

Dagmar Oertel
Thomas Petermann
Constanze Scherz

August 2002



TAB

Technologische Trends bei Getränkeverpackungen und ihre Relevanz für Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft



TAB

Hintergrundpapier Nr. 9



TAB

Büro für Technikfolgen-Abschätzung
beim Deutschen Bundestag

Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) berät das Parlament und seine Ausschüsse in Fragen des gesellschaftlich-technischen Wandels. Das TAB ist eine organisatorische Einheit des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Forschungszentrums Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft und arbeitet seit 1990 auf der Grundlage eines Vertrages zwischen dem Forschungszentrum und dem Deutschen Bundestag.

Inhalt

Zusammenfassung	3
I. Einleitung	5
II. Trends und Innovationen im Überblick	7
1. Übergreifende Trends und Innovationen bei Verpackungen.....	7
2. Trends bei Packhilfsmitteln sowie Um-, Verkaufs- und Transportverpackungen	9
3. Entwicklungen bei Prozesstechnik und Maschinen	10
4. Trends bei der Verwertung	10
III. Packstoffe, Packmittel und Getränke - eine Kurzanalyse technologischer Entwicklungen	13
1. Packstoffe.....	13
1.1 Glas	13
1.2 Kunststoffe	14
1.3 Weißblech.....	17
1.4 Aluminium.....	18
2. Packmittel	18
2.1 Flaschen	18
2.2 Dosen	19
2.3 Getränkekartons.....	21
2.4 Sonstige	22
2.5 Packhilfsmittel sowie Um-, Verkaufs- und Transportverpackungen.....	23
2.6 Prozesstechnik und Maschinen	24
3. Marktreife ausgewählter technologischer Innovationen	25
4. Getränke.....	27
4.1 Bier.....	27
4.2 Wein und Sekt	27

4.3 Mineralwasser	28
4.4 Fruchtsäfte und fruchtsafthaltige Getränke	29
4.5 Milch.....	29
4.6 Neue Getränke.....	30
4.7 Marktentwicklung.....	30
IV. Umweltrelevante Trends	33
1. Herstellung	33
2. Sammeln und Sortieren.....	35
3. Verwertung.....	36
4. Mehrweganteile bei Getränkeverpackungen.....	39
V. Politische und rechtliche Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Kreislauf- und Abfallwirtschaft.....	41
VI. Fazit.....	47
Literatur	49
1. In Auftrag gegebene Gutachten	49
2. Weitere Literatur	49
Anhang.....	51
1. Tabellenverzeichnis	51
2. Abbildungsverzeichnis	51

Zusammenfassung

Einer der herausragenden Märkte für Verpackungen ist die Getränkeindustrie. In diesem Markt finden sich die unterschiedlichsten Packstoffe (Glas, PET etc.), Packmittel (Getränk kartons, Dosen etc.) und Verpackungssysteme (Einweg, Mehrweg, Rücklauf). Hinsichtlich ökologischer Aspekte sind Produktion, Nutzung, Entsorgung und Verwertung von Packmitteln und Packstoffen von erheblicher Bedeutung für eine nachhaltige Wirtschaftsweise.

Angesichts der **ökonomischen und ökologischen Bedeutung von Verpackungen** sollte - auf Anregung der Fraktion der CDU/CSU - am Beispiel von Getränkeverpackungen exemplarisch der Frage nachgegangen werden, ob und in welchem Maße technologische Innovationen, die insbesondere Wege zu geschlossenen, ökologisch vorteilhaften Kreisläufen aufzeigen, erfolgt sind sowie auch in weiterer Zukunft zu erwarten sind. **Ziel der vorbereitenden Untersuchung** war es, qualitativ zu skizzieren, inwieweit sich ressourcenschonende und kreislauffähige Getränkeverpackungen durch technologische Innovation bereits etabliert haben und weiter an Bedeutung gewinnen könnten.

Im vorliegenden Hintergrundpapier wird zunächst in einer stichwortartigen Zusammenstellung ein Überblick über die vielfältigen **Trends und Innovationen** im Bereich von Getränkeverpackungen gegeben. Nachfolgend gibt eine Kurzanalyse technologischer Entwicklungen wesentlicher Packmittel, Packstoffe und Getränke weiterführende Informationen zu jeweils spezifischen Besonderheiten. Thematisiert und im Überblick dargestellt werden weiterhin die sich im Zuge technologischer Innovationen ergebenden positiven **ökologischen Effekte bei Herstellung und Entsorgung** von Getränkeverpackungen als auch bestehende politische und rechtliche Rahmenbedingungen.

Der aktuelle Getränkemarkt ist gekennzeichnet durch einen hohen Anteil neuer Produkte, wobei es sich hierbei oft nicht um echte **Produktinnovationen**, sondern um **Produktvariationen und -kombinationen** handelt. Insbesondere Wellness- und Energy-Getränke haben einen enormen Zuwachs erzielt.

Der Haupttrend bei der **Packstoffentwicklung** ist die Gewichtsreduzierung. Bei den Packmitteln ist eine deutliche Zunahme der Vielfalt und Formen erkennbar. Der Kunststoff **PET** ist zurzeit der innovative und zukunftsweisende Packstoff für Getränkeverpackungen. Sein Anteil nimmt getränkeübergreifend in allen Marktsegmenten zu.

Bei **Packhilfsmitteln** ist eine Reihe von Alternativen zur klassischen Etikettierung angedacht und zum Teil bereits im Einsatz. Die Vielfalt bei Verschlüssen nimmt zu, wobei Kunststoff auch hier eine zentrale Rolle spielt. Bei Gebinden/Kisten wird ähnlich wie bei den Flaschengrößen der veränderten demographischen Zusammensetzung Rechnung getragen.

Übergreifend wird weiter an der energetischen und kostenseitigen Optimierung der **Herstellungsprozesse** aller Packmittel gearbeitet. Der Automatisierungsgrad von Verpackungsanlagen nimmt weiter zu.

Aus **Verbrauchersicht** steht der "Convenience-Gedanke" im Vordergrund und damit u.a. ein Trend zu kleinen Verpackungsgrößen und zur Einwegverpackung. Einweg- und Mehrweganteile verändern sich weiter zu Gunsten von Einweg. Dieser Trend dürfte auch weiterhin anhalten.

Aus **Verwertungssicht** erhöht die Material- und Farbenvielfalt bei Verpackungen deutlich die Anforderungen an die Organisation des Recycling-Prozesses. Bei steigenden Anteilen von Mischkunststoffen wären neue, weiterentwickelte Verfahren (z.B. zur Trennung) notwendig.

Die **Marktreife** von Trends und Innovationen bei Getränkeverpackungen stellt sich unterschiedlich dar. Bei klassischen Materialien wie Glas, Aluminium und Stahl, insbesondere aber auch bei PET, befinden sich viele Ansätze bereits in der Phase der Praxiserprobung.

Der **Anteil an Mehrwegflaschen** hat einen historischen Tiefstand erreicht. Dieser Rückgang betrifft alle Getränkearten. Der gesamte Einwegverbrauch entwickelt sich auf Kosten von Mehrweg. Beispielsweise wird Bier verstärkt in Dosen abgepackt, neuerdings auch in PET-Flaschen. Ähnliche Entwicklungen sind im Mineralwassermarkt und bei fruchthaltigen Getränken und Erfrischungsgetränken mit CO₂ zu erwarten.

Zu Getränkeverpackungen sind diverse **Ökobilanzen** verfügbar. Studienübergreifend schneiden Mehrweg- generell besser ab als Einwegsysteme. Würden nicht nur leere Verpackungen bilanziert werden, könnten Einwegverpackungen aufholen, da der Rücktransport von Mehrwegflaschen über weite Distanzen und der damit verbundene Energieaufwand berücksichtigt würde.

Forschungsbedarf besteht bei weiteren Arbeiten zu Ökobilanzen, um etwa zukünftigen Materialentwicklungen und veränderten Bilanzgrenzen Rechnung zu tragen. Vor allem aber besteht Forschungsbedarf bei der Abschätzung der Substitutionspotenziale von PET, der dabei zu erwartenden Strukturveränderungen des Marktes einschließlich des Entsorgungsmarktes sowie hinsichtlich der ökologischen Relevanz und seines Beitrages zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft.

I. Einleitung

In nahezu allen Industrieländern hat die Verpackungswirtschaft einen erheblichen volkswirtschaftlichen Stellenwert. Nach Schätzungen betrug der Umfang der Produktion von Verpackungsmaterialien im Jahr 2000 weltweit 760 Mrd. US\$. Im Zeichen der **Globalisierung** und unter **verschärften Wettbewerbsbedingungen** ist weiterhin mit steigenden Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen bei Verpackungen zu rechnen.

Die ökologischen Aspekte von Verpackungen (Ressourcenverbrauch, Emissionen, Abfall) sind seit langem Gegenstand von wissenschaftlichen Diskussionen und politischen Maßnahmen - aber auch von Aktivitäten der Verpackungsindustrie. Letztere sind in erheblichem Maße dadurch geprägt, durch **Innovationen zu einer Reduzierung des Energieeinsatzes, der Emissionen und des Verpackungsverbrauchs** zu gelangen. Zu entsprechenden Erfolgen haben Wettbewerbsdruck und gesetzgeberische Maßnahmen beigetragen, aber auch Anstrengungen der Wirtschaft in eigener Initiative. Innovationsbemühungen zielten und zielen auf Verminderung und Vermeidung von Verpackung sowie auf Ressourcenschonung und Kreislauffähigkeit.

Auf Anregung der Fraktion der CDU/CSU sollte angesichts der **ökonomischen und ökologischen Bedeutung von Verpackungen** am Beispiel von Getränkeverpackungen exemplarisch der Frage nachgegangen werden, ob und in welchem Maße technologische Innovationen erfolgt sind, aber auch in weiterer Zukunft zu erwarten sind, die insbesondere Wege zu geschlossenen, ökologisch vorteilhaften Kreisläufen aufzeigen. **Ziel der daraufhin beschlossenen vorbereitenden Untersuchungen** war es, qualitativ zu skizzieren, inwieweit sich ressourcenschonende und kreislauffähige Getränkeverpackungen durch technologische Innovation bereits etabliert haben und weiter an Bedeutung gewinnen könnten.

Im vorliegenden Hintergrundpapier erfolgt zunächst eine zusammenfassende Darstellung übergreifender Trends und Innovationen bei Getränkeverpackungen (Kap. II), bei Packhilfsmitteln sowie Um-, Verkaufs- und Transportverpackungen. Berücksichtigt wurden auch Entwicklungen bei Prozesstechnik und Maschinen sowie bei der Verwertung.

