



Chemiefasern – Ein Beitrag zur ökologischen Zukunft

Vortrag der
Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (IVC)
anlässlich der 46. Internationalen Chemiefasertagung in Dornbirn

Frankfurt am Main, 20. September 2007

Seit der Mensch im Laufe der Evolution sein natürliches Fell verlor, kam der Bekleidung der gleiche lebenswichtige Stellenwert zu wie der Nahrung und der Behausung. Die erste Bekleidung bestand aus einfachem Fell und wurde vor ca. 135 000 Jahren in der mittleren Altsteinzeit getragen. Bald reichte diese Art der Bekleidung nicht mehr aus, und man begann die Fasern aus Naturpflanzen für Bekleidungszwecke zu nutzen.

Mit steigender Lebensqualität und wachsender Weltbevölkerung stiegen der Verbrauch und der Bedarf an Textilien stetig. Gleichzeitig musste die Bevölkerung aber auch ernährt werden, so dass es zu Interessenkonflikten dahingehend kam, wie die Nutzung der zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Flächen erfolgen sollte. Letztendlich wurde der Nahrungsmittel produzierenden Landwirtschaft aus Gründen des unmittelbaren Überlebens Priorität zu Lasten der Schafzucht und des Flachsbaus eingeräumt.

Damit stand dem Anbau von nachwachsenden Rohstoffen für die Textilindustrie in Europa eine nur noch kontinuierlich abnehmende Fläche zur Verfügung, so dass die Versorgung Europas mit textilen Rohstoffen vom europäischen Kontinent nicht mehr gedeckt werden konnte. Somit wuchs die Bedeutung von Rohwolle von Schafen, die aus Australien importiert wurde. Das bislang aus dem Flachsanbau erhältliche Leinen wurde von der Baumwolle verdrängt, die aber nur im subtropischen bis tropischen Klima wächst.

Es waren sowohl militärische Auseinandersetzungen, die des öfteren zu Störungen der transatlantischen Transportwege führten, als auch gestiegene Ansprüche an Textilien, die den Wunsch nach Unabhängigkeit von den bisherigen transkontinentalen nachwachsenden Rohstoffen drängender werden ließen. Noch im 19. Jahrhundert war der Konflikt zwischen Anbaufläche zur Nahrungsmittelproduktion und Pflanzen für die Bekleidung nicht gelöst. Dieses ist vor dem Hintergrund verständlich, dass jeder Mensch statistisch berechnet ca. 1 ha fruchtbare Fläche bräuchte, wenn er ausschließlich auf Naturprodukte zurückgreifen würde. Angesichts des Bevölkerungswachstums ist leicht erkennbar, dass wegen mangelnder Fläche andere Lösungen zur Deckung des textilen Bedarfs gefunden werden mussten.

Bereits 1665 entsprang dem Engländer Robert Hooke der Gedanke, künstliche Fäden aus einer zähflüssigen Masse herzustellen. Bis zur Realisierung dieser Idee musste

jedoch ein weiter Weg gegangen werden, der von vielen Misserfolgen begleitet wurde. Das von Hooke formulierte Ziel wurde mehr als zwei weitere Jahrhunderte lang lediglich als phantastische Utopie angesehen.

1845 löste Christian Friedrich Schönbein Trinitrocellulose („Schießbaumwolle“) in Alkohol-Ether und stellte so Kollodium her. Aus einer solchen Lösung konnte der Schweizer Audemars 1855 erstmals künstliche Fäden herstellen.

Auf der Basis dieser Versuche gelang Graf Hilaire de Chardonnet zwischen 1878 und 1884 der Durchbruch zur Herstellung der ersten natürlichen Chemiefaser („künstliche Seide“, „Nitro-Kunstseide“) aus gelöster Dinitrocellulose, die ab 1890 industriell hergestellt wurde. Es folgten die Herstellung von „Kupferseide“ aus einer Lösung von Cellulose in Kupferoxidammoniak („Kupferseide“), die jedoch als Rohstoff relativ teure Baumwoll-Linters (3.5 mm lange Haare auf der Samenkapsel der Baumwolle) verlangte.

Bis heute Bedeutung hat die seit 1885 mögliche Herstellung von Viskosefasern aus dem in Natronlauge löslichen Cellulosexanthogenat sowie die seit 1865 gelungene Acetylierung von Cellulose („Cellulosetriacetat“), die durch Teilverseifung ab 1919 in industriellem Maßstab zur Acetatseide versponnen wurde.

Vollkommen unabhängig vom natürlichen Rohstoff Cellulose wurde man durch die Synthesefasern wie z. B. Polyamid 66 („Nylon“, 1935), Polyamid 6 („Perlon“, 1938), Polyacrylnitril (1942), Polyester (1941) oder Elastan (1958).

Nach dem zweiten Weltkrieg war dann der Siegeszug der Chemiefasern nicht mehr aufzuhalten. Mit Beginn der Massenproduktion von so erfolgreichen Chemiefasern wie Polyacryl, Polyamid, Polyester, Elastan und Viskose wurden Lebensqualität und Lebensgefühl der Bevölkerung entscheidend verbessert.

