

Herbert Hübner, Ernst-Otto Reher

Ambivalenzen der Kunststofftechnologie – Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts

1. Einführung

1.1 Die stoffliche Basis der Kunststofftechnologie

Kunststoffe sind nicht natürlich vorkommende Stoffe, sie sind Produkte der chemischen Technologie. Nach Herkunft und Aufbau können die Kunststoffe in vier Gruppen dargestellt werden:

- *Kunststoffe aus Naturstoffen*. Ausgangsstoffe sind Milch, Gummibaumsaft (Latex), Holz, Baumwoll-Linters, Vulkanfiber (1859), Celluloid (um 1870) und Kunsthorn sind die ältesten Kunststoffe (vgl. Saechtling 1989).
- *Klassische Kondensationsharzkunststoffe*. Ausgangsstoffe sind Kohle, Wasser, Luft und Kalk. Die Verarbeitungstechnologie dieser duroplastischen Kunststoffe als technische Harze mit Füllstoffen beruht auf den Erfindungen Leo H. Baekelands (Bakelite) um 1910 (vgl. Saechtling 1989).
- *Polymerisationskunststoffe*. Ausgangsstoffe sind Erdöl, Erdgas und Kohle. Die Grundlagen für den systematischen Aufbau von thermoplastischen Kunststoffen mit fadenförmigen Makromolekülen durch Polymerisation ungesättigter Verbindungen legten die Arbeiten Hermann Staudingers ab 1922 (vgl. Saechtling 1989).
- *Kunststoffe aus mehrfunktionellen Zwischenprodukten*. Ausgangsstoffe sind Ricinusöl, Teere, ungesättigte Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxid und Quarzsand. Diese aus den 1950iger Jahren stammenden Kunststoffe werden über definierte Zwischenprodukte, durch vielfältige Kombinationen weniger Grundreaktionen hergestellt (vgl. Saechtling 1989).
- *Kunststoffverbundwerkstoffe mit Fasern und textilen Flächengebilden*. Ausgangsstoffe sind Glasfasern, Kohlenstofffasern, Aramidfasern, Polyethylenfasern, Vliese, Geflechte und Gestricke. Sie stellen eine Werkstoffgruppe dar, die viele High-Tech-Produkte erst ermöglichte (vgl. Michaeli/Wegener 1989).

1.2 Charakterisierung der Kunststofftechnologie

Zur Kunststofftechnologie gehören alle Arten der Herstellung, Verarbeitung und Anwendung der oben genannten Stoffgruppen. In Abbildung 1 sind die wesentlichen Bestandteile der Kunststofftechnologie und ihre Wechselbeziehungen dargestellt.

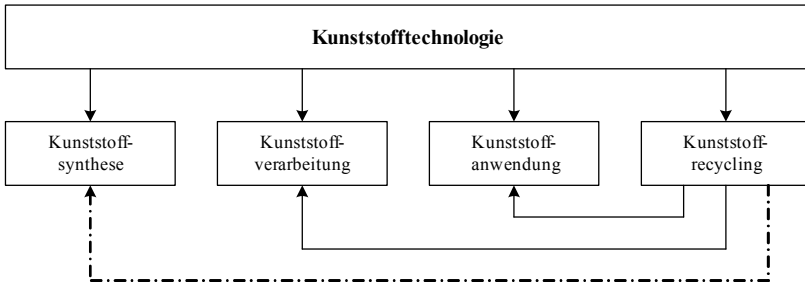


Abbildung 1: Bestandteile der Kunststofftechnologie
eigene Darstellung

Kunststoffherstellung

Kunststoffe sind Konstruktions- und Funktionswerkstoffe, die im 20. Jh. entdeckt und industriell hergestellt wurden und danach weiterentwickelt wurden und werden. Sie sind einerseits Massenprodukte aus Chemieanlagen mit Millionen Jahrestonnen, aber auch Spezialprodukte aus Kleinstanlagen mit wenigen Kilogramm einer Jahresproduktion. Es sind Werkstoffe „nach Maß“, die in einem großen Bereich thermomechanischer Beanspruchungen eingesetzt werden können. Die Syntheseverfahren arbeiten selektiv, sodaß Kundenwünsche weitestgehend erfüllt werden können.

Dabei ist ein Rückblick auf die Entwicklung der Kunststoffherstellung interessant. Als Naturstoffe nicht mehr ausreichend verfügbar waren bzw. den Anforderungen nicht mehr genügten, mußte nach Lösungen gesucht werden. Daraus entstand eine

- Produktion nach Anwendungsbedarf,
- dann nach Aufwandsoptimierung,
- dann nach Umweltauswirkungen, gleichzeitig
- mit Möglichkeiten des Recyclings und der Mehrfachnutzung.

Diese Tendenz ist sowohl für die Stoffe als auch für die Technologien zur Herstellung und Verarbeitung gültig.

