

**Zeitschrift:** Bericht über die Tätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft  
**Herausgeber:** St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft  
**Band:** 79 (1963)

**Artikel:** Materialprüfung in Forschung und Produktion  
**Autor:** Fink, P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-832771>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

MATERIALPRÜFUNG IN  
FORSCHUNG UND PRODUKTION

---

P.FINK

## *1. Naturwissenschaften und Materialprüfung*

Die beschreibenden Naturwissenschaften haben sich die Aufgabe gestellt, aus den Erscheinungsformen und den Eigenschaften der in ihren Bereich fallenden Materialien, wie etwa Mineralien, Pflanzen oder Tiere, eine Systematik zu erstellen. Anschließend wird versucht, Gesetzmäßigkeiten daraus abzuleiten, aufgrund deren oft recht wertvolle Schlüsse auf die Entwicklungsgeschichte oder eine zu erwartende Weiterentwicklung unserer heutigen Welt gezogen werden.

Der Mensch begnügt sich jedoch nicht mit einer reinen Beschreibung der Natur, sondern er will die gefundenen Naturgesetze sich zunutze machen. Hierzu hat er sich die Technik geschaffen, die sich mit der Gewinnung der Rohstoffe aus der Natur und deren weiterer Aufarbeitung bzw. Bearbeitung sowie auch mit der Schaffung neuer, oft der Natur nachgebildeter künstlicher Materialien befaßt. Früher reichten dem Handwerker oft sein vom Lehrmeister erworbenes Können und eine innere Beziehung zum zu verarbeitenden Material, um die gewünschten Produkte herzustellen. Die moderne Industrie jedoch mit ihren rasch laufenden Fabrikationsstraßen und rationalisierten Arbeitsweisen verlangt vermehrte Kenntnisse von den zu verarbeitenden Rohstoffen und eine sorgfältige Qualitätsüberwachung der Massenproduktion. Es kann also festgestellt werden, daß auch für die Erzeugnisse der Technik ein großes Bedürfnis besteht, diese in ihren Erscheinungsformen, ihrer Struktur und ihren Eigenschaften genauer kennenzulernen und in eine Systematik einzuordnen. Diese Aufgabe hat die Materialprüfung zu übernehmen. Sie soll die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Faktoren aufdecken und dem Ingenieur die für seine Konstruktionen notwendigen Unterlagen liefern.

Die Technik ist aber im Gegensatz zu den reinen Naturwissenschaften immer zweckgebunden. Die aus der Technik herausgewachsene Materialprüfung muß daher notgedrungen ebenfalls zweckgebunden sein, das heißt, sie stellt ein wichtiges Instrument der angewandten Forschung dar. Zudem steht sie praktisch immer auch im Spannungsfeld wirtschaftlicher Überlegungen.

Bei den modernen Triumphen der Technik in der Weltraumfahrt oder in der Nutzung der Atomenergie zeigt sich, das eine Mal mehr offen, das andere Mal eher versteckt, welche große Bedeutung einer zuverlässigen Materialkenntnis und Materialkontrolle zukommt. Die oft extrem hohen Anforderungen, die an die von Menschenhand

geschaffenen Bauteile gestellt werden müssen, setzen zuverlässige Prüfmethoden voraus und bedürfen in vielen Fällen einer geeigneten Simulation der zu erwartenden harten Beanspruchungen.

Aber auch manche der heute so selbstverständlichen Annehmlichkeiten des Alltags haben wir der Technik zu verdanken. Auch in diesen Fällen bedurfte es mancher Tests, bis das erstrebte Ziel erreicht wurde. So sei etwa an den durch den Mangel an Arbeitskräften bedingten Trend nach leichter und anspruchsloser Wartung der Gebrauchsgegenstände gedacht. Solche Überlegungen stellen heute schließlich die Verkaufsargumente dar, die sowohl beim Erwerb eines Autos als auch beim bloßen Kauf eines Hemdes ins Feld geführt werden.

