

## Erster Pforzheimer Werkstofftag: Materialkunde für Anfänger und Fortgeschrittene

Am 12. September dieses Jahres fand in Pforzheim der erste Werkstofftag statt. Eingeladen hatte die Hochschule Pforzheim. Unterstützung fanden die Verantwortlichen bei zahlreichen Partnern, beispielsweise bei der Abteilung Wirtschaftsförderung der Stadt und des Umlands.



Nach der Begrüßung der rund 225 Teilnehmer durch Prof. Dr.-Ing Jost Leiter und Prof. Dr. Martin Erhardt, dem Rektor der Hochschule, gab es dann auch einen Vortrag von Reiner Müller, dem Wirtschaftsförderer der Stadt Pforzheim, der die Clusterinitiative „Hochform“ vorstellte. Weiter ging es mit einem ebenso kritischen wie kurzweiligen Beitrag von Tilo Gödecke. Der Referent berichtete aus seinem früheren Alltag beim Max Planck Institut für Materialforschung und der Inhalt seines Beitrags war folgerichtig die Schadensuntersuchung an metallischen Werkstoffen. Es ist klar, dass in vielen Bereichen aufgetretener Schäden ein hohes Maß an Klärungsbedarf besteht, warum es zu einem Schaden kam. Denken wir doch nur an den Bereich Verkehr (Zug, Flugzeug), wo

Pforzheims erster Werkstofftag fand im Technikgebäude der Hochschule statt – mit tollem Ausblick über die Stadt

eine zuverlässige Schadensanalyse ganz einfach zur Sicherheit vieler Tausend Menschen beiträgt. Aber auch in weniger sensiblen Bereichen besteht meist Aufklärungsbedarf, beispielsweise können Versicherer massive Interessen an der Klärung von Defekten eines Gerätes oder einer Apparatur haben.

Gödecke ging in seinem Vortrag weit in die Geschichte der Schadensanalytik zurück, nämlich in eine Zeit ohne jegliche technische Hilfsmittel, in der der Mensch noch auf seine fünf Sinne reduziert war. So war man denn vor einem gewissen Zeitpunkt auf Sichtprüfungen (Risse, Brüche, Deformation),



Schadensanalytiker Tilo Gödecke bestach mit einem ebenso humorvollen wie kritischen Beitrag

fühlen (Wärme, Feuchtigkeit, Aufrauhung), hören (Laufunruhe, Stottern), riechen (Rauchentwicklung) oder schmecken (Salz, Säure) angewiesen.

Ein Produkt durchläuft im Verlauf seines Lebens verschiedene Schadensperioden. Wenn es neu ist, treten verhältnismäßig viele Schäden auf, gerade komplexe Produkte wie Autos, Schiffe oder elektronische Geräte leiden dann noch unter Kinderkrankheiten, Frühausfällen, Fertigungsfehlern (sogenannte Montagsproduktionen). Sind diese behoben, sinkt die Schadenshäufigkeit. Das Produkt hat jetzt seine zuverlässigste Lebensphase erreicht, allenfalls kommt es noch zu Zufallsausfällen. Mit steigendem Lebensalter eines Gerätes und der einhergehenden Abnutzung kommt es jetzt wieder zu vermehrten Ausfällen. An dieser Stelle wurde gleich darauf hingewiesen, wie wichtig deshalb regelmäßige Wartung und Pflege eines jeden Gegenstandes sein kann.

Da es in Gödekes Vortrag um Schäden an Metallen ging, ging der Referent noch einmal weit zurück in die Lebensphase eines Produktes, nämlich in seine Konstruktionszeit. Hier liegen all zu oft schon Probleme verborgen, weil der Entwickler für gewisse Baugruppen das falsche Metall genommen hat – sei es, weil die entsprechende Härte des Bauteils (Bronze statt Eisen) oder seine Hitzebeständigkeit (Aluminium statt Stahl) nicht gegeben war. Ein weiterer oft nicht beachteter Schadensgrund ist die Bearbeitung eines Werkstücks. Jedes schleifen, erhitzen, löten oder auch formen eines Bauteils beeinflusst dessen Eigenschaften – leider meist negativ.