Die weltweit produzierte Menge an Kunststoffen zeigt Abbildung 2.

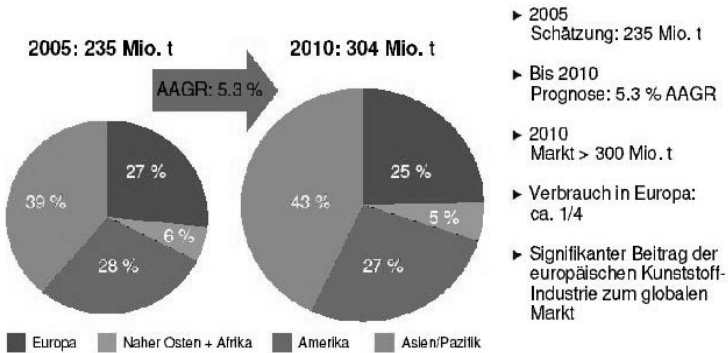


Abbildung 2: Welt-Kunststoffproduktion 2005 – 2010

Quelle: Plastics Europe

Kunststoffverarbeitung

Die Syntheseprodukte werden hauptsächlich im fluidem Zustand und in reiner Form oder in verstärkter Form zu Erzeugnissen verarbeitet. Dazu werden die Ausgangsstoffe konditioniert, d.h. homogenisiert, entgast und ausgeformt. Präzisionsformteile von << 1 g Gewicht bis Großformteile von > 100 kg Gewicht, Hohlkörper für 20.000 l Inhalt, Rohre bis 1,5 m Durchmesser, Folien bis 8 m Breite, Tafeln bis 3,5 m Breite und v.a.m können hergestellt werden. Der Anlagenbau zur Kunststoffverarbeitung hat in Deutschland eine große Tradition und gehört zu den Weltmarktführern.

Im Lehrbuch „Verarbeitungstechnik“ ist eine ausführliche Verfahrensübersicht in Abhängigkeit von den Verarbeitungsgütern enthalten, auf die hier verwiesen sei (vgl. Autorenkollektiv 1978, S. 70-73).

Kunststoffanwendung

Die Kunststoffe sind in alle Lebensbereiche der menschlichen Gesellschaft eingezogen. Eine Aufzählung einzelner Bereiche ist deshalb müßig. Lediglich eine prozentuale Verteilung der Anwendungsbereiche wird in Abbildung 3 angegeben.

Die Anwendungstechnik erschließt ständig neue Märkte. Sie verbessert stets die Gebrauchswerteigenschaften bekannter Kunststoffe und regt zu Neuentwicklungen an. Das Potenzial der Makromoleküle wird durch die Nano-Bio-Information-Technology, die sogenannten Converging Technologies, in der Zukunft weiter entfaltet werden.

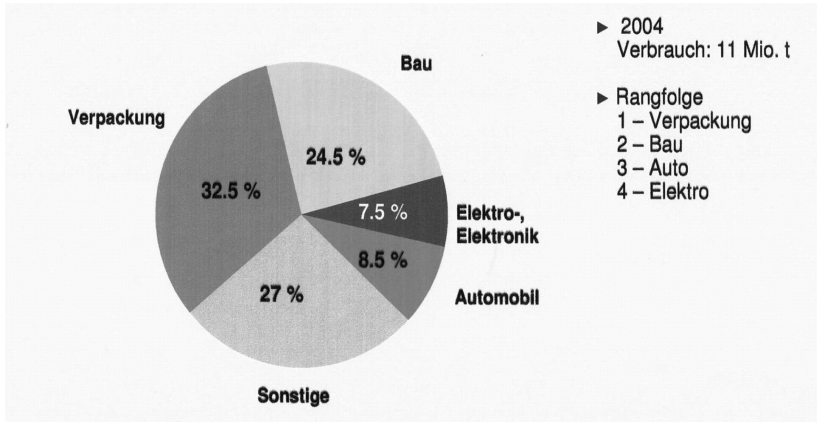


Abbildung 3: Kunststoffverbrauch nach Anwendungsgebieten (Deutschland 2004)

Quelle: Plastics Europe

Kunststoffrecycling

Gebrauchte Kunststoffe werden einer Wiederverwendung oder Weiterverwertung zugeführt. Das ist schon erforderlich, weil die meisten Kunststoffe sich nicht natürlich abbauen. Man bedient sich dabei des mechanischen Recyclings, der thermischen Verwertung und der stofflichen Neuverwertung durch chemische und/oder biotische Umwandlung. Problematisch ist immer noch die Trennung der Kunststoffe aus Abfällen, vorwiegend aus dem Hausmüll.