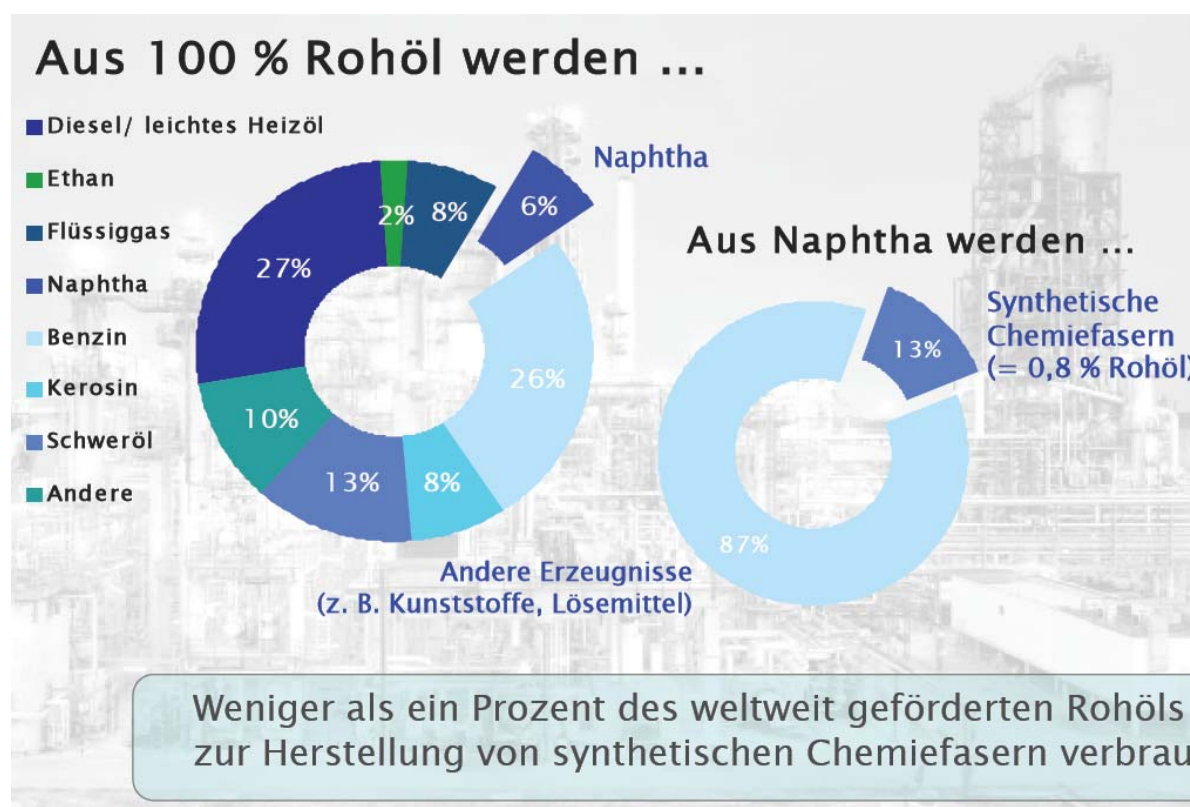
Der Wettbewerb zwischen Agrar- und Bekleidungsindustrie um die begrenzten landwirtschaftlich nutzbaren Flächen war damit beendet. Verstärkte Faserproduktion ging nicht mehr zu Lasten der Bevölkerungsernährung.

Heute stellt das Bewusstsein um die Endlichkeit der fossilen Rohstoffe vor allem die Energiewirtschaft vor große Herausforderungen. Diese muss dringend nach Alternativen zu fossilen Energieträgern suchen, weil zur Zeit ca. 90 % des geförderten Erd-

öls ohne vorherigen Einsatz in anderen materiellen Lebenszyklen unmittelbar Verbrennungsprozessen (Heizen und Mobilität) zugeführt wird. Hier gilt es, die Möglichkeiten zur Nutzung der einzigen externen Energiequelle des Systems Erde, nämlich der Sonne, ohne den Umweg über Erdöl oder Erdgas deutlich zu verbessern.

Verbunden mit der Suche nach alternativen Rohstoffen wird der Ruf nach der Nutzung nachwachsender Rohstoffe lauter. Auch im textilen Bereich sind Stimmen vernehmbar, die aus diesem Grund den verstärkten Anbau von Naturfasern propagieren. Diese Forderung verdeutlicht, dass der noch vor hundert Jahren bekannte Zusammenhang zwischen verstärkter Nutzung von Naturfasern und Hungersnöten abhanden gekommen ist. Erste Anzeichen dafür, dass dieser Zusammenhang aber auch heute noch seine Gültigkeit hat, sind im Anstieg der globalen Nahrungsmittelpreise zu sehen, weil Agrarflächen zunehmend zum Zwecke der landwirtschaftlichen Nutzung für Industrierohstoffe umgewidmet werden.

Auch heute stellen Chemiefasern eine Entlastung der Agrarflächen dar und leisten einen Beitrag zur Nachhaltigkeit, ohne die Ernährungssituation zu verschärfen. Lediglich 0.8 % des derzeit geförderten Erdöls werden für die weltweite Produktion von synthetischen Chemiefasern benötigt.



Auch die cellulosischen Chemiefasern stehen keinesfalls im Wettbewerb zur Nahrungsmittelproduktion. Nur 0.2 % des weltweit geschlagenen Holzes werden zur Cellulosegewinnung für die Herstellung cellulosischer Chemiefasern herangezogen. Zudem stammt dieses Holz aus nachhaltig betriebenen Plantagen oder Grenzertragsflächen, die aufgrund ihrer Bodenbeschaffenheit ohnehin nicht für Nutzpflanzen verwendet werden könnten, die der Nahrungsmittelproduktion dienen.

