

EINSATZ VON HOCHTEMPERATURWOLLE IM MODERNEN INDUSTRIEOFENBAU

Dipl.-Ing. Günter Sonnenschein

VORWORT

In Hochtemperaturprozessen werden seit Jahrtausenden die verschiedensten feuerfesten Werkstoffe und Produkte eingesetzt. Diese feuerfesten Werkstoffe sind notwendig um viele Dinge des täglichen Lebens für die Industrie und die Allgemeinheit verfügbar zu machen. Ohne sie wäre zum Beispiel Stahl, Keramik, Porzellan, Benzin und Diesel, Glas und Kunststoff nicht vorstellbar. Im Energiesektor wären Strom, Gas und Öl nicht vorhanden, die Nutzung erneuerbarer Energie nicht möglich.

Eine möglichst effiziente Durchführung dieser Hochtemperaturprozesse, im Hinblick auf Prozessführung und verwendete Werkstoffe, ist aufgrund ihres hohen Energiebedarfs von essentieller Bedeutung für die europäische Industrie. So wird zum Beispiel in der Eisen- und Stahlindustrie 40% der benötigten Energie für Hochtemperaturprozesse verwendet.

Neben den altbewährten feuerfesten Massen, Steinen, Betonen und Feuerleichtsteinen, werden bereits seit Ihrer Entwicklung in den 1950er Jahren Produkte aus Hochtemperaturwolle (HTW) aufgrund ihrer technischen, energie- und ressourcenschonenden Eigenschaften in immer größerem Umfang eingesetzt.

Dieses Papier gibt, neben einem kurzen Überblick über die aktuellen Technologien, fundierte Informationen zum Einsatz von Hochtemperaturwolle in Hochtemperaturprozessen.

Das Papier gibt keine Empfehlung für oder gegen ein bestimmtes Hochtemperaturprodukt. Da die Auswahl des geeigneten feuerfesten Werkstoffs immer von den speziellen Rahmenbedingungen des jeweiligen Anwendungsfalles abhängt, soll der Anwender in die Lage versetzt werden, eine begründete optimale Lösung zu finden.

1. INDUSTRIELLE HOCHTEMPERATURPROZESSE

1.1 INDUSTRIEÖFEN

1.1.1 THERMISCHE VERFAHREN

Die Vielfalt der herzustellenden Produkte erfordert eine Anlagentechnik im Bereich der Thermoprozesstechnik, die letztendlich dazu führt, dass die erforderlichen Industrieöfen nach unterschiedlichen Merkmalen konstruiert werden.

Das für die Herstellung eines bestimmten Produktes benötigte thermische Verfahren ist das entscheidende Kriterium, da dieses für den jeweilig einzusetzenden Werkstoff bzw. Material, die Prozesstemperatur, die Zeit und die Ofenatmosphäre bestimmt. Die dazu notwendige Ofenart, Lagerung des Einsatzgutes, Beheizungsart u.a. ergeben sich dann aus den Anforderungen an den Prozess.

Unterschiedliche Produkte erfordern Prozesse mit sehr unterschiedlichen Prozesstemperaturführungen. Diese können in Bereichen von 150 °C für die Wärmebehandlung von Aluminiumlegierungen bis zu 1700 °C für die Keramikindustrie liegen. In Spezialanwendungen können auch noch höhere Temperaturen erforderlich sein. Diese Anwendungstemperaturen stellen, neben weiteren chemischen, physikalischen und mechanischen Bedingungen, spezielle Anforderungen an die zu verwendenden feuerfesten Werkstoffe.

AUSWAHL THERMISCHER VERFAHREN

- Schmelzen
- Erwärmen, Wärmen
- Warmhalten
- Ausgleichen (Homogenisieren)
- Wärmebehandeln
- Abkühlen
- Sintern
- Brennen
- Raffinieren
- Verbinden
- Oxidieren
- Reduzieren
- Trocknen
- Entgasen

1.1.2 OFENART

Die Anforderungen des Prozesses bestimmen den möglichen Ofentyp und dessen Betriebsweise. Bei den Betriebsweisen wird unterschieden zwischen:

- Satzweise chargierte Öfen (Chargen- oder Batchöfen): die Position des Produktes im Ofen ist meist während des thermischen Prozesses gleich, die Temperaturen sind von der Zeit abhängig.
- Kontinuierlich chargierte Öfen: das Gut wird mit konstanter Geschwindigkeit oder schrittweise durch den Ofen transportiert.



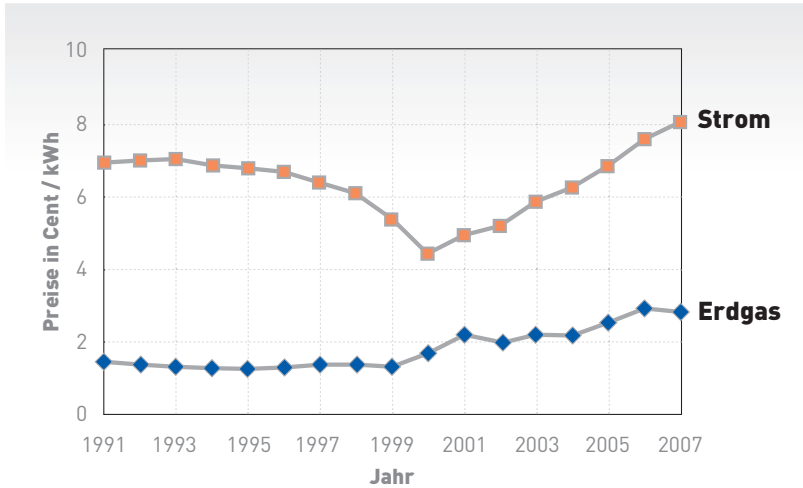
*Bild a)
Beispiel für satzweise
chargierten Ofen*



*Bild b)
Beispiel für kontinuierlich
chargierten Ofen*

1.1.3 ERWÄRMUNGSPRINZIP

Die Wahl des Erwärmungsprinzips ergibt sich vielfach aus dem Prozess. Wichtige Einflussgrößen sind hierbei die Prozessstemperatur und die Prozessatmosphäre. Darüber hinaus sind im Rahmen der Möglichkeiten die Produktivität der Thermoprozessanlage, die Energieeffizienz, Umweltaspekte (z. B. CO₂-Emissionen) sowie Kostenaspekte, wie Gas- und Strompreise, zu berücksichtigen.