2. Chancen durch die Kunststofftechnologie und ihre Erzeugnisse

Der Weltverbrauch an Kunststoffen ist stetig steigend und liegt nach Stahl und Eisen auf dem zweiten Platz. In führenden Industrieländern USA, BRD, Japan, Frankreich liegt der Pro-Kopf-Verbrauch pro Jahr bei 100 kg. In Deutschland sind Millionen Arbeitsplätze durch die Kunststoffindustrie geschaffen worden (siehe Abbildung 1). Der Energieverbrauch zur Herstellung von Erzeugnissen ist im Vergleich zu Metallen nur ein Bruchteil (ca. 10 – 30%). Ausführliche Darstellungen und Vergleiche der Werkstoffgruppen mit den Kunststoffen sind bei Georg Menges (vgl. Menges 1990) und zu Kunststoffeigenschaften bei Hansjürgen Saechtling (vgl. Saechtling 1989) zu finden.

2.1 Kunststofftechnologie

Die Kunststofftechnologie kann auf einen leistungsfähigen Maschinen- und Anlagenbau (Synthese, Verarbeitung, Anwendung, Recycling) zurückgrei-

fen, der mit den angebotenen Ausrüstungen über den Kunststoffbereich hinaus andere Industriezweige versorgt, wie z.B. die Lebensmittelindustrie, die Glas- und Keramikindustrie, die Elektronikindustrie u.a. Bereiche, in die der Technologietransfer hineinreicht.

Durch die nanotechnologischen Einbringungen in die Kunststoffmatrix werden heute neue Ausrüstungen erforderlich, die einen gefahrlosen Umgang mit Nano-Partikeln gewährleisten. Die Technologiestandorte der Kunststoffe verlagern sich immer stärker zum Rohstoffvorkommen für neue Kunststoffe, während gebrauchte Kunststoffe fast ausschließlich in dezentralen, örtlichen Anlagen verarbeitet werden.

Der spezifische Arbeitskräfteeinsatz in der Kunststofftechnologie ist auf Grund kontinuierlicher Prozeßführungen, eines hohen Automatisierungsgrades der Anlagen sowie einfacher und leicht beherrschbarer Transport-, Umschlag und Lagerprozesse äußerst gering. Die Emissionen aus der Kunststofftechnologie sind äußerst gering. Abfälle werden sofort in den technologischen Kreislauf zurückgeführt. Für spezielle Erzeugnisse, z.B. der Medizintechnik und der Elektronik, sind Reinstraumbedingungen erforderlich, die durch geschlossene Ausrüstungen gewährleistet werden können und damit auch schon Anforderungen nanotechnologischer Prozesse erfüllen. Durch Konzentration der Synthesen (Chemieanlagen) und der Halb- und Fertigerzeugnisherstellung (Kunststoffverarbeitungsanlagen) an einem Standort werden erhebliche energetische Vorteile erreicht. Die Kunststoffschmelze aus der Chemieanlage wird sofort zu Formteilen verarbeitet bzw. in später leicht formbares Granulat überführt.

2.2 Zu Kunststoffherzeugnissen

Kunststoffherzeugnisse haben folgende wesentliche Eigenschaften: Sie

- sind viskoelastisch verformbar;
- haben ein geringes spezifisches Gewicht;
- haben eine geringe Wärmeleitung;
- sind gegen viele äußere Einflüsse resistent;
- können eingefärbt werden;
- können leicht funktionalisiert werden;
- können modifiziert werden u.a.

Alle diese Eigenschaften lassen sich durch Beigaben, Prozeßführungen in eine gewünschte Richtung verändern (Legierungen und Füllstoffe, Kristallisation, Vernetzung). Somit entstehen Konstruktionserzeugnisse, die unsere Lebensqualität verbessern können.

Kunststoffe lassen sich leicht in eine beliebige Form bringen und haben ein günstiges Leistungs- Masseverhältnis. Durch den Einsatz von Kunststoffen lassen sich optimale Konstruktionslösungen finden, die zu Einsparung von Ressourcen führen (z.B. Energie bei Fahrzeugen, Raketen, Haushaltsgeräten, Maschinenteilen u.a.), die in aggressiven Medien in der Chemie, grundsätzlich in der Technik, im Haushalt, in der Medizin u.a. eingesetzt werden können, wo andere Werkstoffe versagen (z.B. Behälterauskleidungen, Beschichtungen, Zahnräder, Pumpen), die medizinisch unbedenklich sind (Spritzen, Beutel, Kapillaren, Linsen, Prothesen). Aber auch als Funktionslösungen finden Kunststoffe immer mehr Anwendungsgebiete (Halbleiter, Strom- und Lichtleiter, Isolatoren, Dichtungen, Transportbänder u.a.). Beispielhaft kann erwähnt werden, dass ein Auto, das in der Regel 150 kg Kunststoffe enthält, umweltfreundlicher und ressourcenschonender wird, Treibstoff einspart (durch Gewichtsreduzierung: Kunststoffe anstelle Metall) und den CO₂-Ausstoß reduziert, weiterhin den Reifenabrieb verringert und dadurch weniger krebserregende Nanoteilchen in die Luft emittiert.