Cellulosische Chemiefasern

- Nachwachsende Rohstoffe ermöglichen eine hohe Wertschöpfung
- die Ressourcen stammen aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern, ein Großteil aus Mitteleuropa
- schnell nachwachsende Rohstoffe wie z. B. Eukalyptus stammen aus zertifizierten Plantagen

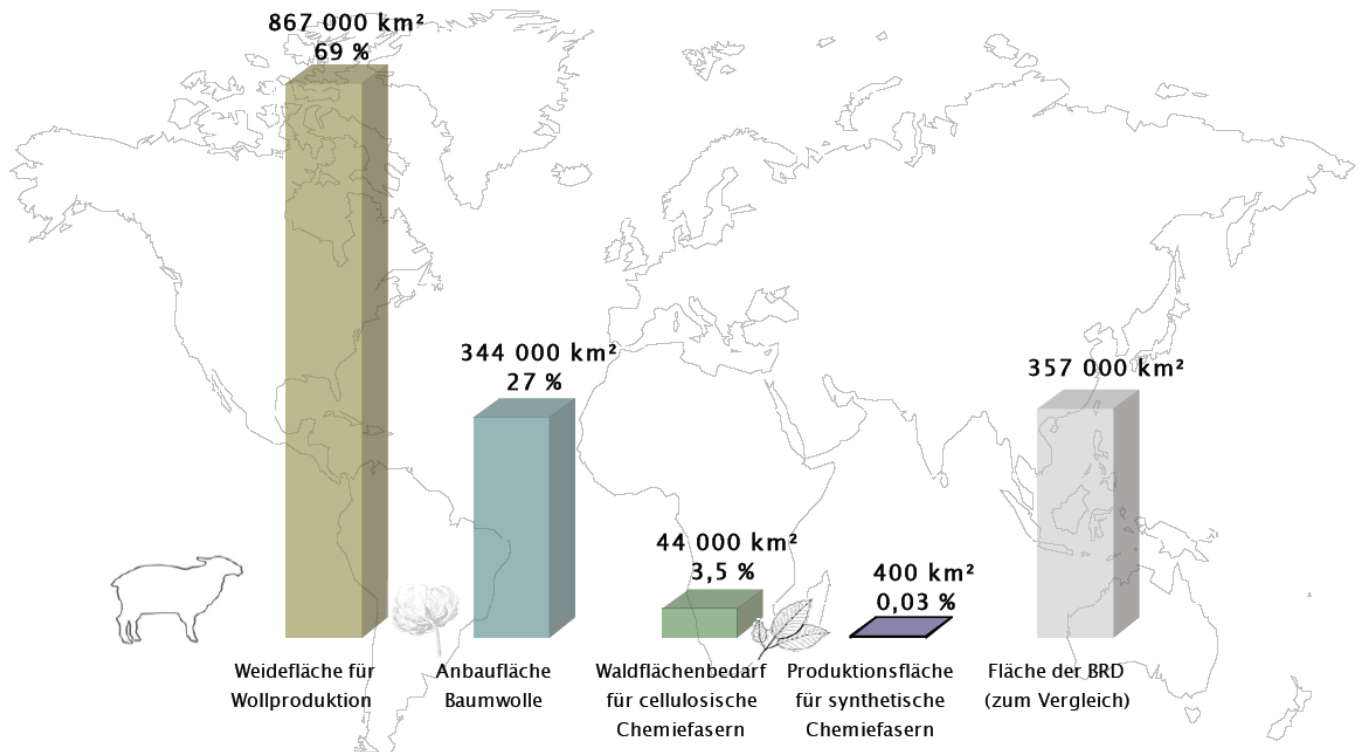
Holz besteht zu 40 – 60 % aus Cellulose
Weltweit werden jährlich 2,3 Milliarden Tonnen Holz geschlagen. Nur 0,2 % davon werden zu cellulosischen Chemiefasern verarbeitet.

Vergleicht man die zur Herstellung einer Tonne Fasern notwendige Fläche, so nimmt die Wollproduktion 67 ha in Anspruch, wohingegen man zur Viskosefaserproduktion nur 0.8 ha und zur Synthesefaserproduktion keine landwirtschaftliche Fläche benötigt.



