

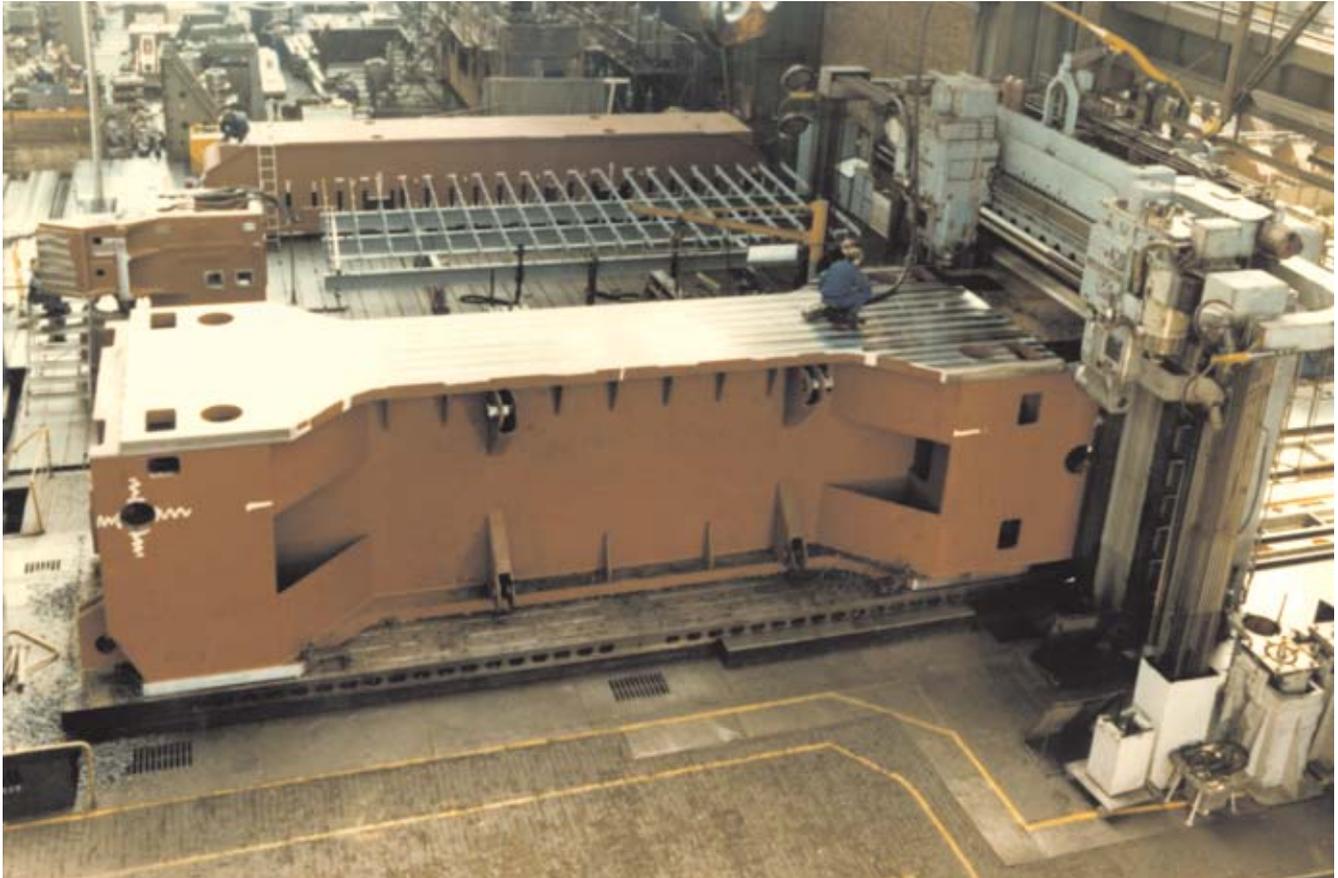


VIBMATIC® 6000

Das Verfahren zum Eigenspannungsabbau
an Schweiß- und Gusskonstruktionen

... maßgenaues Fertigen ohne Verzüge

VSR heißt Vibration zur Spannungs-Reduktion



Was ist das VSR- Verfahren ?

