

Entwicklung einer umfassenden Kennwertdatenbank zur Auslegung und Berechnung von Bauteilen aus naturfaserverstärkten Kunststoffen

Ausgangssituation

Naturfasern aus heimischen Pflanzen wie etwa Flachs und Hanf werden zunehmend zur Verstärkung von Kunststoffen eingesetzt und ersetzen hier bereits für einige Anwendungsfälle die klassischen synthetischen Verstärkungsfasern wie etwa Glasfasern. Die größte Nachfrage nach naturfaserverstärkten Kunststoffen besteht von Seiten der Kfz-Industrie. Bei der DaimlerChrysler AG wurden beispielsweise 1998 bereits bis zu 6 kg Pflanzenfasern je Fahrzeug eingesetzt. Nach heutigem Stand der Technik sind bis zu 10 kg Naturfasern pro Pkw denkbar /1/. Die bisherigen Anwendungen von naturfaserverstärkten Kunststoffen beschränken sich jedoch eher auf mechanisch und thermisch gering beanspruchten Bauteile wie Türverkleidungen, Dachhimmel und Kofferraumauskleidungen von Pkw. **Bild 1** zeigt typische Bauteile aus naturfaserverstärkten Kunststoffen im Pkw /2/.



Bild 1 Beispiele für Bauteile im PKW aus naturfaserverstärkten Kunststoffen /DaimlerChrysler/

Ein wesentlicher Vorteil von naturfaserverstärkten Kunststoffen besteht in der Gewichtseinsparung, die gegenüber glasfaserverstärkten Kunststoffen bis zu 30 % betragen kann /3/. Darüber hinaus zeichnen sich naturfaserverstärkte Kunststoffe durch gute mechanische und akustische Eigenschaften aus. Als weitere Gründe für den Einsatz von naturfaserverstärkten Kunststoffen in der Automobilindustrie können zudem das gute Werkstoffverhalten im Falle eines Unfalls durch hohe Stabilität bei geringer Splitterneigung angeführt werden. Bei der Verarbeitung von Naturfasern kommt es im Vergleich zu Glasfasern zu einem deutlich geminderten Verschleiß der formgebenden Werkzeuge, da Naturfasern weniger abrasiv wirken. Letztlich sprechen auch noch arbeitsmedizinische Vorteile und der geringere Preis für den verstärkten Einsatz von Naturfasern im Automobilbereich.

Bei Naturfasern aus heimischen nachwachsenden Rohstoffen handelt es sich jedoch um Naturprodukte, deren Eigenschaften im Gegensatz zu synthetischen Fasern einer breiten Streuung unterliegen. Auf die Qualität der Fasereigenschaften wirken sich dabei besonders die landwirtschaftlichen Faktoren wie Standort, Bodenqualität, Wassergehalt, Erntezeitpunkt, und Jahrgang aus /4/. Beim Einsatz von Naturfasern als Verstärkung in technischen Bauteilen müssen diese Schwankungen berücksichtigt werden, um mit dieser Werkstoffgruppe verlässlich konstruieren zu können.

Die Ermittlung von Kennwerten für Naturfasern und naturfaserverstärkte Verbundkunststoffe ist nicht einheitlich festgelegt. Daher existieren bisher auch keine umfassende Sammlungen von Datenblättern oder rechnerbasierte Datenbanken für naturfaserverstärkte Kunststoffe. Höher belastete Strukturbauteile werden bisher aus naturfaserverstärkten Kunststoffen nicht

hergestellt, da die hier für die Dimensionierung erforderlichen Kennwerte nicht ausreichend verlässlich zur Verfügung stehen.

Dagegen existiert für Thermoplaste mit und ohne synthetische Faserverstärkung seit mehr als 15 Jahren die inzwischen weltweit verbreitete Datenbank CAMPUS /4/, in der heute bereits über 50 Rohstoffhersteller die nach ISO genormten Kennwerte zu ihren Werkstoffen veröffentlichen. Für langfaserverstärkte Preßmassen existiert die Datenbank FUNDUS /5/, die von der Funktionalität mit älteren CAMPUS Versionen vergleichbar ist und an der sich zehn Herstellerfirmen beteiligen. Naturfaserverstärkte Kunststoffe werden in den bestehenden Datenbanken nicht berücksichtigt.