Der Schwerpunkt der weiteren Ausführungen (Kap. III) liegt auf einer Kurzanalyse technischer Entwicklungen einsetzbarer Packstoffe und Packmittel sowie einer Einordnung der verpackten Getränke. Dazu finden sich u.a. Angaben

zum Pro-Kopf-Verbrauch sowie der Mengenrelevanz der entsprechenden Verpackungssysteme (Einweg/Mehrweg).

Des Weiteren werden umweltrelevante Trends bei Herstellung und Entsorgung thematisiert (Kap. IV). Hierzu zählen sowohl Aspekte der Herstellung von Getränkeverpackungen als auch solche der Sammlung, Sortierung und Verwertung. Dabei wird auch das Thema Mehrweganteile bei Getränkeverpackungen aufgegriffen.

In Kapitel V wird auf das Umfeld der stofflichen und energetischen Verwertung bzw. Mehrwegfähigkeit von Getränkeverpackungen eingegangen. Als Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft werden neben den aktuellen rechtlichen Bedingungen auch der Stand ökobilanzieller Betrachtungen von Getränkeverpackungen zusammengefasst. Im Lichte dieser Ausführungen wird abschließend ein Fazit formuliert (Kap. VI).

Das vorliegende TAB-Hintergrundpapier beruht in besonderem Maße auf drei Gutachten. Diese wurden von Herrn Dr. Otto A. Strecker, Frau Sybille Trawinski und Frau Sybille Zorn, AFC Consultants International GmbH (Bonn), von Herrn Thomas Reiner und Herrn K. Beutner, Berndt & Partner GmbH (Berlin), sowie von Herrn Valentin Delb und Guido Beltrani, Ernst Basler + Partner AG (Zollikon, Schweiz) erstellt. Den Verfasserinnen und Verfassern sei für ihre Mitwirkung im Projekt und für die Ergebnisse ihrer Arbeit herzlich gedankt.

II. Trends und Innovationen im Überblick

Einer der herausragendsten Märkte für Verpackungen ist die Getränkeindustrie mit einem Jahresumsatz von über 50 Mrd. DM (Berndt 2002) und einem Volumen von ca. 33,2 Mrd. Litern in 1999 (GVM 2001). Bis zum Jahr 2005 ist eine leichte Zunahme des gesamten Getränkekonsums um rund 1% zu erwarten (Basler 2002). Anliegen dieses Berichtes ist es vor allem, die verschiedenen Trends und Innovationen bei der Herstellung von Getränkeverpackungen im Überblick aufzuzeigen.

Der Schwerpunkt liegt auf derzeit wesentlichen Marktsegmenten, die ausführlicher dargestellt werden. Zusätzlich wird - um ein umfassendes Bild des Getränkeverpackungsmarktes zu vermitteln - auch auf Innovationen in Nischenmärkten eingegangen. Die folgenden Ausführungen basieren auf AFC 2002, Basler 2002 und Berndt 2002.

1. Übergreifende Trends und Innovationen bei Verpackungen

- Der **Getränkemarkt** ist gekennzeichnet durch einen hohen Anteil neuer Produkte. Oft handelt es sich hierbei nicht um echte **Produktinnovationen**, sondern um **Produktvariationen** (z.B. neue Geschmacksrichtungen) und um **Produktkombinationen** (z.B. TeaFruit). Hinzu kommt die Einführung regionaler Spezialitäten und **funktionaler Getränke** (z.B. Isotonische Produkte). Dies hat Konsequenzen etwa in Form verkürzter Produktlebenszyklen und für die eingesetzten Packmittel und -stoffe.
- Um dem sinkenden Verbrauch von **Bier** entgegenzuwirken, wird seitens der Bierbrauereien verstärkt an der Gestaltung der Gebinde und Behälter in Form und Material gearbeitet. Die augenfälligste Neuerung im Bierbereich ist der **Einsatz von PET-Flaschen**. Hinzu kommen Innovationen bei etablierten Packmitteln (z.B. selbstkühlende Fässer).
- Auch im Produktsegment **Mineralwasser nimmt der Anteil der PET-Gebinde zu**. Im Premium- und Gastronomiebereich wird Glas aber weiterhin eine dominierende Rolle spielen. Immer mehr Hersteller hochwertiger **Fruchtsaftgetränke** verwenden ebenfalls **PET-Gebinde**. Zudem werden

immer häufiger die **Vorteile der Heißabfüllung** genutzt (Verbesserung der Haltbarkeit).

- In den letzten Jahren haben die **Wellness- und Energy-Getränke** einen **enormen Zuwachs** erzielt. Dazu kommen die Mineralstoff- oder Sportgetränke, Eistee-Produkte, aromatisierte Mineralwässer und Apperitifs ohne Alkohol.
- Der **Haupttrend bei der Packstoffentwicklung** ist die **Gewichtsreduzierung**. Damit verbunden sind aus Herstellersicht vor allem materialtechnische und kostenseitige Einsparungen. Wichtige gewünschte Eigenschaften für neue und weiterentwickelte Materialien sind u.a. Gasdichtigkeit, Produktneutralität, Formbeständigkeit, Bruchfestigkeit und Sicherheit. Entwicklungsschwerpunkte für neue Verpackungen liegen bei Formgebungsmöglichkeiten und bei der Optimierung des Energieverbrauchs bei der Herstellung.
- Bei den **Packmitteln** ist eine deutliche Zunahme der **Vielfalt und Formen** offensichtlich. Die Verpackung (z.B. Flaschen) dient zunehmend als Image-träger. Es ist ein **Trend zur Individualisierung der Verpackungen** zu erkennen, der sich in Innovationen im Verpackungsdesign widerspiegelt.
- Aufgrund langjähriger Forschungs- und Entwicklungsarbeit ist **PET** heute der **innovativste und zukunftsweisendste Werkstoff** für Getränkeverpackungen. Über alle Getränke hinweg hat die PET-Flasche ihren Siegeszug angetreten, und es wird allgemein mit einem weiteren Wachstum gerechnet. PET weist eine hohe Festigkeit und eine überdurchschnittlich hohe chemische Beständigkeit auf. PET-Flaschen werden sowohl in Einweg- als auch in Rück- und Mehrwegsystemen angeboten. Sortenrein gesammeltes PET ist vollständig wiederverwertbar, so dass diesem Material auch deshalb weitere Wachstumspotenziale zugeschrieben werden.
- Aus **Verbrauchersicht** steht der sog. "Convenience-Gedanke" im Vordergrund. Dieser äußert sich u.a. im **Trend zu kleinen Verpackungsgrößen**, verbrauchergerechten Packungsformen und Verschlusssystemen (z.B. Push-Pull-Verschlüsse). Trotz **zunehmender Verwendung von PET-Mehrweggebinden** gibt es im Convenience-Bereich immer noch einen **Trend zur Einwegverpackung**.
- **Packstoff- und Packmittelübergreifend** wird an der weiteren **Optimierung des Herstellungsprozesses** gearbeitet. Der damit verbundene Trend zur Einsparung von Energie, Materialien und Kosten bei der Herstellung ergibt sich u.a. durch die **energetische Nutzung von Prozesswärme**. Durch zunehmende Produktdifferenzierung (z.B. Aufbau von Premiumsegmenten,

Modegetränke) ist eine individuelle Auslegung von Produktionslinien notwendig, dem mit dem **Trend zur Modulbauweise** entgegengekommen wird.

- **Ein- und Mehrweganteile** verändern sich weiter zu Gunsten von Einweg. Der Verbrauch von Getränken in Mehrwegverpackungen dürfte nach Einschätzung von Experten auch weiterhin abnehmen, der Verbrauch von Einwegpackungen hingegen ansteigen. Bei der Beurteilung von Getränkeverpackungen steht die Differenzierung "Mehrweg-Einweg" nach wie vor im Vordergrund. Die Differenzierung nach "ökologisch vorteilhaft - ökologisch unvorteilhaft" hat sich noch nicht durchgesetzt.

2. Trends bei Packhilfsmitteln sowie Um-, Verkaufs- und Transportverpackungen

- Alternativ zu klassischen Papieretiketten (Nassleimverfahren) sind u.a. **selbstklebende Etiketten** stark im Kommen. Alternativ zum direkten Bedrucken bietet sich der **No-Label-Look** an, bei dem der Behälter (meist komplett) mit einem hoch transparenten Etikett (unter Erhalt der Grundfarbigkeit des Behälters) ausgestattet wird. Bei der **leimlosen Etikettierung** setzen sich Verfahren durch, bei denen (Kunststoff-)Etiketten durch Dehnen oder Schrumpfen an das Packmittel gebracht werden.
- Neben Design-, Druck- und Klebeentwicklungen gibt es bei den Etiketten einen Trend hin zum "**intelligenten Etikett**", welches u.a. Auskunft über Absatz, Lager- und Haltbarkeit liefert: Über **temperaturempfindliche Etiketten** (Verfärbungen ab bestimmten Temperaturen) könnte der Nachweis der unterbrochenen Kühlkette erfolgen. Auch an Diebstahlsicherungen für hochwertige Produkte wird gedacht (Einschweißen von Transpondern). Neben konventionellen Verfahren für den Verpackungsdruck **gewinnt der digitale Druck an Bedeutung**.
- Mit einer Zunahme der Gestaltungsformen der Verpackungen nimmt auch die **Vielfalt bei den Verschlüssen** zu. (Material-)Innovationen betreffen meistens Kunststoff. Mit neuartigen Verschlüssen kann u.a. die Explosions- oder die Berstgefahr bei kohlenensäurehaltigen Getränken durch eine Ventilationsfunktion gesenkt werden.
- Bei **Gebinden/Kisten** wird, ähnlich wie bei der Flaschengröße, auch bei der Gebindegröße auf die veränderte demographische Zusammensetzung und neue Haushaltsgrößenverhältnisse reagiert. Somit werden zunehmend

unterschiedliche Gebindegrößen angeboten, die außerdem individuell kombiniert werden können.

- Ein Trend auf dem **Weinmarkt** ist der **Einsatz von alternativen Verschlussvarianten zum Naturkorken**. Als Alternativen bieten sich - voraussichtlich eher im Niedrigpreissegment - Kron- und Kunststoffkorken sowie die Abfüllung in Getränkekartons an.