| | | |
|---------------------------------------|---|--------------------------------|
| Dreamliner von Boing | 20 % Kerosineinsparung | Faserverbunde mit Kunststoffen |
| Ultralite Hypercar von General Motors | 3-4 mal leichter, Ressourcensparnis bei Karosserie, Reifen; Luftwiderstand geringer, hohe Treibstoffeffizienz | Faserverbunde mit Kunststoffen |
| Flügel von Windenergie-Anlagen | Gewichtseinsparung, Schwingfestigkeit | Faserverbunde mit Kunststoffen |
| Bauteile in der Raumfahrt | Gewichtsreduzierung, Wärmedehnung zu Null einstellbar | Faserverbunde mit Kunststoffen |
| Anlagenbau | chemische Beständigkeit | Faserverbunde mit Kunststoffen |
| Maschinenbau | geringe Massenträgheit, hohe Schwingfestigkeit, Wartungsarmut | Faserverbunde mit Kunststoffen |
| Sportgeräte aller Art | Leichtigkeit, Festigkeit, Elastizität, Verschleißfestigkeit | Faserverbunde mit Kunststoffen |

*Tabelle 1: Ausgewählte High-Tech-Produkte aus Kunststoffen
eigene Darstellung*

Von zentraler Bedeutung ist also die Gewichtsreduzierung bei den Artefaktentwicklungen. Autos könnten bei Anwendung modernster Verbundwerkstoffe drei- bis viermal leichter werden bei gleicher Funktionserfüllung.

Derartige Beispiele können aus allen Bereichen der Produktion und der Konsumtion nachgewiesen werden (siehe Tabelle 1). Allerdings sind diese Möglichkeiten derzeit noch durch die Aufwendungen für solche modernen Werkstoffe nicht unbedingt „ökonomisch“.

Wenn die Gewichtsreduzierung Vorteile bringt, können durchaus andere Eigenschaften, wie z.B. die schlechte Wärmeleitung, Nachteile bringen. Bei Entwicklungsarbeiten, wo Kunststoffe eine Rolle spielen, muss stets eine Polyoptimierung vorgenommen werden. Kunststoffmodifizierungen, wie oben genannt, liefern einen großen Spielraum für optimale Anwendungen.

Ökobilanzen mit Kunststoffen („Von der Wiege bis zur Bahre“!!) fallen in der Regel günstiger aus als mit anderen Werkstoffen, sie müssen aber angestellt werden, um überzeugend die ökonomischen und ökologischen Vorteile der Kunststoffanwendungen nachzuweisen.

3. Gefahren durch die Kunststofftechnologie und ihre Erzeugnisse

So, wie jede Technologie, aber auch besonders durch ihre Erzeugnisse, Gefahren für Mensch, Tier und Umwelt bereiten kann, so stellt auch die Kunststofftechnologie mit ihren Produkten ein Gefahrenpotenzial dar. Auf diese Gefahren soll in den folgenden Abschnitten eingegangen werden.

3.1 Kunststofftechnologie

In Bezug zu Abbildung 1 können Gefahren in allen Bereichen der Kunststofftechnologie, d.h. bei der Synthese, bei der Verarbeitung, bei der Anwendung und beim Recycling der Kunststoffe in den jeweiligen Anlagen auftreten. In der Vergangenheit sind größere Unglücksfälle in den Anlagen bekannt geworden, die insbesondere die Kunststoffherstellung betrafen. Beispielhaft dafür ist die „CBG-Liste“ der Unfälle bei der BAYER AG, in der die Störfälle dieses Unternehmens von 1980 bis 2010 aufgeführt sind. Der Schaden hinsichtlich Menschenleben und Sachwerten war in all diesen Fällen erheblich.

Die Chemische Industrie hat aus den Ursachen stets Konsequenzen abgeleitet – sowohl die verfügbare Sicherheitstechnik als auch die Ausbildung (Antihavarietraining) betreffend – mit der Tendenz, die (negative) subjektive Einflußnahme auf Prozesse ständig zu minimieren. Der Übergang von Gasphasenreaktionen zu Flüssigphasenreaktionen war ein großer Schritt zu einer

weniger Gefahrenpotenzial enthaltenden Technologie. Die Katalyseforschung kann einen der wichtigsten Beiträge auch zur Gefahrenminderung leisten. Der Austritt schädlicher Stoffe aus Chemieanlagen in die Atmosphäre oder ihre Einleitung in Gewässer oder in das Erdreich kann auch heutzutage bei der Herstellung von Kunststoffen noch nicht immer ausgeschlossen werden. Es wurde aber besonders in modernen Industriestaaten sowohl durch Förderung entsprechender Entwicklungen wie auch Zulassungsbestimmungen nationaler und internationaler Form eine ständige Verbesserung erreicht. Vor allem die sogenannten Schwellenländer bedürfen in dieser Hinsicht konkreter Hilfe, um Entwicklungsfehler zu vermeiden (vgl. Miserre 2009).