Zielsetzung

Das Ziel des geplanten Projekts, welches in diesem Beitrag vorgestellt wird, ist die Entwicklung und Realisierung einer rechnerbasierten Kennwert- und Wissensdatenbank zum Themenbereich „Naturfaserverstärkte Kunststoffe“.

Bei der Konzeption der Datenbank sollen möglichst unterschiedliche Anwender aus sehr verschiedenen Branchen berücksichtigt werden. Diese werden sehr unterschiedliche Anforderungen bezüglich Inhalt, Struktur und Funktion an die Datenbank stellen. Von der landwirtschaftlichen Produktion der heimischen Rohstoffe über die Aufbereitung zu technisch nutzbaren Naturfasern und die Weiterverarbeitung zu verstärkten Kunststoffen bis hin zur Konstruktion und Berechnung von Bauteilen aus diesen Werkstoffen sind die unterschiedlichen Aspekte in eine Datenbank zu integrieren. Es soll also ein Werkzeug geschaffen werden, welches sowohl Herstellern von naturfaserverstärkten Werkstoffen als auch Anwendern von Zwischenprodukten und Halbzeugen aus Naturfasern sowie Konstrukteuren und Verarbeitern zugänglich gemacht wird. In dieser Datenbank sollen gesicherte Informationen zu dem gesamten Themenkomplex gesammelt, herstellerunabhängig verglichen und gezielt abgerufen werden können.

Um naturfaserverstärkte Kunststoffe etwa für anspruchsvolle Bauteile in der Kfz-Industrie einsetzen zu können, müssen für diese Werkstoffe Kennwerte für die Simulation des Bauteilverhaltens vorliegen. Besonderer Wert wird daher auf die Ermittlung von Kennwerten gelegt, die für eine Nutzung in CAE-Anwendungen im Verlauf der Konstruktion unerlässlich sind.

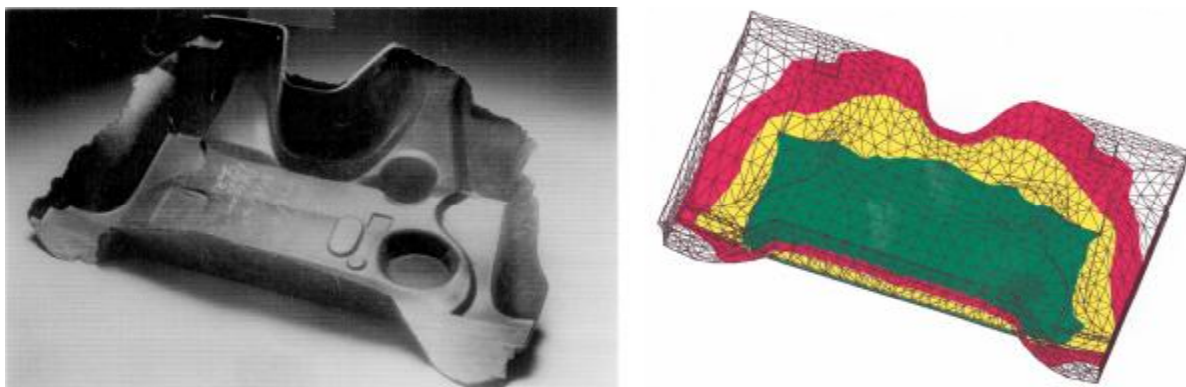


Bild 2 Presssimulation mit EXPRESS für ein Thermoplast-Bauteil

Als Beispiel für derartige CAE-Anwendungen ist in **Bild 2** der Einsatz der Preßsimulation bei der Verarbeitung von faserverstärkten Kunststoffen dargestellt. Gegenübergestellt sind die Ergebnisse der Preßsimulation für ein Bauteil aus Glasmattenverstärktem Thermoplast (GMT) auf der linken Seite mit der realen Teilfüllung des Bauteils auf der rechten Seite. Das Simulationsergebnis, welches mit dem am IKV entwickelten und von der Firma M-Base vertriebenen Software EXPRESS durchgeführt wurde, zeigt eine gute Übereinstimmung zwischen Berechnung und Realität. Für die Spritzgießverarbeitung von kurzfaserverstärkten Kunststoffen existieren ebenfalls bereits sehr brauchbare Programme, mit denen sich die Verarbeitungsparameter vorausberechnen lassen. Eine Simulation setzt jedoch immer die Kenntnis der benötigten Kennwerte voraus.