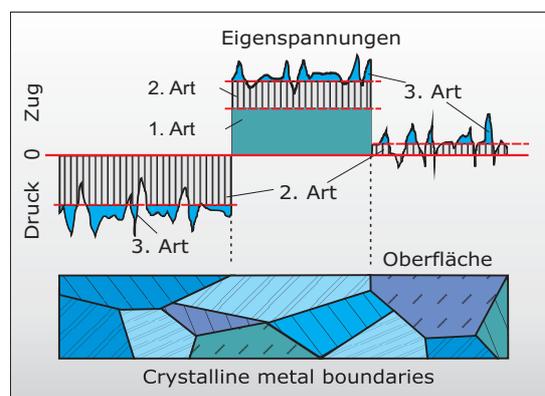
Es ist ein metallphysikalisches Verfahren, mit dem Werkstücke in ihrer Dimension stabilisiert werden.

Durch eine gezielte Schwingungsbehandlung auf diskreten Frequenzen verlieren Werkstücke von 100 kg bis über 200 t ihre kritische Neigung, sich während und nach der mechanischen Bearbeitung so zu verziehen, dass enge Toleranzen nicht oder nur mit sehr hohem Fertigungsaufwand eingehalten werden können. Damit kann das kostenaufwendige und mit vielen Nachteilen verbundene Spannungsarmglühen eingespart bzw. ersetzt werden.

Hunderte solcher Vibrationsanlagen sind seit 1975 weltweit im Einsatz. Den ständig steigenden Qualitätsanforderungen und dem neuesten Stand der Technik entsprechend wurde eine neue Hard- und Software entwickelt, die nun unter dem Produktnamen VIBMATIC vorgestellt wird und am bewährten Einsatz der Vorgängermodelle MX 800 und FOURIERMATIC KD 16 anknüpft.

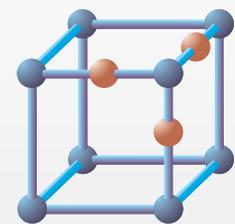
Wie funktioniert das VSR-Verfahren?

Das Mikroprozessorprogramm der Steuereinheit VIBMATIC bestimmt nach einer fourierähnlichen Methode der Schwingungsanalyse die optimalen Behandlungsfrequenzen des Bauteils oder Werkstücks. Dadurch wird eine maximale Anzahl von Schwingungszuständen in den einzelnen Bauteilzonen erreicht. Der Werkstoff wird optimal durchwalkt, sein labiler Zustand dadurch stabilisiert. Die Teile verlieren ihr Eigenleben und können sich nicht mehr durch Bearbeitungs- oder Betriebsspannungseinflüsse setzen und damit verziehen.

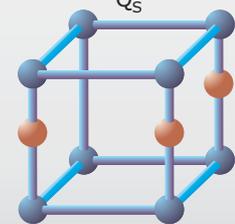


Die Ausdehnungsbereiche von Eigenspannungen erster, zweiter oder dritter Art bzw. als Mikro- oder Makrospannungen.

Anlegen bzw. Veränderung von Gitterspannungen



Q_s



Q_s

Neuordnung von Kohlenstoffatomen auf Zwischengitterplätzen.