Die Verarbeitungstechnologie birgt Gefahren besonders bei der Maschinen- und Anlagenbedienung und durch verwendete Hilfsstoffe wie auch durch entstehende flüchtige Stoffe (Monomere, Lösungsmittel, Weichmacher, Dispergatoren, Farbstoffe u.a.) aus den Verarbeitungsanlagen. Offene Maschinen wie Walzwerke, Kalander, Pressen sind mit umfangreicher Sicherheitstechnik ausgerüstet, um das Bedienungspersonal, aber auch die Anlagen selbst zu schützen. Sensoren vielfältiger Art sind Stand der Technik. Emmissionen werden vor allem durch geschlossene Systeme minimiert oder verhindert.

Die normierten Anforderungen an Verfahren und Ausrüstungen sind in dieser Hinsicht aber international noch sehr unterschiedlich und wegen damit verbundener möglicher Kostensenkungen ein Anreiz für die Auslagerung von Produktion und Verarbeitung in Länder mit weniger strengen Regelungen zum Nachteil für die Umwelt.

Die Kunststoffrecyclingtechnologie hat in Deutschland einen hohen Stellenwert; trotzdem wird zunehmend Kunststoffabfall exportiert, weil dort vor allem billige Arbeitskräfte für noch unvermeidliche Technologieschritte (Sortierung) verfügbar sind und auch die Deponie weniger aufwändig ist. Leider werden Verbundwerkstoffabfälle mit Kunststoffen oft nur energetisch genutzt, obwohl eine stoffwirtschaftliche Nutzung der Kohlenstoffträger besser wäre. Dazu bedarf es aber auch neuer technologischer Lösungen zum Erhalt dieser Ressourcen.

Die Kunststofftechnologie führt zu einer kohlenstoffverbrauchenden Industrie, die als Rohstoffe Erdöl, Erdgas, Kohle und zunehmend auch nachwachsende Rohstoffe (Holz, landwirtschaftliche Produkte) verbraucht und auch damit die Umwelt belastet. Das ist auch der Fall, wenn aus Kostengründen (besser wegen des Profites) illegale Deponien angelegt und eine Wiederverwertung wertvoller Stoffe verhindert wird.

3.2 Kunststoffserzeugnisse

Kunststoffserzeugnisse können sowohl als Konstruktionsprodukte wie auch als Funktionsprodukte bei nicht sachgemäßer Anwendung ein großes Gefahrenpotenzial darstellen und zu erheblichen Schäden oder Katastrophen führen. Beispiele dafür sind:

- das Challenger Unglück;
- Schadstoffaustritte bei Bränden (Dioxine, Chlor u.a.) führen zu Vergiftungen;
- Produkte von Billiganbietern (Spielzeug, Kleidung, Verpackung), oft aus dem Ausland durch Verwendung schädlicher Beimengungen in den Kunststoffen;
- Produktversprödungen bei unzulässiger Langzeitnutzung (Autoreifen, Maschinen- und Gebäudekonstruktionen u.a.);
- unsachgemäßer Materialeinsatz aus Kostengründen kann zu Krankheiten (Allergien) führen;
- Schadstofffreisetzung aus Müllverbrennungsanlagen bei unvollständiger Verbrennung der Kunststoffe.

Die Gründe für die Gefahren beim Umgang mit Kunststoffserzeugnissen sind in der Regel die Nichtbeachtung der mechanischen und physiko-chemischen Eigenschaften der Erzeugnisse unter ihren momentanen Einsatzbedingungen. Die ungenügende Erfahrung im Umgang mit modifizierten, oft nicht ausreichend gekennzeichneten Kunststoffen (keine Auszeichnungspflicht wie bei Lebensmitteln) stellen stets ein Risiko für Menschen und Umwelt dar. Obwohl die Anwendungstechnik umfangreiche Untersuchungen durchführt, deren Ergebnisse den Anwendern zugänglich macht und in Anwendungsvorschriften mitteilt (Rezepturen), entstehen immer wieder neue, nicht erkannte (Gefahren-)Situationen.

Mensch und Gesellschaft werden bei neuartigen Produkten nicht selten Opfer und Untersuchungsobjekt bei neuen Entwicklungen der Technologie (z.B. bei Medikamenten) mit ihren Erzeugnissen, so auch durch die Kunststofftechnologie. Einen Denkanstoß haben Gerhard Pretting und Werner Boote mit ihrem Film bzw. Buch „Plastic Planet“ gegeben, indem sie in sehr drastischen Beispielen die „dunkle Seite der Kunststoffe“ belegen (vgl. Pretting/Boote 2010).

