Fortschritte der Material-Forschung und - Prüfung im letzten Jahrzehnt

Autor(en): **Roš, M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **121/122 (1943)**

Heft 14: **60 Jahre: 1883-1943**

PDF erstellt am: **10.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-53075

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

telegraphie liess sich leicht auf den drahtlosen Weg übertragen, hat sich aber trotz ihrer Nützlichkeit nicht recht durchzusetzen vermocht, weil weder die Qualität des Bildes noch die gesamte Uebermittlungsgeschwindigkeit im Vergleich zu anderen Möglichkeiten einen überlegenen Fortschritt verkörperten. Auf sehr weite Entfernungen von mehreren tausend Kilometern waren gewisse Bildfehler durch die Störanfälligkeit der Uebertragung nicht zu vermeiden, während auf kurze Distanzen die rasche Postsendung einer guten photographischen Aufnahme den Bedürfnissen meist entsprach. Trotzdem hat die Technik an der *drahtlosen Bildübertragung* weiter gearbeitet und ihre Qualität stetig verbessert, sodass sie heute für militärische und zivile Zwecke gute Dienste zu leisten im Stande ist. Es liegt nun im Wesen der auf die trägheitsfreie Technik der Elektronenröhren, Kathodenstrahlröhren und photoelektrischen Zellen sich stützenden Methoden der Hochfrequenztechnik, dass sie die zeitliche Folge der übertragenen Bilder zu steigern und damit den Uebergang zum Fernsehen zu bewerkstelligen vermochte.

Die Studien des *Fernsehens* haben die Hochfrequenztechnik nach sehr vielen Richtungen hin ausserordentlich befruchtet. Doch ist heute noch nicht zu sagen, in welcher Form die ganze Entwicklung sich einmal stabilisieren wird und wo der endgültige Gewinn schliesslich liegen wird. Das Fernsehen wurde 1937 in England, 1938 in Deutschland und 1939 in Amerika mit regelmässigem Programmdienst öffentlich eingeführt; auch Frankreich und Italien standen vor der Einführung. Wir erinnern auch an die Fernsehvorführungen an der Schweiz. Landesausstellung 1939 und an die Arbeiten der Abteilung für industrielle Forschung des Institutes für Technische Physik an der E.T.H. Gegenüber dem Rundspruch unterliegt das Fernsehen einer Reihe von technischen Einschränkungen. Es sind nämlich eingehende Standardisierungsvorschriften für Sender und Empfänger notwendig; infolgedessen kann die Emission eines bestimmten Senders nur mit einem Empfänger der geeigneten Art aufgenommen werden. Die Reichweite der drahtlosen Fernseh-Sendungen ist heute noch auf Entfernungen von etwa 30 km beschränkt, weil ultrakurze Wellen benützt werden müssen, die den Sichthorizont nicht wesentlich überschreiten. Auch das öffentliche Fernsehen war immer noch als ein Versuch in grossem Stile zu betrachten. Diese bemerkenswerten und höchst interessanten Entwicklungen sind durch die Kriegsereignisse grösstenteils stillgelegt oder in andere Richtungen umgelenkt worden. Man blickt mit Spannung ihrem weiteren Schicksal in der Zukunft entgegen.

Fortschritte der Material-Forschung und -Prüfung im letzten Jahrzehnt

Von Prof. Dr. M. ROŠ, Direktionspräsident der EMPA, Zürich

Für die Weiterentwicklung der Material-Forschung und -Prüfung der letztverflossenen etwa 10 Jahre war die möglichst allseitige Kenntnis der materialtechnischen Charakteristik *als Einheit*, d. h. die Kenntnis des Gefügeaufbaues, der physikalisch-chemischen Eigenschaften, der Festigkeit und Verformung der Bau- und Werkstoffe wegleitend. Die Auswirkung dieser Erkenntnis gelangt in den nachfolgenden Grundsätzen zum Ausdruck, die für den weiteren Ausbau der wissenschaftlich-forschenden als auch praktisch-prüfenden Stoffkunde grundlegend sind. Nur auf Grundlage der *wissenschaftlichen Erkenntnis* (materialtechnische Charakteristik) und der *praktischen Erfahrung* ist es möglich, die Eignung eines Materials für einen ganz bestimmten Zweck richtig einzuschätzen und dessen rationelle Verwendung ohne Einbusse an Sicherheit zu bestimmen. *Forschung und Erfahrung* sind gleichberechtigt und bilden eine untrennbare *Einheit*.