VSR Vibrationsentspannen statt Glühen

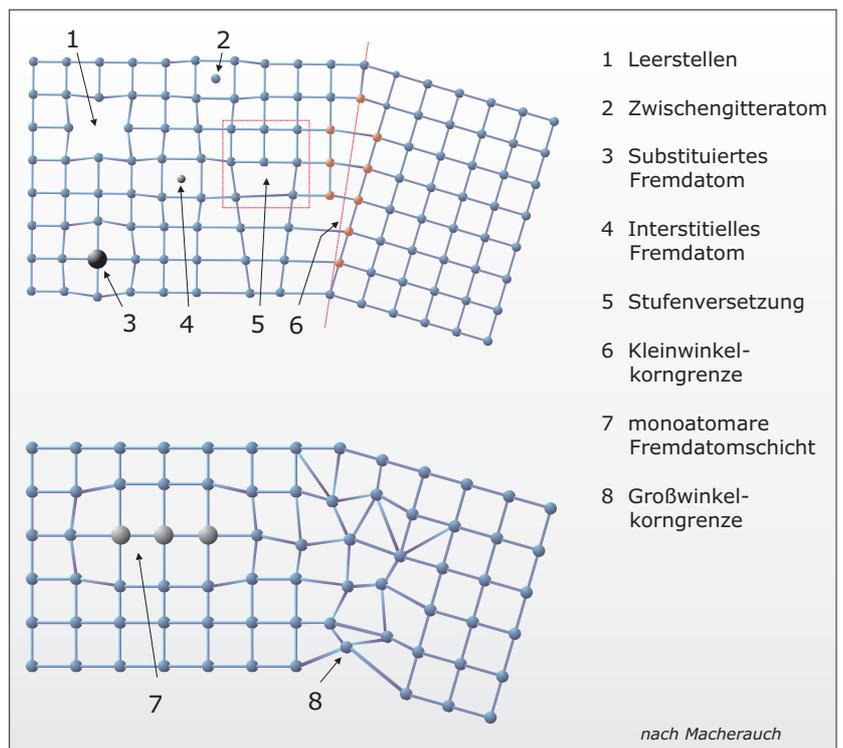


Im Makrobereich wie vor allem im Mikrobereich werden die Eigenspannungsspitzen umgerichtet, ausgeglichen, abgebaut und stabilisiert. Man nennt das auch relaxieren.

Werden bei der Spanabnahme oder durch Betriebslasten neue Makrospannungen weggenommen oder aufgebaut, können labile Eigenspannungen im Material dazu führen, dass es sich einsinnig gerichtet plastisch verformt, sich also verzieht und sich Risse bilden.

Bei einem vibrationsentspannten Teil tritt dieser Effekt kaum noch auf, denn die Gittermatrix ist dimensionsstabilisiert.

Bei dieser Art der Stabilisierung bleibt das mittlere Makrospannungsniveau weitgehend erhalten. Es wurde wissenschaftlich bisher hauptsächlich untersucht und sagt am meisten über die Spannungsarmglüheffekte aus. Aber die durch Versetzungen, Leerstellen, Zwischengitteratome, Einlagerungsmischkristalle und Korngrenzenfehler bedingten inneren Mikrospannungen werden durch Platzwechselvorgänge und lokales Fließen bei Werkstoffanstrengungen weit unterhalb der nominellen Fließgrenze



Verschiedene punktförmige, linienförmige, flächige und räumliche Gitterbaufehler..

VSR ... maßgenaue Fertigung ohne Verzüge



Die wesentlichen Vorteile des VSR-Verfahrens:

- Es werden in der Regel eine gleich gute oder meistens sogar bessere Werkstückstabilität, also gleiche oder sogar geringere Verzüge als bei der Spannungsarmglühung erzielt.
- Der Verzug während der Entspannungsbildung ist beim Vibrieren wesentlich niedriger als beim Glühen.
- Der Energieverbrauch ist sehr gering gegenüber dem Glühen. Das ist ressourcenfreundlich und zugleich kostensparend.
- Die Behandlungszeit von ca. 30 min. ist kurz. Es wird hauptsächlich im Anlieferzustand und vor der Endbearbeitung vibriert.
- Die beim Glühen notwendigen Arbeitsgänge wie Transport, Entzundern, Anstrich und Richten der Glühverzüge entfallen.
- Man kann geringere Bearbeitungsaufmaße verwenden. Das spart Material und Bearbeitungszeit.
- Es können selbst bei Großbauteilen Toleranzen im Bereich von hundertstel Millimetern eingehalten werden.
- Werkstücke von 100 kg bis über 200 t können VSR-behandelt werden. Geeignet sind u.a. alle geschweißten, gewalzten, geschmiedeten und gegossenen Teile aus sämtlichen gängigen Stahl- und Eisenwerkstoffen.
- Verzug und Rissbildung bei der Schweißfertigung oder Reparatur können vermindert bzw. vermieden werden.
- Die mechanischen Gütewerte können verbessert werden, wie z.B. die COD-Werte.
- Die Verfahrensgrenzen, z.B. beim Einsatz gegen Spannungsrissskorrosion und gegen Wasserstoffversprödung sind noch nicht abgesteckt, auch wenn hier viele positive VSR-Einsatzmerkmale vorliegen.
- Die Festigkeitswerte werden nicht geändert. Es entstehen keine Dauerschwingrisse. Dafür ist die Behandlung zu kurz und die Schwingungslasten und Amplituden sind viel zu gering.
- Es werden große Einsparungen durch Rationalisierung, Qualitätsverbesserung, Verminderung des Ausschusses und der Durchlaufzeit erreicht, da nun auch die Teile entspannt werden können, bei denen man aus Kostengründen das Glühen unterließ.
- Eine sehr umfangreiche Forschungsliteratur über die Vibrationsentspannung kann u.a. über die BAM in Berlin angefordert werden.
- Das VSR-Verfahren ist das einzige und zuverlässige Verfahren zur Beseitigung von Spannungsproblemen bei Edel- und DUPLEX-Stählen.



Durchführung einer VSR-Behandlung

Das Werkstück wird schwingungsfähig auf Gummikissen gelagert. Der Vibrator und die Beschleunigungsaufnehmer werden an einer möglichst steifen Stelle festgeklemmt. Dabei sollte der Vibrator möglichst nicht parallel zu einer Hauptachse schwingen.

Durch diese Maßnahme wird die Schwingungsenergie in allen Werkstückbereichen erreicht. Das örtliche und auf Dauer gefährliche Schwingen bei großen Amplituden wird so vermieden.

Die Vibratordrehzahl wird durch die Prozessorsteuerung automatisch hochgefahren. Dabei werden durch das Signal der Beschleunigungsaufnehmer die werkstückrelevanten Behandlungsfrequenzen (bis zu 100 Hz) mit den sich einstellenden Oberfrequenzen (bis zu 2 kHz) analysiert, durch den Mikroprozessor ausgewertet und gespeichert.

Es werden diejenigen Behandlungsfrequenzen bestimmt, bei denen eine max. Anzahl von Überschwingungsfrequenzen angeregt wird und damit eine max. Anzahl von Bauteilbereichen in Resonanz geht. Gleichzeitig wird die Höhe der Motorstromaufnahme des Elektrovibrators bei diesen Frequenzen gespeichert.

Die vorgenannten Werte werden unter Angabe der Zeit auf dem Display grafisch und alphanumerisch dargestellt.

Auf den ermittelten Frequenzen wird so lange vibriert, bis die Vibrationsstromaufnahme jeweils auf ein neues, niedrigeres Niveau gesunken ist und konstant bleibt.

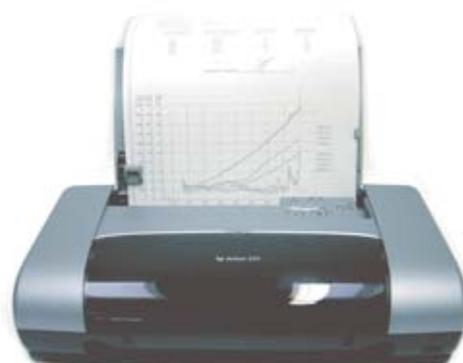
Die Motorstromaufnahme liegt in der Regel im Bereich von 5 bis 50% unter dem vorherigen Wert. Im Bedarfsfall kann der automatische Steuerungsablauf durch manuelle Bedienung ersetzt werden.

