27. Jahrgang

DER WÄRMEBEHANDLUNGSMARKT

MATERIALS ▯ TECHNOLOGIES ▯ OFFERS

THE HEAT TREATMENT MARKET

3 | 2020

Die Bedeutung der Korngröße - Teil 2

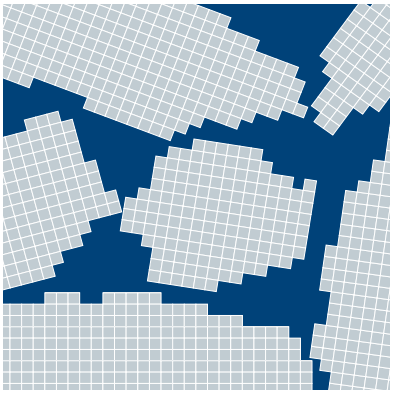
T.F.W.W.

Technologieforum Werkstoff & Wärme

Werkstofftechnik
Dr. Sommer

Dr. Sommer Werkstofftechnik GmbH
Dr. Sommer Materials Technology

Telefon: **+49-(0) 28 35-96 06-0**
Telefax: **+49-(0) 28 35-96 06-60**
E-mail: info@werkstofftechnik.com
Internet: www.werkstofftechnik.com



Titelseite:

Dass sich die Feinkörnigkeit in metallischen Werkstoffen positiv auf viele Eigenschaften auswirkt, ist eine bekannte Tatsache. Im Fachbericht der letzten Ausgabe wurden die Einflüsse der Korngröße auf Eigenschaftsveränderungen beschrieben.
Im zweiten Teil des Fachberichts in dieser Ausgabe wird nun ausführlicher auf die Korngrenzen eingegangen, welche Körner unterschiedlicher Orientierung, jedoch gleicher Kristallstruktur trennen.

Nächster Marktspiegel Wärmebehandlung: Ausgabe 4 | 2020

Next Market Survey Heat Treatment Market: Issue 4 | 2020

Redaktionsschluss nächste Ausgabe 11. September 2020
Next issue, please order until 2020-09-11

Tel/Phone: +49 - (0)2835-9606-0 Gabriela Sommer

Impressum

Herausgeber Editor:	Dr. Sommer Werkstofftechnik GmbH
Kontakt und Anzeigen:	Gabriela Sommer
Contact and Adds:	Hellenthalstrasse 2, D-47661 Issum
Schriftleitung Editor in charge:	Prof. Dr. Peter Sommer
Druck Printing:	PRINT.POINT GmbH & Co.KG
Layout:	Elmar van Treeck · Geldern
ISSN:	09 43 - 80 25

Messeveranstaltung auf dem HärtereiKongress 2020 abgesagt

Sehr geehrte Leserinnen und Leser!

Es war für die AWT-Verantwortlichen und die Geschäftsführung des F&E Technologiebrokers Bremen ganz sicher eine sehr schwere Entscheidung. In diesem Jahr wird es keine Messeveranstaltung zum HärtereiKongress in Köln geben. Die Auflagen des Landes NRW und die bestehenden Reisebeschränkungen für Teilnehmer aus dem Ausland waren den Ausstellern und Besuchern nicht zuzumuten, so beschreibt es der Vorsitzende der AWT, Dr. Winfried Gräfen. Das Vortragsprogramm wird als Online-Veranstaltung durchgeführt.

Nach einer dreimonatigen Pause für Präsenzseminare konnten wir im Mai erstmals wieder ein Präsenzseminar in unserem Seminargebäude durchführen. Alle Teilnehmer hielten sich strikt an die Hygienevorschriften und die Seminarwoche verlief völlig problemlos.

Das Seminarprogramm in der zweiten Jahreshälfte steht auch bereits terminlich fest. Bei den Zweitages-Seminaren haben Sie die Wahl zwischen Präsenz- und Online-Seminaren. Nähere Informationen finden Sie auf der nachfolgenden Seite.

Wir präsentieren seit Mai 2020 auch einen monatlichen Online-Fachvortrag. Drei Vorträge sind bereits erfolgreich absolviert und drei weitere Themen folgen:

- 08.09.2020: Vergütungsstähle - Eigenschaften und Wärmebehandlung
- 06.10.2020: Schadensfälle an Bauteilen aus Vergütungsstählen incl. Randschichthärten und Nitrieren
- 17.11.2020: Chancen und Herausforderungen an die additive Fertigung im Pulverbettverfahren für den Werkzeug- und Formenbau. Gastvortrag von Hr. Johannes Bruckwilder, Fa. Uddeholm

Sie möchten sich an der Online-Vortragsreihe mit einem eigenen Vortrag beteiligen? Sprechen Sie uns an und informieren uns über ihren Themenwunsch.

Bleiben Sie gesund und gehen mit dieser besonderen Situation weiterhin besonnen um.

Mit besten Grüßen

Trade fair at the HärtereiKongress 2020 cancelled

Dear Readers!

It certainly was a very difficult decision for those persons responsible at AWT and the management of R&D Technologiebroker Bremen. There will be no trade fair event for the HärtereiKongress in Cologne this year. The conditions imposed by the state of NRW and the existing travel restrictions to participants from abroad could not be expected for the exhibitors and visitors, as Dr. Winfried Gräfen, chairman of the AWT, describes it. The lecture program will be held as an online event.

After a three-month break for attendance seminars, we were able to hold our first attendance seminar in our seminar building in May. All participants adhered strictly to the hygiene regulations and the seminar week was processed without a hitch.

The seminar program for the second half of the year has also already been scheduled. For the two-day seminars you can choose between face-to-face and online seminars. You will find more detailed information on the following page.

Since May 2020, we also present a monthly online lecture. Three lectures have already been successfully completed and three more topics will follow:

- Sept. 8th, 2020: Heat-treatable steels - properties and heat treatment
- Oct. 6th, 2020: Damage to components made of heat-treatable steels including surface hardening and nitriding
- Nov. 17th, 2020: Opportunities and challenges for additive manufacturing using the powder bed process for tool and mould making. Guest lecture by Mr. Johannes Bruckwilder, Uddeholm company

Would you like to participate in the online lecture series with an own presentation? Please contact us and inform us about your desired topic.

Stay healthy and still deal cool headed with this special situation.

Best regards

P. Sommer

Werkstofftechnik
Dr. Sommer
Anwendungsakademie

Vorträge und Seminare in Issum Seuelen

Präsenz- und Onlineseminare

21. - 22. September 2020 NEU

Einsatzhärten von Stählen

Prozesstechnik - Prozess-FMEA - Bauteilprüfung

Einsatzhärten ist ein bedeutendes thermochemisches Wärmebehandlungsverfahren. Wir stellen dieses Verfahren in all seinen Prozessschritten detailliert vor. Zielgruppe sind Mitarbeiter aus Wärmebehandlungsbetrieben, die diese Wärmebehandlungsprozesse durchführen oder sich damit in der Zukunft befassen werden. Eine Teilnahme am Einsteiger- und Aufbauseminar bzw. am Fernseminar ist keine formale Voraussetzung, aber die dort vermittelten Basiskenntnisse bilden die Grundlage für dieses Seminar.

01. - 02. Dezember 2020

Schadensfälle untersuchen und bewerten

Praxistage

Schadensfälle nach einer Wärmebehandlung werden häufig der Wärmebehandlung angelastet. Eine sorgfältige Analyse ist daher erforderlich, um zwischen wärmebehandlungsbedingten und -fremden Ursachen unterscheiden zu können. Ein Seminar mit Grundlagenvorträgen und praktischen Untersuchungen in unserem Anwendungsinstitut. Es können auch eigene Schadensfälle vorgestellt und diskutiert werden.

19. - 23. Oktober 2020 ZUSATZTERMIN

Teil 1: Einsteigerseminar mit Kursabschlussprüfung

Was der Härter über seine Arbeit wissen muss

Ausbildung zur Wärmebehandlungs-Fachkraft | Basiswissen

Wochenseminar über Grundlagen der Werkstofftechnik und Wärmebehandlung. Speziell für Einsteiger und Berufsneulinge.

26. - 27. Oktober 2020

Gefüge in Stählen und der metallographische Bewertung

Gefüge im Anlieferzustand - Praxistage

Die Praxistage „Gefügebewertung" richten sich an Mitarbeiter, die metallographische Untersuchungen durchführen bzw. Ergebnisse der Metallographie bewerten und interpretieren müssen. In dieser zweiten Veranstaltung werden insbesondere Neueinsteigern die metallographischen Grundkenntnisse und die Beschreibung von Gefügen im Lieferzustand vermittelt.