Die Erforschung der molekularen Konstitution (Feinstruktur), die Kenntnis der Festigkeits- und Verformungseigenschaften des Konstruktionsmaterials (Materialprüfung im Laboratorium), die ständige Kontrolle in der Werkstätte bezw. Baustelle (laufende Prüfung), das Verhalten und die Arbeitsweise der Konstruktion (Versuchspraxis und Erfahrung am fertigen Bauwerk) bilden eine in sich geschlossene Einheit. Die Ergebnisse der einzelnen, mit Recht selbständig und sorgsam gepflegten Disziplinen der Materialprüfung haben sich als einzelne ursächlich zusammenhängende Teile in den Schlussbefund als Einheit folgerichtig einzufügen.

Die festigkeitstechnischen Probleme der Materialprüfung werden in drei Gruppen eingereiht und scharf auseinander gehalten, nämlich: Anstrengung, Ermüdung, Stabilität. Die Abnützung und Bearbeitung der Metalle bilden verwickelte Sonderprobleme. — Infolge der Verschiedenheit des Gefügeaufbaues und des Verformungsmechanismus der verschiedenen Stoffe ist eine allgemeine Theorie der Bruchgefahr nicht möglich. Jede Stoffgruppe besitzt ihre eigene Bruchgefahr-Theorie. — Zufolge der durch die Natur der Entstehung bezw. Erzeugung bedingten und unvermeidlichen Heterogenität und Anisotropie eines Bau- bezw. Werkstoffes müssen die Ergebnisse der Materialprüfung Streuungen aufweisen. Diesen Streuungen wird in technisch richtiger und wirtschaftlich gebührender Weise durch die Zugrundelegung von Mittelwerten für Gütezahlen, Festigkeits- und Verformungswerte durch Toleranzen Rechnung getragen. Das Prinzip der Mittelwerte, mit durch die Erfahrung als zulässig erkannten Toleranzen, gibt ein richtigeres Bild von der mittleren Güte eines Werkstoffes und ermöglicht ein sicheres Urteil über die Zufallsergebnisse. Es führt auch zur richtigeren Einschätzung der Disziplin und Leistungsfähigkeit einer Industrie, liefert zutreffendere Grundlagen für Normen und bietet auch für wirtschaftliche Fragen der Erzeugung nicht zu unterschätzende Vorteile.

Die Normung, als Niederschlag der Erkenntnisse und Erfahrung, ist für die Praxis nützlich. Eine vorwiegend auf Normung (Rezepte) abzielende Materialprüfung würde sich aber der wissenschaftlichen Forschung und dem Fortschritt hindernd in den Weg stellen. — Nur die konsequente und logische Nutzbarmachung der materialtechnischen Erkenntnisse, durch Forschung (Laboratorium) und Erfahrung (fertige Konstruktion) erlangt, steigert die Qualität, erlaubt äusserste Ausnützung des Materials, verbessert die Arbeitsmethoden, erhöht die Disziplin und Leistung eines industriellen Betriebes, verbürgt Spitzenleistung, ermöglicht die Schaffung von Grundlagen für Erzeugungs-, Güte-, Abnahme-, Kontroll- und Bauvorschriften, bewahrt vor Rückschlägen und Schäden und gewährleistet die Sicherheit.

*

Die Verwirklichung dieser Grundsätze des neuzeitlichen Materialprüfungswesens verlangt vermehrte Heranziehung und vertiefte Zusammenarbeit mit der Physik und Chemie. Die Erkenntnisse und die Nutzbarmachung der Optik, Akustik, Elektrizität, des Magnetismus, der Röntgenographie, Kristallchemie, Kristallographie, Spektralanalyse, Mikro- sowie Topochemie und Spannungsoptik sind unentbehrlich. Materialprüfung ohne Physik und Chemie ist heute undenkbar. Die Lösung neuer Probleme und die Vertiefung bereits gewonnener Erkenntnisse in Zusammenarbeit zwischen dem Materialprüfer, Physiker und Chemiker haben die Entwicklung *neuer Mess- und Prüfverfahren* und damit auch neuer Messinstrumente und Prüfmaschinen, deren Genauigkeitsanzeige teils sehr gesteigert werden musste, gefördert: mechanische und optische, statische und dynamische Dehnungsmesser registrieren örtliche Verformungen von $^1/_2\,\mu$ bis $^1/_{10}\,\mu$; kleinste Messlänge $\sim$ 1 mm. Die Messgenauigkeit der elektrischen Feinmessung mit Photozelle liegt zwischen $\pm$ 0,1 und $\pm$ 1 %. Lichtmikroskope gestatten bis 3000fache Vergrösserungen; die Auflösungsleistung des Elektronen-Uebermikroskopes liegt über $^1/_5\,\mu$ ($^1/_{5000}$ mm). Die Feinstrukturuntersuchung mittels Röntgen- oder Elektronen-Interferenzen ermöglicht Wahrnehmungen von der Grössenordnung 1 Angströmeinheit $= 10^{-8}$ cm ($^1/_{10000}\,\mu$). Die Zuverlässigkeit der Temperaturanzeige bei Dauerstandprüfmaschinen ist von der Grösse $\pm$ 2° C bei Versuchstemperaturen bis + 700° C.