4. Missbrauch der Kunststofftechnologie und ihrer Erzeugnisse

Der Mißbrauch der Kunststofftechnologie einschließlich ihrer Ausrüstungen kann natürlich auch für andere Erzeugnisse (z.B. Sprengstoffe, Gifte) erfolgen.

Wesentlich aber scheint der Mißbrauch mit Kunststoffserzeugnissen zu sein.

So werden Plastikbomben hergestellt oder für Kriegszwecke spezielle Geschosse entwickelt, die zu tödlichen Verletzungen führen. Jugendliche können Kunststoffspielzeug (Waffen) erwerben, um damit „Krieg zu spielen“. In der Kriegstechnik ist eine Vielzahl von Kunststoffartikeln im Einsatz, ohne die diese Technik gar nicht funktionsfähig bzw. nicht so effektiv wäre (Fahrzeuge, Waffen, Flugzeuge, Fallschirme usw.). Für Überwachungsstrukturen werden Sensoren (Nanoteilchen, Miniflugkörper) aus Kunststoffen eingesetzt, wobei allerdings bestimmte und (zunächst) nur missbräuchlich gewollte Anwendungen später auch sinnvoll für die Gesellschaft nutzbar werden.

Der Mißbrauch der Kunststoffe im zivilen Bereich erfolgt meistens aus Kostengründen und setzt die Nutzer einem hohen Risiko aus, das nicht selten zu schweren Erkrankungen oder zum Tode führt. In manchen Fällen ist auch Unkenntnis von Entscheidungsträgern ursächlich, obwohl von kompetenten Personen auf die Gefahren hingewiesen wird. Beispiele sind:

- das Challenger-Unglück: Ursache war eine falsche Kunststoffdichtung;
- Unglück der Columbia-Raumfähre: Ursache war ein Kunststoffhartschaumelement. Hier hatte die Ignoranz tödliche Folgen.

Gezielter Missbrauch von Kunststoffserzeugnissen ist nicht immer nachzuweisen. Die Beweisführung ist oft kompliziert, und oft läßt sich nur Nachlässigkeit, Sorglosigkeit, Unkenntnis oder Ignoranz der Sachlage belegen. Anders bei der Kriegstechnik, wo Vernichten, Verletzen, Zerstören und Töten Ziel der Anwendung ist.

5. Wege zur Erhöhung der Chancen, zur Minderung der Gefahren und Verhinderung des Missbrauchs der Kunststofftechnologie und ihrer Erzeugnisse

5.1 Technikfolgenabschätzung

In Abbildung 4 sind schematisch die Wechselbeziehungen zwischen Technologie und Kontroll- und Begleitgremien dargestellt. Die Technikfolgenabschätzung sollte vorbeugend, aber mindestens Technologieentwicklungen begleitend, wirksam werden (vgl. dazu den sogenannten „Technologietrichter“ in Banse/Reher 2004, S. 7; Reher/Banse 2004, S. 147).

Eine Erweiterung der Technikfolgenabschätzung durch Begleitforschung erscheint uns noch komplexer und wirksamer zu sein. Ulrich Fiedeler und Michael Nentwich benennen zur Begleitforschung die folgenden Aspekte (vgl. Fiedeler/Nentwich 2009):

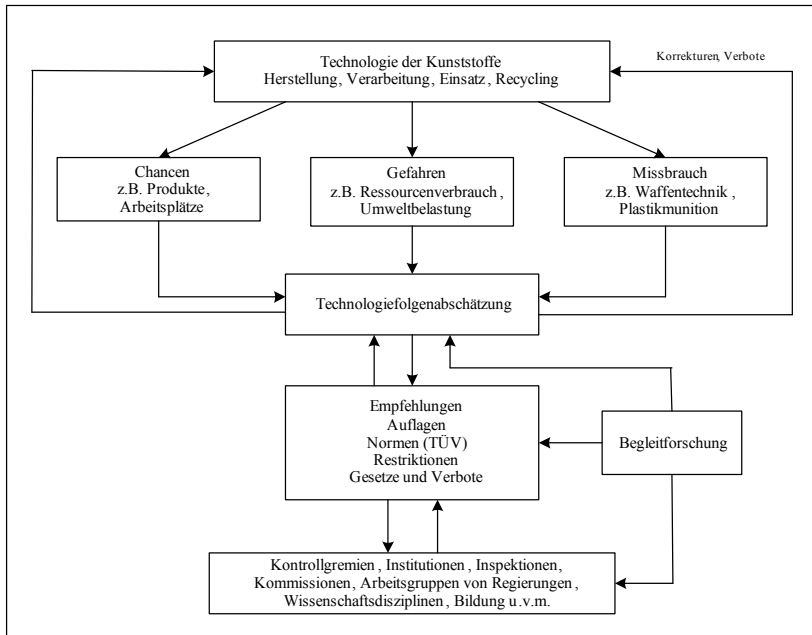


Abbildung 4: Wechselbeziehungen zwischen Technologie und Kontroll- und Begleitgremien eigene Darstellung

- Umwelt -und Gesundheitsauswirkungen, Sicherheitsaspekte;
- ethische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte;
- wissenschaftstheoretische und kultursoziologische Aspekte;
- Technikfolgenabschätzung;
- Risikowahrnehmung, Risikokommunikation;
- Informations- und Kommunikationsprojekte;
- Anwendung der Technologie;
- Aus- und Weiterbildung;
- Aktivitäten zur Vernetzung.

