

www.dvm-berlin.de

Liebe DVMler,

nach über zwei Jahren Pandemie ist Ihr DVM weiterhin sehr vital "am Start"!

Die ehrenamtlichen Obleute und Programmverantwortlichen haben in Ihren Aktivitäten nicht nachgelassen – ein ganz großer Dank an Sie alle! Trotz Kurzarbeit in der Geschäftsstelle konnten daher viele Veranstaltungen durchgeführt werden – online und in Präsenz. Und auch die Gremien Vorstand und Beirat haben regulär getagt und Strategien für den Verband für Gegenwart und Zukunft festgelegt.

Personell freuen wir uns, dass Prof. Tilmann Beck, TU Kaiserslautern, nun neuer stellvertretender Vorsitzender des DVM ist. Seit 2014 leitet Prof. Beck den Lehrstuhl für Werkstoffkunde (WKK) der TU Kaiserslautern. Seine Forschungsschwerpunte dort umfassen die umfassende Analyse des Ermüdungsverhaltens metallischer Werkstoffe, metastabile austenitische Stähle, Nickelbasislegierungen für den Einsatz bei höchsten Temperaturen, additiv gefertigte Materialien, Blechwerkstoffe für elektrische Antriebssysteme und Ultraschallverfahren zum Fügen hybrider Werkstoffsysteme.

Als Gründungsobmann des Arbeitskreises Bauteilverhalten bei thermomechanischer Ermüdung und Executive Chair der internationalen LCF-Serie des DVM





Tilmann Beck

kennt er den Verband sehr gut. Persönliches Mitglied seit 2002 ist Prof. Beck seit 2020 auch Mitglied im DVM-Vorstand. Im Amt des stellvertretenden Vorsitzenden löste er Anfang 2022 Prof. Hans Albert Richard ab, der nach seiner Zeit als Vorstandsvorsitzender von 2016 bis 2019 seinem Nachfolger in diesem Amt, Dr. Martin Brune, noch zwei Jahre lang mit Rat und Tat zur Seite stand und auch weiterhin Mitglied des DVM-Vorstandes ist.

Diese Kontinuität im Amt des Vorsitzenden, abwechselnd aus Wissenschaft und Industrie, zeugt vom hohen Verantwortungsbewusstsein der Aktiven für den Verband und seine Geschicke.

Mit Prof. Beck wird nun eine Verjüngung der DVM-Gremien eingeläutet, die sich bei anstehenden Wahlen der Mitgliederversammlung fortsetzen wird. Hier kandidieren weitere Aktive der nächsten Generation für die DVM-Gremien, informieren Sie sich rechtzeitig auf der DVM-Website im Mitgliederbereich!

Ihre DVM-Geschäftsstelle

Berlin

DVM-Aktivitäten im Frühjahr und Sommer 2022

Im **Arbeitskreis Bruchmechanik und Bauteilsicherheit** hatte Obmann Prof. Michael Vormwald nach der online-Tagung 2021 eine Präsenzveranstaltung in 2022 sehr erhofft – leider vergeblich. Auch die 54. Tagung am 22. und 23. Februar 2022 musste pandemiebedingt wiederum virtuell stattfinden, ausgerichtet vom lokalen Organisator, Prof. Dietmar Klingbeil, und der BAM Berlin, an die ein herzlicher Dank hierfür ergeht. Vergeben wurde der DVM-Juniorpreis, Näheres über die Preisträger auf <u>Seite 9</u> dieser Ausgabe.

Der Workshop Prüfmethodik für Betriebsfestigkeitsversuche in der Fahrzeugindustrie tagte am 4. und 5. Mai 2022 in Sindelfingen. Nach mehrfacher Verschiebung, zuletzt aus dem Januar 2022 in den Mai, freute sich der Programmverantwortliche Dr. Rainer Masendorf, TU Clausthal, die Teilnehmer bei der Kistler Instrumente GmbH in Sindelfingen begrüßen zu können. Natürlich wurden eigenverantwortlich wiederum alle pandemiebedingten Vorsichtsmaßnahmen durchgeführt, wie auch bei allen Folgeveranstaltungen des DVM bis Juli 2022. Ein ausführlicher Bericht findet sich auf den Seiten 5 und 6.

Die Tagung Neue Entwicklungen für die Bauteilfestigkeitsnachweise in Zusammenarbeit mit dem Forschungskuratorium Maschinenbau e.V. im VDMA fand am 1. und 2. Juni 2022 in Präsenz in Berlin statt. Die Programmverantwortlichen Prof. Dr.-Ing. A. Esderts, TU Clausthal, und Dr. Manfred Bacher-Höchst, DVM Berlin, konnten die Teilnehmer in den Reinhardtstraßenhöfen im Berliner Regierungsviertel direkt am Bahnhof Friedrichstraße in Berlin-Mitte begrüßen.

Hier führte der DVM auch die **LCF9 Ninth International Conference on Low Cycle Fatigue** vom 21. bis 23. Juni 2022 in Präsenz durch. Der stellvertretende DVM-Vorsitzende, Prof. Tilmann Beck, TU Kaiserslautern, konnte als Executive Chair mit seinem französischen Co-Chair Prof. Erich Charkaluk, Ecole Polytechnique, Palaiseau, nach einer Verschiebung um ein Jahr von 2021 auf 2022 zu dieser internationalen Konferenz eine große Zahl von Teilnehmern aus 13 Nationen weltweit willkommen heißen. Auch hier wurde der Junior Preis vergeben (mehr auf <u>Seite 9</u>) und das International Scientific Committee beschloss am zweiten Konferenztag, die LCF10 im Jahr 2026 in Leipzig wieder einzuberufen.

Vor der Sommerpause fand am 6. und 7. Juli 2022 in Passau die zweite Veranstaltung des Workshops **Brennstoffzelle, Batterie, elektrischer Antrieb Anforderungen und Absicherung** statt. Hier konnte der Programmverantwortliche Norbert Schmudde, ZF Friedrichshafen AG, Dielingen, die Kollegen bei der ZF Passau begrüßen. Ein großartiges Gruppenfoto, das beim ersten Workshop im November 2021 ausfallen musste, konnte nun bei sommerlichen Temperaturen im Freien endlich gemacht werden – siehe unten!

Der DVM dankt allen ehrenamtlichen Obleuten und Programmverantwortlichen sowie ihren Programmausschüssen für die sehr erfolgreichen Veranstaltungen, geglückt durch hohes persönliches Engagement in schwieriger Zeit!

Informationen zu allen Veranstaltungen finden auf der Website www.dvm-berlin.de.



Workshop Brennstoffzelle, Batterie, elektrischer Antrieb - Anforderungen und Absicherung in Passau

Wie die Digitalisierung auf Basis großer Verbundprojekte Fahrt aufgenommen hat – und was wir dabei schon gelernt haben

In der Vergangenheit skizzierten wir an dieser Stelle die vier Säulen, die uns am Fraunhofer IWM helfen das Feld der Digitalisierung in der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik zu gliedern:

- 1. Identifikation und Strukturierung relevanter Daten,
- 2. Implementierung von Datenströmen,
- 3. Analyse von Daten und schließlich
- 4. deren Nutzung in Form von Datenprodukten.

Auf Basis dieser Säulen treiben wir die Digitalisierung der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik gemeinsam mit zahlreichen Konsortialpartnern im Rahmen von strategischen Verbundprojekten mittlerweile nachhaltig voran: Vieles ist geschehen seitdem die "Plattform Material Digital" (PMD) vor drei Jahren erstmalig eine vereinheitlichte Vision für die notwendige digitale Infrastruktur entwarf, die in Zukunft zum besseren Teilen und Kombinieren von Forschungsdaten und -erkenntnissen der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik notwendig sein wird. Zu spannenden technologischen Prototypen gesellen sich mittlerweile auch zahlreiche Einsichten im Bereich des komplexen Verbundprojektmanagements - und mit der Förderung der Initiative NFDI-MatWerk auch eine weitere Erfolgsmeldung für die Community.

Zentral dabei ist die Idee, gemeinsam Standards zum Umgang und der Beschreibung von Material- und Werkstoffdaten, Informationen und Erkenntnissen zu entwickeln. Anders als eine Steckdose oder M6 Schraube sind Formate und die Struktur von Daten und Informationen heute oft willkürlich gewählt und können daher kaum geteilt werden. Durch eine Standardisierung wäre es möglich Materialien und Werkstoffe in einer ganzheitlichen Weise zu betrachten wie es heute noch unmöglich ist. Vom automatisierten Abfragen und Integrieren der Informationen aus externen Quellen versprechen wir uns so beispielsweise die sinnvolle Kombination von Materialeigenschaften verschiedenster Skalenniveaus, die Vermeidung von Redundanzen sowie statistisch solidere Auswertungen durch "Big Data". Für die Zukunftsthemen Industrie 4.0, Ressourcensparsamkeit, Kreislaufwirtschaft sowie Predictive Maintenance sind vollintegrierte und vernetzte Datenrepositorien über die ganze Werkstoffcommunity hinweg unabdingbar.

Dafür legte unter anderem das seit 2019 BMBFgeförderte Konsortialprojekt "Plattform Material Digital", an dem alle großen außeruniversitären Forschungseinrichtungen beteiligt sind, den Grundstein: Während das Plattformkonsortium eine über-







Markus Niebel ©Kai Wudtke

greifende, prototypische Infrastruktur entwickelt, tragen weitere geförderte Forschungsprojekte mit konkreten "Use Cases", bzw. Forschungsszenarien, zum Aufbau und zur Nutzung dieser Infrastruktur mit realen Werkstoffdaten bei. Heute können dadurch schon beispielsweise verschiedene Institutionen auf Basis harmonisierter Servertechnologien erste Datenbanken aufsetzen und strukturierte Daten Anderen über vereinheitlichte Schnittstellen zur Verfügung stellen. Die hilft etwa bei der Integration von Daten aus verschiedenen Quellen oder der vereinfachten Auswertung und Dokumentation in Form von Workflowsystemen. Konkret können so protypisch beispielweise Ergebnisse aus Zugversuchen automatisiert über beteiligte Institutionen hinweg abgefragt werden und in eigene Auswertungsroutinen einfließen.

Doch das ist erst der Anfang. Die sich bildende aktive Community soll "Digitales" im Bereich der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik zum Standard ihres Handelns machen. Das gemeinsame Vorgehen ist dabei auch eine kulturelle Herausforderung. Spürbar sind da in den letzten Jahren vor allem das gestiegene Bewusstsein und die breitere Bereitschaft sich mit dem Thema Digitalisierung auseinanderzusetzen, was im Vergleich mit den starken Domänensilos der Vergangenheit ein großer Erfolg ist.

