

# Verschleißschutz bei der Baustoffaufbereitung

Bei der Verarbeitung mineralischer Stoffe in der Baustoffaufbereitung tritt erheblicher Verschleiß an den Maschinenteilen auf. Um diesem Verschleiß zu begegnen, werden eine Analyse des Verschleißsystems und die entsprechenden konstruktiven und werkstofflichen Maßnahmen empfohlen. Zur Verschleißbekämpfung werden Auftragschweißwerkstoffe, Verbundplatten, Hartguss, Verbundguss und Kompositlegierungen eingesetzt. Jede Werkstofflösung hat ihre Vorteile.

VON DIPL. ING. KARL MOHR,  
FIRMA VAUTID GMBH  
OSTFILDERN BEI STUTTGART

## 1. Einleitung

Verschleiß bedeutet den fortschreitenden Materialverlust aus der Oberfläche eines festen Körpers, hervorgerufen durch mechanischen Abtrag aufgrund von Kontakt mit festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen. Bei allen Verschleißvorgängen ist eine mechanisch eingeleitete Energie unterschiedlicher Höhe die wesentliche Ursache. Die möglichen Verschleißpaarungen sind in allgemeiner Form in Bild 1 dargestellt.

Ein Verschleißsystem besteht immer aus einem Grundkörper (1), der Teil der Maschinenkonstruktion ist und dem Verschleiß unterliegt, dem Gegenkörper (2), im diesem Fall der zu bearbeitende Baustoff, und dem Zwischenstoff (3), eventuell Flüssigkeiten oder Schmierstoffe. Aus den Grundlagen der Verschleißbekämpfung ist bekannt, dass nicht die absolute Härte des beanspruchten Grundkörpers maßgebend ist, sondern das Härteverhältnis zwischen angreifendem Medium und dem entsprechenden Grundkörper. Die Verschleißbeanspruchung durch unterschiedlich harte Materialien ist nicht kontinuierlich, sondern nimmt stufenförmig zu (Bild 2). Der Verschleiß ist dann gering, wenn das an-

greifende Material weicher als der metallische Grundkörper ist und das Verschleißsystem sich in der Tieflage befindet. Im Gegenzug ist der Verschleiß hoch, wenn das angreifende Material härter als der metallische Grundkörper ist und sich das Verschleißsystem in der Hochlage befindet. Zur Verminderung des Verschleißes gibt es im Wesentlichen 3 Ansatzpunkte:

1. Verfahrenstechnische Möglichkeiten
2. Betriebstechnische Möglichkeiten
3. Werkstofftechnische Möglichkeiten

Die beiden erstgenannten Möglichkeiten unterliegen in der Regel den jeweiligen Gegeben-

