

**Auswertung der Markterhebung 2002:**

**Naturfasereinsatz in Verbundwerkstoffen in  
der deutschen und österreichischen  
Automobilindustrie**

**Status 2002, Analyse und Trends**

**Autoren:**

**Dr. rer. pol. Markus Kaup**  
**Dipl.-Phys. Michael Karus**  
**Dipl.-Ökon. Sven Ortmann**



**Februar 2003**

## **Kurzdarstellung der nova-Institut GmbH**

Die nova-Institut GmbH wurde 1994 als privates, unabhängiges Institut gegründet und umfasst heute die Abteilungen Nachwachsende Rohstoffe (NR), nachhaltige Regionalentwicklung, Internet-Datenbanken (Content Management) und Elektromagnetische Felder (EMF).

Die Abteilung Nachwachsende Rohstoffe (NR) befasst sich mit der stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe und folgenden Gesichtspunkten:

- Marktanalysen und –forschung - heutige und zukünftige Beschaffungs- und Absatzmärkte für NR-Produktlinien
- Machbarkeitsstudien - Technik, Ökonomie, Märkte, Ökologie und Marketing von NR-Produktlinien
- Ökonomische Analysen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen von NR-Produktlinien
- Analysen der Konkurrenzsituation innerhalb der NR-Produktlinien und zu konventionellen Produkten
- Entwicklung von Marketingkonzepten für NR-Produkte
- Projekt- und Kongressmanagement: Akquise und Koordination nationaler und internationaler Projekte und Fach-Veranstaltungen

Das nova-Institut verfügt über umfassende Referenzen auf dem Gebiet der Marktforschung zu nachwachsenden Rohstoffen (s. [www.nova-Institut.de/NR](http://www.nova-Institut.de/NR)). Die zahlreichen Studien, Unternehmensberatungen, Fachpublikationen, Fachvorträge, Seminare/Symposien, gutachterliche Tätigkeiten sowie der Aufbau des Nachrichtenportals für nachwachsende Rohstoffe ([www.nachwachsende-rohstoffe.info](http://www.nachwachsende-rohstoffe.info)) belegen die langjährige Kompetenz des nova-Instituts.

### **Anschrift und Kontakt**

nova-Institut GmbH  
Goldenbergstraße 2  
D-50354 Hürth  
GERMANY

Tel.: +49-(0)2233-9436-84

Fax:+49-(0)2233-9436-83

E-Mail: [contact@nova-institut.de](mailto:contact@nova-institut.de)

Internet: [www.nova-institut.de](http://www.nova-institut.de)

Nachrichtenportal für nachwachsende Rohstoffe: [www.nachwachsende-rohstoffe.info](http://www.nachwachsende-rohstoffe.info)

# 1 Methodik der Durchführung und Auswertung der Umfrage

Insgesamt wurden von Juni bis Oktober 2002 139 Unternehmen(sabteilungen) und Institute aus dem Bereich Naturfaserverbundwerkstoffe in Deutschland und Österreich mittels eines standardisierten einseitigen Fragebogens angeschrieben.

Folgende Fragen wurden gestellt:

**(1) Auf welcher Wertschöpfungsstufe ist Ihr Unternehmen tätig?**

- (a) Vliese/Filze/Gewebe/Granulate (= Grundstoffe/Substrate Supplier)
- (b) Verbundwerkstoffe/Autoinnenteile (= Systemlieferanten/Tier-One Supplier)
- (c) Automobilhersteller (= OEM's)

**(2) Wie viel Tonnen an Naturfasern als Bestandteil in Verbundwerkstoffen wurden in Ihrem Unternehmen in 2001 eingesetzt bzw. verarbeitet und welche Mengen werden 2002 erwartet?**

- (a) Flachs
- (b) Hanf
- (c) Sisal
- (d) Jute und Juteähnliche (z.B. Kenaf)
- (e) Reißbaumwolle
- (f) Holz
- (g) Sonstige:

**(3) Wie schätzen Sie den gesamten Naturfasereinsatz (ohne Holz/Baumwolle) in Ihrem Unternehmen im Jahr 2005 ein?**

- (a) Gesamt Naturfasereinsatz in 2005 in t

**(4) Welche Verfahren kommen zur Herstellung von Naturfaserverbundwerkstoffen in Ihrem Unternehmen zum Einsatz?**

- (a) Naturfaser-Formpressteile duroplastische Matrix: Anteil des Verfahrens in %
- (b) Naturfaser-Formpressteile thermoplastische Matrix: Anteil des Verfahrens in %
- (c) Naturfaserverstärkte Spritzgussteile: Anteil des Verfahrens in %
- (d) Sonstige: Anteil des Verfahrens in %

**(5) Welche der folgenden Technologien werden Ihrer Meinung nach zukünftig an Bedeutung gewinnen?**

- (a) Naturfaserverstärkte Spritzgussteile
- (b) Naturfasergewebe für Konstruktionswerkstoffe
- (c) Naturfaserverstärkte Bio-Kunststoffe
- (d) Modifizierte/behandelte Naturfasern für erweiterte Einsatzgebiete
- (e) Sonstige:

Bei der Adressenauswahl wurden schwerpunktmäßig Unternehmen aus dem Automobil- und Fahrzeugbau angeschrieben, welche sich angelehnt an Frage (1) des Fragebogens in die folgenden Wertschöpfungsstufen untergliedern lassen:

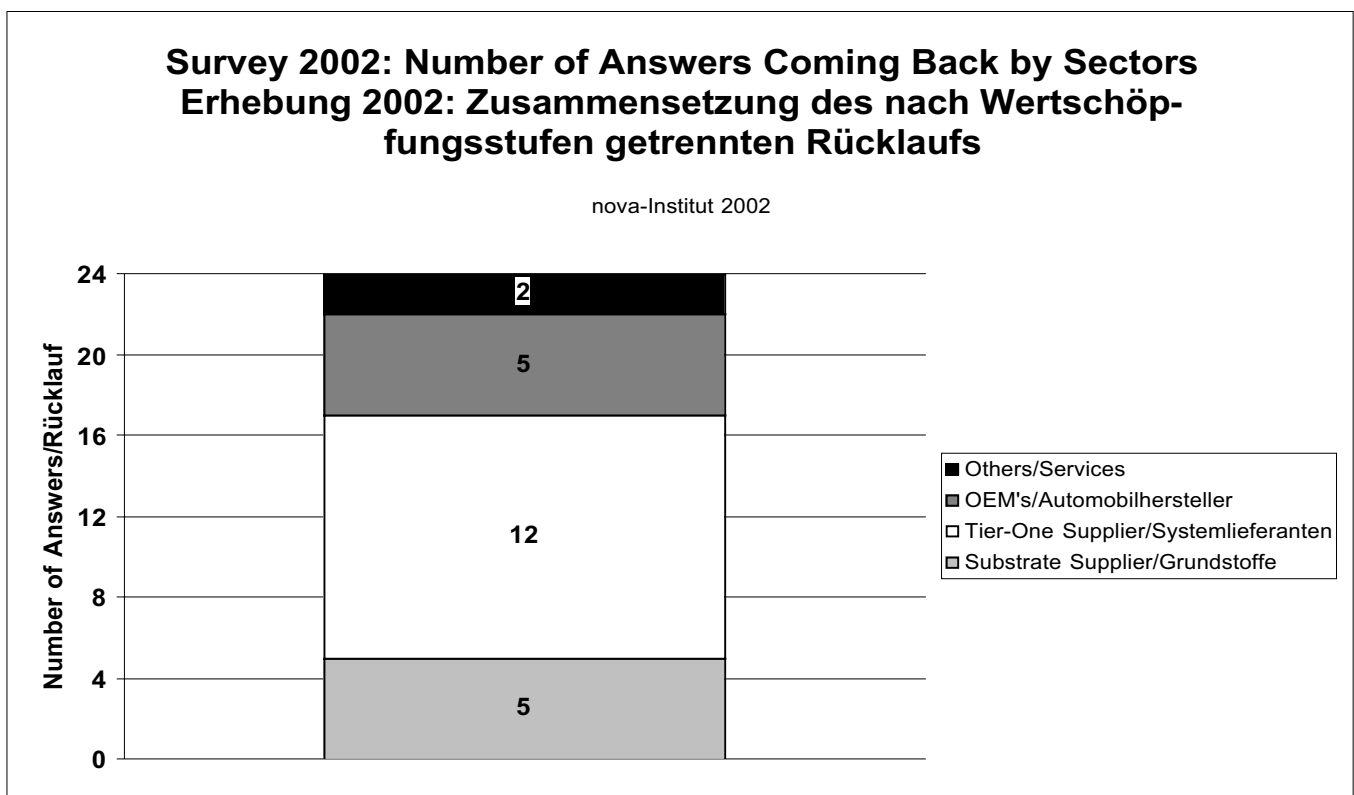
- OEM's (Original Equipment Manufacturers/Automobilkonzerne): 24 Unternehmen (teilweise wurden pro Unternehmen mehrere Abteilungen angeschrieben).
- Tier-One Supplier (Systemlieferanten): 31 Unternehmen (teilweise wurden pro Unternehmen mehrere Abteilungen angeschrieben)
- Substrate Suppliers (Grundstofflieferanten): 62 Unternehmen
- Sonstige/Dienstleistungen: 22 Unternehmen

Die Rücklaufquote betrug 17,3% (24 von 139). Da jedoch in verschiedenen Unternehmen mehrere Abteilungen angeschrieben wurden, obwohl letztendlich nur eine Antwort pro Unternehmen möglich war, liegt die eigentliche – auf die einzelnen Unternehmen bezogene – Rücklaufquote höher. Wichtig ist aber vor allem, dass sich praktisch alle Unternehmen, die in relevantem Umfang Naturfasern einsetzen, an der Umfrage beteiligt haben.

Primäres Ziel der Erhebung war es, analog zu den Umfragen des nova-Instituts in den Jahren 1996, 1999 und 2000 (2, 3, 4), verlässliche Zahlen zum erreichten Status und zur zukünftigen Marktentwicklung des Einsatzes von Naturfasern in Verbundwerkstoffen in Deutschland und Österreich zu erheben.

Ein besonderes Augenmerk bei der Erfassung galt dabei den Tier-One Suppliern, welchen als den derzeit maßgeblichen Herstellern von Naturfaser-Verbundwerkstoffen hinsichtlich der Aussagekraft und Reliabilität der Zahlen eine entscheidende Rolle zufällt. In Abb. 1 ist die Struktur des tatsächlich verwertbaren Rücklaufes der Fragebögen dargestellt.

Abbildung 1



Die Struktur des Rücklaufs nach Wertschöpfungsstufen verdeutlicht, dass 50% des Rücklaufs der Wertschöpfungsstufe der Tier-One Supplier zuzuordnen ist. Um eine Kumulierung der Naturfasereinsatzmengen zu vermeiden, wurde bei der Auswertung der Fragen (2) + (3) + (4) des Fragebogens auf eine strikte Trennung der Wertschöpfungsstufen geachtet. Die im Folgenden präsentierten Ergebnisse zu den eingesetzten Naturfasermengen (Frage 2) inkl. der Wachstumsprognosen (Frage 3) und der Verfahrensanteile (Frage 4), beziehen sich daher ausschließlich auf die getätigten Aussagen der 12 erfassten Tier-One Supplier in Deutschland und Österreich.