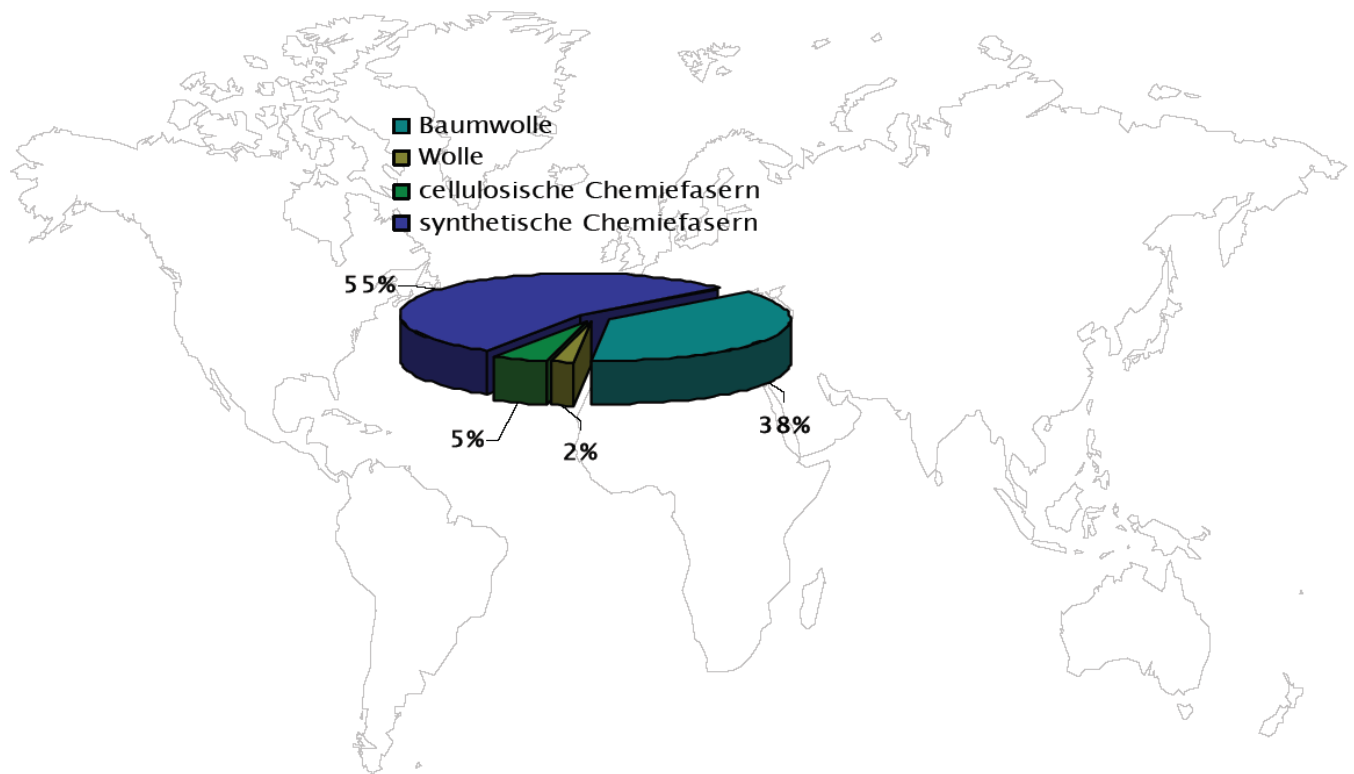
Die Nachhaltigkeit von Chemie- im Vergleich zu Naturfasern kommt noch deutlicher zum Ausdruck, wenn man die gesamte weltweit notwendige Fläche betrachtet, die für die Faserproduktion verwendet wird. Die derzeit für die Wollproduktion in Anspruch genommene Weidefläche beträgt 867 000 km² (69 % der gesamten Faserproduktionsfläche), für den Baumwollanbau werden 344 000 km² (27 %) verbraucht. Dagegen reichen 44 000 km² (3.5 %) dieser Fläche zur Viskosefaserherstellung und nur 400 km² (0.03 %) für die Synthesefaserproduktion aus.

Gesamt-Flächenbedarf für die Produktion von Fasern (2006)



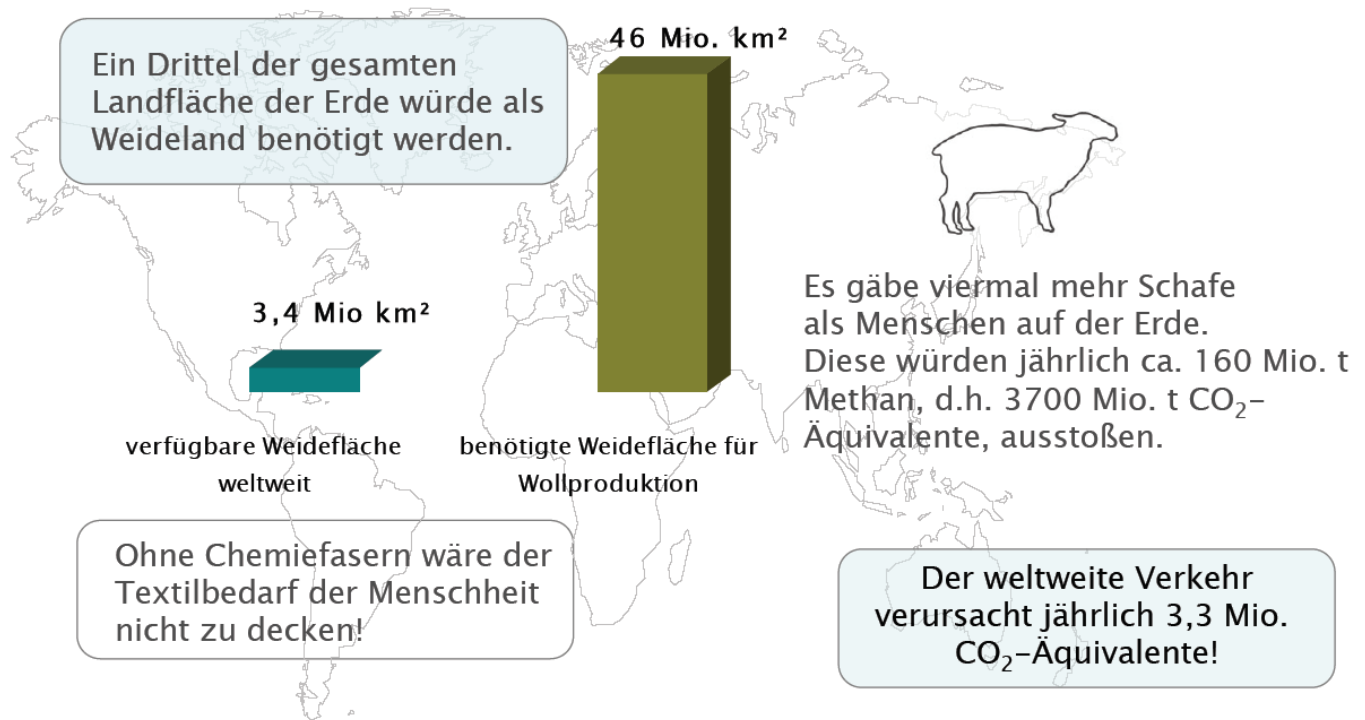
Dabei steht der Flächenverbrauch umgekehrt proportional zur Ergiebigkeit: Mit nur 3,5 % Flächenverbrauch decken Chemiefasern 60 % der weltweiten Faserproduktion ab. Dagegen reichen 27 % der Fläche (Baumwolle) nur für 38 % Anteil an Baumwollfasern bzw. 55 % an Fläche (Wolle) für nur 2 % Wollfaseranteil an der Weltfaserproduktion.