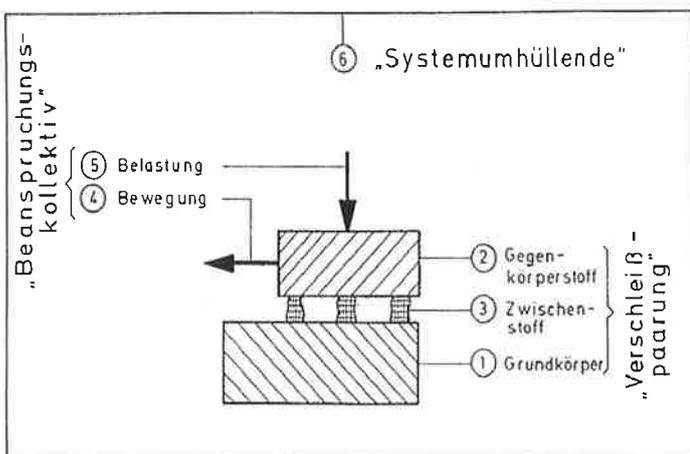


Bild 1: Verschleißsystem nach DIN 50320

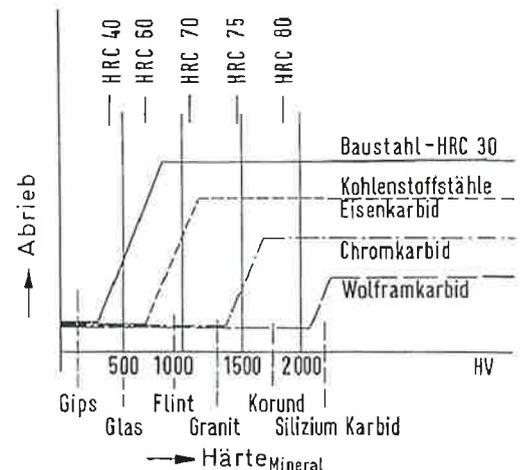


Bild 2: Definition von Hoch- und Tieflage in der Verschleißtechnik

heiten der einzelnen Anwendung, während die werkstofflichen Möglichkeiten allgemeine Gültigkeit haben. Somit soll in diesem Beitrag auf die letzteren eingegangen werden.

## 2. Einsatz von Hartguss

Abrasionsbeständige Eisengusswerkstoffe für höchste Ansprüche lassen sich anhand des Kohlenstoffgehaltes und ihres Gefüges klassifizieren:

2.1 Manganhartstähle mit austenitischem Gefüge, ca. 0,8 bis 1,6% C / 6 bis 23% Mn. Ein typischer Vertreter dieser Kategorie ist der Manganhartstahl X120 Mn 12, Werkstoff-Nr. 1.3401.

2.2 Karbidische Gusseisen (auch als Hartguss oder weiße Gusseisen bekannt), die sich ihrerseits in die untereutektischen und übereutektischen Gusseisen unterteilen:

2.2.1 Untereutektische Hartgusslegierungen mit 2 bis ca. 3,6% C und etwa 15 bis 25% Cr. Das Gefüge besteht aus primärem Austenit und einem Eutektikum aus Chromkarbid und Austenit; je nach Abkühlgeschwindigkeit kann sich der Austenit auch in Martensit umwandeln.

2.2.2 Übereutektisches Gusseisen mit 3,6 bis 5% C und 15 bis 25% Cr. Das Gefüge besteht aus primären Chromkarbiden und dem Eutektikum aus Austenit und Chromkarbid. Auch hier kann sich je nach Abkühlgeschwindigkeit der Austenit noch in Martensit umwandeln.

Diese karbidischen Gusseisen können mit anderen Legierungselementen wie W, V, Ni und Mo noch auf höhere Eigenschaften getrimmt werden, wie z.B. höhere Schlagbeständigkeit, höhere Beständigkeit bei erhöhten Temperaturen bis ca. 800°C etc.

2.3 Rostfreier Stahlguss mit bis zu 1,5% C, 12

bis 30% Cr und einem Ni-Gehalt bis zu 25%. Auch hier ist das Gefüge primär-austenitisch mit einer eutektischen Grundmasse aus Austenit und Karbiden.

Die bekanntesten Anwendungen von Hartguss in der grobkeramischen Industrie sind Schlagleisten (Bild 3) und Auskleidungsplatten (Bild 4).

Die Auswahlkriterien für den Hartguss als Konstruktionswerkstoff lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Bei größeren Stückzahlen und/oder komplexeren Geometrien ist es sinnvoll, in die notwendigen Werkzeuge (Gießereimodell) zu investieren und die wirtschaftliche Fertigung der Gussproduktion zu nutzen.

## 3. Auftragschweißwerkstoffe und Beschichtungen

Unter Auftragschweißen versteht man das Be-

schichten eines Werkstückes mit Hartstoffen durch Schweißprozesse. Auch in diesem Fall bestehen die Hartstoffe aus Karbiden, die in einer duktilen metallischen Matrix aus Eisen, Nickel oder Kobalt eingebettet sind. Das Aufbringen einer fest haftenden Schicht auf ein Werkstück erfolgt praktisch über die flüssige Phase des ausgewählten Schweißzusatzwerkstoffes. Im Vergleich zu anderen Beschichtungsverfahren, wie z.B. dem Aufkohlen, dem Nitrieren oder dem Hartverchromen, handelt es sich beim Auftragschweißen um ein ausgesprochenes Dickschichtverfahren. Auftragschichten zwischen 3 und 15 mm sind keine Seltenheit. Darüber hinaus gibt es Anwendungen mit dem Auftragschweißwerkstoff VAUTID 80, der Hartauftragschweißungen bis 50 mm ermöglicht und zur Regenerierung von Brecherkegeln angewandt wird.