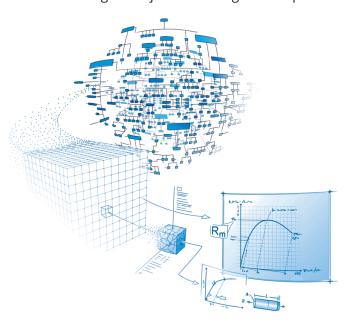
Diese Meldungen sind erfreulich, doch eines ist klar: Der Weg in die Digitalisierung der Forschung ist ein langwieriger, immerhin gilt es eine komplette Forschungscommunity im Wandel zu involvieren. Da hilft es, die bereits gewonnenen Erkenntnisse zu teilen und die bisherigen Lösungen gemeinsam weiterzuentwickeln. Drei unserer wichtigsten Erkenntnisse und Empfehlungen für andere Institute, die sich auf den Weg der Digitalisierung machen, sind zum Beispiel die Folgenden:

1. Kernkompetenzen:

Durch die Digitalisierung werden wir alle zu einem gewissen Teil zu "Softwareschmieden". Viele materialwissenschaftliche Forschungsinstitutionen haben aber selbst nicht genügend IT-Kompetenz im Haus, um komplexe Digitalisierungsprojekte zu bewältigen und Informatiker*innen sind rar. Prüfen Sie, wie sie durch Kooperation, gezielte Weiterbildung oder externe Hilfe die Entwicklung beschleunigen können.

2. Nutzerzentrierung:

Digitalisierung ist kein Selbstzweck, sondern kann nur auf Basis einer zuvor klar definierten Problemstellung ein möglicher Weg zur Lösung sein. Diese Problemstellung wird jedoch häufig nur unpräzise



Die Nationale Forschungsdateninfrastruktur für Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (NFDI-MatWerk) hat sich zum Ziel gesetzt, Informationen und Wissen aus der Forschung in Form komplexer, verknüpfter Datenräume integrierbar zu machen, um daraus in Zukunft neue Erkenntnisse für die Materialwissenschaft abzuleiten. © Fraunhofer IWM / Gebhard Uhl, Freiburg

definiert. Stellen Sie sich vor dem Projekt konsequent die Frage, wer das Problem hat und was genau das Produkt oder die Lösung ist, die in Zukunft das Forschen und Entwickeln leichter machen soll.

3. Methodik:

Traditionelle Wissenschaft wird häufig mit Hilfe klassischer Projektmanagementmethoden gesteuert: Arbeitspakete, Meilensteine, Wasserfalldiagramme. Dies ist jedoch im Bereich der Digitalisierung sowohl bei Startups als auch in der Softwareentwicklung aus gutem Grund kaum mehr verbreitet. Da wir mit der Digitalisierung in einem komplexen Projektumfeld sind, bieten sich agile Methoden wie Design Thinking, Lean Startup und Scrum viel besser an. Hier gilt es bei allen Beteiligten weiterzubilden.

Zu guter Letzt noch eine Erfolgsmeldung: Im vergangenen Jahr konnte im zweiten Anlauf auch die Initiative "NFDI-MatWerk", die Nationale Forschungsdateninfrastruktur für Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, eine Förderung durch die übergreifende Bund-Länder-Initiative NFDI gewinnen. Das Verbundprojekt engagiert sich seitdem ebenfalls für den Aufbau harmonisierter Dateninfrastrukturen und wird uns allen auch zunehmend als Wissens- und Vermittlungsplattform dienen und damit Hilfe zur Selbsthilfe bieten. Noch mehr Zugkraft also, um dieses riesige Zukunftsthema mit der MatWerk-Community gemeinsam zu entwickeln!

Für mehr Infos über die erwähnten Leuchtturmprojekte im Bereich Dateninfrastrukturen des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik IWM besuchen Sie www.materialdigital.de (Plattform Material Digital) und www.nfdi-matwerk.de (NFDI-MatWerk)

Chris Eberl Markus Niebel

IWM Freiburg

Impressum

DVM-Redaktion:

Dr.-Ing. Andreas Müller dvm-n_r@dvm-berlin.de

Dr.-Ing. Jens Hoffmeyer Volkswagen AG jens.hoffmeyer@volkswagen.de

Susanne Bachofer, MA(Berlin) DVM-Geschäftsstelle dvm@dvm-berlin.de

Prof. Dr.-Ing. H. A. Richard Universität Paderborn richard@fam.upb.de

Dr.-Ing. Manfred Bacher-Höchst manfred.bacher-hoechst@web.de

Für den DVM-Vorstand:

Lothar Krüger I.krueger@dvm-berlin.de

Vorsitzender:

Dr.-Ing. Martin Brune m.brune@dvm-berlin.de

Stellvertretender Vorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. Tilmann Beck TU Kaiserslautern dvm@dvm-berlin.de

Geschäftsführung:

Dipl.-Kfm. Kathrin-Luise Leers k.leers@dvm-berlin.de

DVM-Geschäftsstelle:

Schloßstr. 48, 12165 Berlin Tel. +49 30 8113066 / Fax +49 30 8119359 dvm@dvm-berlin.de www.dvm-berlin.de

Redaktionell begründete Kürzungen und Änderungen von Beiträgen sind ausdrücklich vorbehalten.

Namentlich gekennzeichnete Beiträge müssen nicht die Meinung der Redaktion widerspiegeln.

Alle Angaben sind ohne Gewähr.

Sicherheit und Prüftechnik – Ist nur ein ausgeschalteter Prüfstand ein sicherer Prüfstand?

Der ursprünglich für Januar 2021 geplante neunte DVM-Workshop "Prüfmethodik für Betriebsfestigkeitsversuche in der Fahrzeugindustrie" fand nach zwei Verschiebungen nun am 04. und 05.05.2022 bei der Kistler Instrumente GmbH in Sindelfingen statt.

Mit dem Workshop wird das Ziel verfolgt, die Prüfmethodik für wirtschaftliche Betriebsfestigkeitsversuche weiter zu entwickeln. Den Mitarbeitern von Prüfund Forschungsstellen wird ein Einblick in zukünftige Entwicklungen der Prüftechnik gegeben und die Prüfmaschinenhersteller erhalten einen Überblick über die auf sie zukommenden Wünsche und Anforderungen an die Prüftechnik. Da bei verschiedenen Prüfstellen häufig ähnliche Prüfaufgaben zu lösen sind, führt die Diskussion über mögliche Lösungen und auftretende Probleme zu effizienteren Prüfungen bei allen Beteiligten.

Im Anschluss an die 16 Vorträge aus der Praxis zu den Themenschwerpunkten:

- · Fortschritte im Validierungsprozess,
- Entwicklungen bei Messtechnik und Datenmanagement,
- · Prüfkonzepte für Elektroantriebe,
- Fortschritte in der Regelungstechnik sowie zu
- Innovativen Prüfsystemen

entwickelten sich konstruktive Diskussionen, aus denen die Teilnehmer Impulse für die tägliche Arbeit mitnehmen konnten. Im Forum Bauteilprüfung wird die Expertise der Workshop-Teilnehmer genutzt, um ihre Erfahrungen und Ideen zu sammeln und zu gewichten. In diesem Jahr war die Sicherheit in der Prüftechnik das Thema des Forums. Die Sicherheit des Bedieners, der Schutz der Umwelt und von Sachwerten haben beim Betrieb von Prüfmaschinen Vorrang. Außerdem sind Sicherheitsvorschriften zu beachten. Geht das Sicherheitskonzept aber über das Notwendige hinaus, kann die Effizienz der Bauteilprüfung sinken. Für jede Prüfaufgabe ist deshalb ein Optimum für das Sicherheitskonzept zu finden.

In drei Gruppen wurden zu unterschiedlichen Aspekten der Fragestellung: "Sicherheit und Prüftechnik – Ist nur ein ausgeschalteter Prüfstand ein sicherer Prüfstand?" diskutiert und anschließend das Fazit dem gesamten Auditorium vorgestellt.

<u>Gruppe 1:</u> Wie können Hochvolt- oder Wasserstoffspeicher sicher geprüft werden?

Eine Gefährdungsbeurteilung erfolgt individuell für jede Prüfaufgabe. Dabei sind Szenarien wie Brand, Explosion und umherfliegende Teile zu berücksichtigen. Die Maschinenrichtlinie und die Vorschriften der Berufsgenossenschaften geben die Inhalte der Gefährdungsbeurteilung vor. Wobei die Interpretation der Richtlinien abhängig von der Firmenphilosophie sein kann. Die Wirtschaftlichkeit des Sicherheitskonzepts wird im Wesentlichen durch die Anschaffungs- und die



Workshop "Prüfmethodik für Betriebsfestigkeitsversuche in der Fahrzeugindustrie" in Sindelfingen

Rüstkosten bestimmt. Aber auch die Havariebeständigkeit des Prüfstands durch die Sicherheitstechnik kann eine Rolle spielen.

<u>Gruppe 2:</u> Gibt es einen sicheren Prüfbetrieb aus dem Home-Office?

Für einen effizienten Prüfbetrieb ist zu klären, in wieweit die akustische und visuelle Wahrnehmung des Bedieners im Home-Office eingeschränkt ist. Eine Gefährdungsbeurteilung zeigt dann, ob ein Versuchsaufbau für den Betrieb aus dem Home-Office geeignet ist. Zwischen dem Start eines neu eingebauten Prüflings und dem laufenden Prüfbetrieb sollte unterschieden werden. Für die visuelle Kontrolle des Prüflings im laufenden Prüfbetrieb muss eine geeignete Technik verfügbar sein. Dazu gehört auch, dass ein Not-Halt zuverlässig ausgelöst werden kann.

<u>Gruppe 3:</u> Ist eine Bauteilprüfung unter Einhaltung aller Vorschriften möglich?

Einhellige Meinung der Teilnehmer ist, dass eine Bauteilprüfung unter Einhaltung aller Vorschriften möglich ist. Allerdings kann jeder Anwender die Vorschriften unterschiedlich auslegen. Die Risiko- und Gefährdungsbeurteilung ist Grundlage für ein Sicherheitskonzept. Dies setzt die Kenntnis der aktuell gültigen Regelungen und ihrer zulässigen Interpretation voraus. Die Gruppe sieht ein Problem darin, den Überblick über alle relevanten Regelungen, in ihrer aktuellen Fassung, zu behalten.

Als Fazit des diesjährigen Forum Bauteilprüfung lässt sich zusammenfassen, dass für jeden Prüfaufbau eine individuelle Risiko- und Gefährdungsbeurteilung durch den Betreiber durchzuführen ist. Das Zusammenführen von Erfahrungen, Regeln und Vorschriften zum Betrieb von Prüfmaschinen zu einem Stand der Technik würde ihren sicheren und effizienten Betrieb erleichtern.

Zum Abschluss des Workshops erfolgte eine Führung durch die Fertigung und das Kalibrierlabor der Kistler Instrumente GmbH. Hier beeindruckte die Präzision bei der Fertigung von Mehrkomponenten-Kraftaufnehmern für den Einsatz in Crashtestdummys. Allein das Löten der filigranen Leitungen zwischen den Dehnmessstreifen dauert etwa 30 Stunden. Außerdem wurde die Kalibrierung von Messrädern in einem Hexapod-Aufbau demonstriert.