Die Behandlungszeit beträgt bis zu 30 min.. Das Werkstück ist nun stabilisiert und verzieht sich nur noch in sehr geringen, tolerierbaren Grenzen bei den folgenden mechanischen Bearbeitungen. Meistens weit weniger als beim Spannungsarmglühen.

Die Behandlung wird im Ausgangs- also Anlieferungszustand und je nach der Toleranzvorgabe noch einmal vor der Endbearbeitung durchgeführt, wenn also die engsten Toleranzen zu erzielen sind.

Mittels des Druckers wird ein Behandlungsprotokoll mit den Behandlungsdaten als Nachweis für die stattgefundene Entspannung ausgedruckt.

VSR heißt Vibration zur Spannungs-Reduktion



Anlagenaufbau

- Steuerung VIBMATIC: (Abb.1)
- Industrie-PC mit Festplatte
- CD-Rom-Laufwerk
- 3½" Diskettenlaufwerk
- 12" LCD-Farbmonitor
- Tastatur und Mauspad
- Frequenz-Umrichter
- Motorsteuerung
- Beschleunigerkarte

Der PC hat ein Modem mit ISDN-Anschluss, um ggf. Updates des Programmes oder Auswertungsunterstützung online von einer Servicefirma oder direkt vom Hersteller zu erhalten.

Zubehör:

- 2 Beschleunigungsaufnehmer (Abb.2) (incl. Kabel und Befestigung)
- 2 Befestigungszwingen (Abb.3)
- 4 Schwingungskissen (Abb.4)
- 1 Farbdrucker (Abb.5)
- 1 Vibrator mit frequenzgesteuertem Drehstrommotor (Abb.6)
- 1 Stroboskop (o. Abb.)

Anwendungsbereiche

Anwendung vor und während der mechanischen Bearbeitung

Das VSR-Verfahren verhindert vor allem, dass sich das Material bei der Bearbeitung verzieht. So wird es stabilisiert, um enge Toleranzen zu erreichen. Die Behandlung ist so schnell und einfach, dass häufiger vibriert wird als früher gegläht wurde. Man fühlt sich sicherer und kann mit größerer Spanabnahme arbeiten, ohne dass kritische Verzüge auftreten.

Anwendung beim Glühen

Auch wenn aus metallurgischen Gründen auf eine Wärmebehandlung nicht verzichtet werden kann, können durch vorheriges Vibrieren die beim Glühen auftretenden Verzüge vermindert werden.

Vibriieren statt Glühen

Vibriieren kann als metallphysikalisches Verfahren das metallurgisch wirkende Glühen nicht in allen Wirkungen ersetzen. Dennoch gibt es viele Gründe, auf das Glühen zu