## *2. Methoden der Materialprüfung*

Ganz allgemein hat die Materialprüfung zwei Hauptaufgaben zu erfüllen, nämlich:

- die Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung bei irgendwelcher Beanspruchung eines Materials darzustellen, wobei meistens die Umweltbedingungen als Parameter auftreten, deren Einfluß ebenfalls studiert werden will;
- Produkte bezüglich der Qualität zu vergleichen, wobei der Begriff Qualität im Laufe der Zeit stark wandelbar sein kann und auch indirekt durch den Stand der Technik beeinflußt wird.

Zur Erfüllung dieser Aufgaben kann man sich der verschiedensten Mittel bedienen. Im folgenden soll am Beispiel der Prüfverfahren für Faserstoffe, die das eigentliche Arbeitsgebiet der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt, Hauptabteilung C, St.Gallen (EMPA-C), darstellen, näher auf die einzelnen Wege zur Erreichung dieses Zieles eingegangen werden.

Es geht hier also in erster Linie um Materialien des täglichen Gebrauchs, wie Textilien, Leder und Papier; während auf dem Gebiete der Textilien und in neuerer Zeit auch des Leders synthetische Produkte mit den Naturfaserprodukten in Konkurrenz treten und sich die Materialprüfung vor allem mit Fragen der Verarbeitbarkeit, der Pflegeleichtigkeit und des Tragkomforts auseinandersetzen muß, wurden beim Papier die Probleme vor allem von der drucktechnischen Seite her gestellt und vergleichende Untersuchungen zwischen Papieren und Kunststoffolien in verpackungstechnischer Hinsicht verlangt. Es zeigt sich hier recht gut, wie durch die Änderung unserer

Lebensgewohnheiten sich die Ansprüche an die verschiedenen Gegenstände unseres täglichen Lebens geändert haben und wie sich die Industrie der Materialprüfung bedienen muß, um das ihren Kunden am besten entsprechende Angebot machen zu können.

Ursprünglich war es die Aufgabe der Materialprüfung, ein ihr vorgelegtes Produkt auf seinen Zustand zu prüfen, das heißt, den Zustand des Fertigproduktes weitgehend zu umschreiben. Es ist naheliegend, daß dies zunächst durch eine sogenannte *Sinnenprüfung* erfolgte, das heißt durch Ansehen und Betasten, eventuell auch noch durch eine Riech- und Geschmacksprobe macht sich die Prüfperson ein Bild über den Zustand der vorgelegten Probe. Ein solches Vorgehen erfordert zunächst einmal große Erfahrung und Vertrautheit mit dem Produkt. Durch das Aufkommen ständig neuer Materialien kann zudem die Prüfperson verwirrt werden. Schließlich kommt noch dazu, daß unsere Sinne einen recht komplexen Wirkungsmechanismus haben, so daß es schwierig ist, die Wahrnehmungen präzise und objektiv zu beschreiben. Es ist zum Beispiel bis heute noch nicht gelungen, den Riech- oder Geschmacksmechanismus meßtechnisch zu erfassen, das heißt, die Degustiertechnik ist immer noch für die Lebensmittelbeurteilung eines der wichtigsten Verfahren. Bei der Sinnenprüfung sind vor allem vergleichende Untersuchungen möglich. Da unsere Sinne recht feine Unterschiede zu erfassen vermögen, leider aber kein gutes Erinnerungsvermögen für die Wahrnehmungen besteht, können im allgemeinen nur zwei kurz aufeinanderfolgende Sinneswahrnehmungen genau gegeneinander verglichen werden.