Weltweiter Produktionsanteil der Faserarten (2006)



Der Weltfaserbedarf beträgt 68 Mio. Tonnen. Würde man auf Chemiefasern verzichten und auf eine ausschließliche Wollproduktion umstellen, wären hierfür 46 Mio. km² Weidefläche notwendig. Dieses entspricht einem Drittel der gesamten Landfläche der Erde. Dabei beträgt die weltweit verfügbare Weidefläche lediglich 3.4 Mio. km². Zum Vergleich: Die Fläche der Bundesrepublik Deutschland beträgt ca. 0.36 Mio. km², die der Republik Österreich 0.08 Mio. km². Bei einer solchen theoretisch erforderlichen Schafzucht gäbe es viermal mehr Schafe als Menschen. Die Schafe würden 160 Mio. t des klimarelevanten Gases Methan emittieren, was 3 700 Mio. t CO₂-Äquivalenten entspricht. Selbst der weltweite Verkehr belastet die Umwelt mit nur 3.3 Mio. CO₂-Äquivalenten.

Theoretische Abdeckung des Weltfaserbedarfs durch Wolle bei 68 Mio. Jahres-Tonnen Weltfaserproduktion (2006)



Auch ein ausschließlicher Baumwollanbau wäre ökologisch nicht tragbar. Derzeit werden 25 % der für den Nahrungsmittelanbau geeigneten fruchtbaren hochwertigen Anbauflächen für die Baumwollproduktion genutzt. Würde man den gesamten Weltfaserbedarf mit Baumwolle abdecken, müsste man den Ertrag um 300 % steigern. Damit würden 75 % der Anbaufläche für Baumwolle verbraucht und nur noch 25 % für die Nahrungsmittelproduktion zur Verfügung stehen. Weltweite Hungersnöte wären die Folge. Praktisch wäre eine drastische Erweiterung der Baumwollanbauflächen auch nicht möglich, weil diese nur unter bestimmten klimatischen Bedingungen angebaut werden kann. Ertragssteigerungen könnten deshalb nur durch künstliche Bewässerung und einem hohen Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden erreicht werden. Bereits heute werden im konventionellen Baumwollanbau knapp 10 % der weltweit verwendeten Insektizide und ein Fünftel aller Pestizide versprüht.

Theoretische Abdeckung des Welfaserbedarfs durch Baumwolle bei 68 Mio. Jahres-Tonnen-Welfaserproduktion (2006)

25 % der für den Nahrungsmittelanbau geeigneten fruchtbaren hochwertigen Anbaufläche wird heute für die Baumwollproduktion genutzt.

Würde man den gesamten Welfaserbedarf mit Baumwolle abdecken, müsste man den Ertrag um 300 % steigern.

Damit würden 75 % der Anbaufläche für Baumwolle verbraucht und nur noch 25 % für Nahrungsmittel zur Verfügung stehen.



Nur mit Chemiefasern verbleibt genügend landwirtschaftliche Anbaufläche zur Ernährung der Menschheit!

Für den Anbau von Nutzpflanzen ist nicht nur landwirtschaftliche Fläche erforderlich, sondern auch Wasser. Wie bekannt ist, sind dessen Ressourcen weltweit begrenzt und kostbar. So benötigt man zum Anbau von Baumwolle pro gewonnener Tonne Baumwollfasern ca. 25 000 m³ Wasser, was ökologisch nicht unbedenklich ist. Dieses ist mehr als das 70ig-fache dessen, was zur Viskosefaserherstellung und mehr als 6 000 mal so viel, wie zur Polyesterfaserproduktion notwendig ist. Chemiefasern tragen also auch deutlich zur Schonung der lebensnotwendigen Wasservorräte bei.