Der räumliche statische und dynamische Spannungs- und Verformungszustand (Anstrengung, Vergleich-Spannung und -Dehnung) sowohl an Einkristallen als auch polykristallinen Körpern werden im Vergleich zur einaxigen Beanspruchung eingehend erforscht und bautechnisch verwertet. Die Theorie der statischen Bruchgefahr erfährt durch die Verallgemeinerung der Bruchtheorie von Mohr auf Grund von Versuchen eine Abklärung und Vereinfachung. Die Vergleichspannung wird auch als Massstab für die Beurteilung der Ermüdungsbruchgefahr herangezogen. Die Euler'sche Knicktheorie erfährt für die wichtigsten Baustoffe durch die Einführung des Knickmoduls, sowohl für zentrisches als auch exzentrisches Knicken, eine gleichfalls durch Versuche ausgewiesene Vereinheitlichung. Der Auswirkung einer lang, bis auf 1000 Stunden andauernden, unveränderlichen Kraftwirkung bei normaler und hoher Temperatur auf die Festigkeits- und Verformungseigenschaften von Metallen, aber auch von Beton, Holz, Stein und Mauerwerk (Kriechfestigkeit) wird besondere Beachtung zu teil. Das Verhalten von warmfesten und auch korrosionsbeständigen Sonderstählen bei sehr hohen, bis + 700° C reichenden, als auch sehr tiefen Frosttemperaturen

von —250° C wird, im Hinblick auf das Wesen des Kraftverformungsmechanismus (äquikohäsive Temperatur, Entfestigung, Nachwirkung, Erholung, Platzwechselplastizität, amorphe Plastizität), als auch die numerische Kriechfestigkeit selbst, sorgfältigst erforscht (Dampfturbine, Reaktionsrohre, Gasturbine). Die statische, namentlich aber die dynamische Gestaltfestigkeit wird sowohl an Modellen in 1 : n der Naturgrösse als auch an Werkstücken selbst (1 : 1) erforscht. Hier ist zur Ermittlung des wirklichen, mathematisch meist nicht fassbaren Spannungszustandes die ebene Spannungsoptik («Photoelastizität»), die gegenwärtig in Richtung der räumlichen ausgebaut wird, unentbehrlich. Die Zusammenhänge zwischen der an kleinen, homologen Prüfkörpern und an grossen Körpern, dem Werkstück selbst, ermittelten materialtechnischen Charakteristik erfahren erhöhte Beachtung. Die Einflüsse der Versuch-Temperatur und -Feuchtigkeit auf die Versuchsergebnisse werden sorgfältiger beachtet. Neue Bauweisen wie z. B. der vorgespannte Beton (Betonbauweise ohne Risse), die Holzverleimung mit Melocol (Leimung gleichwertig Holz), werden materialtechnisch eingehend erforscht (Haft-, Schubfestigkeit, Ermüdung). Der zerstörungsfreien Prüfung (Röntgendurchstrahlung, magnetische Durchflutung) wird sorgsamste Pflege zuteil. Spannungs- und Verformungsmessungen an ganzen Werkstücken und fertigen Konstruktionen werden in vermehrtem Masse ausgeführt.

Die Förderung der Stoffkunde durch die Röntgenographie ist charakterisiert durch die zerstörungsfreie Prüfung (Schweissnähte, Stahlgusstücke), die Erforschung der molekularen Konstitution (Feinstruktur), den Nachweis kristalliner Phasen selbst bei submikroskopischer Kristallgrösse in Werkstoffen und von inneren Spannungen, sodann die Feststellung von Sonderzuständen (katalyt. Wirkung, Härte, dielektrische Eigenschaften). Auf den Ergebnissen der röntgenographischen Feinstrukturuntersuchung beruhen die Kristallchemie, sowie neue und erweiterte Vorstellungen über die Plastizität der festen Körper und die chemischen Reaktionen im festen Zustand. Versuche zur Kennzeichnung von Oberflächen verschiedener Bearbeitung und Behandlung mittels Elektronen-Interferenzen sind im Studium.