Aufgrund der positiven Rückmeldungen wird der 10. DVM-Workshop "Prüfmethodik für Betriebsfestigkeitsversuche in der Fahrzeugindustrie" voraussichtlich im Jahr 2024 stattfinden. Bitte senden Sie Vortragsvorschläge an die Geschäftsstelle des DVM.

Rainer Masendorf

IMAB Clausthal Zellerfeld

Neue Mitglieder

Aus Datenschutzgründen in der Web-Version nicht veröffentlicht.

Herzlich willkommen im DVM!

Ehrungen

Verleihung der DVM-Ehrenmitgliedschaft an Erwin Sommer

Anlässlich des 125-jährigen Bestehens im Jahr 2021 verleiht der DVM **Erwin Sommer** auf Grund seiner einzigartig langjährigen, treuen und aktiven Mitgliedschaft, die seit 1970 und damit über 50 Jahre besteht, die DVM-Ehrenmitgliedschaft. Der Festakt musste aus den bekannten Gründen wiederholt verschoben werden und wird nun im Rahmen des DVM-Tages 2023 stattfinden.



E. Sommer

Eine Würdigung von Christina Berger mit Dank an H. G. Blauel, P. Gumbsch und T. Götz vom Fraunhofer IWM Freiburg für die zur Verfügung Stellung von Unterlagen.

Der Deutsche Verband für Materialforschung und -prüfung e.V. besteht mehr als 125 Jahre seit seiner Gründung am 25.10.1896.

Seit über 50 Jahren ist Erwin Sommer Mitglied im Verband mit seinem Eintritt am 17.4.1970. Als aktives Mitglied beeinflusste er die Themen und Diskussionen bei den Treffen der Mitglieder des DVM und der Gäste und nutzte das Netzwerk der Fachkollegen aus der Wissenschaft und Industrie um ihre Erfahrungen und Erkenntnisse auszutauschen und Handlungsbedarfe zu definieren und Lösungen zu erarbeiten. Mit seiner Ernennung zum Ehrenmitglied des DVM sollen seine Leistungen für den Verband und das Fachgebiet der Bruchmechanik gewürdigt werden.

Erwin Sommer wurde am 12.4.1936 geboren und studierte Physik an den Universitäten Göttingen und Freiburg von 1956-1962. Er promovierte zum Dr. rer. nat. an der Universität Freiburg 1966 und befasste sich im Ernst-Mach-Institut unter der Leitung von H. Schardin in der Abteilung Festkörpermechanik unter der Leitung von F. Kerkhof mit einer experimentellen Arbeit zum Bruchverhalten von Gläsern /1/.

Richtungsbestimmend für seine Arbeit war der erste große nach dem Krieg, 1961 vom DVM, ausgerichtete internationale DVM Tag mit über 550 Teilnehmern aus 15 Ländern. Das Thema "Brucherscheinungen und ihre Prüfung bei Metallen" fand große Beachtung. Die wesentlichen Fachleute auf diesem Gebiert waren unter den Vortragenden wie G. R. Irwin, F. Kerkhof, A. Kochendörfer, H. Rumpf, H. Schardin und viele andere. G. R. Irwin vom Naval Research Laboratory in

Washington hatte vier Jahre zuvor mit einem grundlegenden Aufsatz über die Spannungsverteilung an einer Rissspitze in einem linear-elastischen Material die Grundlage für das Konzept der Spannungsintensität als Beanspruchungs- und Bewertungsparameter der Bruchmechanik gelegt und veröffentlicht. Damit konnte eine Vielzahl von Schadensfällen ausgehend von herstellungsbedingten bzw. im Betrieb entstan-

denen Rissen erklärt werden, die mit den klassischen Festigkeitskonzepten nicht gut beschreibbar waren. So gewann die Bruchmechanik zunehmende Bedeutung und Interesse. Ein reger Erfahrungsaustausch zu diesem neuen Konzept folgte und bei einem Gastaufenthalt von G. R. Irwin im Ernst-Mach-Institut 1965 lud er die jungen Wissenschaftler zu einem Aufenthalt in die USA ein. Der erste von ihnen war Erwin Sommer, der als Post Doctoral Fellow im Department for Mechanical Engineering an der Lehigh University in Bethlehem PA. die Chance wahr-nahm, die ihm P. Paris angeboten hatte. In dieser Hochburg der Bruchmechanik waren auch G. Sih und F. Erdogan im engen Gedankenaustausch mit G. R. Irwin aktiv um Grundlagenwissen zur Beschreibung von Rissen in Materialien zu erarbeiten und die Anwendung der Gesetzmäßigkeiten für die Auslegung, Bewertung oder Schadensanalyse von technischen Bauteilen zu nutzen.

E. Sommer brachte von diesem 1-1/2-jährigen Aufenthalt viel Wissen und Kontakte mit, die seinen zukünftigen wissenschaftlichen Weg bestimmten. Er baute das für Deutschland neue Fachgebiet der Bruchmechanik nach seiner Rückkehr nach Freiburg systematisch auf als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Festkörpermechanik des Fraunhofer Ernst-Mach-Instituts.

Dazu war einmal die Prüftechnik zur Ermittlung der notwendigen neuen Kennwerte der Bruchmechanik für ein Spektrum von Materialien von KCI- Einkristallen bis zu hochfesten Stählen zu entwickeln und mit leistungsstarken servohydraulischen Prüfmaschinen zu erweitern. Zum anderen wurde das Konzept der Workshops aus den Erfahrungen in den USA übernommen und ein mehrtägiger "Einführungskurs in die Bruchmechanik" von F. Kerkhof und E. Sommer und seinem engagiertem Team im Juni 1969 angeboten, der auf 50 Teilnehmer begrenzt werden musste.

Die Kursunterlagen waren sehr begehrt /2/.

Diese sehr erfolgreiche Veranstaltung führte zu Diskussionen, dass in Deutschland ein Forum zum Wissensaustausch und zur Bearbeitung des Gebiets der Versagensvorgänge fehlt. Trotz sehr widersprüchlicher Meinungen der deutschen Festigkeitsexperten kam es am 20.11.1969 zur Gründung des "Arbeitskreises Bruchvorgänge" unter der Schirmherrschaft des DVM. F. Kerkhof wurde zum ersten Obmann des Arbeitskreises berufen und behielt dieses Amt bis zur 11. Sitzung. Ihm folgte 1980 bis 1983 E. Sommer.

Nach Abspaltung der Abteilung Festkörpermechanik des Ernst-Mach Instituts und Gründung des Fraunhofer-Instituts für Festkörpermechanik IFKM 1971 unter der Leitung von F. Kerkhof war E. Sommer stellvertretender Leiter des Instituts und wurde Ende 1977 Institutsleiter mit einem leistungsstarken Expertenteam von 27 Mitarbeitern. Da das Institut das mechanische Verhalten von Werkstoffen und Bauteilen in einem breit gefächerten Anwendungsbereich untersuchte, nannte es sich 1979 in Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM um. 1982/83 bezog das Institut neue und größere Räume am Rand von Freiburg und konnte dadurch seine apparative Ausstattung und damit die Anzahl der wissenschaftlichen Mitarbeiter mit ihren Arbeitsgruppen und der Forschungsaufgaben verstärken.

1983 habilitierte sich E. Sommer an der Fakultät für Maschinenbau der Universität Karlsruhe. Durch Vorlesungen und gemeinsame Projekte und Doktoranden intensivierte sich die Zusammenarbeit mit den Instituten der Karlsruher Universität.

Die Bruchmechanik gewann als Handwerkszeug zur Sicherheitsbewertung von Bauteilen insbesondere für die Kraftwerksindustrie große Bedeutung und brachte damit viele interessante Projekte für das Institut. In diesen Jahren gab es einen regen nationalen und internationalen Erfahrungsaustausch und Zusammenarbeit. Zu erwähnen sind hier: die Institute der Karlsruher Universität-Institut für Mechanische Verfahrenstechnik mit H. Rumpf, K. Schönert - Institut für Metallkunde mit E. Macherauch, K. H. Schwalbe, D. Munz, dem IEHK der RWTH Aachen mit W. Dahl, der BAM Berlin mit G. W. Becker und D. Aurich, die TU Darmstadt mit T. Seeger, C. Berger, das LBF Darmstadt mit E. Gassner, O. Buxbaum, in der MPA Stuttgart mit K. Kussmaul und E. Roos. International mit den Kollegen in den USA, siehe oben, sowie beispielsweise in Frankreich mit D. Francois, A. Pineau, in England mit A. A. Wells, J. Knott, C. E. Turner, F. M. Burdekin, in Japan mit S. Iida, S. Machida, M. Toyoda. Diese Zusammenarbeit spiegelte sich auch in den Sitzungen und Tagungen des DVM und des Arbeitskreises Bruchvorgänge und den internationalen Tagungen wieder.

Auch andere Themen wurden zu Forschungsschwerpunkten im Fraunhofer IWM. Es erfolgte der Aufbau der Computersimulation von Vorgängen in Werkstoffen und Bauteilen. In den 80er Jahren die Erweiterung auf dem Gebiet des Hochtemperaturverhaltens von Metallen, der Einstieg in die Keramikforschung unter Nutzung des Wissens über die Gläser und der Beginn der Simulation von Fertigungsschritten. In den 90er Jahren der Einstieg in die Tribologie von Keramik und der Aufbau von Beschichtungstechnologien und in die Bewertung der Schweissverbindungen.

Bereits in den 80er Jahren gab es gute Kontakte mit dem Institut für Festkörperphysik und Elektronen-ikroskopie der Akademie der Wissenschaften in Halle/ Saale. Dies führte nach der Wiedervereinigung 1992 zur Gründung der Fraunhofer IWM Außenstelle für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen und ergänzte damit die Freiburger Arbeiten um mikrostrukturelle Aspekte, aus denen sich die Mechanismen im Werkstoff unter den verschiedensten Beanspruchungen erklären und vorhersagen lassen. Aus diesem Institutsteil ist ein leistungsstarkes Schwester Institut entstanden, das mittlerweile ein eigenständiges Fraunhofer Institut ist.

Wichtig waren die Aktivität von E. Sommer zur Verstärkung der Kooperation innerhalb der Fraunhofer Gesellschaft. Die Gründung des Fraunhofer-Verbundes Werkstoffe, Bauteile 1997 schuf ein wichtiges Netzwerk für eine schlagkräftige Zusammenarbeit der FhG Institute. E. Sommer wurde deren erster Sprecher.

Im Rahmen der vom Wissenschaftsrat durchgeführten Evaluation der nicht universitären materialwissenschaftlichen Forschungseinrichtungen wurde bezüglich des Fraunhofer IWM 1996 festgestellt: "Hinsichtlich der Methodik ist die beispielhafte Untermauerung der ingenieurwissenschaftlichen Arbeiten zu materialwissenschaftlichen Forschungsthemen durch naturwissenschaftliche, vor allem physikalische Arbeiten bemerkenswert".