3. Entwicklungen bei Prozesstechnik und Maschinen

- Um eine hohe Flexibilität zu erreichen und zeit- und kostenoptimal zu verpacken, wird immer mehr auf **Systemlösungen** (inklusive Planung und Ausführung) **und Modulbauweise** (Baukastensystem) gesetzt.
- Ein Hauptaspekt bei der Weiterentwicklung des Herstellungsprozesses ist die **Erhöhung der Verarbeitungsgeschwindigkeit** der Produktlinien mit Hilfe der Fortschritte in der Mikroelektronik und in der Prozesstechnik. So ist heute der **Einsatz der Bustechnik auch in kleineren Anlagen** möglich.
- Wichtigste Neuerung bei der Abfülltechnik war in den letzten Jahren die **kaltseptische Abfüllung für alkoholfreie und CO₂-freie Getränke in Kunststoffbehälter**, da die zumeist verwendeten PET-Flaschen nur eine geringe Hitzebeständigkeit aufweisen.
- Insgesamt gesehen ist eine weitere **Steigerung des Automatisierungsgrades** der Verpackungsanlagen für Getränke zu erkennen. **Beim Flaschentransport** stehen für einen leisen und materialschonenden Transport **neue Produkte** zur Verfügung wie Lufttransporteure für Kunststoffbehälter oder Transporteure aus wassergeschmierten Kunststoffmanschetten.

4. Trends bei der Verwertung

- Aus Verwertungssicht **erhöht die Material- und Farbenvielfalt bei Verpackungen** deutlich **die Anforderungen an die Organisation des Recycling-Prozesses**. Auch eine weitere Zunahme des Anteils Convenience-orientierter Nischenprodukte könnte die Recyclingquoten negativ beeinflussen.
- Bei der Sortierung sollen technologische Innovationen die **Sortenreinheit des Recyclingmaterials**, den Automatisierungsgrad und den Umsatz erhö-

hen. Durch den Einsatz von **Nah-Infrarot-Spektroskopie** sowie **optischer Systeme** wird die Sortierung verbessert.

- Die Mehrweganteile bei Mineralwasser und Bier nehmen kontinuierlich ab, da v.a. die Mehrwegflasche aus Glas immer seltener gekauft wird. Der **vermehrte Verbrauch von Bierdosen und Einweg-PET-Flaschen** für Mineralwasser **erhöht den Anfall des zu recycelnden Materials**.
- Durch den zunehmenden Anteil von beschichteten Packstoffen (z.B. Multilayer- und Barrieretechnologie) werden zukünftig andere Anforderungen an die Entsorgung gestellt. Bei **steigenden Anteilen von Mischkunststoffen** sind neue, weiterentwickelte Verfahren z.B. zur Trenntechnik notwendig, um die erforderliche Qualität der Recyclingprodukte beizubehalten. Zurzeit stellen die geringen Anteile an Mischkunststoffen noch kein Problem dar.

TAB

III. Packstoffe, Packmittel und Getränke - eine Kurzanalyse technologischer Entwicklungen

1. Packstoffe

1.1 Glas

Glas ist das **klassische Verpackungsmaterial** für Getränke, da es geschmacksneutral, gasdicht und temperaturbeständig ist. Trotz einer Zunahme alternativer Packstoffe werden nach wie vor 80 % aller Getränke in Glas abgefüllt (Aktionsforum Glasverpackung 2002). Alle Getränkesegmente sind vertreten - entweder in klassischer Form oder auch in modernem Gewande:

- Alkoholische Getränke wie Bier, Wein, Sekt und Spirituosen,
- Alkoholfreie Getränke wie Mineralwasser, kohlenstoffhaltige Erfrischungsgetränke (Colas und Limonaden), Fruchtsäfte sowie Nektare, Fruchtsaftgetränke und Mixgetränke,
- Milch und Milchgetränke.

Nachteilig beim Packstoff Glas ist v.a. dessen relativ hohes Gewicht, das - je nach Fassungsvermögen - bis zu 45 % des Gesamtgewichts ausmacht und sich wesentlich auf die Transportkosten auswirkt. Deshalb ist die **Leichtglastechnologie**, die das Glasgewicht verringert und die -festigkeit erhöht, indem v.a. die Formgebung (gleichmäßigere Wandstärken) verbessert wird, **ein wichtiger Trend** bei der Glasherstellung.

- Seit Ende der 1960er Jahre hat die Leichtglastechnologie zu Gewichtseinsparungen von durchschnittlich einem Drittel, teilweise bis zu 50 % geführt (AFC 2002, S. 28). Auch durch die permanente Weiterentwicklung der Maschinen- und Verfahrenstechnik ist weiterhin mit Gewichtsreduktionen bei Glas zu rechnen. Neben **Materialeinsparungen** bringt die Leichtglastechnologie auch **Energieeinsparungen** beim Produktionsprozess und den Transporten sowie Produktivitätssteigerungen mit sich. Diese Gewichtseinsparungen führen zu höheren Produktionsgeschwindigkeiten und somit zu höherer Produktivität. Die Recyclingfähigkeit bzw. Wiederverwertbarkeit von Glas wird durch die Leichtglastechnologie nicht beeinflusst.

- Entscheidender für den Packstoff Glas könnten allerdings Entwicklungen im Bereich der **Beschichtung in Kombination mit der Leichtglastechnologie** werden. Hierbei wird die Glasoberfläche gegen Beschädigung auf dem Weg zum Verbraucher mit einer dünnen Polymerschicht überzogen. Dies erhöht die Gebrauchsfestigkeit um bis zu 50%. Die Beschichtungen sollen ermöglichen, die Glasdicke und somit das Gewicht weiterhin zu reduzieren, und dies bei bleibender bzw. steigender Festigkeit (AFC 2002, 28 f.).
- Der Einsatz von **Glasflaschen aus der Leichtglastechnologie im Mehrweg** ist aufgrund der Stabilitätsansprüche **zurzeit nicht möglich**. Durch eine **Beschichtung** wird die Mehrwegfähigkeit der **Leichtglasflaschen** nicht erhöht, da diese im Mehrwegverfahren durch Abrieb zu schnell ihre Schutzeigenschaft verliert (AFC 2002, S. 29).
- Bei der Herstellung gewinnen Systeme an Bedeutung, die die **Prozesswärme aus der Glasschmelze zurückführen**, um sie in anderen Verfahrensschritten nutzen zu können, beispielsweise zur Vorwärmung des Schmelzgutes. Bei der Schmelztechnik führt die gesteuerte Zufuhr von Luft-Gas-Gemischen zu optimierten Verbrennungsbedingungen mit minimalem Schadstoffausstoß. Zudem fallen in moderneren Prozessen weniger Abfälle an. Die elektronische Überwachung aller Prozessaktivitäten minimiert Fehlproduktionen (AFC 2002, S. 29/30).
- Durch **Glas im Verbund mit Kunststoff** könnten - in ferner Zukunft - die Vorteile von Glas (Undurchlässigkeit, Klarheit) mit denen des Kunststoffes (Leichtigkeit, Elastizität) kombiniert werden. Nach dem Prinzip der Multilayerflaschen hätten diese dann eine PET-Haut. So könnten Nachteile des Glases, wie Zerbrechlichkeit und Gewicht, kompensiert werden (VR 2000, S. 28/29).

1.2 Kunststoffe

Kunststoffe haben den Vorzug **geringen Gewichtes** und **guter Verarbeitbarkeit**. Sie werden zunehmend für fast alle Getränkearten zur Verpackung eingesetzt. Der Unternehmensberatung Frost&Sullivan zufolge ist größter Ländermarkt für Lebensmittel- und Getränkeverpackungen aus Kunststoff Frankreich mit 18,7% Marktanteil, gefolgt von Italien mit 18,0%. Deutschland liegt an dritter Stelle mit 17,2%, wird jedoch in den nächsten Jahren hinzugewinnen (www.chemical-newsflash.de).

Treibende Kraft der Wachstumspotenziale von Kunststoffen in der Lebensmittel- und Getränkeverpackungsindustrie ist vor allem der steigende Absatz verzehrfertiger, abgepackter Nahrungsmittel (also auch von Getränken jeglicher Art). Ferner spielen neue Technologien und verbesserte Materialeigenschaften von Kunststoffen eine wichtige Rolle. Entsprechend liegt ein Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeit auf der Optimierung von Zähigkeit, Festigkeit, Verarbeitungsgeschwindigkeit, Hitzebeständigkeit und Reinheit (www.chemical-newsflash.de).

Eine Stärke von Kunststoffen ist ihr **hoher Convenience-Faktor**. Da sich Kunststoff in unzählige Formen bringen lässt, kann verschiedenen Verbrauchervünschen und sonstigen Trends Rechnung getragen werden. Auch erleichtert das geringe Gewicht von Kunststoffen den Transport von Getränkekisten. Handliche Sportflaschen, die auf Druck das Trinken in Kombination mit einem **Push-Pull-Sportverschluss** erleichtern, werden von immer mehr Anbietern auf den Markt gebracht. In Zukunft ist davon auszugehen, dass die verwendeten Verschlussarten noch stärker den Wünschen der Verbraucher entsprechen: **Öffnen ohne Hilfsmittel, Wiederverschließbarkeit und Qualitätssicherung** (Aloca 2000). Die Umsetzung dieser Anforderungen wird nur mit Kunststoffen möglich sein.

PET (Polyethylenterephthalat)

PET - ein Kunststoff aus der Gruppe der Polyester - ist **der in der Getränkeindustrie am häufigsten verwendete Kunststoff**. Er wird aus Erdöl oder Erdgas hergestellt.

Neuerungen bei der PET-Entwicklung erschließen immer mehr Möglichkeiten der Verwendung. So wird mittlerweile auch Bier in PET-Flaschen abgefüllt. Grundlage dafür ist eine **Beschichtung des Materials**, um Geschmacksbeeinträchtigungen auszuschließen und die Haltbarkeit zu gewährleisten. Die Beschichtung hat eine sog. Barriere-Funktion, die eine Reaktion von Sauerstoff mit dem abgefüllten Produkt und das Entweichen von CO₂ verhindern soll. Die Optimierung dieser Barriereeigenschaft ist eine der größten Herausforderungen, da dies helfen könnte, neue Märkte zu erschließen (Berndt 2002, S. 13). Ein wichtiger Trend bei der PET-Flaschen-Herstellung ist der **Einsatz von Recycling-PET**. Zurzeit beträgt der Recycling-Anteil nach Schätzung von Experten mit wachsender Tendenz rund 50%. Momentan ist jedoch die Verfügbarkeit von Recycling-Material noch ein limitierender Faktor für einen weitergehenden Einsatz (Basler 2002, S. 19).