Zur Überprüfung der Plausibilität der angegebenen Fasereinsatzmengen und Wachstumsprognosen der 12 erfassten Tier-One Supplier, wurden folgende weitere Erhebungen und Auswertungen durchgeführt:

- (a) Auswertung der restlichen 12 Fragebögen aus den anderen Wertschöpfungsstufen, insbesondere hinsichtlich der Wachstumsprognosen.
- (b) Befragung von maßgeblichen Faserhändlern in der EU und Asien, hinsichtlich der

gelieferten Flachs-, Jute- und Kenaffaser-Mengen an die deutsche und österreichische Automobilindustrie. Die befragten Faserhändler legten Wert darauf, nicht namentlich zitiert zu werden.

- (c) Befragung aller maßgeblichen Hanffaseraufschlussbetriebe in der EU im Rahmen einer Umfrage unter den Mitgliedern der „European Industrial Hemp Association (EIHA)“ ([www.eiha.org](http://www.eiha.org)); vergleiche hierzu auch (1).

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass sich auf Basis der aktuellen Erhebungen Korrekturen in Bezug auf frühere Erhebungen und Auswertungen seitens des nova-Instituts ergeben haben (2, 3, 4). Im Rahmen der aktuell durchgeführten Analysen wurden die Daten aller Erhebungen seit 1996 neu ausgewertet. Dabei wurden zu optimistische Prognosen seitens der Befragten, aber auch Inkonsistenzen und Ausreißer in den älteren Daten festgestellt und korrigiert. Die neue Auswertung konnte zwar den Trend der früheren Erhebungen bestätigen, nicht aber die absolute Menge der eingesetzten Naturfasern. Diese wurden im Vergleich zu den älteren Erhebungen erst jeweils ca. zwei Jahre später erreicht.

## **2 Marktstruktur und maßgebliche Produzenten von Naturfaser-Verbundwerkstoffen**

Die Auswertung der Umfrageergebnisse zur derzeitigen Marktstruktur zeigt, dass maßgeblich die großen Automobilzulieferer (hier: Tier-One Supplier) Naturfasern für Verbundwerkstoffe einsetzen. Im Folgenden sind die derzeit wichtigsten Hersteller von Naturfaserverbundwerkstoffen in Deutschland und Österreich für den Automobilsektor aufgeführt:

- Borgers
- Dräxlmaier
- Faurecia Interior Systems
- Findlay Industries
- Funder Industrie
- Johnson Controls Interiors
- Karmann
- Lear Corporation
- Quadrant
- Seeber

Zukünftig werden nach unseren Erhebungen voraussichtlich nicht nur weitere „Tier-One Supplier“ (z.B. Brose, Möller Group, Molan), sondern auch kunststoffverarbeitende Unternehmen aus anderen Branchen (z.B. Ahlstrom, Zarnack Gruppe) Naturfasern zur Produktion von Verbundwerkstoffen einsetzen.

Die Marktstruktur lässt sich derzeit wie folgt beschreiben: Bei den Substrate Suppliern (Fasern, Vlies/Filze) handelt es sich in der Regel um kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), wobei die Weiterverarbeitung zu Verbundwerkstoffen hauptsächlich durch international tätige Großunternehmen (Tier-One Supplier) erfolgt, deren Abnehmer wiederum die oligopolistisch strukturierten Automobilhersteller (OEM's) sind.

So stehen viele kleine Anbieter von Fasern sowie Vliesen/Filzen relativ wenigen großen, mächtigen Nachfragern gegenüber (Marktform des sog. Nachfrageoligopols). Hinzu kommt, dass die Automobilindustrie ein typisches Beispiel für das Phänomen des sog. Supply-Chain Pressure (= Anpassungsdruck auf die Angebotskette) ist, d.h. alle den Automobilherstellern vorgelagerten Stufen (Verbundwerkstoffhersteller, Vlies-/Filzhersteller, Faserproduzenten) werden zu

Durchreichern der Vorgaben an die ihnen jeweils vorgelagerte Stufe. Hieraus folgt, dass die einzelnen kleinen Anbieter von Fasern und Vliesen/Filzen zunehmend zu Mengen- bzw. Technologieanpassern werden, d.h. sie müssen gemäß ihrer individuellen Kostenfunktion ihre Mengen und Technologien gewinnoptimal den vorgegebenen Preisen, Nachfragemengen und Qualitäten anpassen.