Die anwendungsorientierten Forschungsziele wurden jetzt auch in der Organisationsstruktur des Fraunhofer IWM abgebildet und zeigen die breite Ausrichtung der Forschungsfelder:

- Sicherheit und Verfügbarkeit von Bauteilen durch Experimente, Modellbildung, Simulation und Berechnung unter komplexen Werkstoff- und Bauteil-Bedingungen,
- Bemessungsaufgaben und Lösungsansätze für einen beanspruchungs-, Werkstoff- und kostengerechten Einsatz von Werkstoffen und Bauteile,
- Verfahrensentwicklungen, Fertigungs-, Füge- und Oberflächentechnik, Präzisionsbearbeitung und Beschichtung von Oberflächen, Heißformgebung.

Wissenschaftsorganisatorischen Aufgaben stellte sich E. Sommer durch seine Mitarbeit in zahlreichen Gremien und Fachverbänden. Innerhalb der Fraunhofer Gesellschaft war er seit 1993 Vorsitzender des Wissenschaftlich Technischen Rates und der Hauptkommission. Er wurde einer der wenigen Ehrenmitglieder der Fraunhofer Gesellschaft für besondere Verdienste.

Mit der Pionierarbeit bei der Einführung der Bruchmechanik in Deutschland, seinen Forschungen zum Bruchverhalten von Werkstoffen und Bauteilen, dem Aufbau und der Organisation eines leistungsstarken weltweit anerkannten Forschungsinstituts mit vielen bedeutenden Experten im Team, dem Aufbau und der Unterstützung von Organisationen, Arbeitsgruppen und Verbänden erwarb sich Erwin Sommer weltweit Anerkennung auch als Brückenbauer in einem manchmal schwierigen Umfeld. Eine großartige Leistung!

Nach über 30 Jahren Leitung des Fraunhofer IWM mit dem Erreichen des 65. Lebensjahres übergab E. Sommer den Stab der Leitung des Instituts an P. Gumbsch am 25.4. 2001 im Rahmen eines Festkolloquiums.

Danach hat er noch eine Reihe von Doktoranden bis zur Promotion betreut und die Entstehungsgeschichte des Fraunhofer Instituts für Werkstoffmechanik 2006 ausführlich zusammengefasst /4/.

Zur Verleihung der Ehrendoktorwürde der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg an Erwin Sommer am 25. Oktober 2002 würdigte der Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft ihn: "Mit seiner ruhigen bescheidenen und besonnen Art hat Herr Sommer das Fraunhofer IWM in Freiburg entwickelt. Mit eben dieser Art hat er die beiden Schwester-Institute in Freiburg und Halle zusammen geführt und daraus ein Team geformt. Denn Herr Sommer ist nicht nur ruhig und besonnen, sondern zielgerichtet! Mancher mag sich da wundern, denn nach einiger Zeit hat er sein Ziel erreicht, ohne dass links und rechts jemand liegen geblieben ist. Mit dieser Art hat er nicht nur sein Institut hoch gebracht, sondern so hat er auch innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft gewirkt."

Lebensbegleitend haben ihm seine Frau Barbara und ihr gemeinsamer Sohn Ingolf zur Seite gestanden. Mit Schwung und Elan hat Barbara Sommer ihn auf vielen Dienstreisen begleitet und beim Kontakten unterstützt, die Gäste in ihr Haus eingeladen aber auch bei vielen Veranstaltungen bei der Organisation und Mitgestaltung geholfen. In ihren Refugien im Breisgau und in der Provence fand Erwin Sommer Entspannung aber auch körperliche Ertüchtigung. Geistige Anregung aus der Literatur, mit der Musik und in der Natur waren und sind ihm ein Bedürfnis.

/1/ Sommer, Erwin: Formation of Fracture 'Lances' in Glass, J. Eng. Fract. Mech. Vol. 1, 539-646, 1969
/2/ Fraunhofer Ernst-Mach-Institut, Abteilung für
Festkörpermechanik: Einführungskurs in die Bruchmechanik,
9.-13. Juni 1969 (Materialprüfung Vol.12,3,69-76, 1970)
/3/ Sommer, Erwin: Bruchmechanische Bewertung von Oberflächenrissen, Habilitationsschrift, Karlsruhe, Juni 1983, WFT 1, Herausgeber B. Ilschner, Springer Berlin/Heidelberg, New York, Tokyo 1984
/4/ Sommer,Erwin: Das Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik
IWM. Seine Ursprünge, seine Anfänge und seine historische Entwicklung, Fraunhofer IRB Verlag 2006

Christina Berger Seeheim-Jugenheim

DVM-Juniorpreise

Der Arbeitskreis Bruchmechanik und Bauteilsicherheit vergab den DVM-Juniorpreis im Rahmen seiner 55. Tagung an **Florian Paysan, DLR e.V. Köln** (1. Platz), **Florian Garnadt, TU Darmstadt** (2. Platz) und **Aris Tsakmakis, TU Darmstadt** (3. Platz).

Im Rahmen der LCF9 wurde der DVM-Juniorpreis an **Nicolas Leost, Mines de Paris – PSC University, Evry (FR)** vergeben.

Bei beiden Veranstaltungen gab es zur großen Freude der fachlich Verantwortlichen eine große Zahl von Juniorpreis-Kandidaten mit sehr guten Vorträgen, unter denen den Preiskomitees die Auswahl wiederum sehr schwer fiel.



N. Leost

Die Übersicht aller Ehrungen mit Listen der jeweiligen Preisträger ist auf der DVM-Website www.dvm-berlin.de im Bereich "Über den DVM"veröffentlicht.

Ernst Gassner -

Gründer und Legende der modernen Betriebsfestigkeit

Anlass für diesen Beitrag ist eine gemeinsame Initiative von H. Zenner (IMAB, Clausthal, und DVM-Ehrenvorsitzender) und dem C. M. Sonsino, Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt, den in den 1940er Jahren von Ernst Gassner eingeführten Begriff "Lebensdauerlinie" [1] für die Darstellung von Ergebnissen aus Versuchen mit variablen Amplituden durch den Begriff "Gassner-Linie", bewusst und auch mehr verbreitet, zu ersetzen. Der Hintergrund ist nicht allein eine erneute Erinnerung an und Ehrung der Verdienste von E.

Gassner, der als "Vater" der Betriebsfestigkeit gilt, sondern auch eine klare begriffliche Unterscheidung zwischen den Ergebnissen aus Belastungen mit variablen und konstanten Amplituden, zumal die Wöhler-Linie auch eine Lebensdauerlinie ist. Dieses Ansinnen findet die uneingeschränkte Unterstützung vom Deutschen Verband für Materialprüfung und forschung (DVM) und wird von den verantwortlichen der FKM-Richtlinie sehr begrüßt und demnächst auch in die Richtlinie eingeführt.

Ernst Gassner (1908-1988), Mitbegründer des LBF im Jahr 1939, lebte und forschte überwiegend in Darmstadt. Er prägte in den 30er Jahren den Begriff "Betriebsfestigkeit" aufbauend auf die Lehre der "Gestaltfestigkeit" seines Mentors August Thum und hat mit seinem Wissen maßgeblich zur optimalen Auslegung industrieller Produkte beigetragen und ein international hohes Ansehen in Fachkreisen erworben, das bis heute gilt.



Unter Betriebsfestigkeit versteht man die Eigenschaft einer Konstruktion oder eines Bauteils, die während des Betriebs zufallsartig auftretenden elasto-plastisch zyklischen, quasistatischen und schlagartigen Belastungen unter Einbeziehung der Umgebungsbedingungen, wie Temperatur oder Korrosion, für eine festgelegte Betriebsdauer zu ertragen. Ernst Gassner, zunächst verankert im Flugzeugbau, erkannte die Bedeutung der im Betrieb auftretenden Beanspruchungen mit zeitlich veränderlichen Amplituden für die Lebensdauer und den Leichtbau von

Bauteilen [2-4] und formulierte 1939 eine Vorgehensweise zur experimentellen Simulation derartiger Vorgänge: der historische Achtstufen-Blockprogrammversuch mit einer Gauß-ähnlichen (binomialen) Verteilung der Amplituden und einem Teilfolgenumfang von L_s = 5•10⁵ Schwingspielen, Bild 1. Da mit den damaligen Prüfmaschinen zufallsartige Belastungen und ihre Durchmischung nicht bewerkstelligt werden konnten, versuchte er dies mit unterschiedlich hohen Laststufen und Reihenfolgen zu berücksichtigen. Darüber hinaus empfahl er, um eine weitere Durchmischung zu ermöglichen, auf dem höchsten Lasthorizont mindestens fünf bis zehn Teilfolgen bis zum Versagen durchlaufen zu lassen; bei niedrigen Lasthorizonten ist die Wiederholungshäufigkeit der Teilfolgen ohnehin größer. Er führte damit den bis etwa Mitte der 1970er Jahre angewendeten ersten Standard der Betriebsfestigkeit (LBF-Normverteilung) ein. Ab Mitte der 1940er Jahren fand die Gassner'sche Idee mehr und mehr Einzug in verschiedene Bereiche der Technik.

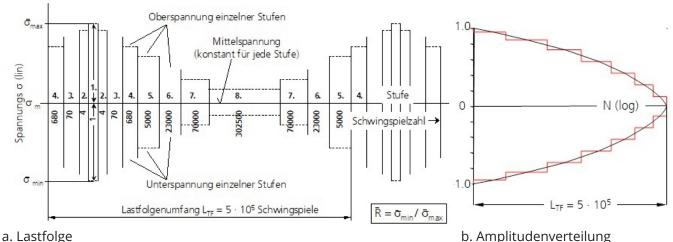
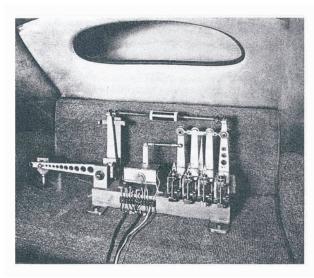


Bild 1: Ernst Gassner's Achtstufen-Blockprogramm (1939)

Gassner entwickelte zu einer Zeit, in der servohydraulische Prüfmaschinen noch nicht die zur zufallsartigen Simulation der Betriebslasten erforderliche Reife besaßen, auch Lösungen, um die erwähnten Nachteile des blockartigen Belastungsablaufs zu umgehen. Hierzu sei der erste Betriebslastenversuch in 1958 erwähnt, bei dem an einen 10-Proben-Prüfstand direkt im Kraftfahrzeug die mechanische Übertragung vertikaler Wege der Hinterachse vorgenom-

men wurde, Bild 2. Durch eine Verstärkung der Übersetzung wurde einerseits die Lebensdauer unter reellen Betriebsbelastungen und repräsentativen Bedingungen in kurzer Zeit, statistisch abgesichert, ermittelt und über die Neigung der Gassner-Linie auf die zu erwartende Lebensdauer der Achse beim bestimmungsgemäßen Betrieb geschlossen. Andererseits wurden die für die Bemessung wichtigen Belastungs- und Versuchskollektive erstellt.