26. Oktober 2020 bis September 2021

Metallographische Fachkraft für Stahlwerkstoffe

Berufsbegleitende Ausbildung

Eine zielsichere Gefügebewertung ist eine gleichermaßen bedeutsame wie auch schwierige Disziplin in der täglichen Arbeit. Fehlinterpretationen können enorme Kosten nach sich ziehen. Aus diesem Grund bieten wir die Ausbildung zur metallographischen Fachkraft für Stahlwerkstoffe an.

Die Ausbildung erfolgt berufsbegleitend in mehreren Abschnitten als Präsenzausbildung in unserem Institut, im Unternehmen des Teilnehmers durch rechnerbasiertes Training und durch Lehrbriefe. Sie schließt mit einer Institutsprüfung ab, die belegt, dass die Ausbildungsinhalte beherrscht werden und die praktischen Fähigkeiten unter Beweis gestellt wurden.

09. - 13. November 2020

Teil 1: Einsteigerseminar mit Kursabschlussprüfung

Was der Härter über seine Arbeit wissen muss

Ausbildung zur Wärmebehandlungs-Fachkraft | Basiswissen

Wochenseminar über Grundlagen der Werkstofftechnik und Wärmebehandlung. Speziell für Einsteiger und Berufsneulinge.

Die Seminarteilnehmer grüßen die Leser

SoTrain

Wir sind Bildungsträger nach AZAV

Nutzen Sie Bildungsschecks, Bildungsprämien und die verschiedenen Förderprogramme des Bundes und der Bundesländer.

Gerne beraten wir Sie in einem persönlichen Gespräch.

Die Bedeutung der Korngröße

The Importance of Grain Size

Teil 2

Part 2

Prof. Dr.-Ing. Peter Sommer

Im Fachbericht der letzten Ausgabe wurden die Möglichkeiten zur Beeinflussung der Korngröße, die Korngrößenmessverfahren und die Einflüsse der Korngröße auf Eigenschaftsveränderungen beschrieben. Bei der Beschreibung der optimalen Teilchengröße der Aluminiumnitride hatte sich leider ein Tippfehler eingeschlichen, der zunächst korrigiert werden muss. Die optimale Teilchengröße liegt bei 30 - 50 nm und nicht, wie fälschlicherweise dargestellt bei 30 - 50 µm.

Der Artikel war auch Anlass, weitergehende Untersuchungen im Rahmen einer Bachelorarbeit zu starten. Nach Abschluss dieser Arbeiten wird auch hierüber berichtet werden.

Korngrenzen

In diesem Teil 2 sollen die Korngrenzen, welche Körner unterschiedlicher Orientierung, jedoch gleicher Kristallstruktur trennen, ausführlicher behandelt werden. In der Metallphysik wird zwischen Großwinkelkorngrenzen, Kleinwinkelkorngrenzen und Zwillingskorngrenzen unterschieden. Im Zusammenhang mit Diffusionsvorgängen bei der Wärmebehandlung sind vornehmlich die Großwinkelkorngrenzen von Bedeutung.

Aus der flüssigen Schmelze entstehen bei der Erstarrung zufällig orientierte Kristalle an Keimpunkten. Unter Beibehaltung der einmal vorgegebenen Kristallorientierung wachsen die Kristalle und stoßen dann auf einen Kristall mit einer anderen Orientierung. Die dabei gebildeten Grenzflächen zwischen den Kristallen sind die Korngrenzen. Ein im Wachstum behinderter Kristall wird als Kristallit bzw. Korn bezeichnet.

Die Fehlpassung zwischen den unterschiedlichen Kristallorientierungen führt zu einer Störung der Gleichgewichtslage der an den Korngrenzen gelegenen Atome. Dies wiederum führt zu zahlreichen spezifischen Eigenschaften. Die Legierungselemente Kohlenstoff, Schwefel, Bor, Phosphor, Zinn und Antimon können sich an Korngrenzen anreichern, was praktisch immer mit einer Zähigkeitsminderung verbunden ist.

An den Austenitkorngrenzen beginnt bei gleichgewichtsnah langsamer Abkühlung die Ausscheidung von voreutektoidischem Ferrit bzw. Zementit. Die Korngrenzen sind die Keimpunkte der diffusionsgesteuerten Umwandlung. Zudem ist die Diffusionsgeschwindigkeit an den Korngrenzen für viele Atomsorten deutlich größer als im Korninnern. Fast immer führen Segregationen und Ausscheidungen an Korngrenzen zu merklichen Verschlechterungen von Werkstoffeigenschaften.

In the technical report of the last issue, the possibilities for influencing grain size, the methods of grain size measurement and the influence of grain size on changes in properties were described. Unfortunately, a typing error had crept in when describing the optimum particle size of aluminium nitrides, which must first be corrected. The optimum particle size is 30 - 50 nm and not 30 - 50 µm, as incorrectly stated.

The report was also the occasion to start further investigations in the context of a bachelor thesis. After completion of this work, a description will also be given on this.

Grain boundaries

In this second part, the grain boundaries, which separate grains of different orientation but with the same crystal structure, will be discussed in more detail. In metal physics, a distinction is made between large-angle grain boundaries, small-angle grain boundaries and twin grain boundaries. In connection with diffusion processes during heat treatment, the large-angle grain boundaries are of particular importance.

Randomly oriented crystals at nucleation points are formed from the liquid melt during solidification. While maintaining the once given crystal orientation, the crystals grow and then collide with a crystal with a different orientation. The interfaces between the crystals formed in this process are the grain boundaries. A crystal that is hindered in growth is called crystallite or grain.

The mismatch between the different crystal orientations leads to a disturbance of the equilibrium position of the atoms located at the grain boundaries. This, in turn, leads to numerous specific properties. The alloying elements carbon, sulfur, boron, phosphorus, tin and antimony can accumulate at grain boundaries, which is practically always associated with a reduction in toughness.

Pre-eutectoid ferrite or cementite precipitation begins at the austenite grain boundaries with slow cooling close to equilibrium. The grain boundaries are the nucleation points of the diffusion-controlled transformation. Besides, the diffusion velocity at the grain boundaries is significantly higher for many atomic types than in the grain interior. Almost always, segregations and precipitations at grain boundaries lead to a noticeable worsening of material properties.

Carbidausscheidungen

Eine gleichgewichtsnahe Abkühlung übereutektoidischer Stähle führt zu Ausscheidungen von Sekundärzementit an den Austenitkorngrenzen. Durch die Natriumpikratätzung werden die Zementitausscheidungen an den Korngrenzen sehr gut erkennbar, **Bild 1.** Diese Gefügeausbildung ist weder für die mechanische Bearbeitung noch als Ausgangszustand für das Härten und Anlassen verwendbar. Es erfolgt daher bei diesen Stählen vor Auslieferung eine Weichglühung bzw. GKZ-Glühung (+AC) zur Einformung der Carbide. Nach Abschluss der mechanischen Bearbeitung erfolgt dann bei diesen Werkzeugstählen das Härten und Anlassen. Beim Austenitisieren wird dabei nicht der gesamte Kohlenstoffgehalt gelöst, sondern es verbleiben ungelöste Sekundärcarbide. Da die unlegierten bzw. niedriglegierten Werkzeugstähle aufgrund der begrenzten Härtbarkeit in Wasser, Öl, Salz oder einem Polymergemisch abgeschreckt werden müssen, ist eine neuerliche voreutektoidische Carbidausscheidung an den Korngrenzen nicht zu erwarten.

Dies ändert sich, wenn ein Carbidbildner, z.B. Chrom in größeren Konzentrationen hinzulegiert wird. Chrom bildet nicht nur Sondercarbide, sondern verbessert auch die Härtbarkeit. Diese Stähle, z.B. der Werkstoff X153CrMoV12, Werkstoff-Nr. 1.2379, können daher im Vakuumofen mit Gasdruckkühlung gehärtet werden. Zur Auflösung der Sondercarbide sind Austenitisierungstemperaturen zwischen 1000 und 1080°C erforderlich. Bei unzureichender Abschreckgeschwindigkeit kann es dann zu voreutektoidischen Carbidbildungen an den Austenitkorngrenzen kommen, **Bild 2.** Die ohnehin bei diesen Stählen geringe Zähigkeit wird dann nochmals verschlechtert.

Austenitische Stähle werden nach einer Kaltumformung in einem ähnlichen Temperaturbereich wie die chromlegierten Werkzeugstähle lösungsgeglüht. Bei der nachfolgenden Abkühlung ist eine Chromcarbidbildung an den Korngrenzen ebenfalls zu vermeiden. Die sich bei zu langsamer Abkühlung bildenden Chromsondercarbide haben einen höheren Chromgehalt als die Matrix, was zu einer Chromverarmung in der Umgebung der Korngrenzen und dem daraus resultierendem Verlust der Korrosionsbeständigkeit führt.