FOLGENDE ERWÄRMUNGSPRINZIPIEN KÖNNEN UNTERSCHIEDEN WERDEN

- Brennstoffbeheizung (Gas, Öl, ...)
- Elektrische Beheizung
- Kombinierte Verfahren (Hybridverfahren)
- Andere

Bild: Preisentwicklung bei Erdgas und elektrischer Energie für die deutsche Industrie

1.2 ENERGIEEFFIZIENZ VON INDUSTRIEÖFEN

Methodisch geht man zur Verbesserung der Energieeffizienz von Thermoprozessanlagen in der folgenden Reihenfolge vor:

1. Optimale Einstellung des Prozesses
2. Energienutzung für gleichen Prozess (direkt)
3. Energienutzung im eigenen Betrieb/Werk (indirekt)
4. Nutzung an anderer Stelle (Fernwärme!)

Da wir uns im Folgenden mit den feuerfesten Werkstoffen, insbesondere den Möglichkeiten und Vorteilen von Hochtemperaturwolle, beschäftigen, werden wir uns auf Aspekte des ersten Punktes „Optimale Einstellung des Prozesses“ beschränken.

Zur Bestimmung möglicher Einsparpotenziale müssen alle erforderlichen energietechnischen und energiewirtschaftlichen Prozess- und Produktionsparameter erfasst und mit theoretischen und branchentypischen Kennzahlen verglichen werden. Bei älteren Anlagen lassen sich durch die Verbesserung der Wärmedämmung, den Einbau verbesserter Messtechnik und durch die Optimierung der Ofenregelung erhebliche Verbesserungen der Energieeffizienz erzielen.

Bei neuen Anlagen sollte grundsätzlich die bestmögliche Lösung für den jeweiligen Prozess gesucht werden. Diese besteht häufig aus einer Kombination unterschiedlicher aktueller Technologien, nach dem Stand der Technik.

1.3. FEUERFESTE WERKSTOFFE IN INDUSTRIELLEN HOCHTEMPERATURPROZESSEN

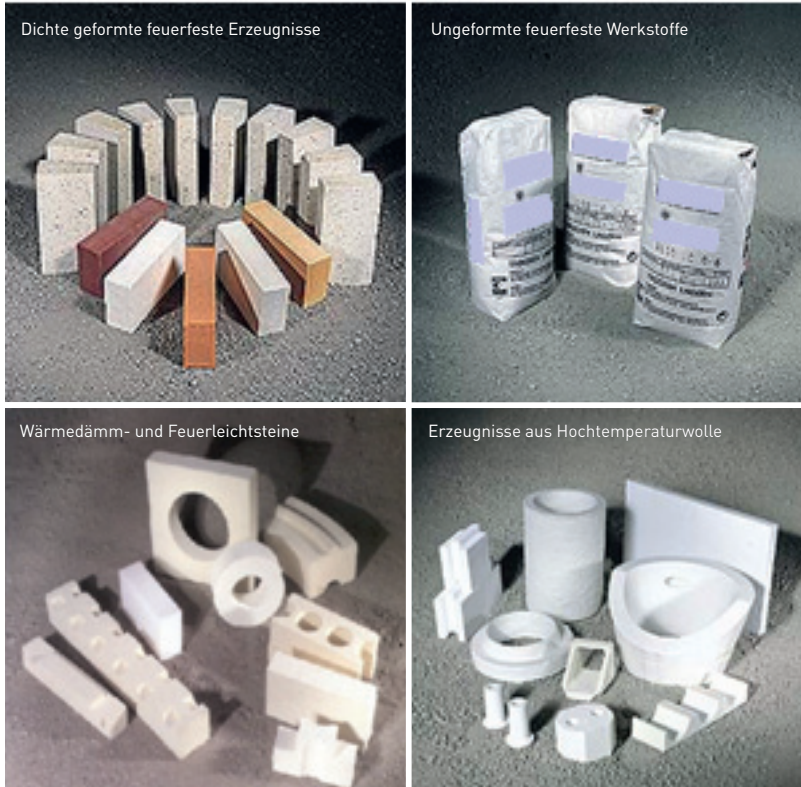


Bild: Einteilung der feuerfesten Werkstoffe | Übersicht

Feuerfeste und wärmedämmende Werkstoffe ermöglichen Prozesse bei hohen und höchsten Temperaturen unter der Berücksichtigung von technischen, ökologischen und ökonomischen Aspekten. Dabei können sie unterschiedlich beansprucht werden:

- **thermisch:** Temperaturen, Temperaturwechsel, geforderte Brennkurven
- **chemisch:** gasförmige und flüssige Stoffe, Schmelzen, Schlacken
- **mechanisch:** Druck, Zug, Reibung, Stoß, Vibration

Bei vielen Hochtemperaturprozessen liegen mehrere dieser Anforderungen vor.

1.3.1 TRADITIONELLE FEUERFESTE WERKSTOFFE (FF-WERKSTOFFE)

Zum Erschmelzen und zur Wärmebehandlung von Metallen benutzt der Mensch seit Jahrtausenden das Feuer. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Anwendungen (z.B. Brennen von Tongeschirr, Schmelzen von Bronze, Eisen), sind in diesem Zeitraum eine Vielzahl von FF-Werkstoffen entwickelt worden.