Wasserverbrauch für die Herstellung einer Tonne Fasern

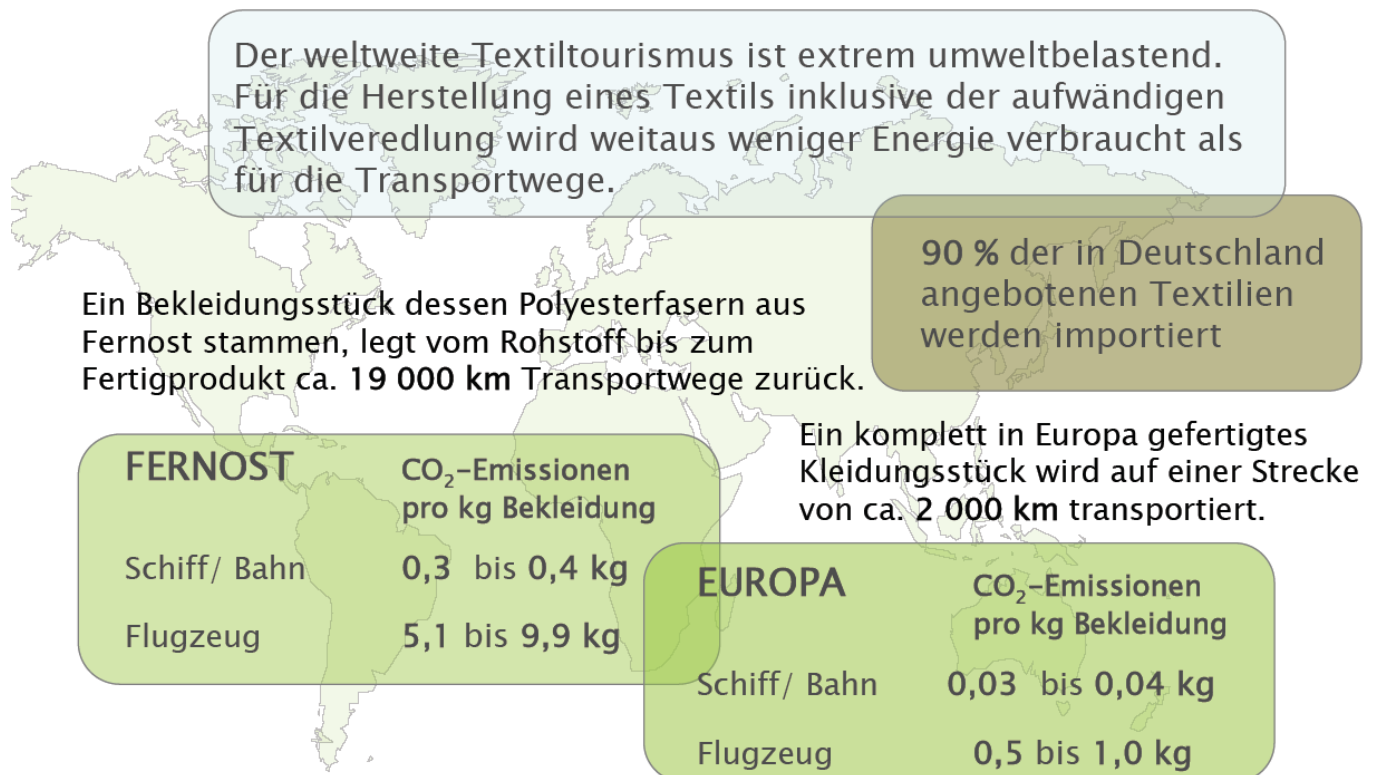


Ohne Chemiefasern stünden weder genügend landwirtschaftliche Fläche für die Lebensmittelproduktion noch genügend Wasservorräte zur Ernährung der Menschheit zur Verfügung.

Chemiefasern haben im Vergleich zu Naturfasern weiterhin den Vorteil, dass sie dort hergestellt werden können, wo in Märkten eine entsprechende Nachfrage existiert. Weideflächen und Ackerland lassen sich nämlich nicht an beliebigen Orten anlegen, Produktionsstätten für Chemiefasern schon.

Ein Transport von Textilien quer über den Globus ist ökologisch wenig sinnvoll, zumal, wenn sie aus Chemiefasern hergestellt wurden. Auch wenn ein T-Shirt aus biologisch angebauter Baumwolle hergestellt wurde, kann es schon einmal um die halbe Welt geflogen sein. Ein in China hergestelltes Bekleidungstextil legt bspw. bis zum Endverbraucher in Europa ca. 19 000 km Transportweg zurück. Wird es per Schiff transportiert, so werden pro kg Textil ca. 0.4 kg CO₂ emittiert. Ein Transport per

Flugzeug verschlechtert die Ökobilanz um ca. 10 kg CO₂. Setzt man voraus, dass eine ausschließliche Textilproduktion in Europa mit Transportwegen von ca. 2 000 km verbunden wäre, so müssten beim europäischen Bahntransport ca. 0.04 kg und beim Flugzeugtransport ca. 1 kg CO₂ in einer Ökobilanz für den Transport von Textilien berücksichtigt werden. Bedenkt man, dass ca. 90 % aller in Deutschland angebotenen Textilien importiert werden, erkennt man den ökologischen Nutzen einer verbrauchernahen Chemiefaser- und Textilproduktion.