Zu einem ähnlich negativen Resultat kommt es, wenn härtbare korrosionsbeständige Stähle im Temperaturbereich von 450 - 600°C angelassen werden, **Bild 3.**

Phosphordiffusion

Zur Reduzierung der erforderlichen Umformkräfte erfolgt vielfach vor der Kaltumformung eine Phosphatierung der Oberfläche. Diese Schicht muss vor einer nachfolgenden Schutzgasglühung durch Reinigung entfernt werden. Dies geschieht, basierend auf dem chemischen Verhalten von Phosphatschichten (löslich in Säuren und Laugen), in der Regel durch den Einsatz basischer Reinigungsmittel.

Erfolgt keine Reinigung, setzt eine Zersetzung der Zinkphosphatschicht ein. Hierbei beginnt zunächst das in der Zinkphosphatschicht gebundene Zink aufgrund seines niedrigen Siedepunktes von 907°C, je nach Glühtemperatur, teilweise bzw. vollständig zu

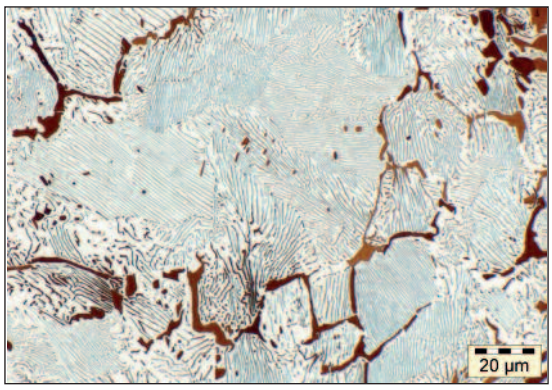


Bild 1: Sekundärzementit an den ehemaligen Austenitkorngrenzen

Figure 1: Secondary cementite at the former austenite grain boundaries

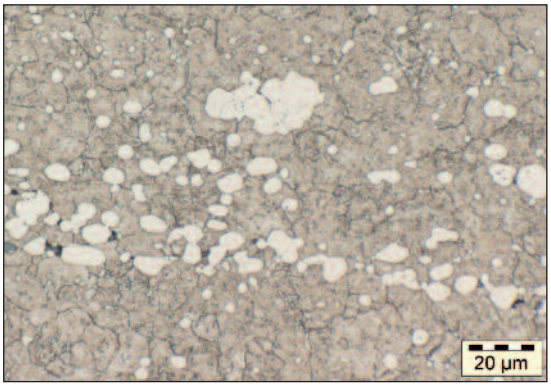


Bild 2: Voreutektoidische Carbidfilme an den ehemaligen Austenitkorngrenzen

Figure 2: Pre-eutectoid carbide films at the former austenite grain boundaries

Carbide precipitations

Cooling near-equilibrium of hypereutectoid steels leads to precipitation of secondary cementite at the austenite grain boundaries. Sodium picrate etching makes the cementite precipitations at the grain boundaries very clearly visible, **Figure 1.** This microstructure formation is not suitable for mechanical processing or as a starting condition for hardening and tempering. For this reason, soft annealing or spheroidizing (+AC) is carried out on these steels before delivery to form the carbides. After completion of the mechanical processing, these tool steels are hardened and tempered. During austenitizing, not all the carbon content is dissolved, but undissolved carbides remain. Since the unalloyed or low-alloy tool steels have to be quenched in water, oil, salt or a polymer mixture due to their limited hardenability, a renewed pre-eutectoid carbide precipitation at the grain boundaries is not to be expected.

This changes when a carbide former, e.g. chromium, is added in higher concentrations. Chromium not only forms special carbides but also improves the hardenability. These steels, e.g. material X153CrMoV12, material no. 1.2379, can, therefore, be hardened in a vacuum furnace with gas pressure cooling. Austenitizing temperatures between 1000 and 1080°C are required to dissolve the special carbides. If the quenching speed is insufficient, this can lead to pre-eutectoid carbide formation at the austenitic grain boundaries, **Figure 2.** The already low toughness of these steels is then further decreased.

After cold forming, austenitic steels are solution annealed in a similar temperature range as the chromium alloyed tool steels. During subsequent

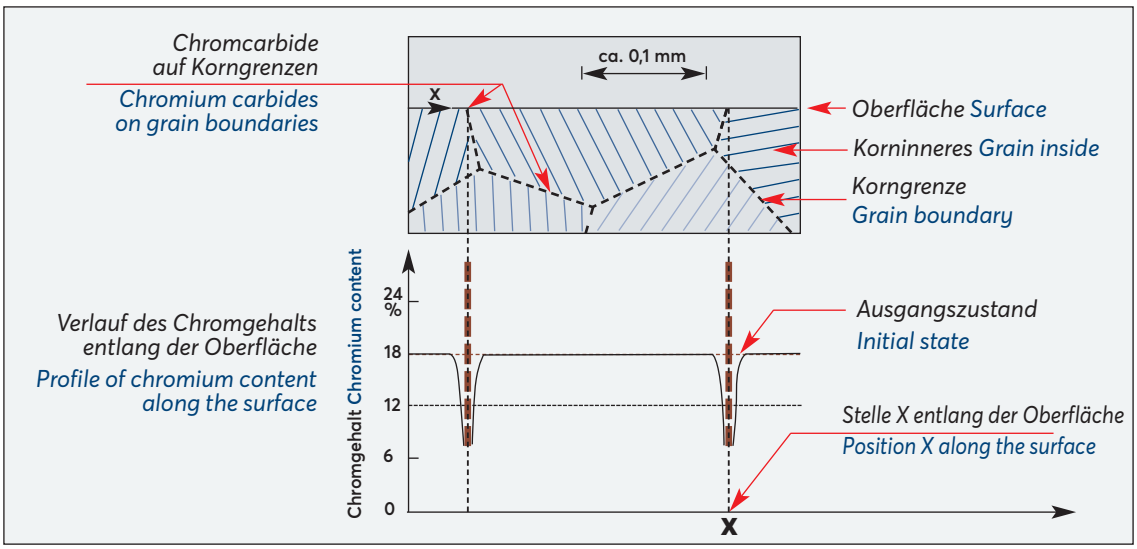


Bild 3: Schnitt durch ein Werkstück aus X5CrNi18-10: Schematische Darstellung der Chromverarmung an Korngrenzen

Figure 3: Section through workpiece of X5CrNi18-10: Schematic presentation of chromium depletion at grain boundaries

verdampfen und das Radikal PO_4 bleibt übrig. Die endothermische Schutzgasatmosphäre reduziert dieses Radikal und es entsteht elementarer Phosphor, der in die Stahloberfläche eindiffundiert.

Der eindiffundierende Phosphor bewirkt eine Aufweitung des Ferritgebiets. Bei ausreichendem Phosphorgehalt wird der Austenit in Ferrit umgewandelt bzw. Ferrit durch Phosphor stabilisiert. Dieser bleibt auch bei Glühtemperaturen oberhalb von Ac1 beständig. Eine Umwandlung in Austenit findet nicht statt, weshalb auch beim Abschrecken kein Martensit gebildet wird.

Bei der metallographischen Untersuchung und einer Ätzkontrastierung mit 3 %iger Salpetersäure ist eine scharfe Trennlinie zwischen dem phosphorstabilisiertem Ferrit und dem Grundgefüge zu erkennen. Der Phosphor ist aber über die Korngrenzen sehr viel tiefer eindiffundiert, was durch eine Oberhoffer-Ätzung nachweisbar ist, **Bild 4 und 5**.

Bild 4: Vergütungsgefüge mit phosphorstabilisiertem Ferrit (Ätzung in 3 %iger HNO_3)

Figure 4: Tempering microstructure with phosphorus-stabilized ferrite (etching in 3% HNO_3)

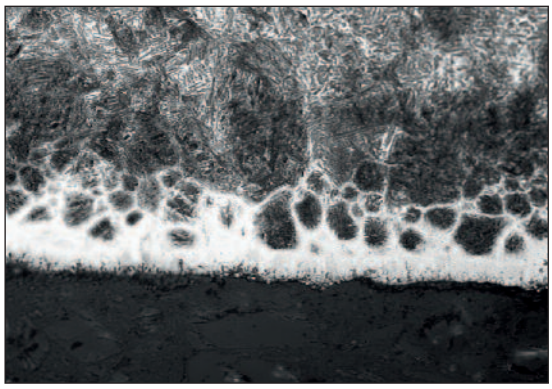


Bild 5: Vergütungsgefüge mit phosphorstabilisiertem Ferrit (Oberhoffer-Ätzung)

Figure 5: Tempering microstructure with phosphorus-stabilized ferrite (Oberhoffer etching)

cooling, chromium carbide formation at the grain boundaries must also be avoided. The special chromium carbides which develop when cooling is too slow have a higher chromium content than the matrix, which leads to chromium depletion near to the grain boundaries and the resulting loss of corrosion resistance.