1.3.1.1 GEFORMTE DICHTER FF-WERKSTOFFE (Steine, Schamotte von ca. 2 bis 5 t/m³)

Geformte, dichte FF-Werkstoffe werden vorwiegend durch Pressen einer aufbereiteten Rohstoffmischung in einer Form und anschließendes Trocknen und Brennen hergestellt. Die chemisch/mineralogische Zusammensetzung, die Art der Bindung und Verdichtung und die nachfolgende Temperaturbehandlung bestimmen die Eigenschaften der Werkstoffe.

Auskleidungen mit dichten FF-Werkstoffen erfordern Dehnfugen um die Temperaturwechsel und die daraus resultierende Dehnung des FF-Materials zu kompensieren.

1.3.1.2 **GEFORMTE LEICHTE FF-WERKSTOFFE**

(Feuerleichtsteine und Platten von ca. 0,5 bis 1,5 t/m³)

Geformte wärmedämmende FF-Werkstoffe sind Steine, Formteile und Platten, die eine Gesamtporosität von ≥ 45 Vol.-% haben. Sie zeichnen sich durch geringe Wärmeleitfähigkeit und niedrige Speicherwärme aus.

Auch bei dieser Auskleidung sind konstruktiv Dehnfugen vorzusehen.

1.3.1.3 **UNGEFORMTE FF-WERKSTOFFE**

(leichte und schwere Stampf- und Spritzmassen)

Ungeformte FF-Werkstoffe werden meist hinter Schalungen in Feldern eingebracht. Nach dem Erhärten, Trocknen und Aufheizen entsteht eine Ofenauskleidung, die im Vergleich mit feuerfestem Mauerwerk deutlich weniger Dehnfugen benötigt und daher auch „monolithisch“ genannt wird. Aus ungeformten Erzeugnissen können auch Fertigteile hergestellt werden, die meist thermisch vorbehandelt werden.

1.3.1.4 **ASBESTPRODUKTE**

Asbestprodukte wurden in Industrieöfen der Vergangenheit für Dehnungsfugen und Hinterwanddämmung zwischen Wärmedämmung und Stahlmantel des Ofengehäuses und für Dichtungen aller Art bei den Ofenanschlüssen verwendet. Seit den 1990er-Jahren werden für diese Einsatzgebiete asbestfreie Produkte eingesetzt.

1.3.2 **KÜNSTLICHE MINERALFASERN (KMF)**

Künstlich hergestellte Mineralfasern werden in Deutschland seit Anfang des 20. Jahrhunderts hergestellt und eingesetzt.

Sie werden hergestellt in Form von Fasern und Wollen und finden Verwendung als:

- Wollen im bautechnischen Bereich z. B. als Wärme-, Kälte- und Schalldämmprodukte,
- Fasern in textilen Geweben, z. B. Tücher und Schnüre,
- Füll- und Verstärkungsstoff in vielen Produkten aus Metall und Kunststoff,
- und seit den 1960er Jahren Wärmedämmung im Hochtemperaturbereich

1.3.2.1 **GLAS-, STEINWOLLEN**

(Mineralwollen)

Glas- und Steinwollen sind vielseitig einsetzbare, nichtbrennbare Dämmstoffe im Niedrigtemperaturbereich bis ca. 400 °C. Für die Festlegung von Schutzmaßnahmen für den Umgang mit Mineralwollen ist das Jahr 1996 von Bedeutung, da Faserstäube aus diesen „alten“ Mineralwollen (vor 1996 produziert) als krebserzeugend eingestuft werden (TRGS 521).

1.3.2.2 **HOCHTEMPERATURWOLLE**

(Wollen, Platten von 60 bis 300 kg/m³)

In den 1960er Jahren kamen in der Bundesrepublik Deutschland erstmalig „Keramikfasern“ auf der Basis von Aluminiumsilikat auf den Markt und fanden wegen ihrer hohen Temperaturbeständigkeit und guten technischen Eigenschaften (z. B. gute Temperaturwechselbeständigkeit und niedrige Wärmeleitfähigkeit) sehr schnell Eingang in die industrielle Hochtemperaturdämmung. Da im Laufe der Zeit auch eine ganze Reihe, neu entwickelter weiterer Materialien und Werkstoffe für den Hochtemperaturbereich unter diesem Begriff subsumiert wurden, wurde die Nomenklatur für die Hochtemperaturwolle (HTW) Ende der 1990er Jahre neu definiert (EN 1094-1).

FASERN

Fasern sind Partikel mit einem Länge-zu-Durchmesser(L/D)-Verhältnis größer 3:1. Künstliche hergestellte Mineralfasern sind gekennzeichnet durch parallele Kanten und glatte Abbrüche.

WOLLE

Als Wolle bezeichnet man eine ungeordnete Anhäufung von Fasern mit unterschiedlichen Längen und Durchmessern.

TRGS 521

Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle

DIN EN 1094-1

Titel (deutsch): Feuerfeste Erzeugnisse für Wärmedämmzwecke
Teil 1: Terminologie, Klassifizierung und Prüfverfahren für Erzeugnisse aus Hochtemperaturwolle zur Wärmedämmung

Bedingt durch diverse Energiekrisen (1970er Jahre bis heute) und die ständig steigenden Preise für Öl und Gas werden, wo dies technisch möglich ist, immer häufiger die energiesparenden Hochtemperaturwollen eingesetzt. Die Wärmedämmung mit Hochtemperaturwolle ermöglicht eine leichtere Bauweise von Industrieöfen und weiteren technischen Einrichtungen (Heizungsbau, Automobile) mit vielen ökonomischen und ökologischen Vorteilen. Dies macht sich insbesondere in geringeren Wandstärken und wesentlich geringeren Massen der Ofenzustellungen bemerkbar.