Nicht nur in der Herstellungsphase zeigen Chemiefasern deutliche ökologische Vorteile gegenüber Naturfasern, sondern auch mit Blick auf deren Anwendungsgebiete. Sie werden zur Optimierung der Mobilität, der Bauprodukte, Industrieanwendungen sowie Medizinartikel eingesetzt. Zahlreiche Anwendungen wären ohne den Einsatz von Chemiefasern nicht realisierbar. Weder moderne Sportbekleidung noch Airbags oder Gurte oder inhärent flammwidrige Textilien wären ohne Chemiefasern denkbar. Zudem trägt der Einsatz von Chemiefasern mit dazu bei, ökologische Vorgaben z. B. bei der Mobilität zu erfüllen, in dem zahlreiche metallene Bauteile gegen leichtere

Textilien substituiert werden. Chemiefasern in Vliesstoffen dienen als Isolier- und Dämmstoffe. In temperaturbeständigen Filtern sorgen Chemiefasern für eine staubfreie Luft.

Beispiele für den Bereich Mobilität:

- Synthesefasern dienen als Precursor für Carbonfasern, die zu modernen Verbundwerkstoffen verarbeitet werden und als Metall-Substitut eingesetzt werden. Windräder wären ohne Chemiefasern nicht herstellbar.
- Chemiefaser erhöhen die Sicherheit z. B. durch Anwendung als Airbag, Sicherheitsgurt oder Reifencord.
- Mit Chemiefasern ist es möglich, sortenreine Bauteile im Sinne der Altautoverordnung zu erzeugen, die zu 100 % recycelbar sind (z. B. kompletter Sitz aus PET).
- Leichte textile 3D-Strukturen substituieren PUR-Schäume.
- Mit IMDS liefern Chemiefaserhersteller die erforderlichen Datensätze für ein späteres Fahrzeugrecycling.

Beispiele für den Bereich Bauen:

- Chemiefasern werden zu Vliesstoffen verarbeitet und dienen in Gebäuden als Isolier-, Dicht- und Dämmstoff für Fassaden, Böden, Fenster oder Dachbahnen.
- Mit 3D-Strukturen aus Chemiefasern in Wandelementen sorgt die eingeschlossene Luft für beste Isolation.
- Nutzung reversibler thermischer Effekte durch Einbettung von Phase-Change-Materials (PCM) in Textilien können die Temperierung von Gebäuden unterstützen.

Beispiele für den Bereich Industrieprodukte:

- Chemiefasern in Form von Vliesstoffen filtern Flüssigkeiten, fangen Feststoffe auf und reinigen z. B. die Abluft von Kraftwerken von Schadstoffpartikeln. Nur Chemiefasern können diesen vielfältigen thermischen und chemischen Belastungen standhalten.

- In vielen industriellen Prozessen ermöglichen Chemiefasern einen sparsamen Umgang mit wertvollen Ressourcen.
- Chemiefaser-Vliese, -Gewebe oder -Gelege dienen als Untergrundmaterial zur Befestigung von Straßenführungen über wenig tragfähige Böden sowie Festigungen für Wege, Dämme, Deiche und Halden.

Beispiele für den Bereich Medizinartikel:

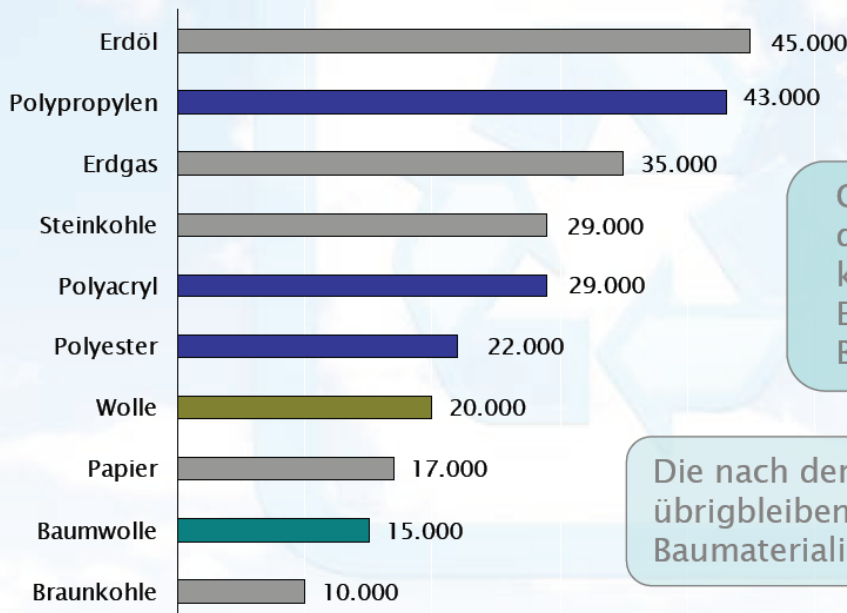
- Spezielle Chemiefasern werden zu hautverträglicher Bekleidung für Hautallergiker verarbeitet.
- Aufgrund ihrer Körperneutralität werden Chemiefasern in vielen Bereichen der Medizin eingesetzt z. B. als chirurgische Nähfäden, künstliche Adern oder zur Blutfiltration.
- Durch Wahl des jeweiligen Basispolymers bei der Entwicklung von Chemiefasern lässt sich das Abbauverhalten bzw. die Stabilität in deren Umgebung beeinflussen. Somit entstehen bei Bedarf auch biologisch abbaubare Synthesefasern.