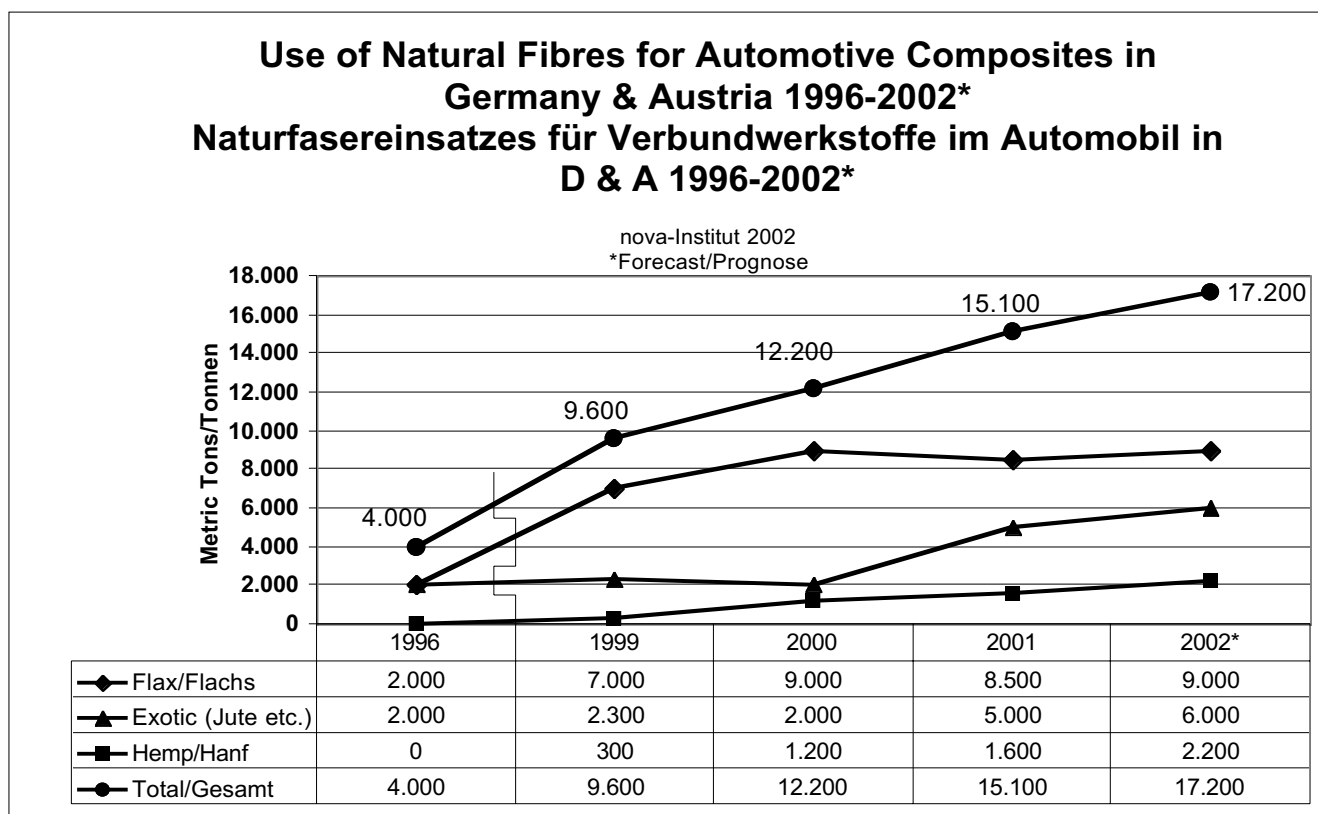
Allerdings muss betont werden, dass kleine Hersteller mit intelligenten, innovativen Lösungen im Sinne einer Emanzipationsstrategie durchaus auch zum Impulsgeber von unten nach oben werden können, sofern sie mit ihren Produkten die aktuellen Anforderungsprofile der Automobilkonzerne erfüllen.

### 3 Aktueller und zukünftiger Einsatz von Naturfasern in Verbundwerkstoffen

Die Umfrageergebnisse zeigen, dass - trotz der relativ schwachen Auto-Konjunktur in den Jahren 2001 und 2002 - der Einsatz an Naturfasern (ohne Holz und Baumwolle) für Verbundwerkstoffe weiter zugenommen hat.

In Abb. 2 ist die aktuelle Entwicklung bis 2002 dargestellt. Hiernach wurden im Jahr 2001 15.100 t eingesetzt und für das Jahr 2002 wird ein Einsatz von 17.200 t an Naturfasern für Verbundwerkstoffe in der deutschen und österreichischen Automobilindustrie prognostiziert.

Abbildung 2



Seit 1996 zeigt sich ein fast linearer Anstieg der Einsatzmengen mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von ca. 22% bis 2002. Dieses Wachstum wurde allerdings in den einzelnen Jahren von unterschiedlichen Naturfasern getragen.

Bis zum Jahr 2000 war das Wachstum in starkem Maße durch den vermehrten Einsatz von Flachsfasern bedingt. Mit dem Beginn der letzten Flachsmodewelle und dem parallelen Anziehen

der Flachswergpreise im Jahr 2001 änderte sich dieses Bild jedoch, und die bis dato eher stagnierenden bzw. sogar rückläufigen „Exotischen Fasern“ (Jute, Kenaf, Sisal) konnten in den Jahren 2001 und 2002 kräftig zulegen.