Anwendung beim Verformen

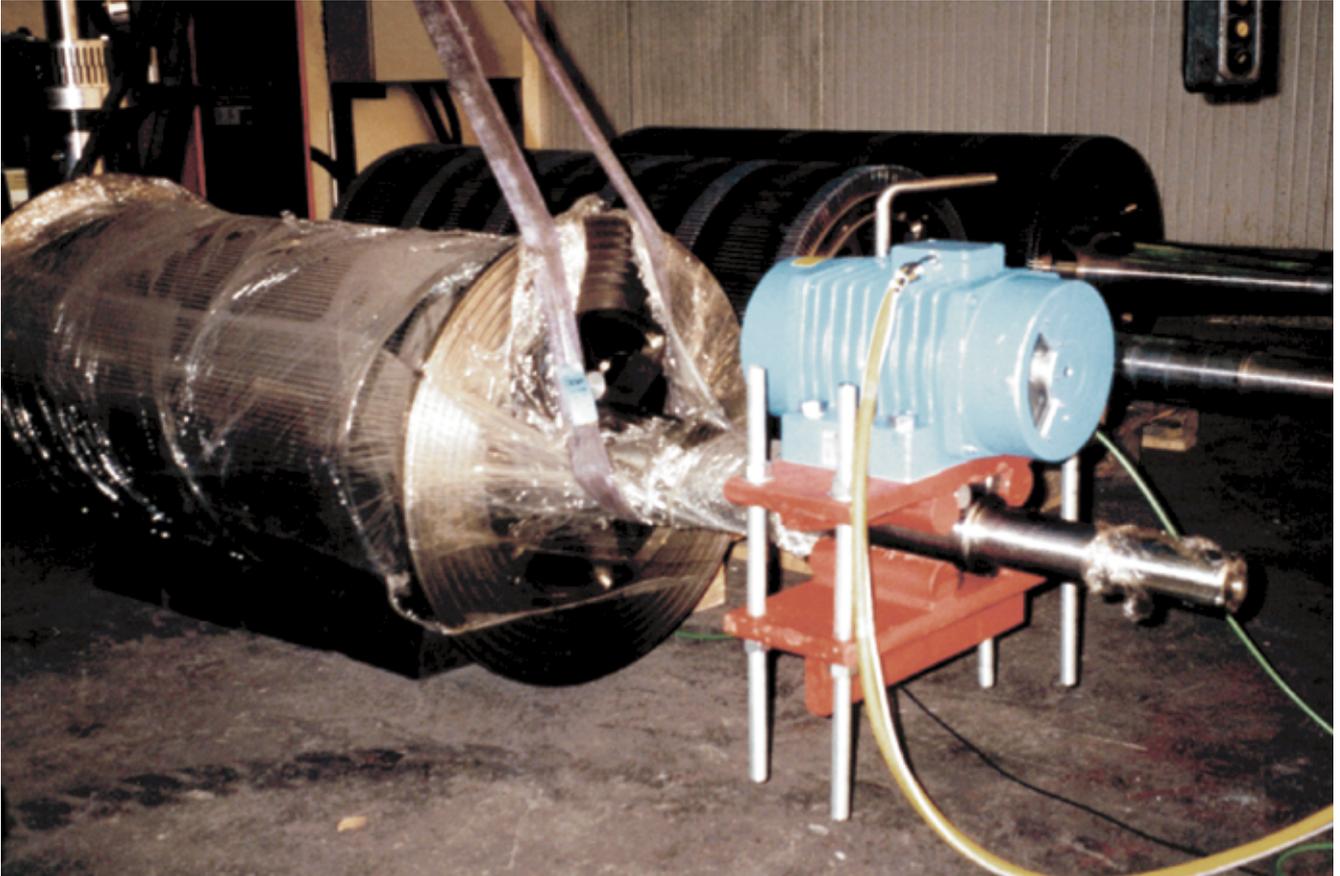
Bei hochfesten Baustählen wird durch das Vibrieren eine höhere Duktilität erreicht, sodass problemloser verformt werden kann. Die werkstofftechnischen Werte werden dadurch nicht geringer.

Anwendung beim Schweißen

Das VSR-Verfahren kann oft die beim Schweißen auftretenden Verzüge und Aufhärtungen beim Schweißnahtübergang verringern. Kritische Stähle, wie z.B. wasservergütete, reißen nicht mehr. Denn die Erstarrungsbedingungen sind verändert und die Schweißspannungen geringer.

verzichten. Z.B. entsprechend dem AD-Merkblatt HP 7/2 "Warmbehandlung ferritischer Stähle". Den ungeglühten Schweißzustand kann das Vibrieren erheblich verbessern.

VSR Vibrationsentspannen statt Glühen



Werkstoffe

Die meisten Maschinen- und Apparatebau-Werkstoffe können durch Vibrieren entspannt werden. Kaum Einschränkungen gibt es auch bei den Größen der Bauteile und den Verfahren der Materialherstellung.