A similarly negative result is obtained when hardenable corrosion-resistant steels are tempered in the temperature range of 450 - 600°C, **Figure 3.**

Phosphor diffusion

In order to reduce the necessary forming forces, the surface is often phosphated before cold forming. This layer must be removed by cleaning before subsequent inert gas annealing. Based on the chemical behaviour of phosphate layers (soluble in acids and alkalis), this is usually done by using basic cleaning agents.

If cleaning is not carried out, the zinc phosphate layer starts to decompose. In this process, the zinc bound in the zinc phosphate layer begins to evaporate partially or entirely due to its low boiling point of 907°C, depending on the annealing temperature, and the radical PO_4 remains. The endothermic protective gas atmosphere reduces this radical and elementary phosphorus is formed, which diffuses into the steel surface.

The diffusing phosphorus causes an expansion of the ferrite area. If the phosphorus content is sufficient, the austenite is converted into ferrite or ferrite is stabilized by phosphorus. This remains stable even at annealing temperatures above Ac1. There is no conversion to austenite, which is why no martensite is formed during quenching.

During metallographic examination and etching contrasting with 3% nitric acid, a sharp dividing line can be seen between the phosphorus-stabilized ferrite and the basic microstructure. However, the phosphorus is much more deeply diffused across the grain boundaries, which can be detected by Oberhoffer etching, **Figure 4 and Figure 5.**

The phosphorus-induced transformation of austenite into ferrite occurs only in steels with low or medium carbon content. At higher carbon contents the phosphorus is also absorbed, but

Die phosphorinduzierte Umwandlung von Austenit in Ferrit erfolgt nur bei Stählen mit niedrigem bzw. mittlerem Kohlenstoffgehalt. Bei höheren Kohlenstoffgehalten wird der Phosphor zwar auch aufgenommen, jedoch kommt es nicht zu Ferritbildung. Der Phosphor ist an den Korngrenzen nach einer Oberhofferätzung wieder deutlich erkennbar und wirkt versprödend. Dies kann zu Abschreckspannungsrissen führen, wie dies in **Bild 6** dargestellt ist.

Findet die Wärmebehandlung hingegen in einer oxidierenden Atmosphäre statt, wird eine Phosphoreindiffusion verhindert. Es kommt neben einer verstärkten Zinkverdampfung zu einer Oxidation der Oberfläche, bei der Phosphor im Oxid abgebunden wird. Bei einem nachfolgenden Abschrecken platzen diese nur gering haftenden Schichten ab.

Die Entfernung der Phosphatschicht ist aber nicht nur zur Vermeidung von phosphorstabilisiertem Ferrit ratsam. Das verdampfende Zink kondensiert an kalten Stellen im Ofen, was zu einer starken Verschmutzung führt.

Kupfer-Nickel-Segregation

Stähle aus der Elektrostahlerzeugung weisen im Vergleich zu Stählen aus dem Sauerstoffkonverter stets höhere Kupfer- und Nickelgehalte auf. Bei der Elektrostahlerzeugung wird Schrott eingeschmolzen während bei der Stahlerzeugung im Konverter Roheisen verarbeitet wird. Die beiden Elemente Kupfer und Nickel sind oxidationsstabil und können daher nicht aus der Stahlschmelze entfernt werden. Während das Roheisen nur geringe Gehalte an diesen beiden Elementen aufweist und die Menge Kühlschrott im Vergleich zum Roheisen nur gering ist, steigt der Gehalt an diesen Elementen durch das mehrfache Recyceln von Schrott bei der Elektrostahlerzeugung an.

Die Oxidationsstabilität der Elemente Kupfer und Nickel macht sich auch bei der Wärmebehandlung bemerkbar. Unter oxidierender Atmosphäre entsteht Eisenoxid und die Gehalte an Kupfer und Nickel reichern sich an der Oberfläche an. Der Konzentrationsgradient zwischen den Elementgehalten an der Oberfläche und dem Grundwerkstoff führt zu einer korngrenzenorientierten Diffusion von Kupfer und Nickel.

Beim Vergütungsstahl 42CrMo4, Werkstoff-Nr. 1.7225, mit 0,56 % Cu+Ni wurden Anreicherungen bis zu ca. 20 % gemessen. Die kupfer- und nickelreichen Korngrenzen sind weich, was zu Rissbildungen beim Abschrecken führen kann. Treten bei der Fertigung oder Verwendung von Bauteilen mit Kupfer-Nickel-Segregationen Biegespannungen auf, besteht ebenfalls eine Rissgefahr. Beispielhaft ist das Ferrit-Perlit-Gefüge von Rundstahl-Kettengliedern dargestellt, **Bild 7.** Beim Kaltbiegen traten vermehrt Risse auf.

Sauerstoffdiffusion

Bei der Aufkohlung in endothermischen Atmosphären kommt es nicht nur zu einer Kohlenstoffübertragung sondern auch zu einer Sauerstoffaufnahme. Während der Kohlenstoff im Austenitgitter gelöst wird, reagiert der Sauerstoff mit den sauerstoffaffinen Elementen Chrom, Mangan und Silizium

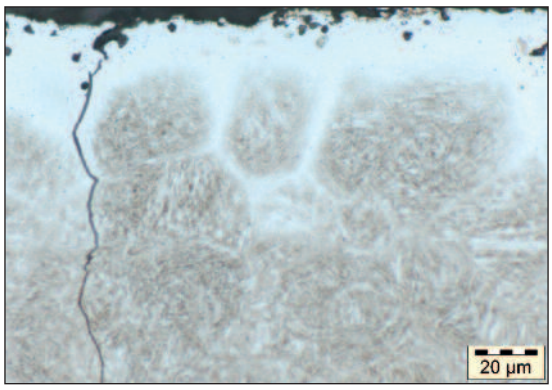


Bild 6: Abschreckspannungsriss an phosphorreicher Korngrenze

Figure 6: Quenching stress crack at phosphorous-rich grain boundary

ferrite formation does not occur. The phosphorus is again clearly visible at the grain boundaries after Oberhoffer etching and has an embrittling effect. This can lead to quenching stress cracks, as shown in **Figure 6**.

If, on the other hand, the heat treatment takes place in an oxidizing atmosphere, phosphorus diffusion is prevented. In addition to increased zinc evaporation, oxidation of the surface occurs, in which phosphorus is bound in the oxide. During subsequent quenching, these only slightly adherent layers flake off.

However, the removal of the phosphate layer is not only advisable to avoid phosphorus-stabilized ferrite. The evaporating zinc condenses at cold spots in the furnace, which leads to heavy contamination.

Copper-nickel segregation

Steels from electric steel production always have higher copper and nickel contents than steels from the oxygen converter. In electric arc steel production, scrap is melted down, whereas, in steel production, pig iron is processed in the converter. The two elements, copper and nickel, are oxidation stable and therefore cannot be removed from the molten steel. While the pig iron has only low contents of these two elements and the amount of cooling scrap is only small compared to the pig iron, the content of these elements increases due to the multiple recycling of scrap in electric steel production.

The oxidation stability of the elements copper and nickel is also noticeable during heat treatment. Under oxidizing atmosphere, iron oxide is formed, and the copper and nickel contents enrich on the surface. The concentration gradient between the element contents at the surface and the base ma-

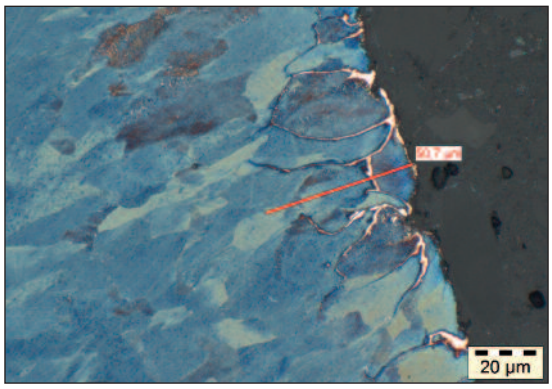


Bild 7: Kupfer-Nickel-Segregation an warmgewalzten Stäben, die zu Rundstahl-Kettengliedern verarbeitet werden

Figure 7: Copper-nickel segregation on hot-rolled bars that are processed into round steel chain links

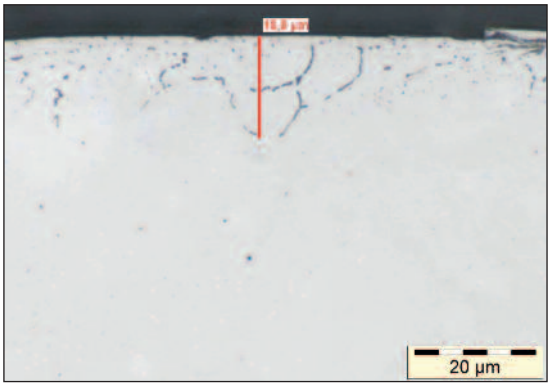


Bild 8: Randoxidation eines aufgekohlten Zahnrads

Figure 8: Inter-granular oxidation of a carburized gear

und bildet Oxide. Auch bei dieser Reaktion sind die Korngrenzen in besonderer Weise betroffen. Die an den Korngrenzen gebildeten Oxide wirken wie feine Kerben und mindern die Festigkeitseigenschaften insbesondere bei dynamischer Wechselbelastung. Auch im Korninnern kommt es zu Oxidbildungen, die eine allerdings eine globulare Form aufweisen, **Bild 8**.