Die Metallographie ist massgebend beteiligt an der Erforschung und Entwicklung neuer, hochwertiger Stähle (säurefeste, nicht rostende, warm- und zunderfeste Stähle), des hochwertigen Gusseisens und von Sonder-Temperguss, am Fortschritt in der Schweisstechnik der Metalle und an der Förderung der Leichtmetall- und Legierungsforschung. Sie ermöglichte wesentliche Fortschritte in der Abklärung der Ursache der Korngrenzkorrosion bei nicht rostenden Stählen, der Alterungsempfindlichkeit, Laugensprödigkeit und Wasserstoffbrüchigkeit von Stählen. In Verbindung mit der Röntgenographie und thermischen Analyse hat die Metallographie zur Konstitutionsabklärung mehrphasiger Legierungssysteme wesentlich beigetragen und hat die Erforschung der Korrosion, Erosion und Kavitation der Metalle gefördert. Neue Entwicklungsmöglichkeiten eröffnet die Anwendung des polarisierten Lichtes und des Elektronen-Uebermikroskopes in der Metall- und Legierungsforschung namentlich hinsichtlich des Einflusses feinster metallischer und nichtmetallischer Ausscheidungen auf die magnetischen, elektrischen und chemischen Eigenschaften, insbesondere aber auf die Ermüdung und den Verschleiss. Die magnetische Forschung wird zur Ermittlung von Umwandlungen bei ferromagnetischen Metallen und Legierungen und unter gewissen Bedingungen auch zur Mengen- und Strukturanalyse herangezogen.

*

Die systematische Forschung wird in vermehrtem Masse sorgsam gepflegt. Ihr und der engsten Verbundenheit mit der Erfahrung sind die bedeutenden materialtechnischen Fortschritte zu verdanken. Die mathematische Fassung materialtechnischer Probleme tritt gegenüber der rein materialtechnischen Erkenntnis etwas in den Hintergrund; sie zieht sich aber gleich einem roten Faden durch die, durch die Disziplin des Geistes zu Theorien geordneten Erkenntnisse hindurch. Entsprechend dem auf wissenschaftlicher Forschung beruhenden Grundsatz der materialtechnischen Charakteristik als Ganzes ist die Zusammenfassung aller materialtechnischen Disziplinen und Prüfverfahren zu einer in sich geschlossenen Einheit ein Gebot. Einfachheit in der Darstellung der Vorgänge, Klarheit in der Erkenntnis der Ursache und präzise Schlussfolgerungen sind die charakteristischen Merkmale einer zielbewussten und nützlichen Material-Forschung und -Prüfung. Die Erkenntnis der ursächlichen Zusammenhänge und die daraus sich ergebenden Schlussfolgerungen sind das Endziel; das wahre Wesen der Materie aber wird uns Sterblichen als Geheimnis der Natur verschlossen bleiben.

Aus dem Vereinsleben der letzten zehn Jahre in S. I. A. und G. E. P.

Wie eine Erinnerung an eine längstvergangene Situation klingt es, wenn wir feststellen, dass die erste Veranstaltung des **S. I. A.** im abgelaufenen Jahrzehnt jener Empfang des VDI im Zürcher Tonhallepavillon gewesen ist. Nicht nur jener Bau ist seither einem neuen gewichen, auch die Beziehungen zu unsern Nachbarn haben sich verändert — werden sich aber, so hoffen wir, wieder neu beleben. Anstelle der heutigen Zeit starker Inanspruchnahme herrschte damals noch flauer Geschäftsgang, was allerlei Spannungen unter den Kollegen erklärlich macht. Um diese Dinge möglichst aus der Welt zu schaffen, oder sie zumindest in geordnete Bahnen zu lenken, legte das C-C 1936 den Entwurf einer *Standesordnung* vor, die eingeführt wurde und sich seither wohltätig ausgewirkt hat. Ein Ereignis grossen Ausmasses war dann die *Hundertjahrfeier* des S. I. A. in Bern 1937, die rund 600 Kollegen vereinigte und auch von Gratulanten aus aller Herren Länder besucht war. In jene Zeit fielen auch die Jahrhundertfeiern der S. I. A.-Sektionen Bern und Zürich, und ins Jahr 1942 die der Section de Fribourg. Schon 1938 brachte erneut eine lebhafte Vereinstätigkeit: die Kurse über Schallfragen im Bauwesen, über Erdbau und Baustatik zogen weite Kreise an und wirkten nachhaltig in die Breite und Tiefe; 1942 folgte der ebenfalls gut besuchte Leichtbau-Kurs. Dass daneben auch die Arbeit im Stillen nicht vernachlässigt wurde, belegt die 1937 erfolgte Gründung der *Landesplanungs-Kommission*, aus der erst vor wenigen Tagen die grosse Schweiz. Vereinigung für Landesplanung hervorgegangen ist (vgl. Seite 164).