Auch nach deren Verwendung in Form von Produkten leisten Chemiefasern wertvolle ökologische Dienste. Während cellulosische Chemiefasern biologisch abbaubar sind, können Synthesefasern im Recyclingprozess über den Monomerweg wieder neu verwendet werden. Darüber hinaus bestehen zahlreiche Chemiefasern bereits aus recyklierten Rohstoffen. So werden jährlich ca. 40 % der in Europa verbrauchten PET-Flaschen zu Fasern verarbeitet. Der Müllberg wird damit täglich um 10 Mio. PET-Flaschen verkleinert, wodurch 200 000 t Primärrohstoffe eingespart werden.

Im Gegensatz zu Naturfasern lässt sich der in Chemiefasern enthaltene energetische Anteil zurückgewinnen und in Form von Fernwärme zu Heizzwecken nutzen. Dabei wird wertvolle Primärenergie eingespart.

Alternative – Thermische Verwertung

Heizwerte ausgewählter Energieträger in kJ/kg



Gewonnene Wärme aus dem Verbrennungsprozess kommt als Fernwärme zum Einsatz und schont fossile Brennstoffe.

Die nach der Verbrennung übrigbleibende Schlacke wird Baumaterialien beigemischt

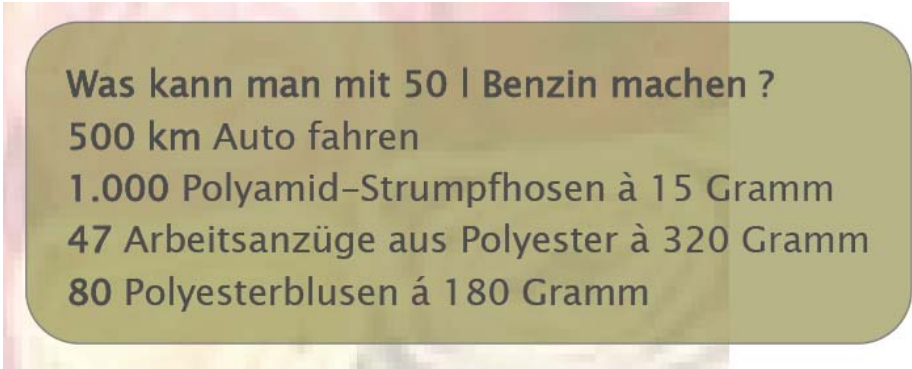
Effektiver Klima- und Umweltschutz erfordert eine wettbewerbsfähige Industrie, denn nur sie kann die benötigten neuen Technologien für einen effizienten Umgang mit den Ressourcen entwickeln, mit denen sich z. B. Treibhausgasemissionen senken lassen. Die deutsche und österreichische Chemiefaserindustrie bekennt sich zur Responsible Care-Initiative. Das Prinzip der allgemeinen Vorsorge für Allgemeinheit und Umwelt ist innerhalb der Chemiefaserbranche fest verankert.

Die Chemiefaserbranche gehört zu den wenigen Industriezweigen, die international subventionsfrei wettbewerbsfähig ist. Voraussetzung hierfür ist allerdings die konsequente Einhaltung international anerkannter Handelsrechte. Hier muss die Europäische Kommission stärker in die Pflicht genommen werden, die erst jüngst Anti-dumpingzölle gegen Importe von Chemiefasern aufgehoben hat, obwohl nach eigenem Bekunden der EU-Kommission erwiesenermaßen Dumping vorliegt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Chemiefasern für den spezifischen Anwendungsbereich gezielt auf molekularer Ebene designed werden. Im Vergleich zur Herstellung von Naturfasern sind Emissionen und Nebenprodukte vernachlässigbar.

Der wachsende Trend und die steigende Nachfrage nach umweltfreundlichen und unter sozialverträglichen Bedingungen hergestellten Textilien lässt Öko-Labels und -Kollektionen aus dem Boden sprießen. Bezeichnungen wie „Natur“, „Bio“ oder „Öko“ sind in Bezug auf Bekleidung bisher aber noch nicht geschützt. Eine schnelle Beurteilung nach dem Motto „Natur ist besser als Chemie“ ist jedoch nicht gerechtfertigt, denn in der Gesamt-Ökobilanz verhält sich die Chemiefaser günstiger als Baumwolle. Neben Energie- und Ressourcenverbrauch sind auch Faktoren wie Maschineneinsatz, Düngemittel, Veredlung und Transportkosten zu berücksichtigen.

Chemiefasern tragen nicht nur zur ökologischen Nachhaltigkeit bei, sondern sind ein Mittel zur Bewältigung von Umweltproblemen.



Was kann man mit 50 l Benzin machen ?
500 km Auto fahren
1.000 Polyamid-Strumpfhosen à 15 Gramm
47 Arbeitsanzüge aus Polyester à 320 Gramm
80 Polyesterblusen à 180 Gramm

Quellenangaben:

- Nachhaltigkeit in der Lenzing Gruppe (2004)
- R. Bauer: Das Jahrhundert der Chemiefasern (1965)
- IVC-Jahresbroschüre 1996
- Agri Business Group 2006
- Cognis (1994)



- OPEC, World Oil Outlook 2007
- Cotton Report 2005
- Umweltministerium Baden-Württemberg, „Schongang für die Umwelt“ (2006)
- Franklin Associates Ltd. (1993)
- World Directory of Manufactured Fiber Producers 2006
- FAO Statistical Yearbook 05/06
- Statistisches Bundesamt
- Gesamtverband Textil+Mode „Lebenslauf von Textilien“ (2001)
- CIRFS (2007)
- VCI (2007)