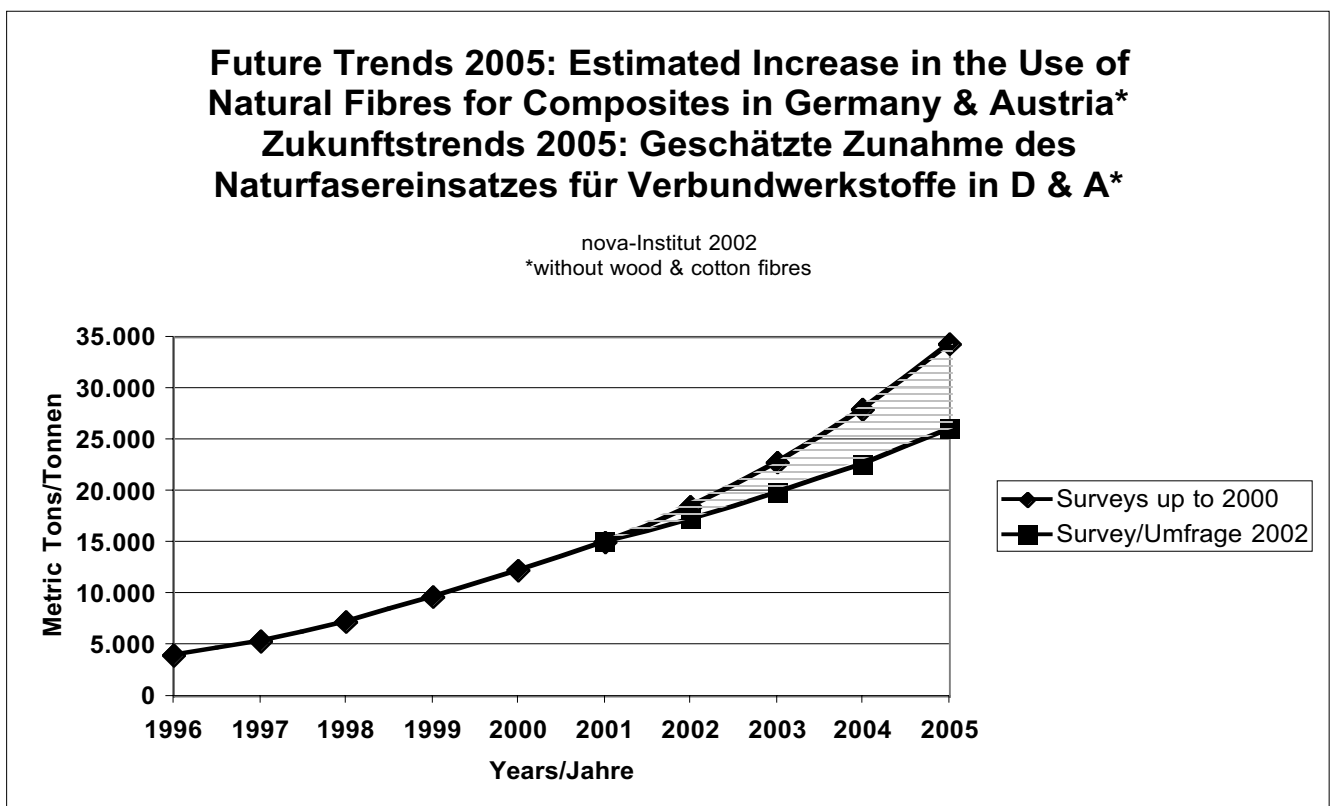
Der Einsatz an Hanffasern zeigt seit seiner Wiederentdeckung im Jahr 1996 einen kontinuierlich Anstieg auf ca. 2.200 t im Jahr 2002. Da die europäische Hanfwirtschaft bislang nur über vergleichsweise geringe Produktionskapazitäten verfügt (1), konnte die Bedarfslücke, die sich aus der weiter wachsenden Nachfrage und den sehr hohen Flachswergpreisen ergab, nicht durch Hanf gedeckt werden. Dies war in den Jahren 2001 und 2002 die Chance für die exotischen Fasern, die vor allem aus Bangladesch und Indien importiert wurden.

Aktuell zeichnet sich sowohl eine Entspannung am Flachsmarkt ab, als auch eine Zunahme an EU-Hanffaserkapazitäten für technische Fasern, so dass in diesem Jahr ein Rückgang bei den exotischen Fasern zu erwarten ist.

In Bezug auf den Wert der eingesetzten Naturfasern ergibt sich für das Jahr 2002, bei insgesamt 17.200 t und einem durchschnittlichen Preisniveau von 0,55 bis 0,62 EUR/kg, ein Marktwert von ca. 10 Mio. EUR in Deutschland und Österreich (gesamt EU ca. 15 Mio. EUR bei ca. 25.000 t Naturfasereinsatz, vgl. auch (5)).

Auch die Prognosen der Tier-One Supplier für die zukünftige Mengenentwicklung von 2001 bis 2005 fallen mit durchschnittlich ca. 14 bis 15% pro Jahr weiterhin positiv aus. Im Vergleich zu früheren Umfragen ist hier jedoch festzustellen, dass aktuell die jährlichen Wachstumsraten bis 2005 geringer eingeschätzt werden (z.B. Umfrage 2000 ca. 22%/a, vgl. (6)). In Abb. 3 ist der Trend bis 2005 grafisch dargestellt. Je nach realisierter Wachstumsrate kann hiernach bis 2005 mit einem Naturfasereinsatz von ca. 26.000 - 34.000 t für Naturfaserverbundwerkstoffe im Automobilbereich (Deutschland und Österreich) gerechnet werden.

Abbildung 3



Diese positive Entwicklung bis 2005 wird nach unseren Erhebungen maßgeblich von drei Gründen getragen:

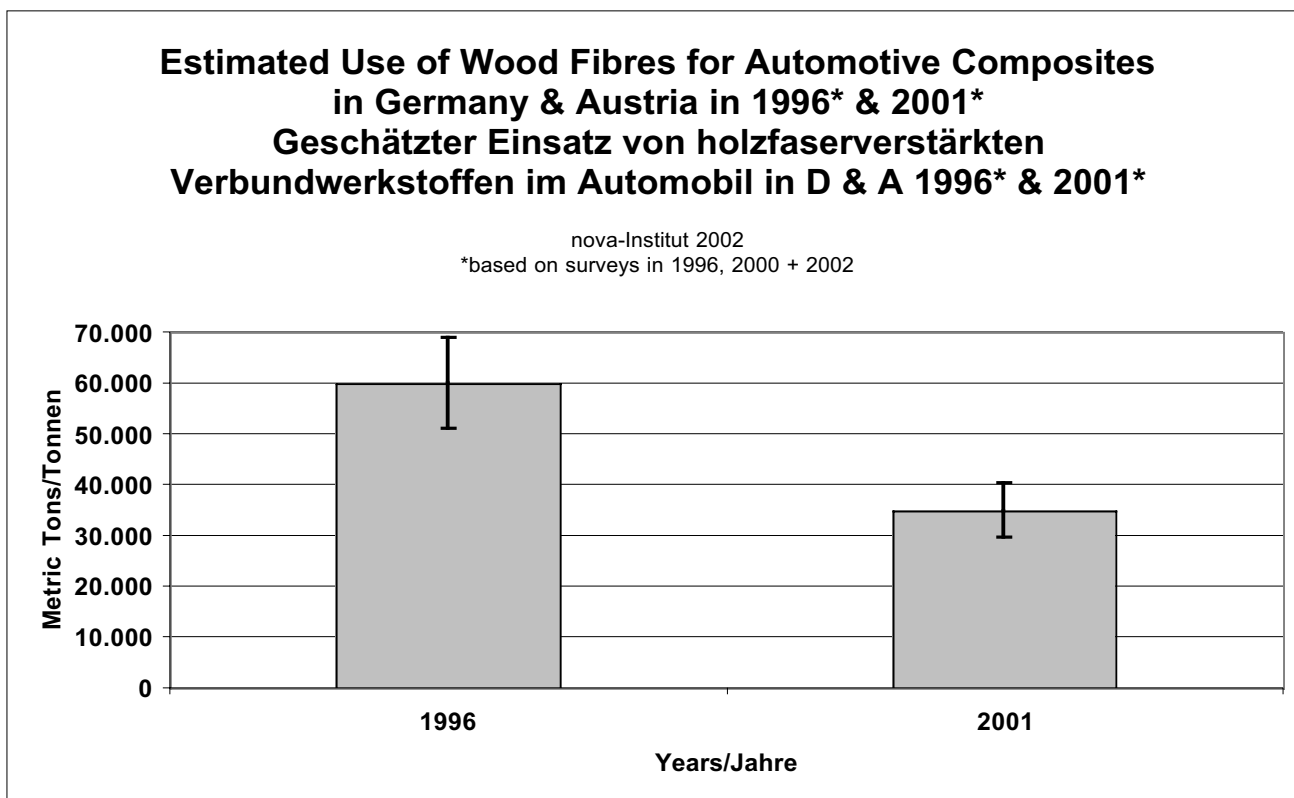
### (1) Zunahme des Einsatzes an Naturfaserformpressteilen im gesamten MobilTech-Bereich

In den Automodellen, in denen derzeit Naturfasern für Formpressteile eingesetzt werden, beträgt der durchschnittliche Einsatz an Naturfasern je nach Modell zwischen 5 und 10 kg pro Automobil. Zukünftig ist damit zu rechnen, dass weitere Modelle sowohl in anderen Fahrzeugsegmenten und Verkehrsträgern (z.B. Kleinwagen, LKW, Bahnen) als auch in anderen europäischen Ländern (z.B. Frankreich) mit Naturfaserformpressteilen ausgerüstet werden (s. auch Kapitel 4). Allein bei den derzeit möglichen 5 bis 10 kg Naturfasern pro Automobil ergibt sich - bei 16 Mio. produzierten Fahrzeugen in Westeuropa - ein Marktpotenzial von 80.000 - 160.000 t/a an Naturfasern für Formpressteile.

### (2) Verdrängung von Holzfasern und Reißbaumwolle in Formpressteilen

Als Grund für den Zuwachs des Einsatzes an Naturfasern in Formpressteilen ist auch die Verdrängung anderer „Naturfasern“ wie Holz- und Baumwollfasern zu nennen. Nach unseren Erhebungen ist für den Bereich der holzfaserverstärkten Formpressteile seit Mitte der 90er Jahr ein starker Rückgang zu verzeichnen. Aus Abb. 4 wird erkenntlich, dass sich der Einsatz an Holzfasern für Formpressteile im Zeitraum von 1996 bis 2001 fast halbiert hat und derzeit noch ca. 30.000 bis 40.000 t/a eingesetzt werden. Nach Auskunft der Tier-One Supplier wurden in automobilen Anwendungen vor allem Holzfaserformpressteile mit duroplastischen Matrixsystemen durch Naturfaser-Formpressteile mit thermoplastischen Matrixsystemen substituiert (s. auch Kapitel 4).

Abbildung 4



### (3) Zunahme des Einsatzes an Naturfasern für Verbundwerkstoffe in neuen Verarbeitungstechnologien und Anwendungsgebieten

Des Weiteren wird der Einsatz von Naturfasern in neuen Verarbeitungstechnologien und Anwendungsgebieten - wie z.B. dem Naturfaser-spritzguss - den Einsatz von Naturfasern in Verbundwerkstoffen weiter erhöhen (s. auch Kapitel 4). Ob die neuen Naturfaser-Spritzgusswerkstoffe allerdings glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK) (ca. 1 Mio. t/a in der EU, davon 60.000 t/a in der Automobilindustrie) in der Automobilindustrie oder eher andere Materialien - wie z.B. ABS-Kunststoffe - substituieren werden, kann derzeit noch nicht abgeschätzt werden.



Grundsätzlich zeigen erste, in der kunststoffverarbeitenden Industrie gefertigte Serienteile aus Naturfaser-Spritzgussgranulaten/-pellets, dass sowohl Anwendungen in der Automobilindustrie als auch jenseits der Automobilindustrie bereits heute möglich sind (7); erste Serienfertigungen werden in diesem Jahr erwartet.