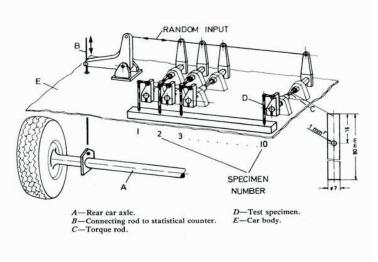
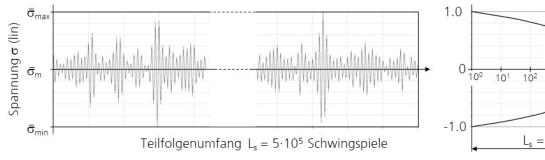
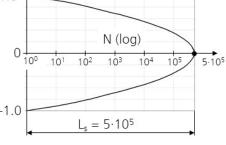


Bild 2: Simultan-Betriebsfestigkeit an einer VW-Käfer-Hinterachse (1958)

Schließlich wurde in den 70er Jahren der Achtstufen-Blockprogrammversuch durch zufallsartige Belastungen durch die Einführung von servohydraulischen Prüfmaschinen mit geeigneten Regelungstechniken abgelöst, Bild 3.





 $\overline{R}=\overline{\sigma}_{min}/\,\overline{\sigma}_{max}=-1$, $\mathbf{I}=0.99$

a. Lastfolge

Bild 3: Gauß-Standard für Versuche unter variablen Amplituden

Die Substitution des Blockprogrammes durch einen zufallsartigen Belastungsablauf warf nun die Frage auf, ob bei gleicher Verteilung der Lastfolgen sich auch gleiche Lebensdauern ergeben würden. Wie aus Bild 4 (Seite 12) zu ersehen ist, führte die zufallsartige Belastung gegenüber der blockartigen, bei gleichem Teil-

folgenumfang $L_s = 5 \cdot 10^5$ Schwingspielen und etwa gleicher Amplitudenverteilung (Gauss versus binomial), je nach Werkstoff und Spannungskonzentration zu um Faktor etwa 3 bis 10 deutlich kürzeren Lebensdauern, aufgrund von unterschiedlichen, lastfolgeund gefügebedingten Versagensmechanismen.

b. Amplitudenverteilung

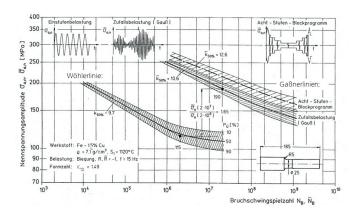


Bild 4: Gassnerlinien unter zufalls- und blockartiger Belastung

Diese Erkenntnis betrübte Gassner sehr: "Mein schöner Blockprogrammversuch ist tot." Doch das stimmte so nicht ganz. Denn Blockprogrammversuche mit deutlich kleineren Teilfolgenumfängen als $L_s = 5 \cdot 10^5$ Schwingspielen und damit mit einer höheren Wiederholungshäufigkeit können aufgrund der hohen Durchmischung das gleiche Ergebnis wie eine zufallsartige Belastungsfolge liefern, wie spätere Ergebnisse dies zeigten [5]. Solche Blockprogrammversuche mit kleinen Teilfolgenumfängen werden nach wie vor angewendet, insbesondere bei der Untersuchung von Strukturen mit Nichtlinearitäten, die ein schnelles Anfahren von Belastungsspitzen erschweren oder nicht ermöglichen.

Für die graphische Darstellung der Ergebnisse unter Kollektivbelastung schlug Gassner folgende Vorgehensweise vor: Als Last-, Spannungs- oder Verformungsamplitude den Höchstwert der gefahrenen Teilfolge (Sequenz), als Schwingspielzahl die Gesamtheit aller Schwingspiele bis zum definierten Versagen (Bruch, Anriss oder Verformung). Diese Vorgehensweise erlaubt für ein gegebenes Kollektiv und eine festgelegte Bemessungslebensdauer zweierlei: Erkennung des Abstandes zur Streck- oder Formdehngrenze und Feststellung, um wieviel der Bereich nach dem Abknickpunkt der Wöhlerlinie überschritten werden kann, also Feststellung des vorhandenen Leichtbaupotenzials.

Gassner zeigte zunächst, wie man durch Kenntnis der Kollektivform gegenüber der Einstufenbelastung mehr Lebensdauer erlauben kann: Die Lebensdauer eines Bauteils nimmt mit abnehmender Fülligkeit des Beanspruchungskollektives zu, Bild 5. Allerdings der eigentliche Verdienst von Gassner ist nicht so sehr die experimentelle Simulation betriebsähnlicher und damit realitätsnaher Belastungsvorgänge im Gegensatz zur Einstufenbelastung, dies fand schon Anwendung vor seinen Arbeiten [6], sondern seine daraus abgeleitete Konsequenz und Bedeutung für den Leichtbau, Bild 5:

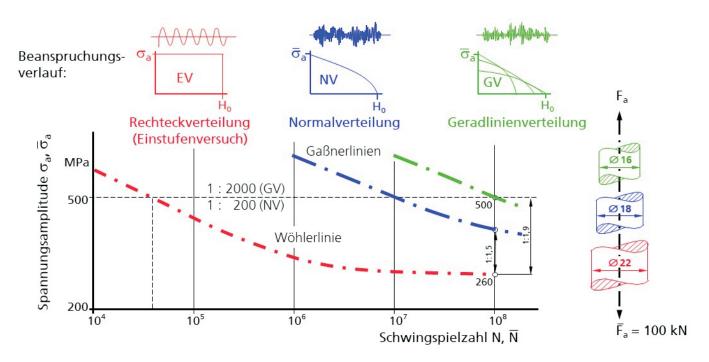


Bild 5: Einfluss der Kollektivform auf die Lebensdauer und Bauteil-abmessungen (schematisch)

Der Schritt weg von der Wöhlerlinie bringt nicht nur einen signifikanten Gewinn an Lebensdauer mit sich, sondern ist auch mit einer Reduzierung von Bauteildimension bzw. Gewicht verbunden: Wenn ein Bauteil, z. B. eine Spurstange für eine Lebensdauer von 108 und mehr Schwingspielen ausgelegt werden soll, ergibt sich unter Zugrundelegung der maximalen Betriebslast als Einstufenbelastung und der sogenannten Dauerfestigkeit ein Durchmesser von 22 mm. Die gleiche Lebensdauer lässt sich aber für ein normalverteiltes Kollektiv bei Kenntnis der entsprechenden Gassner-Linie mit einem Durchmesser von 18 mm erreichen. An Spurstangen liegt im Betrieb ein Geradlinienkollektiv vor, das sogar eine höhere Beanspruchbarkeit als das Normalkollektiv erlaubt. Durch die Überschreitbarkeit der sogenannten Dauerfestigkeit um fast Faktor 1,9 ergibt sich ein Durchmesser von 16 mm und gegenüber einer Auslegung nach der Wöhlerlinie eine Gewichtsreduzierung um Faktor 2. Würden Fahrwerkskomponenten, wie z. B. Räder, Lenker u. a. nicht unter Berücksichtigung der Belastungskollektive, sondern nach der Maximallast und der sogenannten Dauerfestigkeit ausgelegt werden, würden diese auch um etwa Faktor 2 schwerer wiegen. Ein Flugzeug würde bei einer solchen Auslegung kaum abheben, zumindest keine Nutzlast tragen können.

Nach der ersten Revolution in der schwingfesten Bauteilbemessung durch August Wöhler (1865), erbrachte Gassner somit eine zweite, sogar über die heutige Zeit hinaus reichende Revolution im Leichtbau und in der Ermüdungsfestigkeit. Das zunächst im Hinblick auf den Flugzeugbau entwickelte Konzept der Betriebsfestigkeit wurde ab 1948 nicht nur von der deutschen, sondern später von der europäischen und amerikanischen Fahrzeugindustrie angenommen. Heute ist eine Fahrzeugentwicklung ohne Lebensdaueruntersuchungen mit variablen Amplituden sowohl numerischer als auch experimenteller Art undenkbar. Auch andere Industriezweige, wie Brückenbau, Schiffbau, Kranbau, Schienenfahrzeugbau u. a., haben in den folgenden Jahrzehnten das Potenzial von Leichtbaulösungen erkannt und die Gassner'sche Methode zur betriebsfesten Bauteildimensionierung eingeführt.

Natürlich war Gassner bestrebt, die Position der Gassner-Linien auch rechnerisch zu ermitteln. Er wies allerdings auf die Unsicherheiten einer Lebensdauerabschätzung mit der linearen Schadensakkumulationshypothese nach Palmgren-Miner hin, wegen tatsächlichen Schadenssummen, die kleiner als der theoretische Wert $D_{th} = 1.0$ waren [7]. Obwohl diese Erkenntnis mehr als 60 Jahre zurück liegt, wird sie bisher weltweit nur in zwei Regelwerken durch entsprechende zulässige Schadenssummen $D_{zul} < D_{th}$ bzw. in der Bemessungspraxis durch entsprechende Erfahrungen berücksichtigt [8, 9].

Wenig wahrgenommene Beiträge von Gassner sind seine Arbeiten zum Schwingfestigkeitsverhalten im Bereich hoher Schwingspielzahlen unter Einstufenbelastung [10], Rissfortschrittsverhalten angerissener Sicherheitsbauteile unter Kollektivbelastung [11,12] und Gestaltfestigkeit von Bauteilen, also die Interaktion zwischen Geometrie, Werkstoff, Fertigung und Belastung auf Basis von örtlichen Spannungen [13, 14].

Ernst Gassner stellte in der Welt der Schwingfestigkeit schon ziemlich früh fest, dass unter Einstufenbelastung nach dem Abknickpunkt der Wöhlerlinie im Bereich hoher Schwingspielen weiterhin ein Abfall der Schwingfestigkeit stattfand. Deshalb gab er nicht den Abknickpunkt als die sogenannte Dauerfestigkeit an, sondern die Schwingfestigkeit bei N = 10⁸ Schwingspielen [10], die er als technische Dauerfestigkeit bezeichnete, wohlwissend dass auch danach eine Reduzierung der Schwingfestigkeit zu erwarten war. Für Gassner war dieser Wert allerdings nicht von großer Bedeutung, weil Kollektive ohnehin unterhalb der sogenannten Dauerfestigkeit Belastungsanteile enthalten und bei der rechnerischen Lebensdauerabschätzung auch die Schädigung von Beanspruchungen unterhalb der sogenannten Dauerfestigkeit berücksichtigt werden muss.