Geplanter Lösungsweg

Das Projekt ist als Gemeinschaftsprojekt zwischen dem IKV, Aachen, der Firma M-Base Engineering + Software GmbH, Aachen, und dem Institut für Landtechnik der Universität Bonn vorgesehen. Eine Förderung wurde bei der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), Gülzow, beantragt.

Allgemeine Vorgehensweise bei der Entwicklung einer Werkstoffdatenbank

Das allgemeine Prinzip, nach dem bei der Neuentwicklung und Realisierung einer Werkstoffdatenbank vorgegangen werden sollte, ist in **Bild 3** dargestellt. Diese Vorgehensweise hat sich in der Vergangenheit bereits vielfach bewährt.

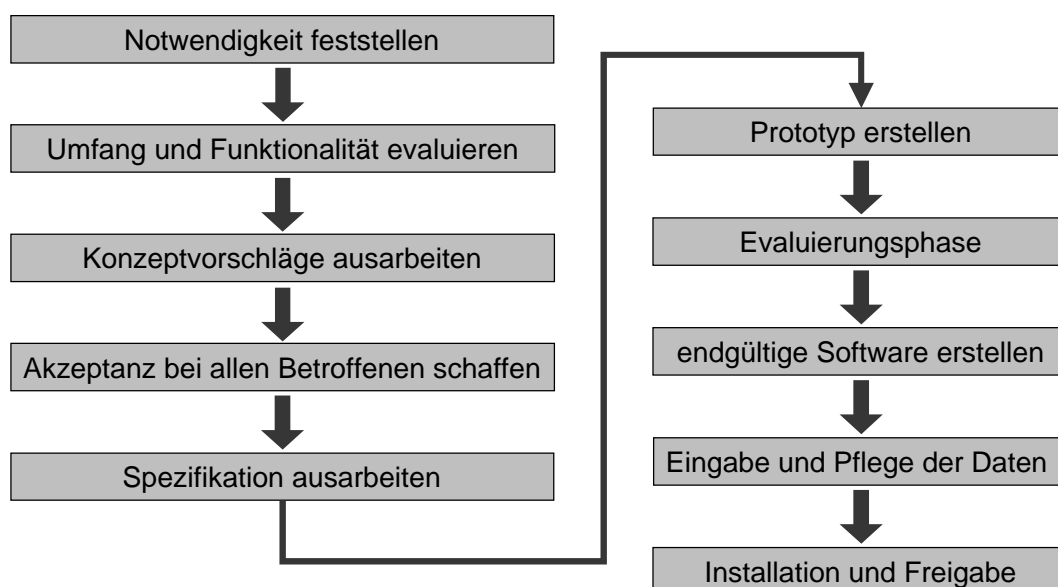


Bild 3 Allgemeine Vorgehensweise bei der Erstellung einer Werkstoffdatenbank

Insbesondere bei der sehr erfolgreichen Entwicklung und Einführung der Datenbank CAMPUS vor fast zwei Jahrzehnten konnten mit dieser Methode gute Erfahrungen gesammelt werden. Sehr wichtig für den Erfolg von CAMPUS ist die strikte Verwendung von Kennwerten, die alle nach identischen ISO-Normen ermittelt werden, um eine generelle Vergleichbarkeit der Daten zu erzielen und damit eine sinnvolle Nutzung der Kennwerte überhaupt erst zu ermöglichen. Diese sinnvolle Kopplung von Datenbankentwicklung und Normungstätigkeit läßt sich sehr anschaulich in **Bild 4** erkennen. Bei der neu zu entwickelnden Naturfaserdatenbank soll daher möglichst ähnlich vorgegangen werden.



Bild 4 Notwendige Kopplung von Datenbankentwicklung und Normung

Eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung der Kennwertdatenbank besteht also zunächst in der Festlegung von geeigneten und normierten Kennwerten zur Charakterisierung der Werkstoffeigenschaften naturfaserverstärkter Verbundkunststoffe und der Naturfasern. Hierzu muß im Projektverlauf geklärt werden, inwieweit bestehende Prüfnormen und Kennwerte von anderen faserverstärkten Kunststoffen übernommen werden können und wo eine Erweiterung und Anpassung an spezielle Aspekte der Naturfaserverstärkung nötig ist.