Nach der Konstruktion und dem Bau eines Produkts sind die Installation und die Inbetriebnahme ein Schwachpunkt und jeder Fehler führt unter Umständen zu Ausfällen. Als Beispiele dazu seien mecha-

nische Beschädigungen beim Transport oder beispielsweise auch ein falscher Standort (Stichpunkte: Feuchtigkeit und Korrosion; fehlende Belüftung und Überhitzung usw.) genannt.

Jeder Schadensfall wird zwar individuell untersucht, trotzdem, so Gödecke, gibt es gewisse Abläufe und Schemata, wie an eine Beschädigung herangegangen wird. Folgende Vorgehensweise hat sich dabei bewährt:

- Datenaufnahme und Foto-Dokumentation einschließlich makroskopischer Begutachtung
- Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung
- Schonende Entnahme von Belägen, Flüssigkeiten und Feststoffen
- Bruchflächenbegutachtung (Achtung: niemals mit den Fingern berühren; Bruchteile nicht zusammenfügen)
- Entnahmestellen nicht durch Schneidöle und Wasser verändern
- Wärmeeinbringung begrenzen
- Alle Bruchflächen sichern, Proben eindeutig kennzeichnen
- Proben sauber und trocken verwahren (Exsikkator, Sprühlack, Beutel)
- Visuelle Untersuchung (Licht, (Rasterelektronen-) Mikroskop)
- Bestimmung der Zusammensetzung der Werkstoffe, Hilfsstoffe, Betriebsstoffe (chemisch und physikalisch)
- Anwendung weiterer zweckdienlicher Verfahren
- Festigkeitsberechnungen
- Chemische oder korrosive Vorgänge untersuchen
- Literaturrecherche
- Bezeichnungen und Einteilungen der Schäden
- Reproduzierende Versuche erhärten das Ergebnis oder auch nicht. Dann ist eventuell die herausgefundene Ursache falsch
- Später vergleicht der Experte die Untersuchungen am Schadensteil mit der Konstruktion (Ist-Soll-Vergleich)

Im weiteren Verlauf seines Vortrags gab Gödecke einen Überblick über die Einteilung von Schäden an Metallen. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen mechanischen Belastungen (Gewaltbrüche, Gleitbrüche, Trennbrüche, Mischbrüche oder Schwingbrüche), Korrosionsbelastungen (kristalline Korrosion, Spannungskorrosion, wasserstoffbedingte Span-

nungen, Risse und Brüche, Schwingrisskorrosion, dehnungsinduzierte Korrosion, Lötbruch) und die thermische Belastung (Schweißriss, Unterplattierungsris, Erstarrungsris, Aufschmelzris, Rotbruch, Kaltriss, Relaxationsris, Schrupfris, Härteris, Schleifris, Kriechris, Thermoschockris).

Nach diesen Grundlagen ging Tilo Götte auf einige Beispiele von Schäden ein, die er während seiner aktiven Zeit (Götte ist mittlerweile in Rente) beim Max Planck Institut untersucht hatte. Das begann bei eher banalen Dingen wie einer beschädigten Stockschraube durch den Hausmeister (der Volksmund sagt gemeinhin „vermurkst“ dazu) oder einen abgebrochenen Schraubenschlüssel einer Lehrlingswerkstatt, darauf soll aber später noch einmal zurückgekommen werden. An wirklich gravierenden Schadensuntersuchungen war Götte aber natürlich ebenfalls beteiligt, so zum Beispiel an den gebrochenen Achsen der Intercity Express-Züge.

In diesem Zusammenhang: Götte scheute sich nicht, Ross und Reiter zu nennen. Ging es um gebrochene Schaltknüppel in Autos, so nannte er dazu auch die Marke (in diesem Fall war es ein BMW) und er nannte auch den Grund des Schadens. Im Fall der Achsbrüche des ICE fielen sogar auch Begriffe wie Vertuschung und Lügen.