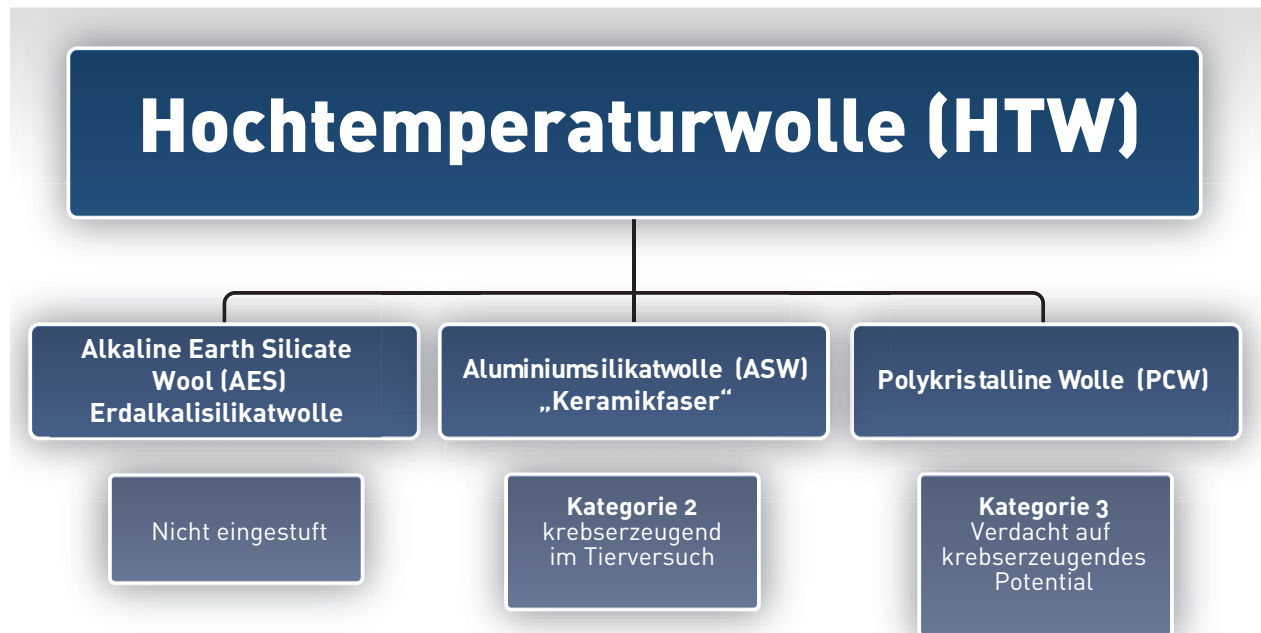


Bild: Arten von HTW

2. HOCHTEMPERATURWOLLE (HTW)

In den 1950er Jahren ist für die zu diesem Zeitpunkt entwickelte Aluminiumsilikatfaser historisch der Begriff „Refractory Ceramic Fibre“, zu Deutsch „Keramikfaser“ oder „keramische Faser“ entstanden.

Aufgrund ihrer chemischen Reinheit und Beständigkeit gegenüber hohen Temperaturen (Klassifikationstemperatur >1000 °C) sowie die Verwendung in anderen Anwendungsbereichen hat man Aluminiumsilikatfasern mit dieser Definition von den herkömmlichen „Mineralfaser“ differenzieren wollen.

VDI und DIN haben Anfang 2000 die Begriffe fachlich richtig gestellt. In der VDI-Richtlinie 3469 und DIN/EN 1094-1 sind die unterschiedlichen Begriffe sachlich geklärt und die neue Produktgruppe der Hochtemperaturwollen (HTW) eingeführt worden. HTW gehören zu den künstlich hergestellten anorganischen Mineralwollen, auch bekannt unter „Man Made Mineral Wool“ (MMMWW).

Grundsätzlich gibt es zwei verschiedene Arten von anorganischen HTW. Neben den häufiger eingesetzten amorphen HTW (Aluminiumsilikatwolle ASW/RCF und Alkaline Earth Silicate Wool (AES) ist dies die Polykristalline Wolle (PCW).

Wegen der aufwendigen Herstellung und begrenzten Verfügbarkeit im Vergleich zur Mineralwolle werden Produkte aus Hochtemperaturwolle fast ausschließlich in speziellen industriellen Bereichen eingesetzt.

2.1 HTW IM INDUSTRIEOFENBAU

Produkte aus Hochtemperaturwolle decken einen Temperaturbereich von ca. 600 °C bis 1800 °C ab, wobei die verschiedenen HTW-Typen im 1. Schritt speziellen Anwendungs- und Klassifizierungstemperaturen zugeordnet werden. Daneben bestimmen die chemischen, physikalischen und mechanischen Eigenschaften die Auswahl ihrer Anwendung.