Struktur der Datenbank

Um das sehr umfangreiche Gebiet der naturfaserverstärkten Kunststoffe in einer übersichtlichen Form umfassend darstellen zu können, ist eine modulare Datenbank nach der in **Bild 5** gezeigten Struktur geplant.

Für die Bereiche Naturfasern, Matrixwerkstoffe (synthetische und natürliche) und naturfaserverstärkte Kunststoffe werden zunächst einzelne Dateistrukturen mit den jeweils geeigneten Kennwerten und Prüfbedingungen erstellt. Gekoppelt werden diese Einzeldateien über eine Verträglichkeitsmatrix, in die bereits bekannte Kombinationen aus Naturfasern und Kunststoffen bewertet eingetragen werden. Aus der so geschaffenen Matrix-Struktur läßt sich die prinzipielle Verarbeitbarkeit verschiedener Kombinationen aus Polymer und Naturfaser mit den jeweiligen Vor- und Nachteilen direkt ablesen. In dieser Matrix werden zusätzlich die jeweils eingesetzten Verarbeitungsverfahren mit entsprechenden Hinweisen abgelegt.

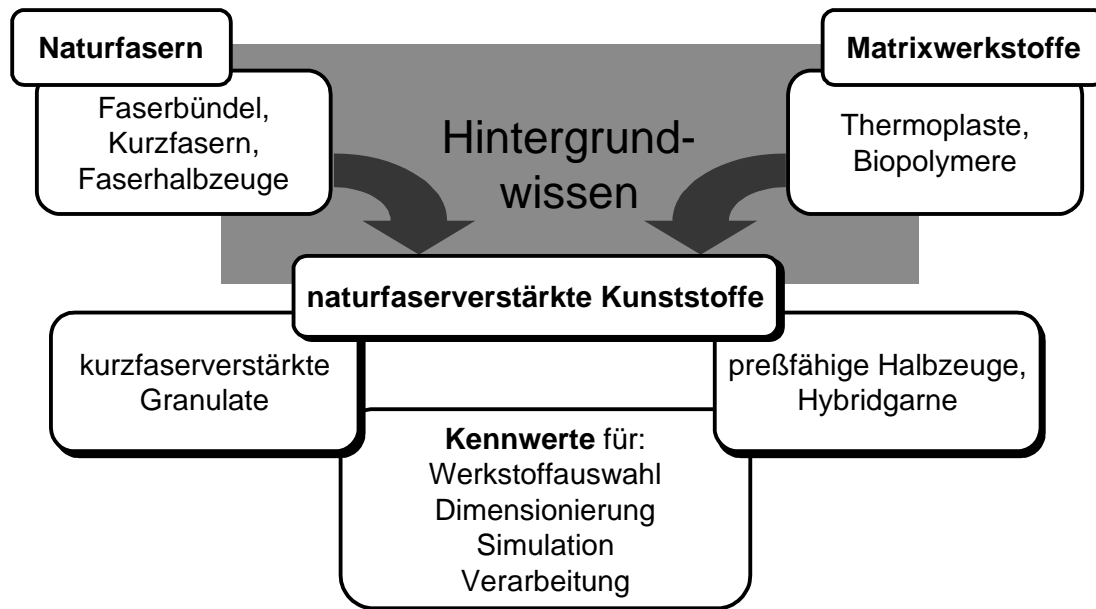


Bild 5 Prinzipielle Struktur der Datenbank

Zu einem Gesamtsystem ergänzt werden diese Module durch Angaben zu realisierten Bauteilen aus naturfaserverstärkten Kunststoffen, Herstellern, Lieferanten und Verarbeitern mit den jeweiligen Adressen. Die einzelnen Module der Datenbank werden mit geeigneten Querverweisen verbunden, sollen aber auch eigenständig anwendbar sein und können unabhängig voneinander gefüllt und gepflegt werden.