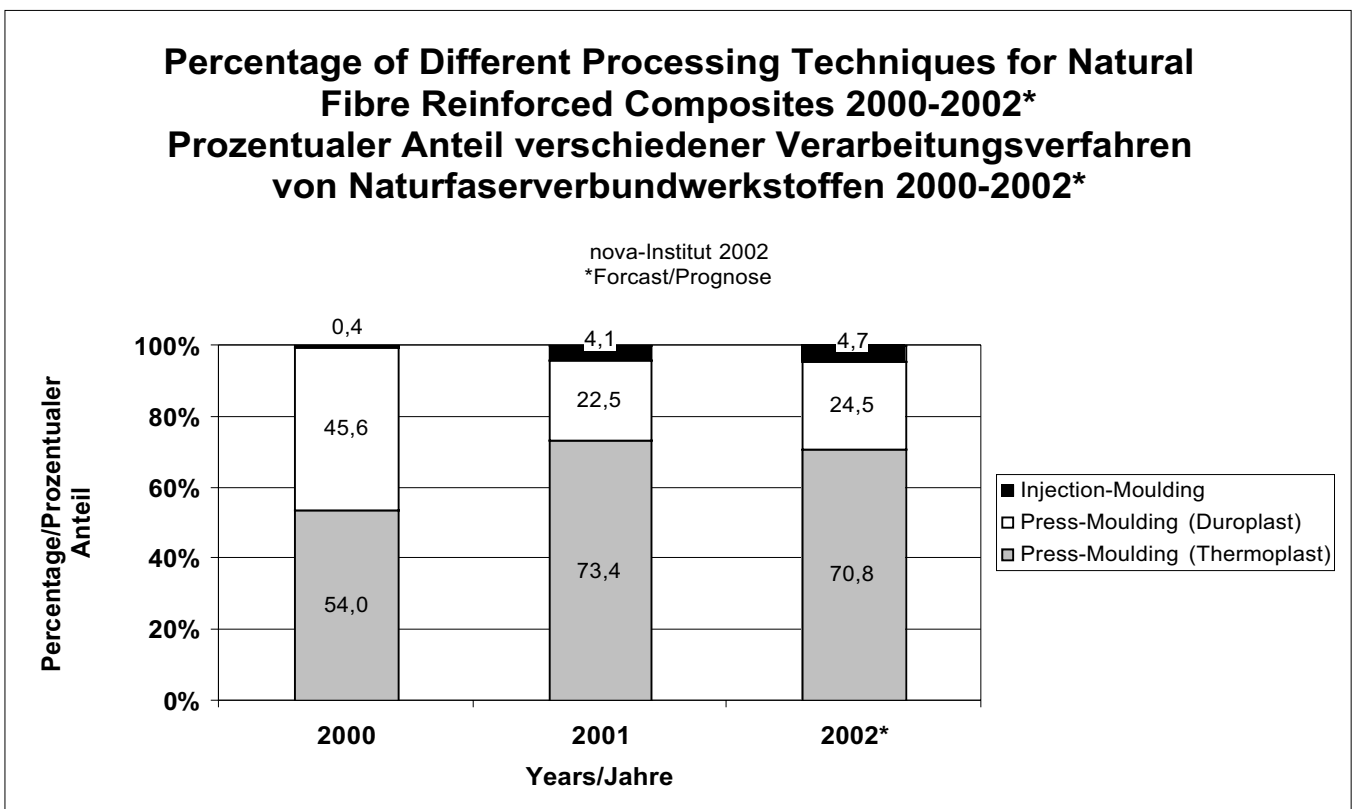
**Als Fazit bleibt festzuhalten, dass nach den vorliegenden aktuellen und vorherigen Umfrageergebnissen bis zum Jahr 2005 mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 10 bis 20% beim Einsatz von Naturfasern in Verbundwerkstoffen zu rechnen ist.**

#### 4 Aktuelle und zukünftige Verarbeitungstechnologien von Naturfasern in Verbundwerkstoffen

Die Auswertung der Umfrageergebnisse der Tier-One Supplier zu den aktuellen Verarbeitungstechnologien zeigte, dass im Vergleich zur Umfrage im Jahr 2000 - analog zum Kunststoff-Gesamtmarkt - ein klarer Trend zu thermoplastischen Matrixsystemen wie PP erkennbar ist. Die Gründe hierfür liegen sowohl in der leichteren Verarbeitbarkeit von Thermoplasten als auch an Foggingproblemen bestimmter duroplastischer Matrixsysteme. Dieser Trend wird sich auch zukünftig durch den zu erwartenden vermehrten Einsatz von Naturfaserspritzgussteilen weiter fortsetzen.