Nach einer solchen ersten, mehr deskriptiven Beurteilung einer Probe wird man nähere Auskünfte über die Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften des Materials verlangen. Eine *chemische Analyse* und bei den Fasermaterialien vor allem auch die *mikroskopischen Untersuchungen* können über die Zusammensetzung Auskunft geben. Bei den Eigenschaften interessiert in erster Linie die Widerstandsfähigkeit gegenüber den verschiedensten Beanspruchungen: mechanischen Beanspruchungen, chem. Einwirkungen oder biologischen Angriffen. Meistens wird dabei festgestellt, unter welchen Bedingungen das Material zerstört wird. Es kann also etwa ein Gewebe unter definierten Bedingungen so auf Zug beansprucht werden, bis es reißt, oder einer Scheuerbeanspruchung bis zur Lochbildung oder einer Druckbeanspruchung bis zum Bersten ausgesetzt werden. Bei bunten Artikeln ist es vor allem wichtig, daß die Farbe

möglichst lange gut erhalten bleibt, weshalb dort die verschiedensten Echtheitsprüfungen durchgeführt werden. Andererseits kann auch, besonders bei Wäscheartikeln, der Angriff des Materials während der Wasch- und Bleichbehandlung Gegenstand von Untersuchungen bilden.

Es genügt jedoch nicht, von diesen Materialien nur die Widerstandsfähigkeit zu kennen. Im praktischen Gebrauch dienen sie vor allem dazu, gegen unerwünschte äußere Einflüsse zu schützen. Dies gilt sowohl für die Bekleidungsartikel als auch für die Verpackung. Es muß daher vor allem auch noch durch Prüfungen festgestellt werden, in welchem Maße diese Funktion übernommen werden kann. Es geht vor allem darum, die Durchlässigkeit der Produkte gegenüber Strahlungen, klimatischen Einflüssen und verschiedenen Materialien zu untersuchen. So ist etwa die Wasserdampfdurchlässigkeit bei der Bekleidung sehr wesentlich für das Wohlbefinden des Trägers, während es für Verpackungsmaterialien entscheidend ist, ob ein feuchter Inhalt mit der Zeit austrocknet oder ob ein trockener Inhalt durch Feuchtigkeitsaufnahme von außen sich in unerwünschter Art und Weise verändert.

Mit der zunehmenden Industrialisierung, das heißt dem immer stärkeren Übergehen vom handwerklichen Arbeiten zur maschinellen Fertigung, haben sich die Anforderungen an Materialien wesentlich verändert. Die sogenannte *Maschinengängigkeit* ist zum wirtschaftlich bedeutenden Faktor für ein Produkt geworden, und es war daher ganz klar, daß auch die Materialprüfung mit diesen Problemen sich vermehrt befassen mußte. Aber nicht nur bei der Herstellung der Produkte, sondern auch bei deren *Gebrauch* haben sich durch die geänderten Lebensverhältnisse neue Wünsche gezeigt. Es sind hier verschiedene Entwicklungen zu beobachten. Einerseits kann ganz allgemein festgestellt werden, daß der Konsument in neuerer Zeit sich seiner Stellung bewußt geworden ist und vor allem auch eine bessere Information über die ihm verkauften Produkte verlangt. Er muß sich dabei aber auch zuerst einmal klar werden, welche Eigenschaften er überhaupt von einer Ware verlangt, und hier muß ihm wiederum die Materialprüfung insbesondere mit vergleichenden Testen zu Hilfe kommen. Durch unsere moderne Lebensweise, die sich etwa durch den Wegwerfartikel oder die vermehrte Freizeitgestaltung charakterisieren läßt, sind Änderungen des Qualitätsbegriffes eingetreten. Früher mochte die Dauerhaftigkeit eines Beklei-

dungsstückes entscheidend für den Kaufentschluß gewesen sein. Heute stellt man sich jedoch noch eine Reihe zusätzlicher Fragen: Wie bequem ist die Kleidung zu tragen? Wie leicht läßt sie sich pflegen und reinigen? Entspricht sie den modischen Ansprüchen?