Entwicklung der Datenbanksoftware

Die programmtechnische Umsetzung der geschaffenen Datenbankstrukturen in eine Softwarelösung wird von der Firma M-Base vorgenommen. Dabei ist geplant, durch die Nutzung moderner internetbasierter Technologien sicherzustellen, daß die Datenbank plattformunabhängig und ortsübergreifend einsetzbar ist. Um eine breite Nutzung der Datenbank zu realisieren wird eine mehrsprachige Ausgabe angestrebt (mindestens Deutsch und Englisch). Die Datenbankstrukturen werden dabei möglichst offen gestaltet, um eine ständige Aktualisierung der Datenbestände zu ermöglichen. Neben der internetbasierten Lösung soll auch eine adäquate Lösung für PC-Nutzer ohne Internetzugang entwickelt werden.

Das Füllen der Datenbank mit entsprechenden Kennwerten erfolgt bereits im Verlauf des Projekts durch alle beteiligten Projektpartner und die Firmen, die sich verbindlich an die zugrundeliegenden Prüfvorschriften halten. Das Befüllen der endgültigen Datenbank geht jedoch langfristig über die Projektlaufzeit hinaus. Es wird somit eine „offene Datenbank“ entwickelt, die nach Projektabschluß kommerziell weitergeführt werden soll.

Da sich derzeit sehr viele E-Commerce-Firmen im Internet etablieren, soll im Rahmen des Projektes ebenfalls geprüft werden, ob sich die entwickelte Datenbank am Ende der Projektlaufzeit in ein Web-Portal einbinden läßt. Es wird damit auf Basis der entwickelten

Datenbank ein virtueller Treffpunkt im Internet in Form eines Marktplatzes geschaffen, auf dem die verschiedenen Anbieter von Rohstoffen, Naturfasern und Zwischenprodukten mit Verarbeitern und Interessenten für naturfaserverstärkte Produkte zusammenkommen können, um Geschäfte zu tätigen. Die bei der Entwicklung der Datenbank festgelegten Prüfbedingungen und Kennwerte bilden eine unverzichtbare Voraussetzung für diesen Marktplatz.

Nutzen der Datenbank

Durch die Bereitstellung von relevanten Kennwerten und Daten für die Konstruktion mit naturfaserverstärkten Kunststoffen sowie von verlässlichen Hinweisen zu ihrer Verarbeitung kann die Akzeptanz für diese Werkstoffgruppe nachhaltig erhöht werden. Durch die Realisierung der geplanten Datenbank und die Verbreitung der Daten wird die Werkstoffgruppe zunehmend präsent und somit auch für höher belastete Bauteile in unterschiedlichen Anwendungen interessant. Rohstoffhersteller und kleinere Compoundierer von naturfaserverstärkten Kunststoffen erhalten die Möglichkeit, ihre Produkte mit einem vergleichbaren Standard zu präsentieren, die so in den direkten Wettbewerb zu anderen verstärkten Kunststoffen treten können.

Durch die Verbesserung der Nutzung von heimischen nachwachsenden Rohstoffen in Form von Fasern in Kunststoffen werden aus landwirtschaftlicher Sicht Anreize geschaffen, heimische Pflanzen wie Flachs oder Hanf mit geeigneter Qualität anzubauen und der industriellen, nichttextilen Nutzung zuzuführen. Es werden also die Qualitätsstandards gelegt, an die sich Lieferanten von Naturfasern halten können, um den Absatz ihrer Produkte zu sichern bzw. zu verstärken.

Literatur

- /1/ Karus, M. Studie zur Markt- und Preissituation bei Naturfasern
Kaup, M. (Deutschland und EU); Herausgeber: Fachagentur
Lohmeyer, D. Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), März 2000
- /2/ Münker, M. Verbesserte Haftung bei Naturfaserverbunden,
Holtmann, R. Kunststoffe 89 (1999) 2, S. 90-93
Michaeli, W.
- /3/ Hoogen, N. Bauteile aus flachsverstärktem PP in der Großserie;
Kunststoffe 89 (1999) 3, S. 103-104
- /4/ Scheer-Triebel, M Industriefaser – Qualitätsbeschreibung und
Leon, J. pflanzenbauliche Beeinflussungsmöglichkeiten bei
Faserpflanzen: ein Literaturreview,
Pflanzenbauwirtschaft, 4 (1), S. 26-41
- /5/ Baur, E. Stand der Technik bei CAMPUS,
Kunststoffe 88 (1998) 5, S. 654-659
- /6/ Baur, E. FUNDUS: Die Datenbank der AVK,
25. AVK-Tagung, Berlin 11.-13.11.1993
Tagungsumdruck S. P 3-1 bis P 3-6