Die Oxide mindern nicht nur die dynamischen Festigkeitseigenschaften, sie entziehen der Randschicht auch die härtbarkeitssteigernden Legierungselemente. Durch die verminderte Härtbarkeit kommt es in der randnahen und oxidbehafteten Randschicht nicht mehr zu einer Martensitbildung. Vielmehr entsteht eine weiche Randschicht aus Perlit und Bainit, die zudem Zugeigenspannungen aufweist. Alle genannten Einflussgrößen erhöhen die Anrissneigung, was zu einer Reduzierung der Schwingfestigkeit führt. Bei Verzahnungsbauteilen können die Zahnflanken geschliffen werden, in den Zahnfußbereichen bleibt die Randoxidation allerdings erhalten.

Die Bedeutung der Randoxidation für die Bauteileigenschaften wird auch dadurch erkennbar, dass zur Bestimmung der Randoxidation eine eigene Norm DIN 30901 erstellt wurde.

Randoxidationen treten nicht nur bei Aufkohlungsbehandlungen auf, sondern auch beim Austenitisieren mit einem aufkohlungsneutralen C-Pegel. Das Ausmaß der Randoxidation ist beim Austenitisieren zum Vergüten jedoch geringer ausgeprägt, da die Verweildauer in hoher Temperatur sehr viel kürzer ist als bei der Aufkohlungsbehandlung.

terial leads to a grain boundary oriented diffusion of copper and nickel.

Enrichments of up to approx. 20% were measured for the heat-treatable steel 42CrMo4, material no. 1.7225, with 0.56% Cu+Ni. The grain boundaries rich in copper and nickel are soft, which can lead to crack formation during quenching. If bending stresses occur during the production or use of components with copper-nickel segregations, there is also a risk of cracking. The ferrite-pearlite microstructure of round steel chain links is shown as an example, **Figure 7.** Increased cracking occurred during cold bending.

Oxygen diffusion

During carburization in endothermic atmospheres, not only carbon transfer occurs but also oxygen absorption. While the carbon is dissolved in the austenite lattice, the oxygen reacts with the oxygen-affine elements chromium, manganese and silicon and forms oxides. This reaction also affects the grain boundaries in a particular way. The oxides formed at the grain boundaries act like fine notches and reduce the strength properties, especially under dynamic alternating loads. Oxides are also formed in the interior of the grain, although they have a globular shape, **Figure 8.**

The oxides not only reduce the dynamic strength properties, but they also remove from the surface layer the alloying elements that increase hardenability. Due to the reduced hardenability, martensite is no longer formed in the oxidic surface layer close to the surface. Instead, a soft surface layer of pearlite and bainite is created, which also has residual tensile stresses. All the influencing factors mentioned increasing the tendency to cracking, which leads to a reduction in fatigue strength. In the case of gear components, the tooth flanks can be ground, but in the tooth root areas, the inter-granular oxidation remains.

The significance of inter-granular oxidation for the component properties is also evident from the fact that a separate standard; DIN 30901 has been drawn up to determine inter-granular oxidation.

Inter-granular oxidation occurs not only during carburizing treatments but also during austenitizing with a carburization-neutral C-potential. However, the extent of inter-granular oxidation is less pronounced in austenitizing for quenching and tempering, as the residence time in higher temeperatures is much shorter than in carburizing treatment.

Werkstofftechnik Dr. Sommer
Werkstofftechnik Dr. Sommer Werkstoffprüfservice
INTERNATIONAL STEEL COMPETENCE
Issum / Düsseldorf www.werkstofftechnik.com
Tel +49 2835 9606-0 info@werkstofftechnik.com
www.werkstoffprüfservice.de Neuss
info@werkstoffprüfservice.de Tel +49 2131 751795-0

InstitutsNews

Institutsprüfungen zur Wärmebehandlungsfachkraft

Thomas Mank

Auch im vergangenen Quartal hat wieder ein Teilnehmer unserer Seminare die abschließende Institutsprüfung zur Wärmebehandlungs-Fachkraft (Basiswissen) erfolgreich abgeschlossen. Das Zertifikat erhalten Teilnehmer nach Erfüllung der folgenden Kriterien:

- Erfolgreiche Teilnahme am Einsteigerseminar mit Abschlussklausur
- Erfolgreicher Abschluss einer Hausarbeit 1
- Erfolgreiche Teilnahme am Aufbauseminar mit Abschlussklausur
- Erfolgreicher Abschluss einer Hausarbeit 2
- Bestätigung des Arbeitgebers über eine mindestens einjährige Berufspraxis im Unternehmen
- Erfolgreiche Bearbeitung einer Wärmebehandlungsaufgabe mit Prozess- und Ergebnisdokumentation
- Mündliche Abschlussprüfung

Wir gratulieren Thomas Mank ganz herzlich zur erfolgreichen Abschlussprüfung.

Überwachungsaudits durch ZDH-ZERT abgeschlossen

Im Juni 2020 haben wir die jährlichen Überwachungsaudits gemäß DIN EN ISO 9001 und AZAV erfolgreich abgeschlossen. Trotz aller langjährigen Routine war diese Überwachung doch besonders, denn wegen der Covid-19-Pandemie stand erstmalig in der Unternehmensgeschichte die Überlegung im Raum, das Überwachungsaudit als Remote-Audit durchzuführen. Letztendlich hatte sich die Situation aber zum Audittermin so weit gelockert, dass das Audit unter Wahrung der Abstands- und Hygieneregeln bei uns vor Ort stattfinden konnte.

Sinn, Zweck und Nutzen externer Audits wurden bei diesem Termin wieder einmal sehr deutlich. Die Auditoren Herr Lohmann und Herr Löpp von ZDH-ZERT schauten in Details doch immer wieder anders auf unser QM-System, als wir selbst es tun. Auch bei dieser Überwachung erhielten wir wertvollen Input für die Weiterentwicklung unseres Qualitätsmanagementsystems.

Das positive Ergebnis der Überwachung aller Unternehmensbereiche umfasste auch die Überwachung als Seminarveranstalter nach AZAV. In der Summe war dieses Audit wieder ein großer Ansporn für uns alle, die Aufrechterhaltung und permanente Optimierung unseres Qualitätsmanagements auch weiterhin aktiv und konstruktiv zu betreiben.

Die Akkreditierung unseres Werkstofflabors und die Zertifizierung aller unser Unternehmensbereiche nutzen nicht nur unserer eigenen Organisation, sondern sind auch für unsere Kunden ein wichtiges Qualitätsmerkmal für professionelle, kompetente und objektive Dienstleistungen.

Weitere Informationen unter:
https://werkstofftechnik.com/ueber-uns/qualitaet-zertifizierung/

FuE-Gütesiegel „Innovativ durch Forschung“ erhalten

In den vergangenen Jahren haben wir uns regelmäßig an der Erhebung zu Forschung und Entwicklung der Unternehmen in Deutschland beteiligt, die regelmäßig vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft durchgeführt wird. Dafür wurden wir vom Stifterverband erneut mit dem FuE-Gütesiegel „Innovativ durch Forschung“ ausgezeichnet.

Bildung stiften, Wissen schaffen, Innovationen ermöglichen: Unter diesem Motto steht der Stifterverband als Gemeinschaftsinitiative der Wirtschaft seit 1920 für die gemeinsame Verantwortung von Unternehmen und Stiftungen für Wissenschaft und Bildung in Deutschland. Er tritt dafür ein, die deutsche Bildungs- und Forschungslandschaft nachhaltig zu verbessern. Um dieses Ziel zu erreichen, fördert der Stifterverband Hochschulen und Forschungsinstitute, unterstützt Talente, analysiert das Wissenschaftssystem und leitet daraus Empfehlungen für Politik und Wirtschaft ab.

Wir freuen uns über diese wiederholte Auszeichnung, aber wir nehmen sie nicht nur als eine Anerkennung für unsere zurückliegenden Aktivitäten entgegen, sondern wir sehen sie natürlich auch als einen weiteren Ansporn für unsere zukünftige Arbeit in Forschung und Entwicklung.