Geeignete Werkstoffe

Grau-, Kugelgraphit und Stahlguss, unlegierte, niedrig- und hochlegierte ferritische Stähle mit normalisiertem oder angelassenem bzw. spannungsarmgeglühtem Gefüge, nicht wärmebehandelbare Legierungen, die durch Teilchen- oder Phasenausscheidung oder durch Mischkristallbildung in kohärenter Ausscheidungsform verfestigt sind. Ausscheidungsverfestigende und härtende Werkstoffe im lösungsgeglühten Zustand.

Teilweise geeignete Werkstoffe

Martensitische und austenitische Stähle, Aluminium-, Nickel- und Titanlegierungen, wenn diese durch Kalt- und Warmauslagern gehärtet sind.

Ungeeignete Werkstoffe

Werkstoffe, die zur Verfestigung kalt verformt wurden und die dadurch unter einer starken Gitterverzerrung leiden. Maßgebend ist der Verformungsgrad. Verformungen über 5 % sind in der Regel kritisch. Daher ist auch Rohr- und Stangenmaterial oft ungeeignet. Das gilt auch für Werkstoffe, die gealtert sind oder durch inkohärente Ausscheidungen ausgehärtet wurden.

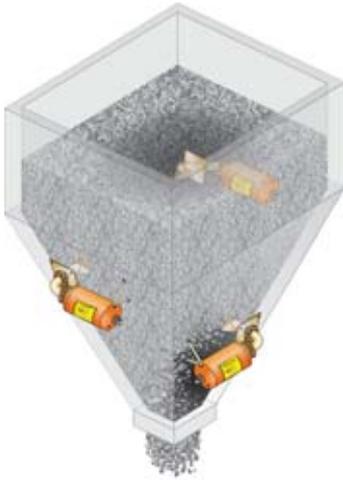
Mindestgewichte

Wegen der engen Wechselbeziehung zwischen Werkstück und Vibrator sollten die Teile möglichst 100 kg, mindestens jedoch 50 kg schwer sein. Es können unter Umständen aber auch mehrere leichtere Teile auf einem Schwingtisch gemeinsam behandelt werden. Hier ist aber eine individuelle Verfahrensuntersuchung notwendig, um die Anwendbarkeit der Vibrationsentspannung bezüglich der Verzugsbeeinflussung nachzuweisen. Es sind auch schon Werkstücke von weit über 50 t (200 t) erfolgreich vibrationsbehandelt worden.

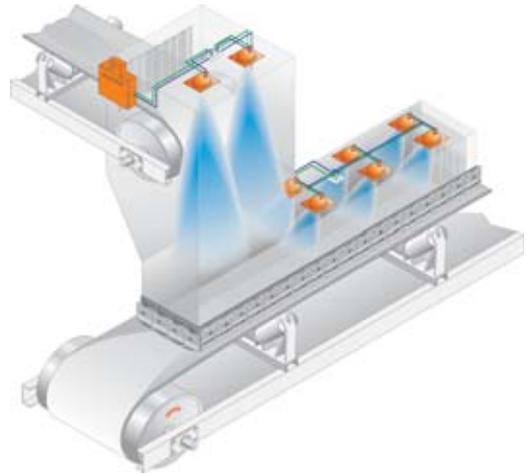
Noch ein Wort zum Glühen

Beim Spannungsarmglühen als metallurgisches Verfahren werden zwar die hohen Eigenspannungen ersten und zweiten Grades reduziert. Doch viele Resteigenspannungen bleiben noch erhalten. Dagegen ist beim Vibrationsentspannen als metallphysikalisches Verfahren die Relaxation besser, vor allem im Mikrobereich. Daher verziehen sich die meisten Teile weniger als beim Glühen, falls glühen überhaupt einsetzbar ist.