Er machte die Fahrzeugindustrie darauf aufmerksam, dass bei Sicherheitsbauteilen, trotz der Auslegung mit dem Versagenskriterium Vermeidung des ersten technischen Anrisses, im Betrieb durchaus ein Anriss entstehen kann und die Kenntnis des Rissfortschrittes unter Kollektivbelastung, die Bewertung der Funktionstüchtigkeit des Bauteils und möglicher vorhandener Lebensdauerreserven von großer Bedeutung sind. Bild 6 zeigt eine postmortum Rissfortschrittsmessung in einem Lichtmikroskop an einem gebrochenen LKW-Achsschenkel anhand der Zählung von Rastlinien auf der Bruchfläche und ihrer Zuordnung zu erfolgenden Stufenwechseln und damit zu zugehörigen Schwingspielzahlen [11,12].

Geprägt von der Thum'schen Gestaltfestigkeit betonte Ernst Gassner stets, dass für die Betriebsfestigkeit die Geometrie dominanter ist als die Werkstofffestigkeit. Bild 7 zeigt, wie bei einem LKW-Achsschenkel infolge der Reduzierung der örtlichen Spannungen in der schwingbruchkritischen Kerbe durch Optimierung der geometrischen Verhältnisse, ohne die Werkstofffestigkeit zu erhöhen, sogar eine höhere Lebensdauer erzielt werden kann [15]. Eine Oberflächennachbehandlung führt zu einer weiteren Verbesserung der Lebensdauer. Die Optimierung der geometrischen Verhältnisse zur Minderung der örtlichen Spannungen in der Kerbe wurde, wie seinerzeit auch bei anderen komplexeren Bauteilen [13, 14], durch Dehnungsmessungen in den schwingbruchkritischen Bereichen bewerkstelligt.

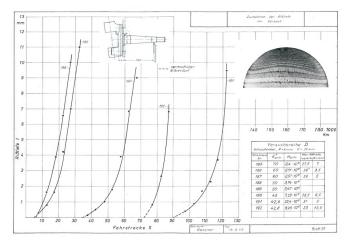


Bild 6: Risstiefenverlauf infolge der Achtstufenbelastung (1949)

Neben seinen überragenden wissenschaftlichen Beiträgen war eine weitere beeindruckende Stärke von Gassner seine Fähigkeit, in einer Zeit, in der es nicht üblich war, industrielle Wettbewerber aus dem In- wie Ausland, die mit ähnlichen technischen Problemen konfrontiert waren, zusammenzubringen und somit Gemeinschaftsarbeiten zu etablieren, deren Ergebnisse noch in der heutigen Bemessungspraxis angewendet und in Regelwerken [9] beachtet werden [z. B. 16]. Diese fruchtbare Kommunikationskultur kulminierte zuletzt in der Gründung des DVM-Arbeitskreises

Betriebsfestigkeit. Ernst Gassner war ein international höchst anerkannter Wissenschaftler, der von der International Committee on Aeronautical Fatigue (ICAF), von der Society of Automotive Engineers (SAE) und von der Fédération International des Sociétés d'Ingénieurs des Techniques de l'Automobile (FISITA) größte Wertschätzung erfuhr. Der DVM ehrte 1985 Ernst Gassner mit der Erich-Siebel-Gedenkmünze, der höchsten vergebenen Auszeichnung des DVM. In Erinnerung an Gassner zeichnet das Fraunhofer LBF, unter der Patenschaft des DVM und unterstützt durch eine internationale Jury, Betriebsfestigkeitsfachleute ausschließlich aus der Industrie mit dem Ernst-Gassner-Preis aus. Die Preisträger sollen hervorragende wissenschaftlich-technische Leistungen im Sinne Ernst Gassners, Leichtbau von Bauteilen und Strukturen unter komplexen Betriebsbelastungen, erbracht haben.

Quellen

[01] Gassner, E.: Betriebsfestigkeit. Sonderdruck aus Lueger Lexikon der Technik, Band Fahrzeugtechnik, Deutsche Verlagsanstalt GmbH, Stuttgart, 1967. [02] Gassner, E.: Festigkeitsversuche mit wiederholter Beanspruchung im Flugzeugbau. Luftwissen 6 (1939) Nr. 2, S. 61-64.

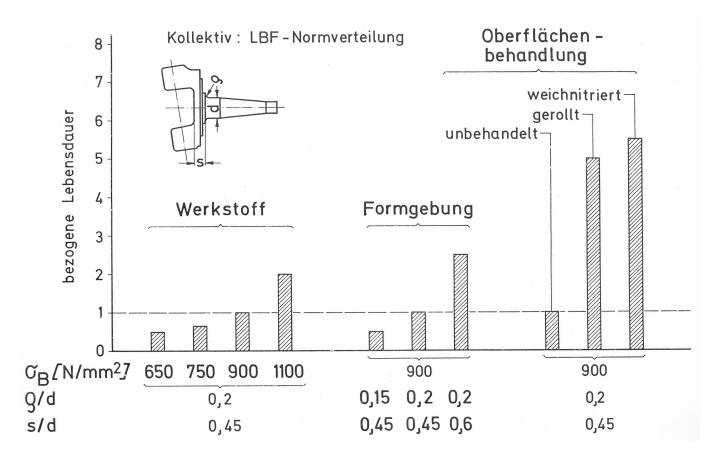


Bild 7: Möglichkeiten zur Steigerung der Lebensdauer von Achs-schenkeln

[03] Gassner, E.: Über bisherige Ergebnisse aus Festigkeitsversuchen im Sinne der Betriebsstatistik. Bericht 106 der Lilienthal-Ges. für Luftfahrtforsch. 1939. S. 9-14.

[04] Gassner, E.: Auswirkung betriebsähnlicher Belastungsfolgen auf die Festigkeit von Flugzeugbauteilen. Diss. TH Darmstadt. Dt. Versuchsanstalt f. Luftfahrt. Bericht-Nr. FB 1461(1941).

[05] Lowak, H., Grubisic, V.: Möglichkeiten zur Lebensdauervorhersage für Bauteile aus Aluminiumlegierungen, Materialprüfung 27 (1985) Nr. 11-12, S. 337-343.

[06] Teichmann, A.: Grundsätzliche Betrachtungen über Festigkeitsversuche im Sinne der Betriebsstatistik. Lilienthal-Gesellschaft für Luftfahrtforschung, Berlin (1939).

[07] Gassner, E., Schütz, W.: Assessment of the allowable design stress and the corresponding fatigue life. In: Gassner E., Schütz, W.: Fatigue Design Procedures. Proceedings des ICAF-Symposiums, München, 1965.

[08] Hobbacher, A.: IIW Recom-mendations for fatigue design of welded joints and components. 2. Ausgabe, 978-3-319-23757-2. Springer Verlag, Berlin, 2015.

[09] FKM-Richtlinie – Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Maschinenbauteile. 7. erweiterte Ausgabe. VDMA Verlag, Frankfurt, 2020.

[10] Gassner E, Pries H.: Zeit- und Dauerfestigkeitsschaubilder für stabartige Bauteile aus Cr-Mo-Stahl, Duraluminium, Hydronaluminium und Elektron. Luftwissen 8 (1941) Nr.3, S. 1-8.

[11] Gassner, E.: Betriebsfestigkeit des Achsschenkels des 1.5t Opel-Lastkraftwagens. LBF-Bericht Nr. 20/483/50 (1950), LBF Darmstadt, teilweise veröffentlicht in [12].

[12] Gassner, E.: Betriebsfestigkeit. Konstruktion 6 (1954) Nr. 3, S. 97-104.

[13] Bauz, W., Gassner, E., Svenson, O.: Bean-spruchungs-Messungen und Betriebsfestigkeits-Versuche an Fahrzeug-Bauteilen. Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ) 53 (1951) Nr. 11, S. 1-3.

[14] Svenson, O.: Anwendung des Dehnungsmessstreifens für Beanspruchungsmessungen. In: Grundlagen und Anwendung des Dehnungsmessstreifens, Hrsg.: K. Fink, Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, 1952, 134-139.

[15] Gassner, E., Schütz, W.: Evaluating vital vehicle components by programme fatigue tests. FISITA, 9th Int. Automobile Technical Congress, 1962, S. 8-11.

[16] Gassner, E.: Verfahren zur Beurteilung des Festigkeitsverhaltens von Werkstoffen für Bauteile mit zufallsartigen Beanspruchungen. Gemeinschaftsarbeit BMFT – Industrie – LBF, LBF-Bericht Nr. 2772 (1979), unveröffentlicht, Fraunhofer Institut für Betriebsfestigkeit LBF, Darmstadt.

C. M. Sonsino

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt

Zum Weiterlesen - Die DVM-Sonderhefte

Die Publikationen in der Reihe "DVM-Sonderhefte" vermitteln historische Entwicklungen der Materialforschung und -prüfungoder erläutert den Stand der Technik. Die Reihe ist eine Ergänzung zu den Berichtsbänden der DVM-Arbeitskreise.



Harald Zenner, Karsten Hinkelmann Fatigue of Components - August

Wöhler (1819-1914) – A Historical Review

DVM 2017, 406 Seiten, Hardcover, 98.00 Euro



Harald Zenner

Bauteilermüdung – August Wöhler (1819-1914) Ein historischer Rückblick

DVM 2015, 390 Seiten, Hardcover, 98,00 Euro



Walter Schütz

Zur Geschichte der Schwingfestigkeit DVM 2008, Sonderheft 04 149 Seiten, Softcover, 29,00 Euro