**Die Auswahlkriterien für Auftragschweißwerkstoffe lassen sich wie folgt zusammenfassen:**

Auftragschweißwerkstoffe werden für höchste Stückgewichte eingesetzt:

Für Walzen, Schneckenförderer, Mahlbandagen etc., die 2 t und mehr wiegen, wo die verschlissene Schicht nur wenige Prozent vom Gesamtgewicht beträgt (1 bis 2%). Auftragschweißwerkstoffe werden deshalb für kleine Losgrößen angewendet (Losgröße 1 + x).

Beim Auftragschweißen kann passend zum Grundwerkstoff (Eisen, Nickel oder Kobalt) eine entsprechende Matrix ausgewählt werden, die Hartstoffe in der Matrix können bis zu 2.000 Vickers hart sein. Eine Regenerierung (Reparaturschweißung) der defekten Konstruktion oder des verschlissenen Bauteils kann jederzeit wiederholt werden.



Bild 4: Gegossene Auskleidungsplatten



Bild 3: Schlagleisten aus untereutektischem Hartguss



Bild 5: Siebbelag aus V100-Verbundplatten

#### 4. Verbundplatten, eine kostengünstige Lösung

Als Verschleißschutz in der Baustoffaufbereitung werden auch Verbundplatten eingesetzt, hauptsächlich bei Sieben, Bunkerauskleidungen, Vibrationsförderern und Mischern. Verbundplatten werden durch ein Spezialauftragsschweißverfahren bei geringer Vermischung mit dem Grundkörper und sehr hohen Abschmelzleistungen wirtschaftlich erzeugt. Das Basismaterial besteht aus einfachen Baustählen, die Auftragsschicht ist zwischen 3 und 20 mm stark und ist maßgeschneidert für Verschleißanwendungen durch Abrasion oder Schlagbeanspruchung. Die Verschleißschutzschicht bei Verbundplatten besitzt dieselbe Metallurgie wie die der Auftragsschweißwerkstoffe.

Auswahlkriterien für Verbundplatten sind:

Ein großflächiger Verschleißschutz wie in Auslaufbunkern, Rutschen, Schütten, Schurren oder Windsichtern. Für diese großen Flächen bieten Verbundplatten eine kostengünstige Lösung. Verbundplatten können auch als Konstruktionselemente ohne eigene Unterkonstruktion verwendet werden. Sie werden maßgeschneidert eingesetzt und sind in allen Fällen mit Fülldrahtschweißungen regenerierbar, sodass eventuell aufgetretene Schäden oder ein Verschleiß kostengünstig nachgeschweißt werden kann. Der hohe Karbidanteil kann auch nach der Regeneration aufrechterhalten werden. In den Bildern 5 bis 7 sind Beispiele für den Einsatz von Verbundplatten dargestellt.

#### 5. Verbundguss

Der Verbundguss ist die Verbindung von einem

zählen, schweißbaren Stahlguss als Grundkörper und einer harten, verschleißfesten Gusslegierung, wie sie unter Punkt 2 beschrieben wurden. Der Vorteil gegenüber den Legierungen aus vollem Hartguss besteht darin, dass der Grundkörper mechanisch bearbeitbar und schweißbar ist und größeren dynamischen Belastungen ausgesetzt werden kann. In der Baustoffaufbereitung werden Verbundgussbauteile mit Erfolg bei Prallplatten, Brechbacken und Schlaghämmern eingesetzt (Bild 8). Verbundgussteile werden ebenfalls für Schneckenförderer eingesetzt. Diese Segmente besitzen eine Verschleißseite und eine Konstruktionsseite, an der das Segment an den Schneckenwendeln angeschweißt wird.