Trotzdem war Gödeckes Vortrag weder destruktiv noch politisch gefärbt, es ging eindeutig um die Sache, die aber nicht immer die seine als Schadensanalytiker war. Und der Vortrag war der eines Praktikers, der sein Wissen weiter gab. Um einige subjektive Beispiele aus seinem Referat zu nennen: Der Bruch einer Radschraube eines Autos kam durch die unzureichende Befestigung des Rades auf der Achse. Es kam zu Einschnürungen in der Schraube und schließlich zum Bruch. Der Bruch eines Schraubendrehers schließlich war schon bauartbedingt, der Hersteller hatte auf den Schaft die Materialbezeichnung „CHROM-VANADIUM“ eingepreßt, am absteigenden Schenkel des Buchstabens M im Wort Vanadium kam es schließlich zum Bruch.

Oder: Wie entsteht ein Schwingriss? Er beginnt meistens dort, wo an einer Oberfläche die Spannungskonzentration am höchsten ist. Wenn allerdings die Werkstoffmischung nicht homogen ist, kann ein Schwingriss auch unter der Oberfläche beginnen. Wie erkenne ich einen Schwingbruch? Schon visuell erkennt der Fachmann sogenannte Rastlinien. Am Verlauf dieser Linien kann auf die Belastungsart und auf den Rissaussgang geschlossen werden. Außerdem bilden sich aufgrund der mikroplastischen Verfor-

mung senkrecht zur lokalen Ausbreitungsrichtung charakteristische Schwingungstreifen.

Weitere Schäden an Metallen entstehen durch Korrosion. In diesem Zusammenhang fiel eine Zahl, die jeden der Zuhörer staunen ließ: Weltweit verrosten pro Jahr Werte, die ein Brutto sozialprodukt der Bundesrepublik Deutschland entsprechen.

Zunächst gab es wieder die Unterscheidungsmerkmale, das heißt, welche Arten der Korrosion es gibt (interkristalline, transkristalline, wasserstoffinduzierte, schwingrissinduzierte).

Dabei ist Korrosion nicht immer von außen bedingt, das heißt eine Beanspruchung durch wässrige Medien, die ein Wechselspiel von anodischen und kathodischen Prozessen auslösen. Korrosion kann auch durch thermische Fügeverfahren entstehen, nämlich dann, wenn sich Werkstoffveränderungen ergeben und sich andere Einflussgrößen wie die Eigenspannung ändern.

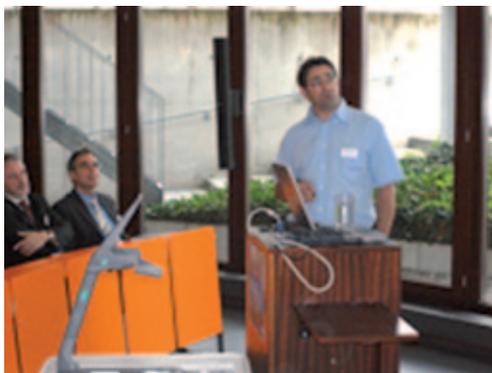
Resultierend daraus folgt, dass Korrosion besonders häufig auch an Schweißnähten auftritt. Auch dazu hatte der Praktiker Gödecke wieder ein Beispiel aus dem Alltag dabei. An einer Schweißnaht an einem Weinfass (X 5 Cr Ni 18 10) wurde dieses undicht. Was war geschehen? Infolge der Schweißhitze hatten sich neben der Schweißnaht Chromkarbide ausgeschieden und diese Zone verarmte an Chrom. Dort konnten die Korrosionsvorgänge beginnen, man spricht in diesem Fall vom Kornzerfall.

Auch vor eher unappetitlichen Fällen machte Gödecke nicht halt und hatte sogar die Lacher auf seiner Seite. Im Zuge der andauernden Gesundheitsreformen kommt es auch dort zu Korrosionsschäden, wo man sie am allerwenigsten vermuten: in deutschen Mündern. Geschildert wurde der Fall eines Mannes, der, um Geld zu sparen, seine Zahnprothese irgendwo im Osten fertigen ließ. Die auf den ersten Blick einwandfreie Handwerkskunst eines ungarischen Zahnarztes entpuppte sich bald als Pusch: Der verwendete für das Verlöten der Goldkronen mit dem Edelstahlsteg ein einfaches Sanitär-Silberlot (Cu-Ag-Lot). Das Kupfer löste sich unter dem Einfluss des Mundspeichels (der wirkte als Elektrolyt), was sich als Grünspan an den Zähnen bemerkbar machte. Im Lot selbst entstanden Löcher, die Festigkeit der Zähne war nicht mehr gewährleistet.