Karl Heinz Kloos

100 Jahre Materialforschung und prüfung als Grundlage innovativer Produktentwicklung

DVM 2007, Sonderheft 03 83 Seiten, Softcover, 29,00 Euro

Weitere Informationen und Bestellung über www.dvm-berlin.de

	24. und 25. Januar 2023, Darmstadt Workshop DVM-Arbeitskreis Struktur- bauteile aus Kunststoffverbunden - Methoden zur Bauteildimensionierung aus Sicht von Material und Fertigung	Trans.	4. und 5. Juli 2023, Zwickau Workshop DVM-Arbeitskreis Brennstoff- zelle, Batterie, elektrischer Antrieb – Anforderungen und Absicherung
	25. und 26. Januar 2023, Darmstadt Workshop DVM-Arbeitskreis Betriebs- festigkeit - Numerische Simulation in der Betriebsfestigkeit		26. bis 28. September 2023, Clausthal Fortbildungsseminar DVM-Arbeitskreis Betriebsfestigkeit - Bauteilschäden – Bewertung, Folgerungen und Abhilfe- maßnahmen
	07. und 08. Februar 2023, Lübeck Workshop DVM-Arbeitskreis Zuverlässigkeit mechatronischer und adaptronischer Systeme		10. Oktober 2023, München Fortbildungsseminar DVM-Arbeitskreis Betriebsfestigkeit - Absicherung der Betriebsfestigkeit von Hochvoltspeichern
	13. Februar 2023, Darmstadt Fortbildungsseminar DVM-Arbeitskreis Bruchmechanik und Bauteilsicherheit Experimentelle Methoden der Bruchmechanik		11. und 12. Oktober 2023, München 49. Tagung des DVM-Arbeitskreises Betriebsfestigkeit - Potenziale der Betriebsfestigkeit in Zeiten des technologischen und gesellschaftlichen Wandels
	14. und 15. Februar 2023, Darmstadt 55. Tagung DVM-Arbeitskreis Bruch- mechanik und Bauteilsicherheit - Bruchmechanische Werkstoff- und Bauteilbewertung: Beanspruchungs- analyse, Prüfmethoden und Anwendungen	Fourthern Banks Bank	21. und 22. November 2023, Ulm Fortbildungsseminar Zuverlässigkeit und Probabilistik
	1. und 2. März 2023, Berlin Workshop DVM-Arbeitskreis Digitalisierung in der Materialforschung und -prüfung	Kennouer Books	23. und 24. November 2023, Ulm Workshop Zuverlässigkeit und Probabilistik
	15. und 16. März 2023, Mannheim Workshop DVM-Arbeitskreis Zuverlässigkeit tribologischer Systeme	Werkstoffprüfung 2023	23. und 24. November 2023, Berlin Tagung Gemeinschaftsgremium DGM, DVM, Stahlinstitut VDEh Werkstoffprüfung 2023 - Werkstoffe und Bauteile auf dem Prüfstand Prüftechnik – Kennwertermittlung – Schadensvermeidung
	29. und 30. März 2023, Berlin Mitgliederforum DVM-Tag 2023 – Mobilität der Zukunft – Bauteil- zuverlässigkeit im digitalen Zeitalter	Charles when the first had substant to deal of the day	28. und 29. November 2023, Berlin Tagung DVM-Arbeitskreis Additiv gefertigte Bauteile und Strukturen
	26. und 27. April 2023, Hannover Tagung DVM-Arbeitskreis Elastomerbauteile - Elastomerbauteile - dynamisch in die Zukunft		11 to 13. June 2024, Dresden VAL5 Fifth International Conference on Material and Component Performance under Variable Amplitude Loading
S A Pare	25. oder 26. KW (Juni) 2023 Workshop DVM-Arbeitskreis Zuverlässigkeit von Implantaten und Biostrukturen		June 2025 ICMFF14 International Conference on Multiaxial Fatigue & Fracture

Detailinformationen zu allen Veranstaltungen siehe www.dvm-berlin.de



MODIFIKATION VON OBERFLÄCHENRAUIGKEIT UND RANDSCHICHTHÄRTE ADDITIV GEFERTIGTER STRUKTUREN DURCH NACHBEARBEITUNGSVERFAHREN

(Kurzfassung: Vollversion im DVM-Berichtsband 405, S. 55 - 68)

Bei der additiven Fertigung ist das pulverbettbasierte Laserstrahl-Schmelzen von Metallen (PBF-LB/M), aufgrund vielseitiger Gestaltungs- und Anwendungspotentiale, z. B. bei der Herstellung leichtbauoptimierter und zeitgleich komplexer Strukturbauteile, hervorzuheben. Demgegenüber stehen jedoch nicht zu vernachlässigende Herausforderungen, wie beispielsweise die verfahrensbedingte, raue Oberfläche. Zentrales Ziel dieser Studie ist es, das Potential unterschiedlicher Nachbearbeitungsverfahren auf die Reduktion der Oberflächenrauheit und die Randschichtverfestigung, von mittels PBF-LB hergestellten Proben aus dem Edelstahlwerkstoff AISI 316L, aufzuzeigen. Für die vorliegenden Untersuchungen wurden durch die Variationen der Fertigungsparameter unterschiedliche Randschichten als Ausgangszustände erzeugt und mittels Konfokalmikroskopie sowie zyklischer Mikroeindringprüfung analysiert. Anschließend wurden physikalisch unterschiedliche Nachbearbeitungsverfahren angewendet, um die Randschichtzustände zu modifizieren. Um die optimalen Ergebnisse systematisch zu identifizieren, wurden Vorversuche an Würfelproben unter Anwendung statistischer Versuchsplanungsmethoden (DoE) durchgeführt.

Als Nachbearbeitungsverfahren, wurden das Kugelstrahlen (KS),das Hochdruckwasserstrahlen (HDWS), sowie die Laserschockverfestigung (LSV) untersucht. Mit dem KS konnte eine mittlereRauheit von S₃ = 3,5 μm erreicht werden, was einer Rauheitsminderung von ca. 65 % entspricht. Das HDWS führte zu einer Rauheit von durchschnittlich 8,22 µm, was einer gemittelten Rauheitsminderung S von ca. 13% entspricht. Die Oberflächentopografie zeigt allerdings weiterhin vereinzelt schmale, dafür aber hohe Hügel auf. Mittels LSV konnte die Rauheit auf durchschnittlich 6,85 µm reduziert werden, was einer Reduzierung von ca. 43 % entspricht. Die Oberflächentopografie zeigte nach der Bearbeitung jedoch größere und breitere Hügel- und Muldenketten auf (Abbildung1), was auf die Prozessführung des Lasers während der LSV zurückzuführen ist.

Bei Untersuchungen zur Randschichthärte wurde festgestellt, dass sowohl die PBF-LB Belichtungsstrategie als auch die Nachbearbeitung Einfluss auf die Randschichthärte haben. Der Härteverlauf in der Randschicht des unbehandelten Probenzustandes,

zeigt im Übergangsbereich zwischen Rand- und Volumenparameter ein Härtemaximum. Bezüglich der Nachbearbeitungsverfahren wurde beobachtet, dass im Abstand von ca.100 µm zur Würfeloberfläche mit dem HDWS mit ca. 11 % die höchste Härtesteigerung erzielt wurde. Für das KS mit Glasperlen sowie LSV konnte dort eine Härtesteigerung von ca. 6 % bewirkt werden.

Darüber hinaus konnte durch Rauheitsfaktoren nach FKM aufgezeigt werden, dass tendenziell das KS sowie die LSV aufgrund verringerter Rautiefen zu einer Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit führen würden, während das HDWS in einer geringfügigeren Reduktion resultiert. Hierbei ist zu beachten, dass nur die Rauheit berücksichtigt wurde, jedoch nicht die Effekte der Randschichtverfestigung, welche bei HDWS am stärksten ausgeprägt sind und weiteren Arbeiten zu untersucht werden muss.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass sich durch die Nachbearbeitungsverfahren die Oberflächenrauheit reduzieren lässt und eine Steigerung der Randschichthärte möglich ist. Beides lässt eine gesteigerte Ermüdungsfestigkeit vermuten, was aktuell in anknüpfenden Forschungsvorhaben untersucht wird.

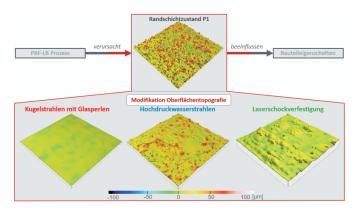


Abb. 1: Konfokalmikroskopische Aufnahmen der durchschnittlich im PBF-LB Prozess sowie durch Modifikation mittels Nachbearbeitung (KS, HDWS, LSV) erreichten Oberflächentopografien

A. Al-Zuhairi¹, M. Ley¹, R. Teutsch¹, M. Schäfer², B. Blinn³, T. Beck³

¹ TU Kaiserslautern, Institute for Mechanical and Automotive Design; ² Photonik-Zentrum-Kaiserslautern e.V. and RC OPTIMAS; ³ TU Kaiserslautern, Institute for Material Science and Engineering

DVM - Bauteil verstehen.

Das Verständnis des DVM ist es, den Begriff "Materialforschung und -prüfung" nicht allein auf den Werkstoff zu begrenzen, sondern insbesondere das Werkstoffverhalten im Bauteil unter allen relevanten Belastungs- und Umgebungsbedingungen zu sehen. So ordnen sich die vielfältigen Verbands-aktivitäten unter dem Dach der "Strukturintegrität" ein. Die "Strukturintegrität" wird im DVM definiert als "Gewährleistung der Sicherheit und Zuverlässigkeit eines Systems oder Bauteils".

Der Nachweis dieser Strukturintegrität ist die Aufgabe und das Ziel des DVM, seiner Arbeitskreise und Mitglieder. Der Slogan "DVM Bauteil verstehen." steht für diesen strategischen Leitgedanken.

Der DVM Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e.V. fördert den Wissenstransfer in den Bereichen Strukturintegrität, Materialforschung sowie Werkstoff- und Bauteilprüfung schon seit 1896. In derzeit zwölf multidisziplinär vernetzten Arbeitskreisen und diversen Veranstaltungsformaten treffen sich Fachleute aus Wissenschaft, Forschung, Industrie und Dienstleistungsunternehmen um branchenübergreifend über neueste Forschungsergebnisse zu diskutieren und zukünftige Forschungsziele zu definieren.

Qualifizierte Referenten aus Wissenschaft, Forschung, Industrie und von Dienstleistungsunternehmen geben in

- nationalen Tagungen
- internationalen Konferenzen

- Workshops
- Fort- und Weiterbildungsseminaren

den aktuellen Stand von Forschung und Technik an die Teilnehmer weiter.

DVM-Arbeitskreise

- Betriebsfestigkeit
- Bruchmechanik und Bauteilsicherheit
- Elastomerbauteile
- Zuverlässigkeit mechatronischer und adaptronischer Systeme
- Bauteilverhalten bei thermomechanischer Ermüdung
- Zuverlässigkeit tribologischer Systeme
- Fahrradsicherheit
- Zuverlässigkeit von Implantaten und Biostrukturen
- Strukturbauteile aus Kunststoffverbunden
- Additiv gefertigte Bauteile und Strukturen
- Rasterelektronenmikroskopie in der Materialprüfung – DVM-DGM Gemeinschaftsgremium, Fraktographie"
- DVM, DGM, Stahlinstitut VDEh Gemeinschaftsgremium, Werkstoffprüfung"

DVM-Workshops

- Prüfmethodik für Betriebsfestigkeitsversuche
- Numerische Simulation in der Betriebsfestigkeit
- Zuverlässigkeit und Probabilistik
- Eigenspannungen in der industriellen Praxis
- Brennstoffzelle, Batterie, elektrischer Antrieb -
- · Anforderungen und Absicherung
- Schwerpunkte der Digitalisierung für die Materialforschung und -prüfung

DVM-Fortbildungsseminare

- Spezifische Themen der Betriebsfestigkeit
- Spezifische Themen der Bruchmechanik und Bauteilsicherheit
- Bauteilschäden Bewertung, Folgerungen und Abhilfemaßnahmen
- Werkstoff- und Bauteilprüfung
- Bruchmechanische Prüfverfahren

Qualifizierungsprogramm für Prüfpersonal

• Zerstörende Material- und Bauteilprüfung

Mit den DVM-Tagungsbänden steht daneben eine Sammlung von methodischen Ansätzen und Beispielen aus der Praxis zur Verfügung, die zur Lösung von Problemen im Tagesgeschäft wertvolle Impulse geben können. Die DVM-Sonderhefte vermitteln historische Entwicklungen der Materialforschung und -prüfung oder erläutern den Stand der Technik.