#### 6. Einsatz von ausgewählten Kompositwerkstoffen

Unter Kompositwerkstoffen versteht man Auf-

tragsschweißwerkstoffe oder aufgesinterte Werkstoffe auf Nickelbasis. In den meisten Fällen werden das klassische Wolframkarbid oder Keramiktteilchen mit 2.000 Vickers Härte in eine Nickelbasislegierung eingebettet (Handelsname NiCrB20 bis NiCrB60). Aufgrund der hohen Härte der eingelagerten harten Partikel und der Duktilität der Matrix sind Kompositlegierungen abriebfest, stoßfest, korrosionsbeständig und hitzebeständig. Die Kompositlegierungen stellen für ausgewählte Anwendungen die höchste Verschleißbeständigkeit dar. Sie werden in Schnecken, Mischerteilen und Mahlsegmenten eingesetzt.

Bei Kompositwerkstoffen lassen sich ähnlich wie bei gegossenen Formen komplizierte, dreidimensionale Konstruktionen erstellen. Diese können für höchste Ansprüche maßgeschneidert werden sowohl in der Härte als auch in der Zusammensetzung der eingelagerten, verschleißbeständigen Komponenten. Voraussetzung hierfür ist allerdings eine werkstoffgerechte Konstruktion, was bedeutet, dass die Verschleißteile eventuell umkonstruiert werden müssen, um sie mit Kompositlegierung herstellen zu können.

#### 7. Zusammenfassung

Die Technologie bei der Aufbereitung mineralischer Baustoffe beinhaltet eine ganze Reihe von Vorgängen wie Brechen, Mahlen, Mischen, Agglomerieren und auch Brechen durch gelochte Roste, die großen Verschleiß an den Maschinenbauteilen erzeugen.

Um in die für den Verschleißschutz optimale Tieflage zu kommen, gibt es verschiedene werkstofftechnische Lösungen:

Einsatz von Hartguss, von Auftragsschweißwerkstoffen, von Verbundplatten, von Ver-

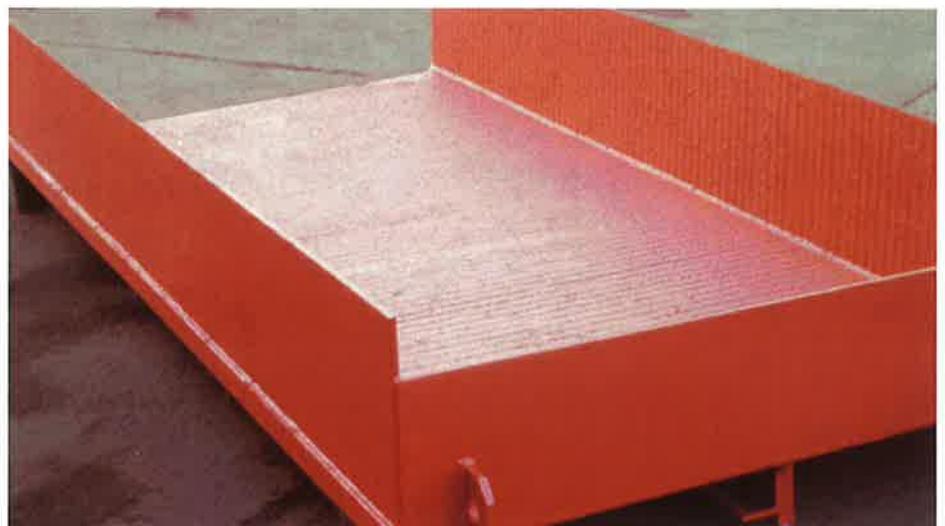
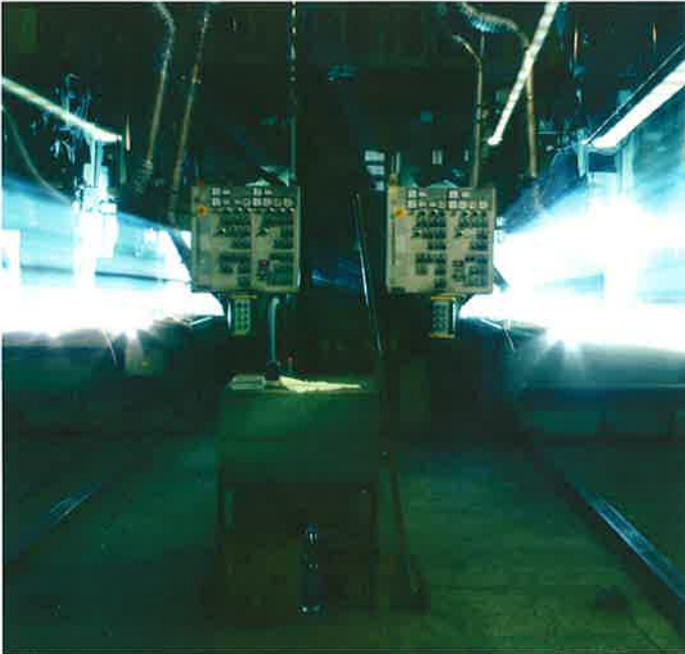


