismus ..... 19  
 (Quelle: In:[https://www.google.at/search?q=lungenbelastung+durch+feinstaubteilchen&rlz=1C1CHBD\\_deAT779AT779&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjUv8\\_m8-baAhWB\\_ywKHWD9CH4Q\\_AUoAnoECAAQBA&biw=1396&bih=690#imgdii=yCBjHwl4vDkffM:&imgsrc=V2o5oOVRaNniQM](https://www.google.at/search?q=lungenbelastung+durch+feinstaubteilchen&rlz=1C1CHBD_deAT779AT779&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjUv8_m8-baAhWB_ywKHWD9CH4Q_AUoAnoECAAQBA&biw=1396&bih=690#imgdii=yCBjHwl4vDkffM:&imgsrc=V2o5oOVRaNniQM): (Letzter Zugriff: 23.4.2018))
- Abb. 6. Vergleich Faser zu menschlichem Haar..... 21  
 (Quelle: Jordan, Rainer: Struktur-Eigenschaftsbeziehungen und Verarbeitung von Polymeren. Dresden, TU Dresden, Skriptum. WS 2015/16. S.6.)
- Abb. 7. Produktion von Steinwolle..... 24  
 (Quelle: In: <https://www.flumroc.ch/steinwolle/herstellung/>  
 (Letzter Zugriff: 7.6.2018))

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 1: Zusammenfassung der Eigenschaften von Stein- und Glaswollen.....11

Die Tabelle wurde erstellt in Anlehnung an: Tremml, Sebastian: Technologien und Techniken zur Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden durch Wärmedämmstoffe. Metastudie Wärmedämmstoffe – Produkte – Anwendungen – Innovationen. FO-12/12. München: 2013. S. 39.

Tab. 2: Auflistung möglicher gesundheitlicher Auswirkungen den Lebensphasen und den Schädigungen auslösenden Komponenten der Mineralwolle zugeordnet.....33