Nehmen Sie an DVM-Veranstaltungen teil, informieren Sie sich über die Vorteile einer Mitgliedschaft oder werden Sie in einem unserer Arbeitskreise aktiv! Diskutieren Sie auf den DVM-Veranstaltungsforen branchenübergreifendneueste Forschungsergebnisse, finden Sie gemeinsam mit unseren Experten Lösungen für aktuelle Problemstellungen und wirken Sie mit bei der Definition zukünftiger Forschungsziele!

DVM Deutscher Verband für Materialforschung und prüfung e. V.

Schloßstraße 48, Gutshaus, 12165 Berlin

Telefon +49 30 8113066, Fax +49 30 8119359, dvm@dvm-berlin.de, www.dvm-berlin.de

Biologische Transformation: Die Rolle des DVM

Die Herausforderungen bei der Werkstoff- und Bauteilprüfung für biotechnische Materialien und Systeme

Muss der Begriff "Zuverlässigkeit" in Zusammenhang mit der Biologisierung neu gedacht werden?

Materialien und Bauteile, die aus einem biologischen Transformationsprozess resultieren, werden neue Eigenschaften und Funktionen aufweisen. Welche Prüfverfahren und Simulationsmethoden werden notwendig sein, um die Zuverlässigkeit und Lebens-

dauer dieser innovativen Materialen bzw. Systeme zu beurteilen und welche Randbedingungen sind zu beachten? Welche Kriterien sind wichtig, um die Stabilität von programmierbaren Werkstoffen zu bestimmen? In diesem Zusammenhang ist zu klären, wie Adaptive Materialien, die verschiedene Funktionen übernehmen können, indem sie sich reversibel ihrer Umgebung anpassen, und Systeme, in denen Werkstoffe mit lebenden Zellen kommunizieren oder die sogar eine Kombination aus Werkstoffen und lebenden Organismen darstellen, hinsichtlich ihrer Eignung getestet werden. Wie sollen selbstheilende Materialien auf Langlebigkeit und Stabilität hin bewertet werden? Wie verhält es sich mit der Beurteilung von Sollbruchstellen, die der stofflichen Trennung dienen? Alle neuen Materialien unterliegen zudem der Rückführung in die Kreislaufwirtschaft. Wie werden diese effizient und ressourcensparend recycelt? Auch dieser Aspekt fließt in die Beurteilung des Lebenszyklus eines Materials bzw. Bauteils ein. Es gibt also noch eine Vielzahl von ungelösten Fragen, deren Antworten es zu erforschen gilt.

Die Material-, Zuverlässigkeits- und Lebensdauerprüfung muss sich mit den neuen bioinspirierten Materialien und Bauteilen im Sinne einer Co-Evolution entwickeln. Durch eine enge Kooperation mit Wissenschaft und Technik und Förderungen seitens des Bundes wird der DVM befähigt, hier seine Rolle zu übernehmen als:

- Unterstützer des bioinspirierten Wissenstransfers
- Begleiter von biointegrierten Innovationen und
- Prüfer von biointelligenten Material- und Bauteilen.

Biologisches Transformationspotential

Biointelligente Materialien – selbstadaptierend bzw. -reparierend – werden in Zukunft selbstverständlich sein. Die Natur hält noch viele Prinzipien bereit, sie hat aus wenigen Bausteinen (Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor) komplexe Systeme entstehen lassen. Diese gilt es genau zu verstehen und die vorliegenden Potentiale zu nutzen. Ein weiteres Prinzip der Natur ist ebenfalls »nichts zu verschwenden«, daher wird bei der Entwicklung bioinspirierter Materialien ebenfalls der Recyclingaspekt mitgedacht: Unsere Ressourcen sind endlich, unsere Ideen nicht.

Eine Stimme aus der Industrie: BMW Group

Im Rahmen des Klimawandels und dem damit verbundenen Paradigmenwechsel in der Automobilindustrie spielt das Thema Biologisierung in Verbindung mit dem Werkstoffeinsatz für Fahrzeugbauteile eine wichtige Rolle. Nicht nur die Werkstoffentwicklung nebst der zugehörigen Bauteilfertigungsprozesse steht im Fokus, sondern in Bezug auf die Anwendung ist insbesondere die Bauteilzuverlässigkeit der entscheidende Faktor während der gesamten Nutzungsphase mit all ihren Facetten.

Zu den Aspekten der Zuverlässigkeit gehören unter anderem die Eigenschaftsstreuung in der Serienfertigung, die Beständigkeit gegenüber den Einsatzbedingungen und Umwelteinflüssen, die Schadenstoleranz sowie im weiteren Sinne auch die Möglichkeit der Instandsetzung.

Ohne eine fundierte Bewertung der Zuverlässigkeit wird kein neuer, in diesem Fall biotechnischer Werkstoff zur Anwendung kommen. Daher ist es sinnvoll, neben dem allgemeinen Begriff "Biologisierung" vielmehr von der "biologischen Transformation" zu sprechen. Für die Anwendung neuer Werkstoffe ist die Transformation von der Werkstoffentwicklung über den Fertigungsprozess bis hin zur Bewertung der Zuverlässigkeit unabdingbar. Die nötigen Vorgehensweisen sollten letztendlich in Standards einfließen.

Ein zentraler Aspekt beim Einsatz neuer Werkstoffe und Verfahren ist die Frage des Ressourceneinsatzes, sowie die Eignung des Werkstoffes und der hieraus erzeugten Produkte im Kontext der Kreislaufwirtschaft. Auch hierbei sind Fragen der Zuverlässigkeit, beispielsweise "2nd life" oder die Rezyklierbarkeit der Werkstoffe, zwingend zu berücksichtigen.

Nur auf diese Weise führt die Entwicklung biotechnischer Materialien zum Erfolg.

Version: V1-16122021

Dr. Kurt Pötter, BMW Group München Dr. Martin Brune, DVM Berlin Die Kernkompetenz des DVM liegt auf dem Gebiet der Auslegung und Prüfung von Materialien, Bauteilen und Systemen unter besonderer Berücksichtigung der Erfordernisse im betrieblichen Einsatz.

Ziel ist die Eignungsbeurteilung und optimale Auswahl von Materialien und Prüfverfahren für die praktische Anwendung. Dazu gehören die Messung und die Analyse der Bauteil- und Systembeanspruchung unter Erprobungs- und Einsatzbedingungen und des daraus resultierenden Material- und Bauteilverhaltens ebenso wie die Untersuchung der Materialien selbst und die Weiterentwicklung der entsprechenden experimentellen und numerischen Prüfverfahren und -einrichtungen. Diese Verfahren werden laufend durch wissenschaftliche Erkenntnisse ergänzt und erneuert. Diese Tätigkeiten begleiten das Bauteil während seines gesamten Lebenszyklus.

Dieser kontinuierliche Innovationsprozess auf dem Gebiet der Werkstoffentwicklung und insbesondere der Anwendung neuer Werkstoffe wird durch vom DVM organisierte Tagungen, Workshops und Seminare flankiert. Aufgrund der Anwendungsorientierung ist der Verband auf dem Gebiet der Werkstoffwissenschaften und der Strukturoptimierung mit der Industrie sehr stark vernetzt.

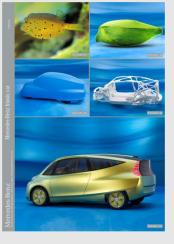
Die Biologische Transformation

Unter der Biologischen Transformation wird die Übertragung von Prinzipien natürlicher Systeme auf technische Materialien, Strukturen und Prozesse verstanden. Ziel ist es, eine nachhaltige Wertschöpfung zu erreichen. Wesentliche Konzepte der Biologischen Transformation sind Inspiration (Lernen von der Beobachtung der Natur für die Anpassung von Technik), Integration (Symbiose technischer Systeme nach biologischem Vorbild) und Interaktion (Verflechtung der Natur mit der Technik).

Nicht zuletzt führt die Biologische Transformation zu tiefgreifenden gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Veränderungsprozessen mit nachhaltigen Wachstumsstrategien und dauerhafter Effizienz, die sich auf alle Bereiche der Wertschöpfung auswirken und zur Entwicklung nachhaltiger Wirtschaftssysteme wie Green Economy, Kreislaufwirtschaft oder Bioökonomie beitragen. Auf essenzielle Herausforderungen heutiger Gesellschaften, wie der Ressourcen- und Energieverbrauch, der Klimawandel und das dauerhafte Verhältnis von Mensch und Natur können auf diese Weise neue, belastbare Antworten gefunden werden.²

Einer biologischen Transformation lassen sich unterschiedliche Themengebiete zuordnen. Zu nennen sind hier Nutzung von Biomasse, Biotechnologie, Gentechnik, Entwick-

Mercedes Benz bionic car



©Mercedes Benz

lung bionischer Formen und Materialien, evolutionäre Entwicklungsansätze in der Technik, Übertragung biologischer Erkenntnisse in die Ökonomie (Kreislaufwirtschaft), Human Enhancement, Organisationsformen für Produktionsabläufe, Robotik sowie die Konstruktion von Maschinen und Strukturen, die Lebewesen oder Teile von Lebewesen als Funktionselemente enthalten.³

Ein wesentlicher Aspekt der biologischen Transformation in Bezug auf eine erfolgreiche Bauteilentwicklung ist der Nachweis der Zuverlässigkeit solcher Systeme. Nur mit diesem Nachweis kann es zu einer industriellen Anwendung kommen. Mit den Arbeitskreisen "Zuverlässigkeit von Implantaten und Biostrukturen" und "Additiv gefertigte Bauteile und Strukturen" ist der DVM schon heute zukunftsweisend unterwegs und wird seine Kompetenz auf dem Gebiet der biologischen Transformation weiter ausbauen. Gerade auf dem Gebiet medizinischer Produkte wird die enge Verzahnung beider Arbeitskreise deutlich, wie zum Beispiel bei der Entwicklung einer additiv gefertigten Unterschenkelentlastungsorthese. ⁴

Evolutionäre Selbstanpassung komplexer Produktionsprozesse und Produkte

Ziel des Fraunhofer-Leitprojekts »EVOLOPRO« ist die Entwicklung eines sogenannten Biological Manufacturing Systems, das innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft im Rahmen des Forschungsschwerpunkts der biologischen Transformation bereits bestehende Arbeiten der Industrie 4.0 durch neue biologische Mechanismen ergänzt.²

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute: IPA (Koordination), IWM, IOF, IWS, IWU, FIT, SCAI



©Fraunhofer IPA

¹ Fraunhofer IPK: BioFusion 4.0 - Fraunhofer IPK

² Fraunhofer IPA: Biointelligente Wertschöpfung - Fraunhofer IPA, EVOLOPRO (fraunhofer.de)

³ Fraunhofer Umsicht, Broschüre "Fragen zu einer biologischen Technik", S.93

⁴ T. Schaffran, Ein Beitrag zur Entwicklung einer additiv gefertigten Unterschenkelorthese unter Berücksichtigung biomechanischer Aspekte des Charcot-Fußes, Dissertation Uni Paderborn, Fakultät für Maschinenbau 2021