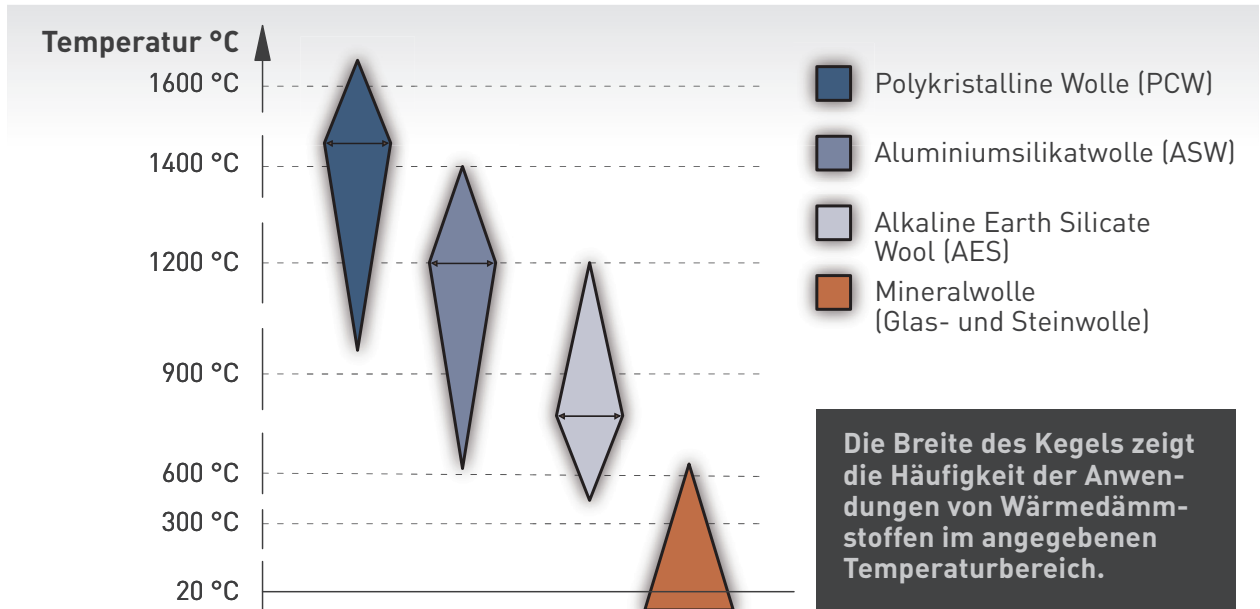


Bild: Temperaturbereiche für die Anwendung von anorganischen künstlichen Mineral- und Hochtemperaturwollen

Die Anwendung von Mineral- und Hochtemperaturwollen in einem höheren Temperaturbereich ist aus technologischen Gründen nicht möglich. Eine Verwendung von HTW-Wollen mit höherer Anwendungstemperatur in niedrigeren Temperaturbereichen ist möglich und wird im Einzelfall (Nutzung spezieller Eigenschaften) praktisch genutzt.

2.2 EIGENSCHAFTEN VON HTW

HTW zeichnen sich durch eine Vielzahl von positiven ökologischen und ökonomischen Eigenschaften aus:

- Hohe Temperaturbeständigkeit
- Geringes spezifisches Gewicht
- Geringe Speicherwärme
- gute Temperaturwechselbeständigkeit
- Geringe Wärmeleitfähigkeit
- Geringer spezifischer Brennstoffverbrauch
- Unempfindlichkeit gegenüber Schwingungen und Vibrationen

Weitere Eigenschaften von HTW, die beachtet werden müssen:

- Empfindlichkeit gegenüber Ofenatmosphären
 - Abhängigkeit von eingesetztem Brennstoff
 - Strömungsgeschwindigkeit der Brenngase
 - Ausgasung aus dem Brenngut
- Empfindlichkeit gegenüber mechanischer Beanspruchung
 - Kontakt zu Metallschmelzen
 - Kontakt zum Brenngut
 - Stoß und Abrasion

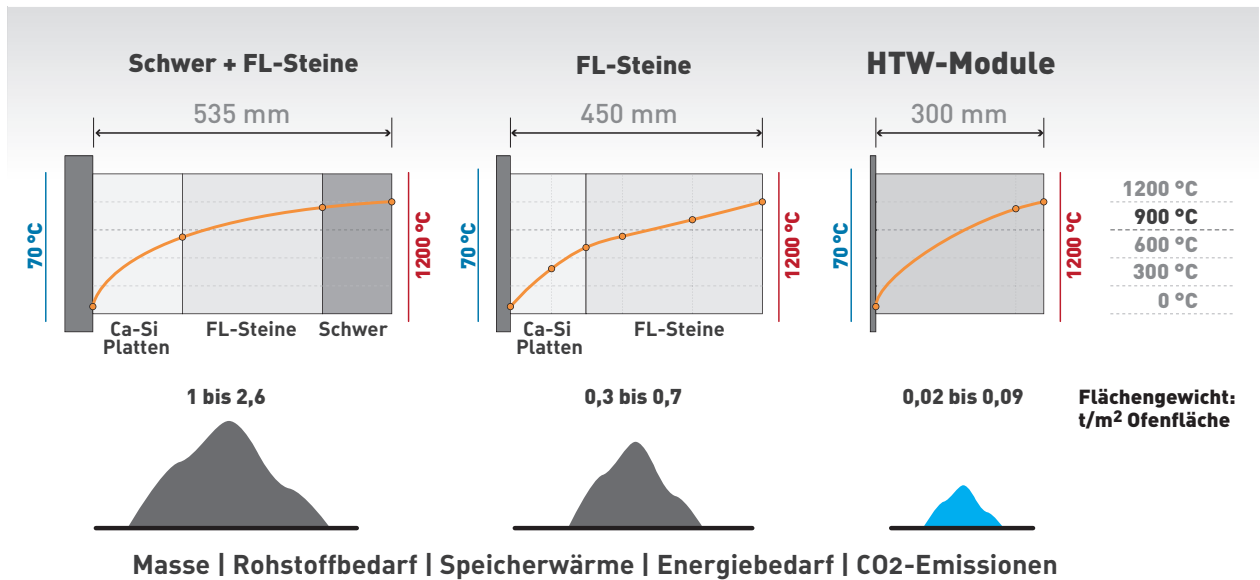
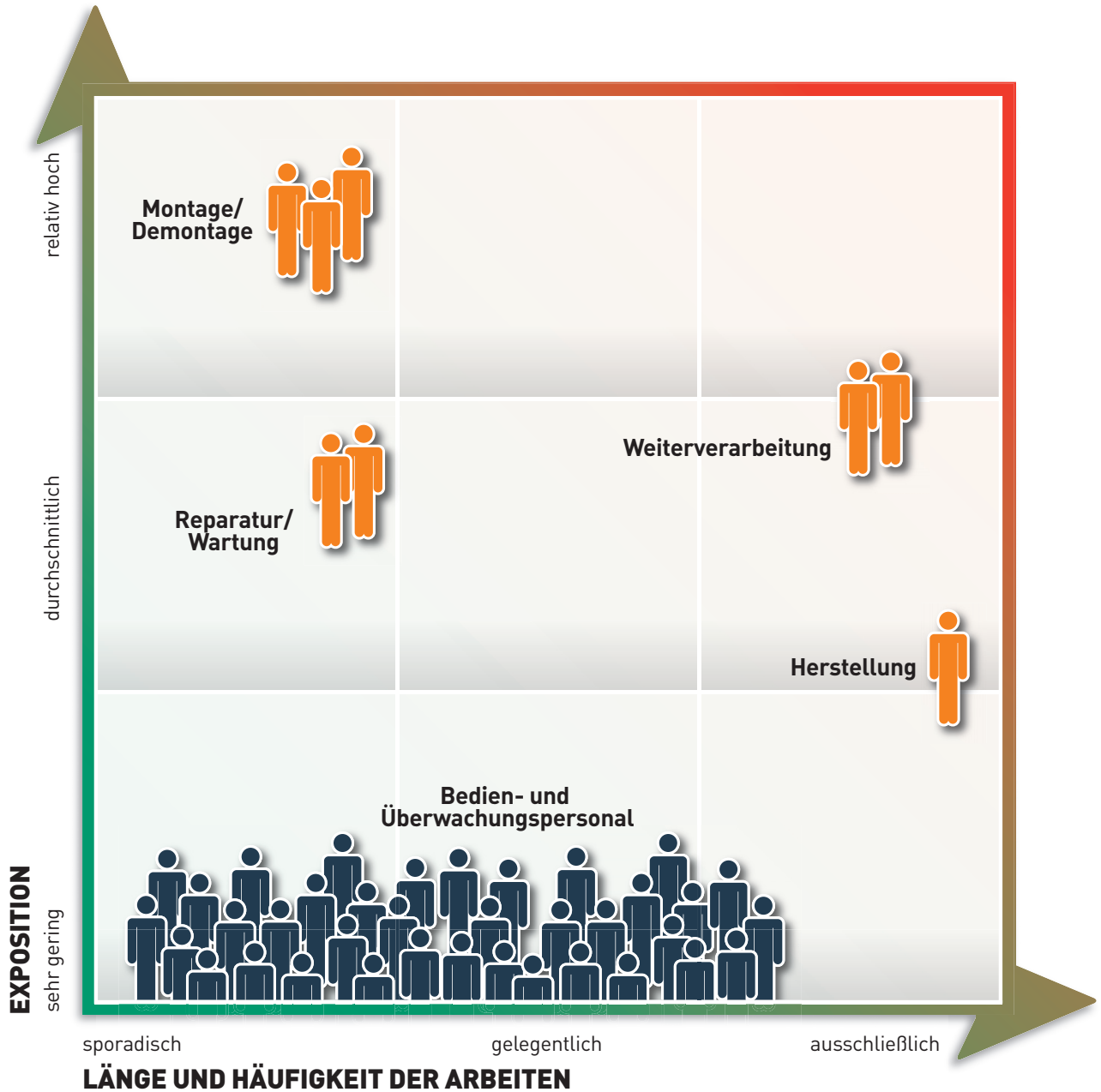