Informationen zu unseren Aktivitäten in praxisnaher Forschung finden Sie unter:
https://werkstofftechnik.com/werkstoffpruefung-schadensanalyse/tfww/

Stahl im Fokus - Anwendungsvielfalt

Kaum ein anderer metallischer Werkstoff bietet eine so große Anwendungsvielfalt wie der Werkstoff Stahl. Durch seine weitreichende Wärmebehandelbarkeit ist er ein unverzichtbarer Konstruktionswerkstoff. Gerade dieses sehr breite Eigenschaftsspektrum setzt bei allen Beteiligten der Produktionskette profunde Kenntnisse in der Werkstoff- und Wärmebehandlungstechnik voraus.

Nach erfolgreicher Durchführung der ersten beiden Vorträge im Mai und Juni setzen wir unser neues Angebot der Live-Vorträge fort und ermöglichen die gezielte Fortbildung an jedem beliebigen Ort mit einem PC und einer Internetverbindung. Die Vorträge können einzeln oder in Paketen gebucht werden. Jeder Vortrag beginnt dienstags um 10:30 Uhr, dauert 60 bis 75 Minuten und wird aufgezeichnet. Wer um 10:30 Uhr verhindert ist und angemeldet war, kann den Mitschnitt ab 15.00 Uhr für den Rest der Woche in voller Länge verfolgen.

Am Vortragstag aktiviert man kurz vor dem Seminarbeginn den übermittelten Zugangscode. Nach dem Aufbau der Verbindung benötigt man keine andere Software als den Browser, keine Kamera und kein Mikrophon. Teilnehmerfragen können zwischendurch im Chat gestellt werden. Zudem werden alle zum jeweiligen Vortrag gestellten Fragen nach dem Ende anonymisiert für alle Teilnehmer beantwortet. Die Teilnehmer erhalten ein Teilnahmezertifikat.

Der Werkstoff Stahl und seine Anwendungsvielfalt

Online-Vortragsreihe 2020

07.07.2020	Wasserstoffaufnahme bei der Wärmebehandlung und Schäden durch Wasserstoff
08.09.2020	Vergütungsstähle - Spurenelemente, Vergleich gemessener und berechneter Härtbarkeit, Messung und Auswirkungen von Seigerungen, mechanische Eigenschaften, Härten und Anlassen (Vergüten)
06.10.2020	Schadensfälle an Bauteilen aus Vergütungsstählen incl. Randschichthärten und Nitrieren
17.11.2020	Chancen und Herausforderungen an die additive Fertigung im Pulverbettverfahren für den Werkzeug- und Formenbau. Gastvortrag von Hr. Johannes Bruckwilder, Fa. Uddeholm

Alle Vorträge beginnen um 10:30 Uhr und dauern etwa 60 - 75 Minuten.

Weitere Informationen erhalten Sie per Mail: seminar@werkstofftechnik.com oder unter + 49 (0) 28 35 96 06-0

Fortsetzung der Präsenzseminare

Dass der Härter etwas über seine Arbeit wissen sollte, ist jedem bewusst, der sich mit der Wärmebehandlung von Stählen befasst. „Was der Härter über seine Arbeit wissen muss", erfuhren und lernten die Teilnehmer vor der Corona-Pandemie in den gleichnamigen Wochenseminaren, die wir regelmäßig in unserer Anwendungsakademie durchgeführt hatten. Mit dem Eintreten der Kontaktverbote und-beschränkungen hatten seit Mitte März alle Präsenzseminare in unserem Haus pausiert.

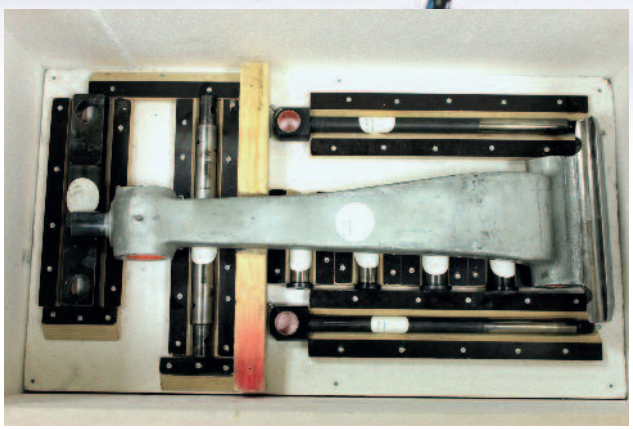
In der letzten Maiwoche haben wir dann nach der Lockerung der Kontaktregelungen und der Wiederzulassung von Präsenzseminaren erstmalig wieder das Wochenseminar veranstaltet. Dieses Seminar fand unter besonderen Rahmenbedingungen statt, denn natürlich waren wir gezwungen, viele der altbewährten Seminarabläufe in Hinblick auf das Corona-Virus zu überarbeiten und neu zu strukturieren. Das ging über allgemeine Dinge wie die Anzahl der Teilnehmer, Zutrittsregelungen, Desinfektionsmaßnahmen, Maskenpflicht und

Sitzabstände bis zu unseren seminarspezifischen Besonderheiten. Vertiefende Praktika, die früher mit bis zu 10 Teilnehmern durchgeführt wurden, waren plötzlich nur noch in Gruppen mit maximal vier Teilnehmern möglich. Dies forderte die Flexibilität aller Beteiligten. Schließlich konnten wir aber diese Herausforderungen, auch mit der Unterstützung und dem Verständnis der Seminarteilnehmer, meistern.

Natürlich werden wir nach der Sommerpause unsere berufsbegleitenden Ausbildungsangebote und Seminarveranstaltungen weiterhin durchführen. Dabei werden wir die jeweils aktuell geltenden Corona-Beschränkungen im Blick behalten und die jeweilige Seminarorganisation laufend den gesetzlichen und gesellschaftlichen Entwicklungen anpassen.

Detaillierte Informationen über unsere Seminare und Fortbildungsangebote finden Sie auf unserer Internetseite unter https://werkstofftechnik.com/seminare/

2020 KONTAKTBÖRSE WERKSTOFF & WÄRME



Nicht ganz alltägliche Bauteile

Der Snow Dome Bispingen gehört zum Abenteuer-Resort Lüneburger Heide und wirbt mit dem Slogan: „Willkommen auf dem Heidegletscher". In der 23.000 qm großen Halle findet der Besucher eine 300 m lange Skipiste mit bis zu 20 % Gefälle, die an manchen Stellen bis zu 100 m breit ist. Neben der Skipiste gibt es noch einen Snow Funpark, eine Rodelpiste und eine Skischule.

Ein 6er-Sessellift, ein Teller-Schlepplift und ein Förderband am Anfängerhügel gewährleisten den reibungslosen Fluss der Besucherströme auf und neben den Pisten.

Ein entscheidendes Sicherheitsbauteil an den Liftanlagen ist die kuppelbare Seilbahnklemme. Sie stellt beim Sessellift die Verbindung zwischen den 6er-Sesseln und dem Tragseil her. Jeweils an der „Tal"- und an der „Bergstation" wird sie geöffnet, um den 6er-Sessel vom Seil zu lösen. Bei der Ausfahrt aus der Station wird die Klemme wieder geschlossen und der 6er-Sessel wird erneut an das Tragseil gehängt.

Bei einer durchschnittlichen Betriebszeit von 360 Tagen im Jahr erlebt jede kuppelbare Klemme mehr als 172.000 Kuppelvorgänge bzw. Lastwechsel. Es ist also kein Wunder, dass es für diese speziellen Bauteile streng einzuhaltende Wartungs- und Prüfvorschriften gibt.

Eine Anfrage zur Durchführung einer Magnetpulverprüfung erreichte uns im ersten Quartal dieses Jahres. Da hierfür qualifiziertes Prüfpersonal mindestens der ZfP-Stufe 2 Voraussetzung war, gaben wir den Auftrag in Absprache mit dem Kunden an unser Unternehmen Dr. Sommer Werkstoffprüfservice GmbH in Neuss weiter, denn dort arbeitet Prüfpersonal der ZfP-Stufe 3.

Zuerst war eine Prüfung vor Ort angedacht gewesen, aber es stellte sich heraus, dass die Klemmen im eingebauten Zustand vor Ort nicht spezifikationsgerecht geprüft werden konnten. So wurde beschlossen, zwei als Ersatz vorrätige Klemmen zuerst in Neuss zu untersuchen, diese dann zurückzusenden und im Austausch gegen zwei andere Klemmen einzubauen. Die dann ausgebauten Klemmen sollten in einem zweiten Auftrag untersucht werden.