Schließlich zurück zum abgebrochenen Schraubenschlüssel in der Lehrlingswerkstatt. Und der Hinweis, dass selbst kleinste Veränderungen große Schäden verursachen können: Den Lehrlingen wurden Werkzeuge übergeben, die sie in eigener Verantwortung

hüten und pflegen mussten. Bei einem Lehrling brauchen überdurchschnittlich viele Schraubenschlüssel ab. Eine Untersuchung ergab, dass der Lehrling auf seine Werkzeuge mit einem Elektroschreiber seinen Namen „OTTO“ eingebrannt hatte. Der kleine Lichtbogen des Schreibers genügte, um jeweils bei den Os Bruchstellen herbeizuführen.

Um die Möglichkeiten und Grenzen der materialkundlichen Untersuchungsverfahren für Werkstoffe ging es im Vortrag von Roman Klink von der Arthur Klink GmbH. Die Übersicht der Verfahren und Möglichkeiten begannen bei den mechanisch technologischen Prüfverfahren, ging über direkte und indirekte Struktur-beschreibende Verfahren und endete bei chemischen Analyseverfahren für Festkörper.



Chancen und Grenzen der Prüfverfahren zeigte Roman Klink von der Arthur Klink GmbH auf

Unter die mechanisch technologischen Verfahren zählen unter anderem die Härteprüfungen nach Vickers, Brinell, Rockwell, die instrumentierte Härtemessung, die mobile Härtemessung, UCI-Verfahren und Rückprallhärte/Leeb-Verfahren. Die bestimmung der Oberflächenrauigkeit, Zugver-

suche, Kerbschlagbiegeversuch, Dilatometrie und die Eigenspannungsmessung schließen die mechanisch technologischen Prüfverfahren ab, wobei sich die Eigenspannungsmessung noch in die Bereiche Röntgenographik, Magnetik, Bohrlochmethode und Nachweis mittels Ultraschall gliedert.

Die Struktur-beschreibenden Verfahren wiederum untergliedern sich in die Makroskopie, die Lichtmikroskopie, die RE-Mikroskopie, die TE-Mikroskopie und die Röntgenstrukturanalyse. Chemische Analysen für Festkörper wie beispielsweise die Funkemissionsspektalanalyse, die Glimmentladungsspektroskopie, die wellendispersive Röntgenanalyse und die klassische Laboranalyse runden die Möglichkeiten ab.

Diese Aufzählung zeigt, dass in der Theorie also für jede Prüfaufgabe das geeignete Verfahren zur Verfügung steht, in der Praxis jedoch gerade für mittelständische Unternehmen nicht immer sofort greifbar ist – wer hat schon ein Rasterelektronenmikroskop oder einen Gaschromatographen im Haus? Trotzdem verspricht die rasante Entwicklung moderner Analyseverfahren immer bessere, einfachere und sicherere Anwendungen – zum besten Preis. Trotzdem macht sich an der einen oder anderen Stelle oft Ernüchterung breit: Manche Geräte, so erschwänglich sie in der Anschaffung sein mögen, rufen in der Praxis hohe Folgekosten nach sich, denken wir doch nur an qualifiziertes Bedienpersonal oder die Betriebskosten für Energie oder Verbrauchsmaterial.

Fest steht, dass es für das Know how und damit die Überlebenschancen eines Unternehmens wichtig ist, qualifizierte Aussagen zum Leistungsstand eines Produktes oder eines Materials treffen zu können und bei Problemen die richtigen Maßnahmen einzuleiten. Das Wissen um Werkstoffe ist unersetzlich und muss in jedem Betrieb gepflegt werden. -HK-

-wird fortgesetzt-