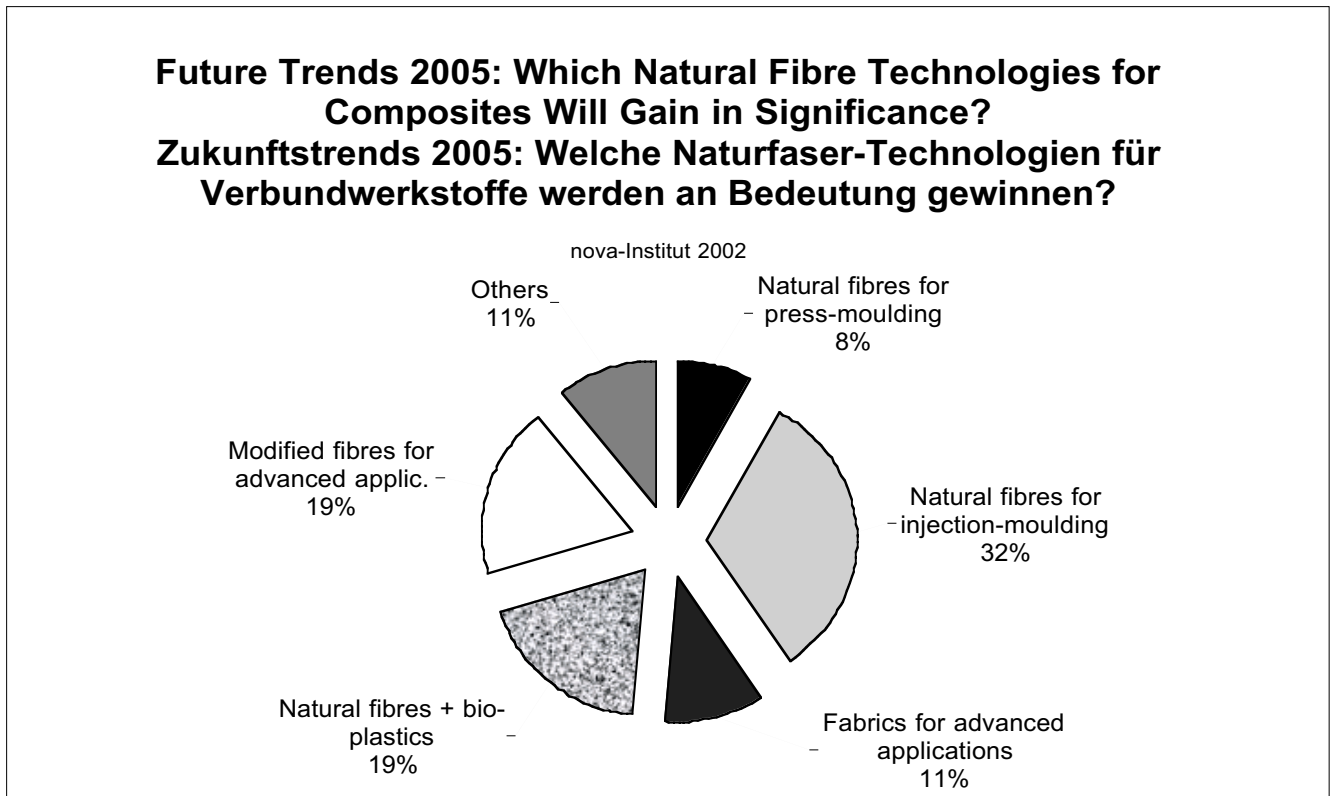
Aus Abb. 5 wird ersichtlich, dass im Jahr 2000 noch ca. 45% der gefertigten Naturfaser-Formpressteile eine duroplastische Matrix (z.B. PU) aufwiesen. Im Jahr 2001 und 2002 hingegen haben nur noch 22 bis 24% der Naturfaser-Verbundwerkstoffe eine duroplastische Matrix. Es wird ebenfalls deutlich, dass hinsichtlich der Verarbeitungstechnologie weiterhin Formpressteile dominieren. Allerdings ist bei der Spritzgussverarbeitung ein leichter Anstieg auf 4,7% in 2002 zu verzeichnen, welcher derzeit auf den schon serienmäßigen Einsatz von Cellulosefaserspritzguss zurückzuführen ist. (Die prozentualen Angaben in diesem Kapitel beziehen sich auf Verbundwerkstoffe aus Naturfasern im weiteren Sinne – also inkl. Holz- und Cellulosefasern.)

Abbildung 5



Im Hinblick auf die Zukunftstrends bis 2005 zeigt die Auswertung in Abb. 6, dass 32% der befragten Unternehmen und Institute mit einer Zunahme der Bedeutung von Naturfaser-Spritzgusstechnologien rechnen. Der Bereich Naturfaserspritzguss kann hiernach zu einem wichtigen Wachstumsträger des zukünftigen Naturfasereinsatzes in Verbundwerkstoffen werden. Auch anderen innovativen Verfahren und Werkstoffe wie „Modifizierte/behandelte Naturfasern für erweiterte Einsatzgebiete“ oder auch „Naturfaserverstärkte Biokunststoffe“ werden von jeweils 19% der Befragten als zukünftig bedeutender gewertet.

Abbildung 6



#### Kennwertdatenbank

Die vorliegende Marktstudie ist Bestandteil des Verbundprojektes „Entwicklung einer Kennwertdatenbank für naturfaserverstärkte Werkstoffe aus heimischen nachwachsenden Rohstoffen“. Das Gesamtprojekt wird durchgeführt von den Partnern Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV), Aachen, M-Base Engineering + Software GmbH, Aachen, Faserinstitut Bremen e.V. (FIBRE) und nova-Institut GmbH, Hürth. Unter dem Förderkennzeichen 22004500 erhält das Projekt dankenswerterweise über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) finanzielle Unterstützung vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL).

## Quellen:

1. Karus, M. 2002: *European Hemp Industry 2001: Cultivation, Processing, and Product Lines*. Journal of Industrial Hemp, Volume 7, Number 2, 2002, S. 95-99.
2. Karus, M. / Kaup, M. 2001: *Naturfasereinsatz in der europäischen Automobilindustrie*. Technische Textilien, Jhrg. 44, 11/2001, S. 258-262.
3. Karus, M. / Kaup, M. 2002: *Natural Fibres in the European Automotive Industry*. Journal of Industrial Hemp, Volume 7, Number 1, 2002, S. 119-131.
4. Karus, M. / Kaup, M. / Lohmeyer, D. 2000: *Studie zur Markt- und Preissituation bei Naturfasern (Deutschland und EU)*. Gülzower Fachgespräche, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), 2000, 107 S.
5. The Textile Consultancy Ltd 2000: *The Use Of Natural Fibres In Nonwoven Structures For Applications As Automotive Component Substrates*, 2000, ca. 50 S.
6. Kaup, M. 2002: *Entwicklungs- und Erfolgsfaktoren für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland und der EU im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie*, 2000, Promotion, ca. 300 S. (zum vorliegenden Thema siehe S. 213 f)
7. Karus, M. / Knöbl, St. / Müssig, J. / Kaup, M. 2002: *Die Ergebnisse des Naturfaser-Spritzguss-Rundtests 2002 im Detail – Erstmalige Präsentation der Ergebnisse des ersten Vergleichstests dreizehn unterschiedlicher Naturfaser-Spritzgussverfahren von acht führenden Unternehmen und Instituten – Methodik und Ergebnisse des Rundtests zu den technischen Eigenschaftsprofilen von Naturfaserspritzgussteilen*. Tagungsband zur nova-Fachkonferenz Naturfaser-Spritzguss für Verbundwerkstoffe in der Automobilindustrie in Hürth am 01. Oktober 2002. Verlag: nova-Institut, Hürth.