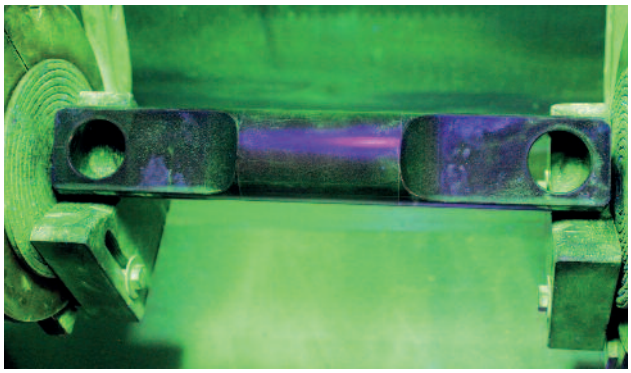
In Summe erhielten wir zwei Aufträge mit jeweils zwei zerlegten Klemmensätzen, die aus Klemmhebel, Klemmenhauptteil und Zubehörteilen bestanden. Drei dieser Klemmen waren bereits im Einsatz gewesen, die vierte Klemme war ein Neuteil.

Der Klemmhebel und das Klemmenhauptteil wurden aufgrund ihrer Geometrie der Magnetpulverprüfung mittels Handmagneten unterzogen. Dabei magnetisierten wir abschnittsweise immer um 90° versetzt, um auf Längs- und Querfehler zu prüfen. Die Bolzen und Achsen (8 Stück pro Klemme) wurden auf unserer stationären Magnetpulverprüfbank geprüft. Diese Prüfung ermöglichte es uns, die Längs- und Quermagnetisierung in einem Arbeitsablauf durchzuführen. Dabei wurden die Bolzen in zwei Abschnitten, jeweils um 180° gedreht, geprüft.

Die Ergebnisse der Magnetpulverprüfungen waren schließlich allesamt negativ. Es wurden keine Risse an den untersuchten Bauteiloberflächen detektiert. Die beiden Aufträge wurden von der Anlieferung der Klemmen bis zur Erstellung der Protokolle jeweils innerhalb von fünf Werktagen zur vollen Zufriedenheit des Kunden abgeschlossen.

Rückblickend waren dies interessante Aufträge, die wir für unseren Kunden gerne regelmäßig wiederholen würden. Jetzt kommt es auf die Betreiber des Snow Dome Bispingen an.

Informationen unter:
http://werkstoffpruefservice.de



Virtueller Branchentreff Metall im Herbst 2020

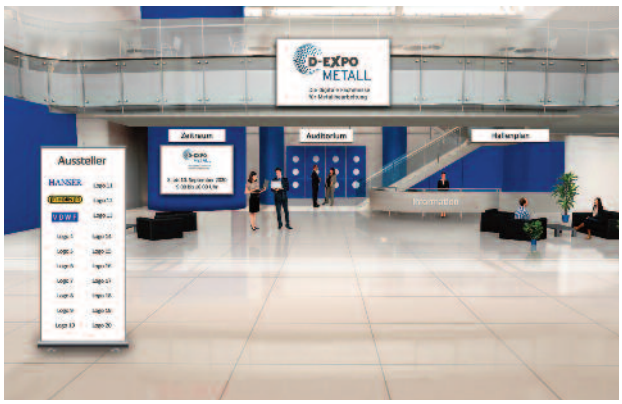
D-EXPO METALL
Die digitale Fachmesse für Metallbearbeitung

D-EXPO Metall, die digitale Messe zur Metallbearbeitung, findet vom 8. September bis 2. Oktober 2020 statt.

Der Carl Hanser Verlag lädt zum ersten virtuellen Branchentreff Metall: Betriebe, Verbände und Institutionen rund um die Zerspanung und den Werkzeug- und Formenbau haben die Gelegenheit, sich vom 8.9. bis 2.10.2020 auf dieser Plattform zu präsentieren. Angesprochen werden Aussteller aus den Bereichen Werkzeugmaschinen, Präzisionswerkzeuge, Normalien, Software, Messtechnik, Automatisierung, dem Werkzeug- und Formenbau und vielen anderen mehr.

Die **D-EXPO Metall** schafft die Gelegenheit, sich aus erster Hand über wichtige Neuheiten, Themen und Trends zu informieren und sich auszutauschen. Die digitale Messe startet mit drei „Live-Tagen" mit vielen Interaktionen, Live-Streams und besetzten Messeständen. Im Auditorium stehen Webinare, Interviews und Vorträge rund um die Metallbearbeitung auf der Agenda. Alle Informationen sind darüber hinaus im Anschluss bis zum 2. Oktober auf der Messehomepage www.d-expo-metall.de abrufbar.

Die **D-EXPO Metall** bietet ein großes Branchennetzwerk, - und sie steht für große Transparenz. Wer die Messe besucht, erklärt sich bei der Registrierung damit einverstanden,



mindestens mit seinem Namen sichtbar zu sein. Während des Events kann also „jeder jeden sehen" und auf Wunsch direkt per Chat ansprechen. Die Messe ist für Besucherinnen und Besucher kostenfrei.

Weitere Informationen und Anmeldung unter
www.d-expo-metall.de

D-EXPO Metall
Die digitale Messe für Metallbearbeitung
8. September bis 2. Oktober 2020
Live-Events vom 8. bis 10. September
9.00 bis 16.00 Uhr
www.d-expo-metall.de

Kurz-Interview mit Michael Justus, Leiter Business Development, beim Carl Hanser Verlag

Zu einem Kurz-Interview über Sinn und Nutzen dieses digitalen Branchentreffs stand uns Michael Justus, Leiter Business Development beim Carl Hanser Verlag, zur Verfügung.

WBM: *Jetzt einmal Hand aufs Herz, Herr Justus. Kann ein digitales Event eine physische Messe ersetzen?*

Justus: Nein, auf keinen Fall. Diesen Anspruch haben wir auch nicht. Aber in diesem doch sehr besonderen Jahr ist es eben nicht möglich, eine große Messehalle zu füllen. Mit vielen Besuchern, die sich „die Nasen an den Scheiben der laufenden Maschinen plattdrücken". Wir wollen mit unserer D-EXPO Metall eine multimediale Plattform schaffen, bei der sich Besucher über Neuheiten und Trends informieren. Und sich Unternehmen mit ihren Innovationen in Szene setzen.

WBM: *Wie funktioniert die D-EXPO Metall?*

Justus: Wir starten mit drei Live-Tagen vom 8. bis 10. September. In dieser Zeit ist jeder Messestand mit Standpersonal

Michael Justus:

„Wir betrachten unser neues Produkt der virtuellen Messen als eine Investition in die Zukunft."

Fachbuchverlagsleiter Michael Justus leitet beim Carl Hanser Verlag ebenfalls den neugegründeten Bereich Business Development.

besetzt, es finden Live-Chats, Interaktionen, Webinare und Live-Streams im Auditorium statt. Im Anschluss ist die Homepage der Messe noch bis zum 2. Oktober online, - einschließlich der Möglichkeit, Informationen oder Videos herunterzuladen und sich die während der Live-Tage aufgezeichneten Vorträge oder Interviews anzuschauen.

WBM: *Es gibt derzeit sehr viele virtuelle Events. Wir selbst bieten zum Beispiel unsere Seminare seit Beginn der Covid-19-Pandemie auch als Online-Veranstaltungen an. Warum gerade sollte man die D-EXPO Metall besuchen?*

Justus: Eine große Besonderheit bei uns ist die Transparenz: Mit der Registrierung erklärt sich der Besucher damit einverstanden, für andere mit seinem Namen sichtbar und ansprechbar zu sein. Dadurch wird direkte Kommunikation möglich - per Chat oder Videochat. Auch bei den Diskussionsrunden im Auditorium können Besucher direkt Fragen stellen. Das ist Face-to-Face-Netzwerken mit einem Klick.

WBM: *Vielen Dank für dieses kurze Interview. Wir sind gespannt.*

Berechnung der Messunsicherheit

Grundlagen und Anleitung für die praktische Anwendung

Michael Krystek
Beuth Verlag,
Berlin - Wien - Zürich, 2020
3. erweiterte Auflage, 408 Seiten,
A5, Broschiert, Preis: 58,00 €
ISBN 978-3-410-29889-2

Die dritte erweiterte Auflage dieses Praxis-Bandes bietet den Anwendern eine aktualisierte Beschreibung der Vorgehensweise zur Ermittlung von Messunsicherheiten. Die Erfordernis zur Aktualität ergibt sich schon daraus, dass der ISO/IEC im "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" (GUM) eine international einheitliche Vorgehensweise beim Ermitteln und Angeben von Messunsicherheiten definiert, um Messergebnisse weltweit vergleichbar zu machen. Dieser Guide wird regelmäßig an die neuen Erkenntnis in Messtechnik und Mathematik angepasst.