Diese Aufzählung der Begleitforschung zeigt den komplexen Betrachtungsumfang zur Technologieentwicklung, den Betrieb und den Rückbau von Technologien, der mit den naturalen, sozialen und humanen Dimensionen der Technologie charakterisiert wird (vgl. Ropohl 1979, S. 32; 2001, S. 18).

Aus der obigen Aufzählung zur Begleitforschung und bei Beachtung der naturalen, sozialen und humanen Dimensionen der Technologie kann eine

Systematik für die Kunststofftechnologie mit ihren Erzeugnissen entwickelt werden, in der die Technikfolgenabschätzung integrierter Bestandteil ist (siehe Abbildung 5).

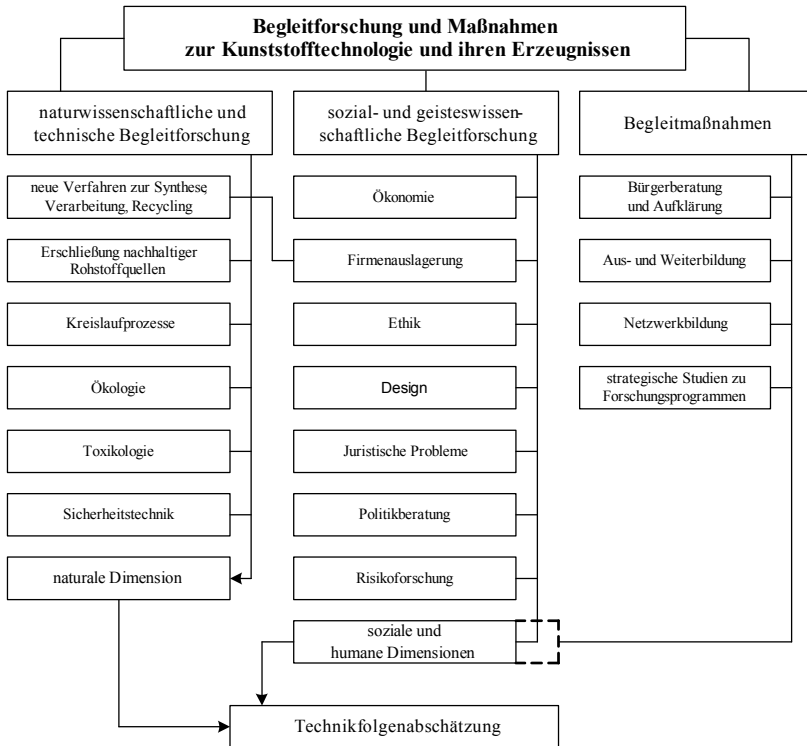


Abbildung 5: Begleitforschung für die Kunststofftechnologie eigene Darstellung

Bei der Realisierung dieses Konzepts können die Chancen der Kunststofftechnologie mit ihren Erzeugnissen verbessert, die Gefahren vermindert und ein Mißbrauch verhindert werden.

5.2 Kontrollorgane zur Kunststofftechnologie und ihrer Erzeugnisse

In der BRD gibt es eine Vielzahl von staatlichen und privaten Einrichtungen, die sich mit den Ambivalenzen von Technologie und Technik beschäftigen. Sie geben der Politik und der Wirtschaft Auskünfte und Beratungen anhand

von Analysen und Gutachten durch Spezialisten. Auch individuelle Beratungen durch Verbraucherzentralen sind möglich.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit können exemplarisch folgende Einrichtungen genannt werden:

- BfR – Bundesinstitut für Risikoforschung;
- BAM – Bundesanstalt für Materialprüfung;
- ITAS – Institut für Technikfolgeabschätzung und Systemanalyse im Karlsruher Institut für Technologie (KIT);
- TÜV – Technische Überwachungsvereine (z. B. Nordrhein-Westfalen).

Es muss auch auf die aktuelle Gesetzgebung aufmerksam gemacht werden, z.B. Gesetz zur Überprüfung aller Chemikalien, ISO 26000-Internationale Norm mit Leitlinien zur sozialen Verantwortung, die 2010 in Kraft treten soll, Gesetze über Grenzwertfestlegungen bei Erzeugnissen wie Verpackungsmaterial, Spielzeug, Bekleidung u.a. aus Kunststoffenerzeugnissen.