Bild 6: Vibrationstisch aus Verbundplatten



## VAUTID® Unser Produkt: Längere Lebensdauer

### Abriebfeste Auftragschweißwerkstoffe

- Handelektroden
- Fülldrähte

### Abriebfeste Beschichtungen

- Auftraggeschweißte Verschleißverbundplatten
- Konstruktionen aus Verschleißverbundplatten
- Beschichtungsservice und sonstige Panzerungen  
z. B. Walzen aller Art

### Darüber hinaus bieten wir anders als jeder Wettbewerber

- verschleißfesten Guss
- korrosionsbeständigen Guss
- hitzebeständigen Guss

aus eigenen Gießereien, sowie gegossene Alternativen zum Auftragschweißen wie Verbundguss, Kompositguss, keramikverstärkter Guss.

## VAUTID® GmbH

Verschleißschutz aus einer Hand

Brunnwiesenstraße 5  
D-73760 Ostfildern  
+49 711 44 04-0 Telefon  
+49 711 44 20 39 Telefax  
vautid@vautid.de • www.vautid.de

bundguss und von Kompositwerkstoffen. Mit Ausnahme der Kompositlegierungen handelt es sich bei den ersten Verschleißschutzwerkstoffen um Materialien aus dem Dreistoffsystem Eisen/Chrom/Kohlenstoff mit hohem Chrom- und hohem Kohlenstoffgehalt. Die schützende Wirkung wird durch das Auftreten von Chromkarbiden oder anderen Metallkarbiden erzeugt. Der Einsatz von untereutektischen Hartgusslegierungen eignet sich hauptsächlich für hohe Stückzahlen, komplizierte dreidimensionale Formen, sowie für kleinere und mittlere Stückgewichte. Sind die Stückgewichte außergewöhnlich groß (mehrere Tonnen) und die Losgröße niedrig ( $1 + x$ ), so empfiehlt sich das Auftragschweißen von Hartstoffen.



Bild 7: Übergangsstück aus Verschleißverbundplatten konfektioniert

### Die Auswahlkriterien für Verbundplatten lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Verbundplatten sind eine kostengünstige Lösung für Auskleidungen und für großflächigen Verschleißschutz. Durch eine geeignete Auswahl der Verschleißschutzschicht (korrosionsbeständig, schlagbeständig, hitzebeständig etc.) lassen sich intelligente Lösungen für spezielle Fälle erzeugen. Bei Verbundplatten ist eine Reparatur oder Regeneration des Bauteils mit Fülldraht immer möglich. Sollen die Konstruktionsteile auf der einen Seite schweißbar und duktil und auf der anderen Seite verschleißfest und hart sein, so empfiehlt sich der Verbundguss, der ein Bimetallguss (Stahl und Hartguss) für hohe Stückzahlen und komplizierte, dreidimensionale Formen darstellt.



Bild 8: Schlaghammer aus Verbundguss

Ein Sonderfall im Verschleißschutz sind die Kompositlösungen. Auch hier handelt es sich um Metallkarbide oder Keramik, die in einer Nickelmatrix oder Nickellotmatrix eingebettet werden und so für höchsten Verschleißschutz sorgen. Hier sind die Auswahlkriterien: niedrigere Stückzahlen ( $< 1000$  Stück) und höchste Ansprüche an die Härte des Werkstoffes. Betrachtet man die verschiedenen Auswahlkriterien und wendet sie konsequent auf das eigene spezifische Verschleißproblem an, so können interessante, lang andauernde, verschleißfeste Lösungen gefunden werden.



Bild 9: Abstreifer aus Kompositlegierungen. Abb.: Vautid