Im Gegensatz zum Glas ist beim PET eine Mehrwegverwendung oder der Einsatz von Recycling-Material schwierig, da das Material nicht immun gegen Farbveränderungen, Geruchs- oder Schadstoffverunreinigungen ist. Das Recyclingmaterial muss also wirksam gereinigt werden oder darf nicht mit Lebensmitteln in Kontakt kommen.

Setzt sich die Entwicklung eines **hitzebeständigeren und auf Druck reagierenden (squeezable) PETs** durch, ist mit einer Zunahme des Gebrauchs dieses Packstoffes bei den Getränken zu rechnen, die eine Heißabfüllung erfordern. In Zukunft könnten nahezu alle Getränkearten in PET-Packmitteln abgefüllt werden. An entsprechenden Weiterentwicklungen wird gearbeitet.

PEN (Polyethylennaphthalat)

PEN ist die "ausgereifere Variante des PET" (AFC 2002, S. 23): Es ist **hitzebeständiger, UV-abweisender** und hat **bessere Sperreigenschaften** - kann also auch **bei Getränken** mit Heißabfüllung eingesetzt werden. Packmittel aus PEN können auch heißer gereinigt werden (Mehrweg). Allerdings ist seine **Dauerbiegefestigkeit geringer** und der **Rohstoffpreis ist dreimal höher als bei PET**. Es ist aber denkbar, dass PET-Behälter mit PEN beschichtet werden, denn im Vergleich zur unbeschichteten PET-Flasche steigt die Barrierewirkung gegenüber Sauerstoff um 30-35 %, gegenüber Kohlendioxid um den Faktor 7 (Chemie 2000).

Der **hohe PEN-Preis** ist noch ein **wesentliches Hemmnis** für eine flächendeckende Einführung. Die Massenproduktion und der technische Fortschritt könnten aber nach Meinung von Experten schnell zu wirtschaftlichen Preisen führen und PEN den Einzug in die Getränkeverpackungsindustrie ermöglichen (AFC 2002, S. 23).

Polyolefine

Polyolefine ist eine Sammelbezeichnung für alle Kunststoffe, die durch Polymerisation von Alkenen (Ethylen, Propen) entstehen. Die wichtigsten Polyolefine sind Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP), die in Deutschland über 50 % des gesamten Kunststoffmarkts ausmachen (AFC 2002, S. 24).

PE ist **einer der vielseitigsten thermoplastischen Kunststoffe**. Aus PE können sowohl das weiche und besonders flexible Low Density-PE als auch das steifere und abriebfestere High Density-PE hergestellt werden. Ersteres ist kältebeständig bis -50°C und wärmebeständig bis maximal $+60^{\circ}\text{C}$. High Density-

PE hat eine Kältebeständigkeit bis -50°C und eine Wärmebeständigkeit von maximal $+90^{\circ}\text{C}$. HD- und LD-PE kommen bei Getränkeverpackungen meist im Verbund vor und werden aufgrund ihrer vorteilhaften Eigenschaften (**günstig, leicht, kältebeständig**) auch weiterhin für die Verpackungsindustrie nicht verzichtbar sein.

PP ist in seinen Eigenschaften PE sehr ähnlich: matte Oberfläche und milchig trüb. Propylen fällt - ähnlich wie Ethylen - als Nebenprodukt bei einigen Raffinerieprozessen (z.B. Benzinherstellung, Pyrolyse) an und wird dann gezielt separiert. Dieser Kunststoff wird in der Verpackungsindustrie v.a. als **Beschichtung für Verbundverpackungen** verwendet. Frost&Sullivan erwarten, dass die Verwendung von PP bei der Herstellung von Getränkeverpackungen zunehmen wird.

Bei Polyolefinen geht ein **wichtiger Trend** dahin, durch den Einsatz von metallorganischen Katalysatoren **die Produkteigenschaften wie Zähigkeit, Festigkeit, Hitzebeständigkeit und Reinheit zu verbessern**. Folien und starre Verpackungen kämen mit geringeren Dicken aus und böten dadurch ökonomische wie ökologische Vorteile. Die Möglichkeit zur Herstellung mehrschichtiger Produkte (Koextrusionstechnologie) hat die **Entwicklung innovativer Verpackungen auf der Basis von Mehrschichtfolien** ermöglicht und das Marktspektrum erweitert (www.chemical-newsflash.de).

1.3 Weißblech

Weißblech, das in der Getränkeverpackungsindustrie eingesetzt wird, ist kaltgewalztes Stahlblech, das mit einer Zinnschicht elektrolytisch gegen Korrosion überzogen wird. Wie bei allen Packstoffen steht auch hier der **Gewichtaspekt im Vordergrund**. Um Gewicht zu reduzieren und um variable Dosenformen herzustellen, wird Weißblech zunehmend aus Sandwich-Stahl hergestellt, einem Verbundstahl aus einer Stahlschicht zwischen zwei Polymerschichten. **Produktdifferenzierungen** werden auch **durch den Einsatz neuer Verfahren** möglich. Hierdurch können leichtere und damit wirtschaftlichere Formgebungen erfolgen (AFC 2002, S. 32).

1.4 Aluminium

Aluminium wird aus Bauxit gewonnen und in der Getränkeindustrie sowohl für Dosen als auch als Schicht in den Verbund von Getränkekartons eingesetzt, um den Licht- und Sauerstoffkontakt zum Getränk zu verhindern. Aluminium ist neben seinen guten Barriereeigenschaften gegenüber Licht, Gas, Dampf und Keimen vor allem **gut formbar, leicht und korrosionsbeständig** (AFC 2002, S. 32).

Ein **entscheidender Trend** auch bei Aluminium sind **Gewichtseinsparungen**. Neue Walztechniken und Aluminiumlegierungen ermöglichen immer dünnere Aluminiumfolien und -wände, was beispielsweise bei der 0,33-Liter-Dose in den letzten 20 Jahren schon zu Gewichtseinsparungen von 40 % führte. Auch die **Recyclingfähigkeit von Aluminium** ist ein **vielversprechender Trend**, da die Produktion von Sekundäraluminium - also die Wiedergewinnung - nur 5 % der Energie, die für die Primäraluminiumherstellung gebraucht wird, benötigt. Nach Angaben des Gesamtverbandes der Aluminiumindustrie e.V. liegt die Recyclingquote - bei Verpackungen allgemein - derzeit bei 72 % (www.aluinfo.de).

2. Packmittel

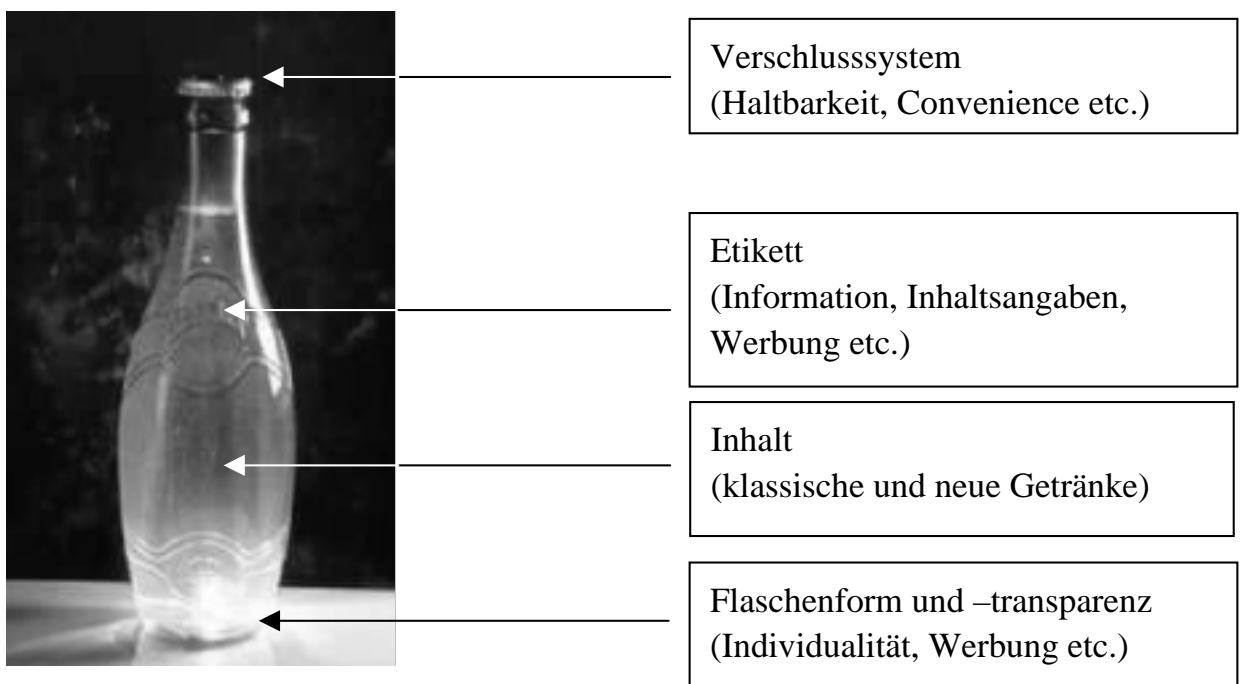
2.1 Flaschen

Die Flasche ist das wichtigste Packmittel auf dem Getränkemarkt (AFC 2002, S. 36). Auch Flaschen werden als Imageträger des zu verpackenden Produkts und als Werbung für die herstellende Firma verstanden. Auf der Suche nach Alleinstellungsmerkmalen für das Abfüllprodukt kommt dem Flaschendesign eine immer größere Bedeutung zu (AFC 2002, S. 37). **Innovationen beim Verpackungsdesign** führen dazu, dass bei Flaschen die Vielfalt der Formen stetig zunimmt. Abbildung 1 verdeutlicht, welche Flaschenteile sich eignen, um das Marketing attraktiver zu gestalten.

Die **Gewichtsreduktion** ist ein weiterer **wesentlicher Trend**. Neben der bereits beschriebenen Leichtglastechnologie werden Flaschen zunehmend aus PET und PEN hergestellt. Diese Kunststoffe sind leichter als Glas und reduzieren die Transportkosten. Ferner erleichtern Kunststoffflaschen dem Konsumenten den Transport und geben einen breiteren Spielraum für vielfältige, innovative Marketingmaßnahmen.

Glasflaschen sind im Gegensatz zu PET-Flaschen **CO₂-abweisender** und relativ **geschmacksneutral**. Deshalb wird vor allem Wein fast ausschließlich in Glasflaschen abgefüllt. Neben der Geschmacksneutralität ist die "Sichtbarkeit" entscheidend: Wein lässt sich besser verkaufen, wenn der Kunde z.B. dessen Farbe erkennen kann und die Flasche in ihrer Form und Etikettierung ansprechend ist. Ein weiterer Vorteil der Glasflasche ist, dass sie derzeit (neben dem Fass) das **einzig mehrwegfähige Packmittel** ist.