Aktuell sind derzeit die Diskussionen zum Klimawandel, an dem besonders die Material-, Energie- und Informationstechnologien beteiligt sind, Grenzwerte einzuhalten, die durch den Gesetzgeber gefordert werden.

Es ist nicht möglich, alle Maßnahmen und Kontrollorgane zuzunehmen, die Gefahrenminderung fordern und Technologiemißbrauch verhindern helfen, wie z.B. Export von Waffen. Entscheidend ist, dass sich die Forderung „Wachstum durch Nachhaltigkeit“ realisieren lässt.

Neue Technologien können dabei fundamentale Beiträge leisten, um dieses Ziel zu erreichen, bei Materialtechnologien z.B. durch Kreislaufprozesse, Recyclingtechnologien, Verfahren für die Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe u.ä.

Im Beitrag von Gerhard Banse und Ernst-Otto-Reher ist dort in Abbildung 3 der Bedürfnis-Ressourcen-Zeitverlauf dargestellt, der auch für die Kunststofftechnologie zutreffend ist. Das wachsende Bedürfnis $B(t)$ ist schon durch den Bevölkerungszuwachs (ca. 9 Mrd im Jahr 2050) gegeben. Die Umlenkung der Ressourcenkurve $R(t)$ kann durch neue Verfahren zur Bereitstellung von Rohstoffen aus nachwachsenden Materialien erfolgen, wie z.B. das Verfahren biolig^R (vgl. Dahmen et al. 2007) und durch neuartige Recyclingverfahren, die auch schwer trennbare Kunststoffe verarbeiten und nicht nur energetisch verwerten müssen, z.B. biotechnologische Verfahren für Altfleisch.

Noch ist Zeit, den Umbau zu vollziehen, damit $t_{\text{Katastrophe}}$ nicht erreicht wird. Die Energietechnologien können durch einen Mix aus traditionellen und neuartigen Technologien, die Windenergie, Photovoltaik, Erdwärme und

Gezeiten nutzen, einen Beitrag zum Klimawandel leisten und die Kernkraft als Übergangstechnologie nutzen. Kohlekraftwerke müssen den CO₂-Ausstoß drastisch senken. Verfahren sind in Vorbereitung. Die Bundesregierung sollte durchaus die Anregung von Klaus Töpfer aufgreifen, eine Nachhaltigkeitskommission zu gründen, die die in Abbildung 4 genannten Gremien erweitert und damit direkt die Technikfolgenabschätzung inhaltlich stärkt.

Literatur

- Autorenkollektiv (1978): Verarbeitungstechnik. Leipzig
- Banse, G.; Reher, E.-O. (2004): Einleitung. In: Banse, G.; Reher, E.-O. (Hg.): Fortschritte bei der Herausbildung der Allgemeinen Technologie. Berlin, S. 5-16 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 75)
- CBG-Coordination gegen BAYER-Gefahren e.V., Düsseldorf
- Dahmen, N.; Dinjus, E.; Henrich, E. (2007): Synthesis Gas from Biomass – Problems and Solutions en route to Technical Realisation. In: Oil Gas European Magazin, Vol 33, No. 1, pp 31-34
- Fiedeler, U.; Nentwich, M. (2009): Begleitforschung. Zur Klärung eines politischen Begriffes. In: TATuP – Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis, Nr. 2 (September), S. 94-102
- Menges, G. (1990): Werkstoffkunde Kunststoffe. München/Wien
- Michaeli, W.; Wegener, M. (1989): Einführung in die Technologie der Faserwerkstoffe. München/Wien
- Miserre, F. (2009): Aktuelles zur Anlagensicherheit und Störfallverordnung. In: Immissionsschutz und Umwelt aktuell, München, 19. Oktober
- Plastics Europe – Portal der europäischen Kunststoffindustrie. – URL: www.plastics-europe.de
- Pretting, G.; Boote, W. (2010): Plastic Planet. Die dunkle Seite der Kunststoffe. Freiburg
- Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2007 – Kurzfassung. – URL: www.consalting.com
- Reher, E.-O.; Banse, G. (2004): Zum Zusammenhang von Empirischem und Theoretischem in den technologischen Wissenschaften – Grundzüge einer allgemeinen Verfahrenswissenschaft. In: Banse, G.; Reher, E.-O. (Hg.): Fortschritte bei der Herausbildung der Allgemeinen Technologie. Berlin, S. 121-153 (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Bd. 75)
- Ropohl, G. (1979): Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie. München/Wien
- Ropohl, G. (2001): Das neue Technikverständnis. In: Ropohl, G. (Hg.): Erträge der Interdisziplinären Technikforschung. Eine Bilanz nach 20 Jahren. Berlin, S. 11-30
- Saechting, H. (Hg.) (1989): Kunststoffaschenbuch. 30. Aufl. München/Wien