Bild: Vergleich verschiedener Zustellungsarten | Traditionelle und moderne feuerfeste Werkstoffe

3. EXPOSITION VON PERSONEN GEGENÜBER HTW

Bedingt durch den rein industriellen Einsatz ist der Personenkreis, der mit HTW-Produkten umgeht und somit gegen Faserstäuben exponiert ist, begrenzt. Die entsprechenden Personen werden regelmäßig und ausführlich geschult. Die Allgemeinheit hat keinen Kontakt zu Faserstäuben aus HTW-Produkten.

Bei der GVS (Gesundheitsvorsorge der Berufsgenossenschaften ehemals (ZAS)) sind ca. 2.100 Personen registriert, die mit Aluminiumsilikatwolle (ASW) Umgang haben. In Deutschland haben nach Schätzungen der gesetzlichen Berufsgenossenschaften insgesamt 4.500 bis 5.500 Personen Umgang mit Produkten aus HTW. In Europa arbeiten etwa 25.000 bis 30.000 Personen mit HTW-Produkten.



Eine Faserstaubexposition aus den Hochtemperaturwollen ist für Personen bei den folgenden Tätigkeiten gegeben:

3.1 BEI DER HERSTELLUNG DER HTW

Auch wenn die Herstellung der Wollen und Matten eine weitestgehend automatisierte Fertigung ist, liegt am Ende des Fertigungsbandes eine Faserstaubexposition vor (durch die Handhabung wie Beschneiden und Ablängen, sowie die Abnahme und Verpackung).

3.2 BEI DER WEITERVERARBEITUNG VON PRODUKTEN AUS HTW

Aus HTW-Wollen werden montagefertige Module, Formteile und Stanzteile nach Vorgabe erstellt, dadurch kann die Bearbeitung von HTW-Produkten auf der Montagestelle beim Anwender weitgehend entfallen und dort eine Faserstaubexposition deutlich minimiert werden.

Beispiele für dieses Vorgehen:

- Der Industrieofen- und Feuerungsanlagenbauer konstruiert in Abstimmung mit dem Anwender die erforderlichen HTW-Formteile, lässt diese unter Beachtung der erforderlichen Schutzmaßnahmen vorfertigen und baut diese dann vor Ort in die Anlage ein.
- Der Hersteller von Katalysatoren/Dieselpartikelfilter montiert diese, in dem bei der Montage vorgestanzte Lagerungsmatten eingebaut werden.
- Der Elektroherd-Hersteller bezieht AES-Fertigteile, in die die Heizspiralen der Herdplatte eingelegt und verbördelt werden. Beim häuslichen Gebrauch der Herde ist eine AES-Faserstaub Exposition ausgeschlossen.