Abb. 1: Ansatzpunkte technologischer Trends bei Flaschen

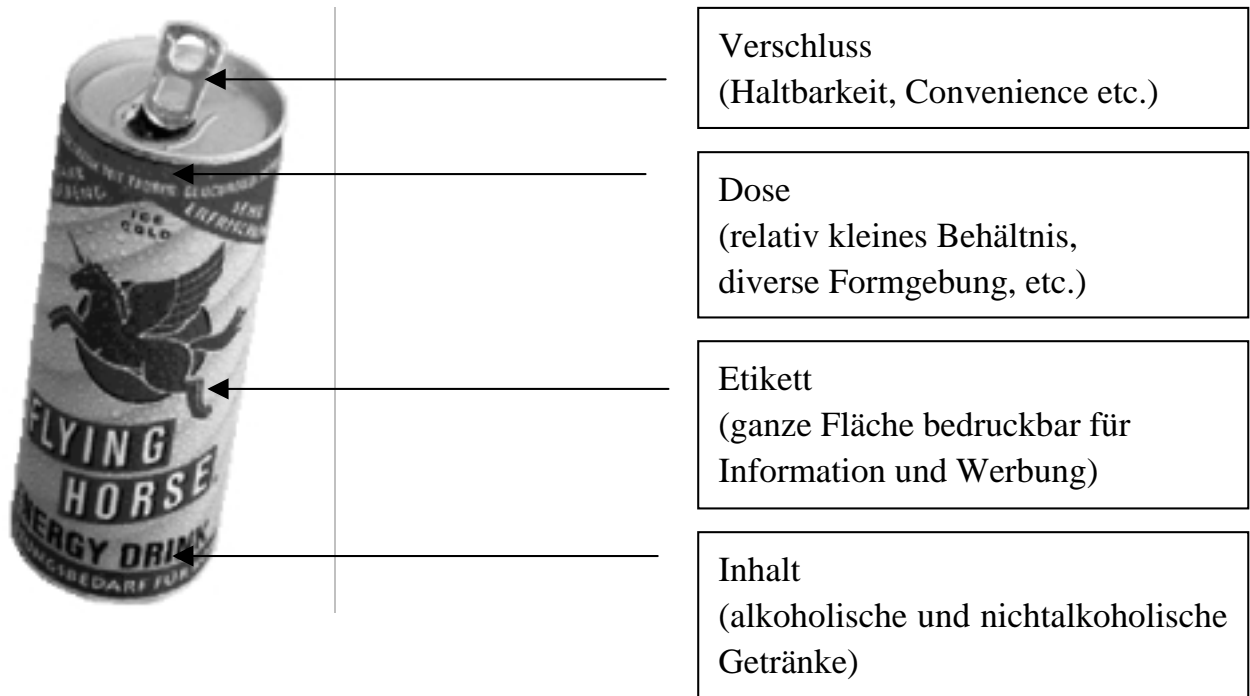


2.2 Dosen

In Deutschland bestehen die meisten Dosen aus Blech. Das Rohmaterial wird durch Reduktion aus Stahl gewonnen. Vor allem Bier und alkoholfreie Getränke mit CO₂, also Cola, Limonaden, Schorlen, werden in Dosen verpackt. (17% Bier, 10-20% alkoholfreie Getränke mit CO₂). Für andere Getränkesorten spielen Dosen eine untergeordnete bis gar keine Rolle. Beim Design und der Vermarktung von Dosen zeigen sich verschiedene Trends (Abb. 2).

Bei **Getränkedosen** geht der **Trend** weg von der klassischen Zylinderform hin zur individuellen Formgebung (AFC 2002, S. 39 f.):

Abb. 2: Ansatzpunkte technologischer Trends bei Dosen



- **Fühlbare Logos und Strukturoberflächen:** Das Dekor auf der Dosenoberfläche wird geprägt (Embossing) oder gedruckt. So können Markennamen oder Embleme dreidimensional ausgeprägt werden.
- **Verbesserte Drucktechniken und lumineszierende Farben:** Durch digitale Drucktechniken soll die fotografische Wiedergabe von Bildern ermöglicht werden. Hinzu kommen farbige oder bunte Dosenteile, die bei UV-Licht leuchten.
- Außerdem wurden so genannte **thermocrome Dosen** entwickelt - Dosen, die ihre Farben verändern und somit die Temperatur des Getränkes anzeigen.
- Eine Neuheit ist die **Zweikammerdose** (sog. Fresh-Can-Produkte), bei der unterschiedliche Ingredienzen bis zum Öffnen voneinander getrennt bleiben. Nach dem Zweikammer-Prinzip können auch durch Einbau einer Stickstoffkammer beim Öffnen der Dose durch austretendes Gas Schaumeffekte erzeugt werden (sog. Widget-Dose).
- Ferner wurde eine Dose entwickelt, die das Wasser eines Kaffees in der inneren Dosenschicht durch einen Motor auf 60°C erhitzt, den Konsumenten durch die äußere Dosenschicht jedoch vor dem heißen Getränk schützt.
- Ein weiteres neues Produkt ist die **wiederverschließbare Dose**, die die Formbarkeit der Flasche mit den Vorteilen der Dose (Luft- und Lichtun-

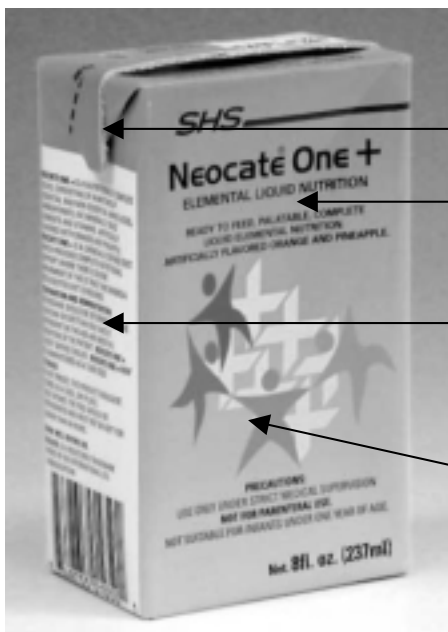
durchlässigkeit, Stabilität, sehr gute Bedruckbarkeit) verbindet und von zwei Seiten abfüllbar ist.

2.3 Getränkekartons

In Kartons werden verschiedene Getränke abgepackt, v.a. Milch und Säfte, aber auch andere kohlenstofffreie Getränke wie etwa Wein. Für Wein wäre aufgrund der Gasdichte und besonders der Lichtundurchlässigkeit der Getränkekarton ein ideales Packmittel. Allerdings findet dieser beim Kunden wenig Akzeptanz. Dies könnte sich durch Innovationen beim Design ändern.

Wie bei Flaschen und Dosen geht auch bei Getränkekartons der Trend hin zur **individuellen Formgebung** und **hochwertigen Ausstattung** (AFC 2002, S. 40). So wird versucht, das bisherige Billig-Image zu überwinden, indem zunehmend Marken- und Premiumprodukte in Kartons angeboten werden. Bei den Fruchtsäften erreichen Getränkekartons schon heute einen Anteil von 43 %. Innovationen bei Getränkekartons dienen vornehmlich der Verbraucherfreundlichkeit (Abb. 3). So setzen sich immer mehr **wiederverschließbare Verschlüsse** durch. Auffallend ist auch das zunehmende **Angebot von Multipacks** (6er-, 10er-Pack etc.).

Abb. 3: Ansatzpunkte technologischer Trends bei Getränkekartons



Verschlussanforderungen
(einfache Nutzung, Convenience)

Behältnis
(Karton, Beschichtungen)

Inhalt (zunehmend Marken-
und Premiumprodukte)

ganze Fläche bedruckbar
(Information, Werbung, etc.)

Getränkekartons weisen verglichen mit anderen Packmitteln ökologische Vorteile auf: Da Getränkekartons zu 75-80 % aus **Zellstoff** bestehen, sind sie sehr gut recycelbar, so dass Einweg-Getränkekartons eine ähnlich gute Umweltverträglichkeit wie Mehrweg-Glasflaschen haben. Kartons sind ferner im Verhältnis zum Gewicht des zu verpackenden Getränkes **sehr leicht** und lassen sich **gut**, d.h. ohne Raumeinbuße **stapeln und transportieren**.

Weitere Vorteile sind die **Luft- und Lichtundurchlässigkeit**. Nach Herstellerangaben beträgt die Durchlässigkeit bei Getränkekartons nur 4 % und liegt damit deutlich unter der Luft- und Lichtdurchlässigkeit von klaren Flaschen (92 %). Da Licht für die Zerstörung von Vitaminen verantwortlich ist und Sauerstoff Reaktionen auslöst, die die Produktqualität und den Geschmack beeinträchtigen, sind Getränkekartons besonders **gut für Milch, Säfte und auch für Wein geeignet** (www.tetrapak.de).

2.4 Sonstige

Fässer

Fässern kommt als Getränkeverpackung eine **sehr unterschiedliche Bedeutung** zu: Sie sind häufig bereits in den Produktionsprozess integriert, wie zum Beispiel bei Whisky oder Wein, die im Fass reifen und danach in Flaschen abgefüllt werden. Fässer dienen auch zum Transport und Ausschank. Bier wird beispielsweise in so genannte Kegs (kleine Stahlfässer mit Inhaltsvolumen von zehn bis 60 Liter) abgefüllt und direkt an die Schankanlagen angeschlossen.

Kegs sind **ökologisch günstig**, da ein Keg in seiner 25-jährigen Lebensdauer bis zu 200 Mal befüllt werden kann. Außerdem sind Kegs **geschmacksneutral**, der Sauerstoffkontakt bei der Befüllung und der Verlust von Kohlenstoffdioxid ist nur äußerst gering. Neben Bier hat sich die Verwendung von Kegs für alkoholfreie Getränke im letzten Jahrzehnt vollständig durchgesetzt.

Während sich Fässer aus Edelstahl und Kunststoffe wegen ihrer Hygieneigenschaften und Kostenersparnis mehr und mehr durchsetzen, sind Holzfässer zwar noch nicht ganz vom Markt verdrängt, ihr Einsatz nimmt aber deutlich ab (AFC 2002, S. 43).