Die Frage nach dem *Verhalten bei der Verarbeitung und beim Gebrauch* hat der Materialprüfung eine Reihe neuer interessanter Probleme gebracht. Bei der maschinellen Verarbeitung wird das durch die Maschine laufende Material den verschiedensten Beanspruchungen ausgesetzt, und sehr oft sind diese nicht allgemein definierbar. Man ist also weitgehend darauf angewiesen, daß man aufgrund der Erfahrung festlegt, welche Eigenschaften eines bestimmten Materials für deren Maschinengängigkeit verantwortlich sind; so weiß man etwa, daß für die Bedruckbarkeit eines Papiers dessen Glätte und Oberflächenfestigkeit von Bedeutung sind. Daneben hängt es aber doch ganz wesentlich davon ab, wie die Farbe und Druckform beschaffen sind, mit denen man den betreffenden Druck realisiert. Es zeigt sich also, daß sehr oft nicht nur das zu prüfende Material, sondern auch noch die zusätzlich beim Arbeitsprozeß eine Rolle spielenden Stoffe ebenfalls von Bedeutung sind.

Während bei der Verarbeitung der Verarbeitungsprozeß noch irgendwie überschaubar ist, ist das effektive Verhalten eines Materials während des Gebrauchs recht vielen Zufällen unterworfen. Oft kennt man die wichtigsten Abnützerscheinungen, aus denen sich dann auch die für eine Materialbewertung notwendigen Prüfungen ableiten lassen. So ist etwa auch die für Textilien sehr wichtige Scheuerprüfung entstanden.

Im Laufe der Zeit haben sich für solche Untersuchungen vor allem die nachstehenden Methoden eingeführt:

- Es wird eine möglichst der Praxis entsprechende Simulierung der möglichen Beanspruchungen durch eine Prüfmaschine angestrebt. Dabei treten die Beanspruchungen in wesentlich rascherer Folge ein, oder die Bedingungen werden verschärft, so daß in kürzerer Zeit ein Resultat erhalten werden kann. Beispiele hierfür sind etwa die Bürstenscheuerung bei Geweben, Wasserdichtigkeitsprüfungen bei Leder oder Stoßversuche mit einem Falltisch bei Packstücken.
- Es wird ein praktischer Test durchgeführt und dieser durch genaue Überwachung und Erstellen einer Statistik kontrolliert. So kann etwa für die Beurteilung einer Druckfarbe oder eines Papiers eine bestimmte Auflage unter genau definierten Bedingungen gedruckt

werden, wobei die Maschinenstillstände vor allem bezüglich der Ursachen registriert werden. Es kann auch die Gebrauchstüchtigkeit etwa von Schuhwerk durch praktische Tragversuche geklärt werden, wobei es natürlich zweckmäßig ist, wenn die Prüfpersonen möglichst homogene Einheiten bilden.

Für die Auswertung solcher Ergebnisse wird dann die mathematische Statistik eingesetzt, die erlaubt, nicht nur das durchschnittliche Verhalten und die damit zusammenhängende Zuverlässigkeit des erhaltenen Resultates zu bewerten, sondern auch mit Hilfe der Korrelationsrechnung Zusammenhänge zwischen verschiedenen Eigenschaften aufzudecken vermag.

Diese Methoden gestatten vor allem, ein allgemeines Urteil zu fällen und da und dort bestimmte Mißstände zu beheben. Sie erlauben auch oft, ein Produkt, dessen Laufeigenschaften auf einer Maschine als günstig beurteilt werden, genauer zu umschreiben. Man mag also in der Produktion oft mit diesen Methoden auskommen. Anders liegen die Verhältnisse jedoch vielfach bei der Weiterentwicklung neuer Verfahren. Es bedarf dann genauerer Unterlagen, die der Ingenieur für seine Entwicklungsarbeiten verwenden kann. Für den Materialprüfer heißt dies, daß er auch versuchen muß, die für den Konstrukteur wichtig erscheinenden Eigenschaften des zu verarbeitenden Materials möglichst genau und unter den verschiedensten äußeren Bedingungen zu erfassen. Dies führt einerseits zur Forderung möglichst einwandfreier wissenschaftlicher Meßmethoden, die sowohl eine physikalisch oder chemisch genau definierbare Beanspruchung des Materials als auch eine exakte Messung der dabei auftretenden Veränderungen voraussetzen. Schließlich erfolgt die Beurteilung eines Materials oft unter andern Umständen, als diese beim praktischen Einsatz vorliegen. So ist etwa das Verhalten der meist hygroskopischen Fasermaterialien sehr stark davon abhängig, wieviel Feuchtigkeit sie aufgenommen haben. Zur Erzielung reproduzierbarer Prüfwerte hat sich daher ein Prüfklima von 65 % relativer Luftfeuchtigkeit und 20°C weltweit eingeführt. Es sind dies aber Bedingungen, die oft bei der Fabrikation nicht vorhanden sind, so daß auch der Ingenieur nicht nur unter diesen normierten Bedingungen das Verhalten des zu verarbeitenden Stoffes kennen möchte, sondern auch unter verschiedenen andern klimatischen Bedingungen.