Das Jahr der Schicksalswende, 1939, fand den S. I. A. an der unvergesslichen *Landesausstellung* gut vertreten in der Abteilung «Plan und Bau», seine Mitglieder übrigens auch als genannte und ungenannte Mitarbeiter am grossen Werk in fast allen seinen Teilen. Dass hierauf die Kriegsverhältnisse auch den S. I. A. auf mannigfache Weise vermehrt in Anspruch nahmen, ist ganz selbstverständlich, aber doch Grund genug, hier auch seines Sekretariates unter Führung von Kollege P. E. Soutter zu gedenken. Statt 2105 Mitgliedern im Jahre 1932 betreute es 1942 deren 2668; das Präsidium des Vereins ist von Arch. P. Vischer (Basel) an Masch.-Ing. Dr. R. Neeser (Genf) übergegangen. Nebst den schon genannten beschäftigten hauptsächlich folgende Geschäfte das C-C und die Delegiertenversammlungen: Zahlreiche Normen und Normalien, Honorarfragen, Titelschutz, Wettbewerbe, Arbeitsbeschaffung, Verdienstersatz und andere wirtschaftliche Fragen der Berufsausübung — von der Mitwirkung der Sektionen bei konkreten technischen Fragen ihres Einflussgebietes ganz zu schweigen. Nicht vergessen seien auch die zahlreichen Kommissionen des S. I. A., von denen jene für das Bürgerhauswerk vor allem den erfolgreichen Abschluss ihrer Tätigkeit in der Vollendung des 33-bändigen Werkes erleben durfte.

*

Auch die **G. E. P.** konnte noch mit weltoffenem Blick in die Berichtsperiode eintreten, fiel doch ins Jahr 1933 die Generalversammlung in Basel mit der schönen Fahrt durchs Elsass und über den Vogesenkamm. Unser früh verstorbener Henri Naville trat damals vom Präsidium zurück und wurde durch Prof. C. F. Baeschlin ersetzt, der seither das Steuer des Vereinsschiffes zielbewusst führt. Der Beschluss, durch eine Gabe von 20 000 Fr. (in der Folge erhöht auf 35 000 Fr.) die *Praktikantentätigkeit* an der E. T. H. zu erleichtern, wurde ebenfalls in Basel gefasst. Schon zwei Jahre später organisierte die G. E. P. zum ersten Mal einen systematischen *Akademischen Fortbildungskurs* an der E. T. H., der einen spontanen, begeisterten Zuspruch von 580 Teilnehmern fand, die bei insgesamt 60 Vorlesungsstunden fünf Tage bei der alma mater verbrachten. Als Generalversammlung ohne Arbeitsziel, aber in froher Kameradschaft verlief jene am Genfersee von 1938. Seither hat der Weltkrieg auch die so stark mit ihren europäischen und überseeischen Gruppen verbundene Tätigkeit der G. E. P. gehemmt. Als grosses Ereignis feierte aber die letzte, 1941 in St. Gallen durchgeführte Generalversammlung die Wahl unseres Ausschussmitgliedes Ing. Karl Kobelt zum Bundesrat, dem unsere Landesverteidigung und Arbeitsbeschaffung anvertraut sind. Auch den Rücktritt von Generalsekretär Carl Jegher und sein Ersatz durch seinen Sohn genehmigte jene Versammlung, und letztes Jahr trat noch die langjährige Sekretärin Frl. F. Geiser in den Ruhestand. Junges Leben erblühte dafür im Süden, bzw. in Zürich, wo unsere neue Gruppe Lugano bzw. die Akadem. Studien-Gruppe eine lebhafte Tätigkeit entfalten. Der Ausbildungsfragen an der E. T. H. nimmt sich der Ausschuss von Neuem an, und das nächste Jahr soll, wenn es die Verhältnisse gestatten, die grosse Schar der G. E. P.-Familie zu ihrem 75. Geburtstag in Zürich vereinen unter ihrer alten, bewährten Devise:

FREUNDSCHAFT — ARBEIT — FREUDE!

Für den Textteil verantwortliche Redaktion:
Dipl. Ing. CARL JEGHER, Dipl. Ing. WERNER JEGHER
Zuschriften: An die Redaktion der «SBZ», Zürich, Dianastr. 5, Tel. 3 45 07