Schläuche/Beutel

In einer bereits 1999 im Auftrage des Umweltbundesamtes durchgeführten Umfrage wurde festgestellt, dass sich lediglich 6,7 % der befragten Haushalte für Schlauchbeutel entschieden hatten. Diese relativ geringe Nachfrage lässt sich mit den Nachteilen der Beutel gegenüber Kartons erklären: Schläuche lassen sich nicht so gut stapeln und die begrenzte Folienfestigkeit birgt die Gefahr, dass der Beutel platzt. Er lässt sich **nicht wiederverschließen** und ist **umständlicher in der Handhabung**.

Wie der Getränkekarton ist der Schlauchbeutel ein Einwegbehälter und gilt dennoch als **ökologisch vorteilhaft**: So ist z.B. das Verhältnis zwischen Verpackung und Inhalt sehr günstig. Bei Schläuchen und Beuteln als Getränkeverpackung sind keine nennenswerten Innovationen festzustellen. Ein Trend deutet jedoch darauf hin, dass dieses Packmittel **trotz seiner Umweltvorteile** in Zukunft nur noch eine **untergeordnete Rolle** spielen wird (AFC 2002, S. 43).

2.5 Packhilfsmittel sowie Um-, Verkaufs- und Transportverpackungen

Neue Getränkearten und die zunehmende Verwendung neuer Verpackungssysteme haben Einfluss auf die **Etikettenherstellung**. Klassische Papieretiketten (Nassleimverfahren) werden weniger nachgefragt. Deshalb sind alternative Entwicklungen bereits am Markt oder angedacht.

Zu erwähnen ist der **No-Label-Look**, bei dem der Behälter aus Glas oder Kunststoff mit einem hochtransparenten Etikett ausgestattet wird. Die als Haftmaterial eingesetzten Klebstofffolien können exakt den Hintergrundfarben des Behälters angepasst werden. Der No-Label-Look bietet sich als Alternative zum direkten Bedrucken von Glas an. Bei der **leimlosen Etikettierung** setzen sich mehr und mehr Verfahren durch, bei denen die (Kunststoff)Etiketten durch Dehnen oder Schrumpfen an das Packmittel gebracht werden.

Eine weitere Entwicklung ist die hin zum **"intelligenten Etikett"**. Dieses liefert nicht mehr nur Informationen zum Inhalt, sondern auch über Absatz, Lager und Haltbarkeit (über Strichcodes, die mehr Informationen enthalten, als heute möglich). Selbst der Nachweis der unterbrochenen Kühlkette könnte zukünftig über das Etikett erfolgen, indem **temperaturempfindliche Etiketten** eingesetzt werden. Diese würden sich irreversibel verfärben, sobald eine zulässige Höchsttemperatur überschritten wurde (Decken 2001). Für hochwertige

Produkte (z.B. Champagner) ist angedacht, die Flaschen mit Etiketten auszustatten, in denen Transponder zur Diebstahlsicherung eingeschweißt sind.

Für den Verpackungsdruck können alle konventionellen Druckverfahren angewendet werden. Vorrangig kommen Tief-, Offset- und Flexodruck zum Einsatz. Von den konventionellen Druckverfahren werden dem **Flexodruck Wachstumschancen** vorausgesagt (White 1998). Mehr und mehr **an Bedeutung gewinnt der digitale Druck**. Dieser weist Vorteile bei Zeit und Kosten auf. Auch wenn dieser aus technischen Gründen derzeit nur für kleine Auflagen sinnvoll ist, ist damit dennoch eine hohe Individualisierung des Drucks möglich (www.publish-pool.com).

Mit einer Zunahme der Gestaltungsformen der Verpackungen nimmt auch die **Vielfalt bei den Verschlüssen** zu. Bei den Verschlüssen gibt es eine Reihe neuer (Material-)Innovationen. Hierbei steht Kunststoff an erster Stelle. Neben getränkenspezifischen Anforderungen müssen Verschlüsse dem Wunsch des Verbrauchers nach praktischer Handhabung nachkommen. Bekannt ist der herkömmliche Push-Pull-Verschluss an PET-Flaschen für stilles Wasser. Neuartige Verschlüsse können die Explosions- oder die Berstgefahr bei kohlenensäurehaltigen Getränken durch eine Ventilationsfunktion senken (Safety 2001).

Neuerungen bei den Packhilfsmitteln gibt es auch bei den **Gebinden/Kisten**. Ähnlich wie bei der Flaschengröße, wird auch bei der Gebindegröße auf die veränderte demographische Zusammensetzung und neue Haushaltsgrößenverhältnisse reagiert. Zunehmend werden neben den Standardgrößen (z.B. Sixpack, 12 Flaschen Wasser) **alternative Gebindegrößen** (z.B. 2er-, 3er-Packs) angeboten.

2.6 Prozesstechnik und Maschinen

Anders als früher, als die Verpackungsmaschinenindustrie aus einzelnen Spezialanbietern bestand, bietet der Maschinenbau heute **komplette Systemlösungen** an, die sich über den gesamten Verpackungsprozess (vom Heranführen des Packstoffes bzw. Packmittels an die Abfüllanlage bis hin zur Transportverpackung) erstrecken (AFC 2002, S. 48).

Um eine hohe Flexibilität zu erreichen und zeit- und kostenoptimal zu verpacken, wird mehr und mehr auf **Systemlösungen** (inklusive Planung und Ausführung) **und Modulbauweise** (Baukastensystem) gesetzt. Die Modulbauweise bietet den Vorteil kurzer Umrüstzeiten bei der Produktumstellung (z.B. durch

Schnellspannelemente). Dabei können neben großen Abfüllmengen auch Saison- und Nischenprodukte in einer einzigen Anlage verarbeitet werden.

Hauptaspekt bei der Weiterentwicklung ist die **Erhöhung der Verarbeitungsgeschwindigkeit** der Produktlinien. Ein entscheidender Einflussfaktor hierfür waren Fortschritte in der Mikroelektronik und in der Prozessortechnik zur Prozesssteuerung, -überwachung und Qualitätsanalyse (Feldbustechnik statt paralleler Feldverdrahtung). Der **Einsatz der Bustechnik auch in kleineren Anlagen** ermöglicht es, bei mehreren dezentralen Anlagenstandorten einen Kapazitätsausgleich durchzuführen.

Entwicklungen in der Abfülltechnik laufen parallel zur Packmittelentwicklung. Wichtigste Neuerung der letzten Jahre war hier die **kaltaseptische Abfüllung für alkoholfreie und CO₂-freie Getränke in Kunststoffbehälter**, da die zumeist verwendeten PET-Flaschen nur eine geringe Hitzebeständigkeit aufweisen. Kernelement dieser Technik ist die Schaffung von keimfreien Räumen in zwei Varianten: entweder wird die gesamte Abfüllmaschine oder aber jede einzelne Flasche zu einem keimfreien Raum gemacht.

Beim Flaschentransport stehen zum leisen und materialschonenden Transport **neue Produkte** zur Verfügung wie Lufttransporteure für Kunststoffbehälter (Transport der Flaschen erfolgt durch Luftströme an ihrem Kunststoffkragen), Transporteure aus wassergeschmierten Kunststoffmanschetten und Gidelineer (mehrbahnige Transporteure basierend auf dem Prinzip der schiefen Ebene). Insgesamt gesehen ist eine weitere **Steigerung des Automatisierungsgrades** der Verpackungsanlagen für Getränke zu erkennen. Die technischen Voraussetzungen für den Betrieb personalfreier Anlagen sind gegeben (AFC 2002, S. 52).

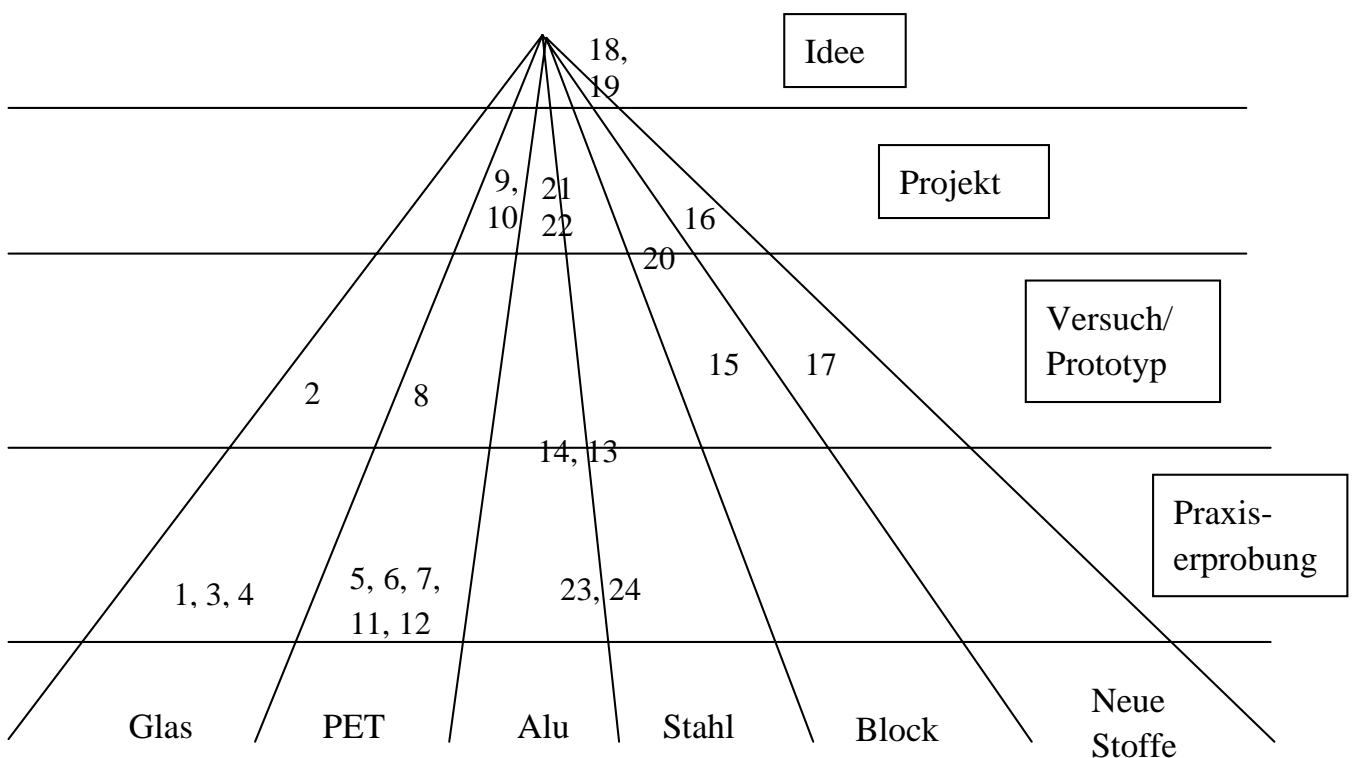
3. Marktreife ausgewählter technologischer Innovationen

In Abbildung 4 wird exemplarisch ein Überblick über Trends und Innovationen bei Getränkeverpackungen gegeben; diese werden qualitativ nach ihrer Marktreife eingeordnet. Die aufgeführten Trends und Innovationen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Dabei werden nach Basler (2002) in einer grob qualitativen Darstellung vier Kategorien gebildet:

- "Praxiserprobung" steht für Innovationen, die bereits am Markt umgesetzt sind, d.h. der Schritt zur Innovation wurde erfolgreich getätigt.