Für die Ausstellung von Kalibrierscheinen ist der GUM für die Kalibrierlaboratorien die jeweils verbindliche Grundlage zur Ermittlung der Messunsicherheit. Der vorliegende Band stellt die dazu notwendigen Grundlagen in anschaulicher Weise anhand von vielen Beispielen dar. Darauf aufbauend bietet er dem Leser eine Schritt-für-Schritt-Anleitung, so dass dieser sich die regelkonforme Bestimmung der Messunsicherheit nach und nach selbst erarbeitet.

Folgende Themen werden in den enthaltenen Kapiteln behandelt:

- Grundbegriffe der Messtechnik,
- Modell der Auswertung,
- Wahrscheinlichkeitstheorie,
- Statistische Methoden,
- Konzepte der Messunsicherheit.

Im Anhang runden die zwei Abschnitte über multivariante Messunsicherheiten und systematische Messabweichungen sowie Listen der Definitionen und der behandelten Theoreme das Thema ab.

Dieser Band richtet sich an Menschen, die in irgendeiner Weise mit der Anwendung von Messverfahren und deren Ergebnissen sowie der sich daraus abzuleitenden Messunsicherheit zu tun haben. Neben der Notwendigkeit aktueller Kenntnisse sollte der attraktive Preis für diese Zielgruppe ein weiterer Anreiz zum Erwerb sein.

Übungsbuch Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung für Dummies

Übungsaufgaben zu Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung

Rainer Schwab
Wiley-VCH, Weinheim, 2020
2.Auflage, 417 Seiten,
A5, Broschiert, Preis: 22,99 €
ISBN 978-3527-71743-9

Das vorliegende Buch muss im Zusammenhang mit dem bereits vorher erschienen Band „Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung für Dummies" gesehen werden. In diesem ersten Band stellt Rainer Schwab die Werkstoffkunde und -prüfung mit viel Humor anhand von einfachen Erklärungen und passenden Beispielen dar. Er zeigt vielen Einsteigern und Studierenden, dass es auch anders geht.

Der nun in der zweiten Auflage vorliegende Ergänzungsband ist genau auf die Inhalte des ersten Bandes abgestimmt. Wichtige und schwierige Themen können in einem intensiven Training eingeübt werden, ohne dass der Autor den Humor völlig außen vor lässt. Dabei steigern sich die behandelten Fragestellungen von Kapitel zu Kapitel zu immer anspruchsvolleren Aufgaben. Dazu stellt der Autor beinahe 400 konkrete Fragen und an die 500 sich steigernden Aufgaben zum Ankreuzen. So gewinnt der Leser nach und nach immer mehr Grundsicherheit in diesem Themenbereich.

Die Buchinhalte werden in den folgenden vier Abschnitten vermittelt, die in insgesamt 20 Kapitel aufgeteilt sind:

- Ausgewählte Grundlagen, für ein solides Fundament,
- Die wichtigsten Methoden der Werkstoffprüfung,
- Und ewig lockt das Eisen,
- Jenseits von Eisen.

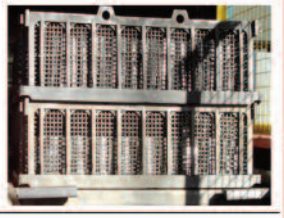
Schon an den Titeln der beiden letzten Abschnitte merkt man, dass der Autor seinen Humor trotz des sachlich schwierigen Themas nie so ganz abstreifen kann. Das kommt letztendlich dem Leser zugute.

Studierende der Werkstoffkunde und -prüfung, Menschen in entsprechenden praktischen Ausbildungen und Menschen, die sich grundsätzlich für dieses Themengebiet interessieren, sollten sich diesen Band zulegen, wenn sie sich in den ersten zuvor schon erwähnten Band „Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung für Dummies" eingearbeitet haben. Dann ist dieser Band mit seinen geballten Fragestellungen eine hervorragend abgestimmte Ergänzung.

HOCHWERTIGE CHARGIERGESTELLE AUS CHINA

RONGHAN

Wir, **die Shanghai Ronghan Business Consulting,** sind ein internationales Handelsunternehmen mit Sitz in Shanghai /China. Unser Hauptgeschäft sind hochwertige Chargiergestelle (Körbe, Grundroste und spezielle Sonderformen), Ersatzteile sowie relevantes Zubehör für Deutschland und Europa. Die Produkte werden nach europäischem Standard hergestellt. Unsere Kunden in Deutschland und Europa profitieren von hoher Qualität, günstigem Preis und schneller Lieferung.



Ihr Kontakt zu uns:
+49-173-481 5590

Shanghai Ronghan Business Consulting Co., Ltd.
Room 302, Unit 40, Lane 158, Baocheng Road,
Xinzhuang Town, Minhang District, Shanghai (Zip code: 20 11 99), PRC.

Ihr Kontakt zu uns:
info.shrh@foxmail.com

Messekalender 3/2020

Aufgrund der aktuellen dynamischen Situation in Bezug auf Covid-19 (Corona-Virus) werden Messe- und Veranstaltungstermine nahezu täglich verschoben oder auch abgesagt. Bitte informieren Sie sich deshalb auf den Internetseiten der Aussteller, ob die von Ihnen favorisierte Veranstaltung zum angegebenen Termin stattfindet.

15.-19. Sept.2020 - in Stuttgart

AMB

Internationale Ausstellung für Metallbearbeitung

16.-18. September 2020 - in Sheffield / Großbritannien

EESC 2020

European Electric Steelmaking Conference

21.-26. September 2020 - in Plovdiv / Bulgarien

Machine Building

Internationale Messe für Maschinenbau

29. September - 01. Oktober 2020 - in Kielce / Polen

Metal

Fachmesse für Gießereitechnik

01.-02. Oktober 2020 - in Bremen

Deutscher Stahlbautag

Fachtagung für den Stahlbau

05.-09. Oktober 2020 - in Brünn / Tschechische Republik

MSV

Internationale Maschinenbaumesse

06.-08. Oktober 2020 - in Düsseldorf

Aluminium

Internationale Technologiemesse für Aluminiumindustrie und Anwendungsbereiche

07.-09. Oktober 2020 - in Osaka / Japan

M-Tech

Fachmesse für Mechanikkomponenten und Werkstofftechnik

27.-29. Oktober 2020 - in Stuttgart

parts2clean

Internationale Fachmesse für Industrielle Teilereinigung und Teiletrocknung

27.-30. Oktober 2020 - in Hannover

EuroBLECH

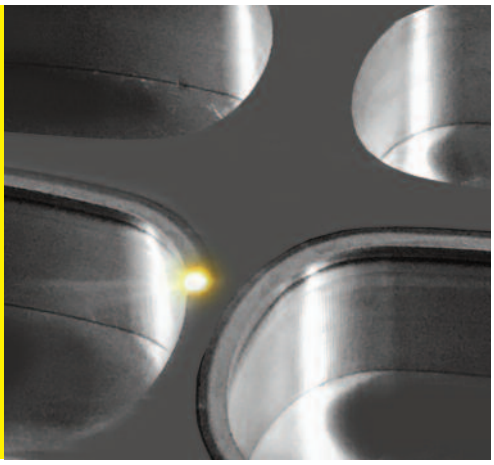
Internationale Technologiemesse für Blechbearbeitung

STIEFELMAYER lasertechnik

LASERHÄRTEN
Partiell
Funktionsgerecht
Verzugsarm
Präzise

Stiefelmayer-Lasertechnik GmbH & Co. KG
Rechbergstraße 42
73770 Denkendorf
Germany

Telefon: 0049 (0)711 93440 -600
vertrieb@stiefelmayer-lasertechnik.de
http://www.stiefelmayer-lasertechnik.de



Dr. Sommer Werkstofftechnik GmbH · Hellenthalstr. 2 · 47661 Issum
ZKZ31013 · Pressesendung · DPAG Entgelt bezahlt

PRESSE & BUCH INT.
ALLEMAGNE Port payé

Aktuell: In der Cloud! Datenbank StahlWissen®

Plattformübergreifende Browserlösung
Globaler Zugriff auf alle Werkstoffdaten

- Internationaler Stahlvergleich
- Aktuelles Fachnormenverzeichnis
- 65000 Werkstoffe mit Analysen
- 5000 Fachdatensätze mit mechanischen Eigenschaften und Wärmebehandlungsangaben
- 8000 technische Diagramme u.a. mit ZTU-Schaubildern
- Wärmebehandlungssimulationen und vieles mehr

Werkstofftechnik
Dr. Sommer

Dr. Sommer Werkstofftechnik GmbH
Hellenthalstraße 2
D-47661 Issum-Sevelen
+49 2835 9606-0
info@werkstofftechnik.com
www.stahlwissen.de