3.3 BEI DER WARTUNG, INSTANDHALTUNG UND RÜCKBAU (DEMONTAGE) VON HTW-ANLAGEN

Der Unternehmer bzw. sein Beauftragter hat durch eine Gefährdungsermittlung die möglichen Gesundheitsgefahren für die Personen, die Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten der HTW-Anlagen durchführen, zu ermitteln und geeignete Schutzmaßnahmen (technische, organisatorische und persönliche) vorzugeben. Beim Rückbau sind grundsätzlich geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen. Die Personen sind regelmäßig anhand einer schriftlichen Betriebsanweisung zu unterweisen und haben diese mittels Unterschrift zu bestätigen.

3.4 FÜR BEDIENUNGSPERSONAL VON INDUSTRIEÖFEN- UND FEUERUNGSANLAGEN

Beim ordnungsgemäßen Betrieb dieser Anlagen ist eine Faserstaubexposition durch die eingebauten HTW-Produkte nicht zu erwarten (Messungen im Rahmen vom CARE-Programm).

CARE:

In 1996 initiierte die ECFIA (der Verband der Hersteller und Verarbeiter von HTW) ein Arbeitnehmerschutzprogramm mit dem Namen CARE: „Controlled and Reduced Exposure“

4. GESUNDHEITSGEFAHREN DURCH HTW

4.1 GEFAHREN DURCH WHO-FASERN

Es gibt im täglichen Umgang eine Reihe von Stoffen, die aufgrund ihrer intrinsischen Eigenschaft krebserzeugend sind, so z. B. Aflatoxin (Pilzgifte bestimmter Schimmelpilze), Benzidin, Benzol, Vinylchlorid. Bei anderen Stoffen haben nur bestimmte Aggregatzustände (Gas, Partikel, Faser) ein krebserzeugendes Potential.

Aus der Gesamtheit der vorliegenden Erfahrungen am Menschen und den Erkenntnissen von wissenschaftlichen Forschungen (Tiere, Zellen) lässt sich schließen, dass langgestreckte Staubteilchen jeder Art im Prinzip die Möglichkeit zur Tumorerzeugung besitzen, sofern sie hinreichend lang, dünn und biobeständig sind.

Als gesundheitskritisch werden nach WHO-Definition (World-Health-Organization) anorganische Faserstäube bezeichnet, die ein Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis von 3:1 überschreiten, die eine Länge von größer als 5 µm (0,005 mm) aufweisen und deren Durchmesser kleiner als 3 µm (0,003 mm) ist.

INTRINSISCH

Eigenschaften, die dem Stoff inne wohnen.

BIOBESTÄNDIG

Die Eigenschaft über eine gewisse Zeit im Körpergewebe zu verbleiben.

BIOPERSISTENTE FASERN

Die Biopersistenz von WHO-Fasern wird durch die Halbwertszeit in Tagen nach intratrachealer Instillation von 2 mg einer Fasersuspension definiert.

4.2 EINSTUFUNG VON FASERFÖRMIGEN STÄUBEN AUS HTW

Hochtemperaturwollen, die zu Erzeugnissen verarbeitet werden, enthalten Fasern mit unterschiedlichen Durchmessern und Längen. Bei der Handhabung der Produkte können faserförmige Stäube emittieren. Darunter können auch Faseranteile sein, die der WHO-Definition entsprechen.

Hochtemperaturwollen sind weder akut toxisch noch umweltschädlich.

CLP-EINSTUFUNG:

Unter der europäischen CLP Verordnung (Regulation on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures) sind ASW als krebserzeugender Stoff der Kategorie 1B eingestuft; "known or presumed human carcinogen; presumed to have carcinogenic potential for humans, classification is largely based on animal evidence".

4.2.1 FASERFÖRMIGE STÄUBE AUS AES-WOLLEN

Faserstäube aus AES-Wollen sind nicht als krebserzeugend eingestuft. Beim Umgang mit AES-Wollen können alveolengängige Faserstäube in der Atemluft freigesetzt werden. Die allgemeinen Staubschutzmaßnahmen sind zu beachten. Auf die TRGS 559 „Mineralischer Staub“ wird verwiesen.

Technische Hausgeräte, die eine Wärmedämmung benötigen, sind heute mit AES-Wolle ausgerüstet. Eine Gesundheitsgefahr durch AES-Fasern aus diesen Geräten ist für den Benutzer nicht gegeben.

4.2.2 FASERFÖRMIGE STÄUBE AUS ASW-WOLLEN

ASW-Wollen werden fast ausschließlich bei Hochtemperatur-Thermoprozessen zur Wärmedämmung in industriellen Bereichen verwendet.

Faserstäube aus ASW-Wollen sind nach der GefStoffV TRGS 905 als krebserzeugende Stoffe Kategorie 2 („Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten“) eingestuft.

Für die Tätigkeiten mit den Produkten müssen Gefährdungsbeurteilungen vorliegen in denen vorrangig die Frage einer möglichen Substitution zu beantworten ist. Ist eine Substitution nach Prüfung der (TRGS 619) möglich, so ist die Substitution durchzuführen. Ist dies nicht möglich, ist diese Entscheidung anhand der TRGS 619 zu dokumentieren. Weiterhin sind für die Handhabung und den Umgang technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen vorzugeben und zu beachten. Ferner ist zu prüfen, ob der exponierte Personenkreis arbeitsmedizinisch zu betreuen und bei der GVS – Gesundheitsvorsorge, Augsburg, zu melden ist (Vorsorgeuntersuchungen nach Grundsatz G 1.3 Mineralischer Staub Teil 3: Künstlicher mineralischer Faserstaub, ArbMedVV).

TRGS 905

Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe

TRGS 619

Substitution für Produkte aus Aluminiumsilikatwolle

4.2.3 FASERFÖRMIGE STÄUBE AUS PCW

PCW-Wollen werden meist bei speziellen Thermoprocessen zur Wärmedämmung im industriellen Bereich verwendet. Aufgrund ihrer hervorragenden technischen Eigenschaften werden sie aber auch in anderen Bereichen (Automobilbereich) eingesetzt.