- "Versuch/Prototyp" bedeutet, dass die vollständige Marktreife noch nicht erreicht ist, dass aber bereits erste Serien anlaufen.
- "Projekt" heißt, dass erste Planungsschritte angelaufen sind, aber noch kein Prototyp hergestellt wurde.
- Mit der Kategorie "Idee" wird die Phase im Innovationsprozess charakterisiert, in der allenfalls erste Ideen und Entwürfe existieren.

Abb. 4: Ausgewählte Trends und Innovationen bei Getränkeverpackungen gemäß ihrer gegenwärtigen Marktreife



Legende: Leichtglas mit Beschichtung (1), Leichtglas mit Beschichtung und Härtung (2), Nutzung von Prozesswärme (3), Sauerstoff- oder Lonox-Schmelzwannen (4), Multilayer mit Recycling-PET (5), Supercycle-Verfahren (6), UN-PET (bzw. URRC-Verfahren) (7), weiterführendes Leicht-PET (8), temperatur- und laugenresistente (Mehrweg-)PET (9), weitergehende Gewichtsreduktion bei PET-Flaschen (10), Multilayer (Nylon, EVOH), Beschichtungen (SiO_x, C) (11), aseptische Kaltabfüllung PET (12), Dose aus Sandwich-Stahl (Polymeren-Schicht) (13), leichte Dose (14), Folie aus Kunststoff statt Alu in Blockpackungen (15), Dose aus Magnesium (16), Flasche aus Kartonabfällen (17), duftende Getränkeverpackungen (18), sprechende Gebinde (19), neue Verpackungsformen bei Blockpackungen (20), digitales Drucken (21), Wiederverschließbarkeit (22), thermochrome Farben (23), fotorealistisches Printen (24).

Quelle: Basler 2002, S. 28

Aus dieser exemplarischen Zusammenstellung ist zu erkennen, dass die Marktreife dargestellter Trends und Innovationen unterschiedlich zu beurteilen ist.

Bei den klassischen Materialien wie Glas, Aluminium und Stahl, insbesondere auch bei PET, befinden sich viele Trends bereits in der Phase der Praxiserprobung. Bei Blockpackungen und bei neuen Stoffen überwiegen in dieser Darstellung Versuchs- und Prototypen und neue Produktideen. Mit einiger Vorsicht bestätigt diese Übersicht auch, dass im PET-Bereich der Innovationsprozess besonders dynamisch ist.

4. Getränke

4.1 Bier

Der Bierkonsum sinkt in Deutschland kontinuierlich. Wurden 1992 noch 142,0 Liter je Einwohner getrunken, waren es 2000 nur noch 125,5 Liter. Gründe dieser Entwicklung könnten ein zunehmendes Körper- und Gesundheitsbewusstsein sowie die Zunahme des Angebots neuer Getränke sein (AFC 2002, S. 56).

Bierbrauereien versuchen, neue Akzente im Biermarkt zu setzen und nutzen verstärkt Einweg-Gebinde (vor allem Dosen), um ihre Wettbewerbsposition zu verbessern (Tab. 1).

Tab. 1: Gebindetypen bei Bier (in %)

Gebindetyp	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Fassbier	22,7	21,7	21,0	19,9	19,5	19,3
Mehrwegflaschen	60,3	59,6	60,0	59,9	58,8	57,9
Einweg	17,1	18,7	19,0	20,1	21,7	22,8

Quelle: GVM 2001a

Die **auffälligste Neuerung** ist, dass Großbrauereien Bier in **PET-Flaschen** anbieten und damit v.a. Bierdosen substituieren wollen (Mödinger 2001, S. 22 f.).

4.2 Wein und Sekt

In Deutschland wurden im Jahre 2000 19,6 Millionen hl Wein und Sekt getrunken. Damit war Deutschland der weltweit drittgrößte Verbrauchsmarkt für

Weine und Schaumweine. Obwohl aus Traditionsgründen nach wie vor überwiegend der Naturkorken als Verschluss der Wein- und Sektflaschen eingesetzt wird, ist folgender Trend beobachtbar: Naturkorken sind auf dem Rückzug und **alternative Verschlussformen**, die ebenfalls eine einwandfreie Abdichtung, Sterilität, gleichbleibende Qualität gewährleisten, **nehmen zu**. Mögliche Alternativen sind Presskork, der mit Hilfe von Harz gebunden wird und deutlich billiger als Naturkork ist, sowie Kunststoffkorken, z.B. aus Polyethylen oder einer Gummi- bzw. Teflonmischung (AFC 2002, S. 60).

Kunststoffverschlüsse erfüllen die Anforderungen an Lagerung und Qualität (Gewährleistung einer einwandfreien Abdichtung, absolute Sterilität, gleichbleibende Qualität, geschmackliche Neutralität etc.) zwar besser als das (nachwachsende) Naturmaterial Kork, jedoch ist deren Verbraucherakzeptanz vergleichsweise gering. Ähnliches trifft auf die (lichtundurchlässigen) Getränkekartons zu, welche für Wein aus Verpackersicht ein optimales Packmittel darstellen; die Akzeptanz aus Verbrauchersicht ist jedoch gering (AFC 2002, S. 42). Glas bleibt das am weitesten verbreitete Packmittel, der Mehrweganteil lag 2000 nach Angaben des BMU bei 25,76 %.

4.3 Mineralwasser

Der **Pro-Kopf-Verbrauch** von Wasser **steigt kontinuierlich** und liegt bei rund 100 Litern pro Jahr. Das Produktspektrum reicht vom stillen Wasser über kohlenstoffreduziertes bis hin zum traditionellen kohlenstoffhaltigen Wasser. Hinzu kommen Heilwässer und Fruchtschorlen. Nach Angaben der Nielsen GmbH, wurden von November 2000 bis einschließlich Oktober 2001 5.635 Millionen Liter Wasser für über 2.302 Millionen Euro verkauft. Dies entspricht gegenüber dem Vergleichszeitraum des Vorjahres einer Zunahme von 10,4 %. Prozentual am stärksten wuchs das "stille Wasser" ohne CO₂, dessen Absatz um 42,0 % anstieg, Mineralwasser (Wasser mit CO₂) konnte ein Plus von 4,2 % verzeichnen und macht nach wie vor die Hälfte aller verkauften Wasser aus (Beisenherz 2002).

Im Mineralwassermarkt ist der **Mehrweg-Anteil auffallend hoch**: 90 % des Mineralwassers wird in Pfandflaschen verkauft. Allerdings ist auch hier ein verstärkter Trend zu PET-Gebinden zu beobachten.

4.4 Fruchtsäfte und fruchtsafthaltige Getränke

Im Jahr 2000 wurden 4,3 Mrd. Liter Fruchtsäfte, -nektare und stille Fruchtsaftgetränke hergestellt. Der Pro-Kopf-Verbrauch lag in Deutschland bei 40,6 Litern. Nach Angaben der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) deckt das Mehrweg-System des Verbandes der deutschen Fruchtsaftindustrie (VdF) mit einem Marktanteil von rund 80% den Großteil des Mehrweg-Volumens in der Fruchtsaftindustrie ab. Damit liegt der **Mehrweganteil oberhalb der anzustrebenden Mehrwegquote von 72%**.

PET-Gebinde setzen sich auch bei Fruchtsäften immer mehr durch. Es ist mittlerweile gelungen, die Vorteile der Heißabfüllung auch für Fruchtsäfte zu nutzen. Ein Getränkehersteller füllt seit April 2002 seine Fruchtsäfte in 330-ml-PET-Gebinden ab. Aufgrund der Heißabfüllung bei 85°C ist der Saft bei gekühlter Lagerung mehrere Monate haltbar (Schmalbach-Lubeca 2002).

4.5 Milch

Der Pro-Kopf-Verbrauch von Konsummilch ist in den letzten Jahren gesunken: Wurden 1994 67,8 kg Konsummilch verzehrt, waren es im Jahr 2001 noch 63 kg (Milch&Markt 2002). Ein Großteil der in Deutschland produzierten Konsummilch wird durch Erhitzen haltbar gemacht:

- Pasteurisierte Milch wird bei 72°-75°C kurz erhitzt, wobei nicht alle Mikroorganismen abgetötet werden können. Die Milch muss kühl gelagert werden und ist nur kurze Zeit - ca. fünf Tage - haltbar.
- H-Milch wird auf 135°-140°C "ultraheißerhitzt", wodurch alle Mikroorganismen abgetötet werden. Anschließend wird die Milch aseptisch verpackt und ist mindestens acht Wochen haltbar.
- So genannte Sterilmilch wird bei 110°-120°C in einem geschlossenen Behälter (zumeist in Flaschen) sterilisiert. Alle Mikroorganismen werden abgetötet und die Milch ist mehrere Monate haltbar.

Haltbare und pasteurisierte Milch wird hauptsächlich in Getränkekartons verpackt, Frisch- und Sterilmilch in Flaschen. Die Milchindustrie arbeitet daran, die Eigenschaften von Mehrwegflaschen, Kartonverpackungen und Schläuchen zu verbessern (www.milch-markt.de).

PET ist bei Milchverpackungen bisher wenig verbreitet, dafür findet HDPE als Milchverpackung Verwendung. Durch die verschiedenen Anforderungen

an die Haltbarkeit besteht diese Verpackung aus bis zu sieben HD-PE-Lagen, für pasteurisierte Milch ist eine HD-PE-Lage ausreichend.

4.6 Neue Getränke

Einen **enormen Zuwachs** hat der Getränkemarkt in den letzten Jahren **im Bereich der so genannten Wellness- und Energy-Getränke** erfahren. Darunter fallen Mineralstoff- oder Sportgetränke, die u.a. mit den Vitaminen ACE angereichert sind, außerdem Eistee-Produkte, aromatisierte Mineralwässer und Aperitifs ohne Alkohol. Zu den Modegetränken zählen ferner alkoholische Mischgetränke und die mit Koffein oder anderen Aufputschmitteln angereicherten Energydrinks. Bezüglich der Verpackung gibt es eine große Vielfalt an Packmitteln, Farben und Formen. **Langfristig dürfte sich aber auch hier die PET-Flasche durchsetzen** (AFC 2002, S. 65).