Ferner darf ja bei der Verarbeitung ein Material nicht bis zur obersten Grenze seiner Belastbarkeit beansprucht werden. Es heißt

dies, daß nun nicht einfach die Zerstörung des Materials als Fixpunkt für die Beschreibung seiner Eigenschaften herangezogen werden darf, sondern daß die funktionalen Zusammenhänge zwischen Beanspruchung und Veränderung dem Ingenieur geliefert werden müssen. Für die Prüftechnik hat dies vor allem zur Folge, daß auch schon kleinste Veränderungen mit der nötigen Genauigkeit zu messen sind. Dies ist heute weitgehend mit den elektronischen Meß- und Registrierungsverfahren möglich.

Es zeigt sich also, daß die Materialprüfung vor allem in ihren Methoden anpassungsfähig sein muß, da sich ja immer wieder neue Probleme aus der Entwicklung in der Technik und den Wünschen der Verbraucher stellen. Die schnelle Entwicklung und vor allem auch das Auftreten immer neuer Produkte führen aber auch zum Wunsche einer guten Information über das Marktangebot. Damit stellt sich für die Materialprüfung auch das Problem der Information.

### *3. Vermittlung von Materialkenntnissen*

Das Informationsbedürfnis stellt sich etwas verschieden, je nachdem, ob die Fragen aus der Verarbeitung oder aus dem Konsumentenkreis stammen. Der Verarbeiter muß vor allem technisch einwandfreie Daten über die einzelnen Materialien haben. Dabei ist es auch wichtig, daß nicht nur Angaben über die Verarbeitbarkeit gemacht werden, sondern auch aus den technischen Daten Vergleiche zwischen den genannten Substitutionsprodukten möglich sind. Es gilt also vor allem, einerseits möglichst differenzierte Unterlagen über das Verhalten eines Materials unter bestimmter Beanspruchung zu geben und andererseits klare, nach Möglichkeit vereinheitlichte Beschreibungen der Materialeigenschaften zu liefern. Letzteres führt auch dazu, daß eine Reihe von Prüfnormen zu schaffen sind, da sich nur auf diesem Wege eine genügend klare und gemeinsame Sprache zwischen den verschiedenen Verarbeitungsstufen finden läßt.

Es handelt sich hier also um ein Gespräch zwischen Technikern oder Ingenieuren, das sich vor allem auch der Sprache der Wissenschaft bedienen kann. Das Hauptziel muß hier immer eine klare Definition der Begriffe sein. Für die Materialprüfung stellt sich zudem die Aufgabe, nach möglichst einwandfreien wissenschaftlichen Methoden das Material zu charakterisieren und auch die materialbedingten Ungleichmäßigkeiten bzw. Streuungen in den Eigenschaften zu erfassen. Letzteres ist vor allem für die Naturprodukte sehr wichtig,

da die gewachsenen Produkte nicht derart homogen sind wie gewisse künstliche Stoffe.

Die materialtechnische Orientierung des Verbrauchers wirft noch einige andere Probleme auf. Hier wendet sich der Techniker in sehr vielen Fällen an den Laien. Es geht auch darum, zu zeigen, daß gewisse Eigenschaften sich gegenseitig weitgehend ausschließen, das heißt, daß oft nicht zwei Eigenschaften maximiert werden können, sondern daß ein optimaler Kompromiß für den Verbraucher geschlossen werden muß.