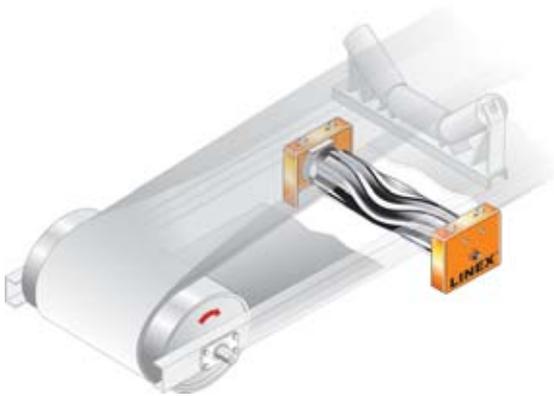
Produktprogramm



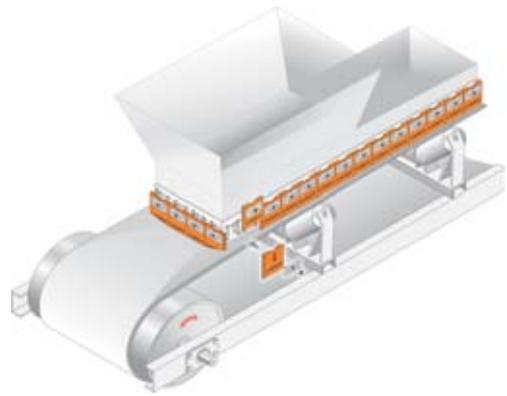
VSR BLASTER® Luftkanonen und Luftinjektoren



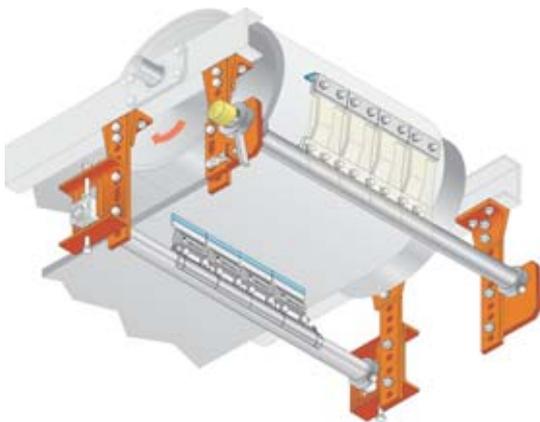
DUSTEX® Staubniedernebelungssysteme



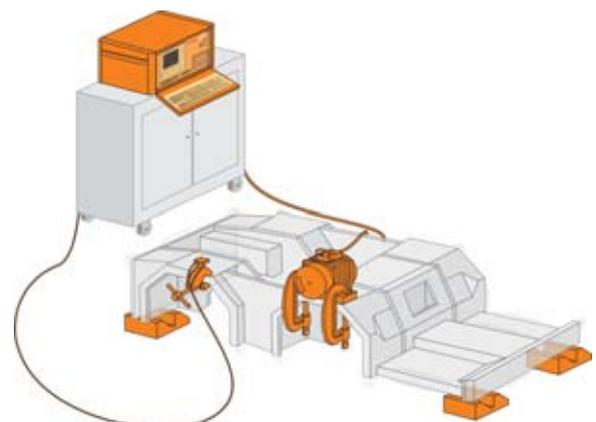
LINEX® Förderbandzentrierrollen



CAREX® Schurrenabdichtung



VIBREX® Förderbandabstreifer



VIBMATIC 6000® Vibrationsentspannungssystem zur Reduzierung von Eigenspannungen

VSR



VSR Industrietechnik GmbH
Am Alten Schacht 6
D- 47198 Duisburg
Tel. +49 (0) 20 66 / 99 66-30
Fax +49 (0) 20 66 / 99 66-62

Internet: www.vsr-industrietechnik.de

E-mail: info@vsr-industrietechnik.de