Faserstäube aus PCW sind nach der TRGS 905 als krebserzeugende Stoffe Kategorie 3 („Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zu Besorgnis geben“) in Deutschland eingestuft. Für die verschiedenen Tätigkeiten müssen Gefährdungsbeurteilungen vorliegen, in denen technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen für den Umgang vorgegeben werden.

Für alle HTW wird auf die TRGS 558 „Tätigkeiten mit Hochtemperaturwolle“ verwiesen.

4.3 EINSTUFUNG VON QUARZHALTIGEN STÄUBEN AUS HTW

HTW enthalten nach der Produktion keinen Quarz. Aus diesem Grunde gibt es bei Produktion, Verarbeitung und Einbau von HTW-Produkten keine Exposition gegenüber Quarzfeinstäuben.

Allerdings kommt es bei, im Industrieofenbau eingesetzten, amorphen HTW durch thermische Belastung bei Arbeitstemperaturen $> 900\text{ °C}$ zur Rekristallisation im glasigen Aufbau der HTW-Fasern. Diese Rekristallisation führt zur Bildung von Quarz in den amorphen HTW. Dieser, über mehrere Stufen verlaufende Prozess kann zur Bildung von Cristobalit (einem Kategorie-1-Stoff) führen. Im normalen Ofenbetrieb kommt es zu keiner Exposition gegenüber Quarzfeinstäuben, da die Struktur der Fasern und Produkte intakt bleibt.

Bei Wartungs-, Reparaturarbeiten und beim Rückbau von amorphen HTW, die entsprechenden Arbeitstemperaturen ausgesetzt waren, sind Schutzmaßnahmen zu treffen, da alveolengängige, cristobalithaltige Partikel und Faserstäube freigesetzt werden können.

Der Umfang der Cristobalitbildung ist je nach thermischer Belastung und nach HTW-Typ unterschiedlich. In der Gefährdungsbeurteilung ist diese Eigenschaft zu berücksichtigen. Messungen haben ergeben, dass beim Abriss von Ofenauskleidungen nur sehr geringe oder keine Exposition gegenüber quarzhaltigen Stäuben auftreten. Grund dafür ist, dass nur eine dünne Schicht der Wärmedämmung hohen Temperaturen ausgesetzt war ($>900\text{ °C}$).

5. GESUNDHEITSGEFAHREN DURCH TRADITIONELLE FEUERFESTE WERKSTOFFE

Die traditionellen FF- und Wärmedämmstoffe des Ofenbaus enthalten in der Regel Quarz:

- Geformte dichte Werkstoffe (je nach Steintyp): von 0,1 % bis 90 % SiO_2
- Geformte wärmedämmende Werkstoffe (Feuerleichtsteine, Platten): von 0 % bis 60 % SiO_2
- Ungeformte Werkstoffe (Massen): je nach Anwendungsart unterschiedlich

Bei der Herstellung, dem Einbau, der Wartung/Reparatur und dem Rückbau können bei der Anwendung bestimmter Arbeitsverfahren alveolengängige Stäube freigesetzt werden, die quarzhaltig sind.

Tätigkeiten oder Verfahren bei denen Beschäftigte alveolengängigen Stäuben von Quarz und Cristobalit ausgesetzt sind, sind nach TRGS 906 als krebserzeugend Kategorie 1 (Stoffe, auf den Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken) eingestuft.

Der Anwender dieser Produkte muss seiner Ermittlungspflicht nachkommen und nach dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung im Einzelfall entsprechende (technische, organisatorische und persönliche) Schutzmaßnahmen veranlassen

6. FAZIT

Hochtemperaturprozesse werden im Regelfall mit einer Kombination der verschiedenen feuerfesten Werkstoffe ausgeführt. Die Selektion eines konkreten Werkstoffes bzw. der Kombination der verschiedenen Werkstoffe ergibt sich aus den Parametern des Prozesses zur Herstellung des Endproduktes.

- Öfen mit unterschiedlich regelbaren Wärmezonen können auf die besonderen Erfordernisse des Produktionsgutes angepasst werden. Dadurch ist eine Qualitätsverbesserung möglich.
Ob dies technisch möglich und ökonomisch/ökologisch sinnvoll ist, ist im Einzelfall zu prüfen.
- Der Kalt-Kalt-Zyklus wird verkürzt und die Verfügbarkeit und die Produktivität der Anlage werden gesteigert.
- Durch die wärmetechnischen Eigenschaften der HTW ergeben sich günstige Investitions- und Betriebskosten. Weitere Vorteile sind sinkender Energieverbrauch, geringerer Reparatur- und Wartungsaufwand und insgesamt eine längere Lebensdauer der Anlage.
- Bei der Montage, Reparatur- und Wartungsarbeiten und der Demontage der HTW werden alveolengängige Faserstäube in die Luft freigesetzt. In der Gefährdungsbeurteilung (§6 GefStoffV) sind diese vom Arbeitgeber zu ermitteln und die Arbeiter zu unterweisen (§14 GefStoffV).
Für das Bedienpersonal der Anlage und die Allgemeinheit besteht keine Faserstaubbelastung aus den HTW-Werkstoffen.
- Durch den geringeren Energieverbrauch kommt es beim Einsatz von HTW zu einer erheblichen Reduzierung von CO₂-Emissionen. Damit wird ein bedeutender Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgase und damit zu den von der Bundesregierung und der europäischen Union formulierten Klimaschutzziele für die Industrie geleistet.

Ich möchte mich bei folgenden Personen für Ihre Unterstützung bei der Erstellung dieses Papiers bedanken:

Dr. Franz Beneke, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.

Dr. Ursula Gerigk, ThyssenKrupp Steel Europe AG

Norbert Hatscher, Verein Deutscher Eisenhüttenleute

Peter Sonnenschein, Nexilio – Kommunikation, die verbindet

Heinz Wimmer – ECFIA, Arbeitsgruppe Deutschland