Hier stellen sich vor allem auch die aktuellen Fragen der Warendecklaration und der Schaffung von Gütezeichen sowie der Zweckmäßigkeit sogenannter Konsumententeste. Zur *Warendecklaration* ist zu sagen, daß sie eine bestimmte Vorbildung des Käufers in materialtechnischer Hinsicht verlangt. Rein aus der Zusammensetzung kann in vielen Fällen nicht eindeutig auf Qualität geschlossen werden. So sagt etwa die Zusammensetzung eines Textilmaterials bezüglich der Faserstoffe noch recht wenig über seine Qualitäten aus, wenn nicht noch zusätzliche Informationen, etwa über den Gewebeaufbau, die Art der Ausrüstung oder Veredlung, gemacht werden. Die Angabe eines Datums, wie sie besonders auf dem Lebensmittelsektor erfolgt, kann in gewissen Fällen wichtig sein. So sei etwa auf die Angabe des Jahrganges bei Wein hingewiesen. Bei Lebensmitteln mit beschränkter Haltbarkeit ist jedoch zu beachten, daß eine sinngemäße Angabe eines Datums immer auch die Kenntnisse über die wirkliche Haltbarkeit des Inhalts erfordert. Da es jedoch so ist, daß diese Haltbarkeit weitgehend von den Lagerbedingungen, den Abfüllbedingungen usw. abhängt, ist es oft recht schwierig, hier vom technischen Standpunkt aus eine einwandfreie Angabe zu machen.

Für den Konsumenten sind *Güte- und Pflegezeichen* leichter verständlich. Bei den Gütezeichen geht es natürlich weitgehend darum, daß die dieses Zeichen verleihende Organisation das Vertrauen des Konsumenten genießt. Es treten hier jedoch auch mannigfaltige Probleme auf, die unter den Konsumententesten noch etwas näher behandelt werden sollen. Sicher zweckmäßig sind die Pflegezeichen, wie sie sich etwa in der Textilindustrie eingeführt haben. Sie geben dem Konsumenten die nötigen Hinweise über die richtige Behandlung des gekauften Stückes. Es ist sicher, daß solche Kennzeichnungen helfen, auch in den breiten Konsumentenkreisen die Materialkenntnisse zu vertiefen.

Bei den *Konsumententesten* ist es begreiflich, daß der Käufer wissen möchte, welchen Gegenwert er erhält. Wie jedoch bereits gezeigt wurde, ist der Gebrauch recht unterschiedlich und kaum zu verallgemeinern. Es führt dies auch dazu, daß je nach Gebrauchsgewohnheiten die allgemeinen Ansprüche, die Wünsche eines Kunden an ein bestimmtes Material, recht unterschiedlich sein können und die Industrie sich nun diesen unterschiedlichen Wünschen anpassen muß. Daraus ergibt sich dann auch die Vielfalt des Angebots, die nun kritisch durch einen Konsumententest durchleuchtet werden soll. Es bedarf auch hier wiederum genauer Vorstellungen des Käufers über seine Wünsche, wenn er einen solchen Konsumententest sinnvoll auslegen will. Insbesondere geht es ja darum, daß er aus den gegebenen Resultaten seinen Wünschen entsprechend die einzelnen Angaben wertet und dann seine Wahl trifft. Schwierig ist es oft, allgemeine Qualitätsangaben zu machen, da eben die Qualitätsbegriffe doch zu differenziert sind. Die Schulung der Konsumenten stellt daher eine unbedingt notwendige Ergänzung jeglicher Konsumententeste dar.

Die Materialprüfung hat somit eine recht breite Aufgabe. Sie stützt sich auf die Methoden der Naturwissenschaften und wendet sie auf die verschiedenen Produkte der Technik an. Sie hilft damit den technischen Fortschritt zu fördern und unsern Lebensstandard zu verbessern.

Adresse des Verfassers:  
Prof. Dr. Paul Fink  
Direktor der EMPA-C  
Unterstraße 11  
9001 St.Gallen