4.7 Marktentwicklung

Einen Überblick über die Größenordnung relevanter Marktanteile gibt Abbildung 5. Aufgeführt sind alkoholische und nichtalkoholische Getränke sowie Wasser, deren Entwicklung im Pro-Kopf-Verbrauch über einen Zeitraum von 1992 bis 2000 und der Pro-Kopf-Verbrauch im Jahre 2000. Daneben ist die Mengenrelevanz der jeweiligen Verpackungssysteme dargestellt mit Bezugsjahr 1997. Zu erkennen sind die jeweiligen Hauptverpackungsmaterialien, deren Marktanteile sowie eine Zuordnung zu Ein- und Mehrweg (Berndt 2002).

Abb. 5: Zusammenstellung von Marktentwicklung, Verbrauch und Mengenrelevanz der Verpackungssysteme bei Getränken

Produkte	Marktentwicklung 1992 - 2000 über den gesamten Zeitraum	Verbrauch 2000 Liter/Kopf	Mengenrelevanz Verpackungssysteme	
			Einweg 1997	Mehrweg 1997
Alkoholische Getränke	Bier	Pils • Export • Weizen • Helles/Lager • Alt & Dunkel • etc. Weinbrand/ Cognac • Rum • Liköre und Kräuterspirit • Klare • Rotwein • Weisswein • Rosé Deutscher Sekt • Champagner • Prosecco • Australischer Sekt • etc.	Gesamt ca. 24% ***	Gesamt ca. 76% ***
			Glas ca. 3%	Glas ca. 64%
			Dose ca. 21%	Kunststoff ca. 64%
			Getränkkarton 7%	sonstige 0%
Alkoholfreie Getränke	mit CO ₂	Cola, Cola-Mix • Limonade • Bittergetränke • Schorle • etc. Fruchtsäfte • Fruchtsaft- getränke • Gemüsesäfte • Nektare • Eistee • etc.	Gesamt ca. 22% ****	Gesamt 78% ****
			Glas 10%	Glas 36,7%
			Dose 12%	Kunststoff 49%
			Getränkkarton 0,3%	sonstige 2%
Wasser	Mineralw + arom. Wasser + Quell- u. Heil- wasser + Tafelwasser	Mineral- wasser, Heil- wasser und Tafelwasser	Gesamt ca. 14% ****	Gesamt ca. 88,3% ****
			Glas 7,7%	Glas 88,3%

Legende:

					0 - 25 %
> +12	+12 bis +4	+4 bis -4	-4 bis -12	< -12	25 - 50 %
			* Entwicklung von 1992 -1997		
steigend	gleich- bleibend	fallend	** Daten aus 1997		
			*** Daten aus 1998		
			**** ergänzt durch 2000-Daten		

Quelle: Berndt 2002, S. 8, bearbeitet

TAB

IV. Umweltrelevante Trends

Im Zuge technologischer Innovationen haben sich in der Getränkeverpackungsindustrie zahlreiche positive ökologische Effekte im Blick auf Ressourcen- und Umweltschonung bei der Herstellung ergeben. Sie werden zunächst im Überblick dargestellt (Kap. IV.1). Daran schließen sich Ausführungen zu Trends beim Sammeln und Sortieren (Kap. IV.2) an, gefolgt von einer kursorischen Übersicht zur Situation bei der Verwertung (Kap. IV.3) und beim Mehrweg (Kap. IV.4). Die Ausführungen in Kapitel IV.2.-4. beanspruchen keine analytische Tiefe, da sie nicht Gegenstand des Untersuchungsauftrages waren. Sie dienen der Abrundung des Themas.

1. Herstellung

Bei der Herstellung von Getränkeverpackungen sind bislang wesentliche Material- und Energieeinsparpotenziale erschlossen worden. Sie werden im Folgenden packstoffübergreifend für Flaschen, Dosen und Kartons beschrieben.

Die **Leichtglastechnologie** ist ein wesentlicher Trend bei der Verbesserung der Ökoeffizienz der Herstellung von Flaschen. Neben Materialeinsparungen bringt diese Technologie Energieeinsparungen beim Produktionsprozess mit sich. Auch der Transport von Leichtglasflaschen benötigt weniger Energie als bei herkömmlichen Flaschen.

Neue **Schmelzwannentypen** (Sauerstoff- oder Lonox-Wannen) ermöglichen eine Reduktion des Energiebedarfs bei der Glasproduktion. Bei der **Verwertung von Abgas** (Turbine, Vorwärmen, Fernheizwerk) besteht weiteres Energiesparpotenzial. Eine Verbesserung der Energieeffizienz der Anlagen erfolgt durch die Optimierung der Nutzung von Erdgas und durch verstärkte Abwärmenutzung. Durch elektronische Überwachung wird der Ausschuss minimiert.

Heute lassen sich mit 1 kg Rohstoffen rund 10 Glasflaschen produzieren. Zum Vergleich: Das Gewicht einer 1-Liter-Softdrinkflasche betrug noch Anfang der 70er Jahre ca. 600 g. Heute stehen 90 g leichte 0,33-Liter-Einwegbierflaschen kurz vor einer breiten Markteinführung bzw. werden in Teilmärkten bereits erprobt. Damit ist die **theoretische Grenze bei der Materialverringerng noch nicht erreicht**. Außerdem sind Materialeinsparungen bei der Beschichtung und Härtung von Glas möglich (Basler 2002, S. 18).

Flaschen werden **zunehmend aus PET** (sowohl neuwertiges PET als auch Recycling-PET) hergestellt. Dieser Kunststoff ist leichter als Glas und trägt damit zu einer Reduzierung des Energieaufwandes bei. 1994 wog eine 1,5-Liter-Einweg-Flasche aus PET ca. 45 g, heute nur noch 32-35 g.

Die Verringerung des Materialbedarfs betrifft nicht nur die Flaschenproduktion, sondern auch die Gebinde für den Transport. Die Einführung von **Multipack-Solutions** ermöglicht beispielsweise eine Reduktion von Volumen und Gewicht und führt somit zu Treibstoffeinsparungen beim Transport. Grundsätzlich ist bei einem Vergleich von PET mit Glas der Transport der gleichen Menge Wasser in PET-Flaschen mit weniger Energieaufwand möglich (Basler 2002, S. 21).

Bei Dosen zeigen sich ebenfalls positive Trends: Sie werden zunehmend aus **Sandwich-Stahl** hergestellt, der leichter als Weißblech ist. Wog die klassische Stahldose 1951 noch 83 g und 1974 bereits 38 g, liegt das Gewicht einer Weißblechdose heute bei 21 g (AFC 2002, S. 38). Ähnlich ist die Entwicklung bei der Aluminiumdose: Bei Dosen aus Aluminium werden **neue Walztechniken** eingesetzt, die **immer dünnere Aluminiumwände und -folien** ermöglichen. 1980 wog die 0,33-Liter-Dose 23 g, heute weniger als 14 g. Ziel für die nächsten Jahre wäre eine Reduktion auf 12 g. Dabei könnten die noch möglichen Einsparungen im Wesentlichen beim Deckel gemacht werden.

Bei der Aluminiumherstellung sind weitere Optimierungspotenziale vorhanden. Der Energieverbrauch bei der Herstellung von 1 kg Aluminium liegt heute bei rund 50 MJ. Das für die nächsten Jahre anvisierte Ziel soll ein Verbrauch von 40-44 MJ pro kg Aluminium sein. Energieeinsparungen können insbesondere durch **energieeffizientere Smelter** oder durch den **Einsatz von Recycling-Aluminium** erreicht werden. Einhergehend mit den Energieeinsparungen ist ein weiteres Ziel, für die Verarbeitung weniger Wasser zu verbrauchen (Basler 2002, S. 26). **Ultraleichte Weißblechdosen** sind bereits entwickelt worden, ihr Gewicht beträgt rund 23 g, wovon 20 g aus Stahl (Körper) und 2,8 g aus Aluminium (Deckel) sind. Diese Dosen sind aber noch nicht auf dem Markt (Basler 2002, S. 24).

Getränkekartons sind im Verhältnis zum Gewicht des zu verpackenden Getränks sehr leicht. Eine durchschnittliche 1-Liter-Blockpackung hat ein Gewicht von ca. 26,8 g, wobei diese zu 75 % aus Karton, zu ca. 20 % aus PE und zu ca. 5 % aus Aluminium (Aluminiumfolie) bestehen. Zur Herstellung einer 1-Liter-Verpackung werden rund 70 kJ eingesetzt. Mitte der 90er Jahre betrug das Gewicht einer durchschnittlichen 1-Liter Blockpackung noch rund 35 g. Somit konnten in den letzten Jahren **deutliche Verbesserungen bezüglich des**

Material- und Energieeinsatzes erreicht werden. Die ökologische Bewertung von Kartons beim Recycling gilt mittlerweile als sehr gut - vergleichbar dem Standard bei Mehrwegflaschen (Basler 2002, S. 25).

2. Sammeln und Sortieren

Einweg-Getränkeverpackungen werden vom Verbraucher bei der Sammlung nach drei Wertstofffraktionen vorsortiert:

- Glas getrennt nach den Farben weiß, braun und grün,
- Papier, Pappe und Karton zusammen mit Zeitungen und Zeitschriften in Blauen Tonnen oder Depotcontainern,
- Leichtverpackungen aus Aluminium, Weißblech, Verbunden und Kunststoffen in Gelben Tonnen bzw. Gelben Säcken oder Depotcontainern.

Die Wertstoffe werden entweder direkt bei den Haushalten durch Entsorger abgeholt oder der Verbraucher bringt diese in Recycling- bzw. Wertstoffhöfe (Hol- und Bring-System) (Basler 2002, S. 29).

Die **Sortierung** erfolgt heute entweder **per Hand oder mit Hilfe von mechanischen Verfahrensanlagen** nach unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der Materialien (u.a. Größe, spezifisches Gewicht, magnetische Eigenschaft). Bei der Sortierung von Dosen lässt sich sowohl der Weißblechanteil mit Hilfe von **Magneten** als auch der Aluminium-Anteil mit **Windsichtern** leicht trennen. Durch den Einsatz von **Nah-Infrarot-Spektroskopie** sowie **optischer Systeme** wird die Sortierung veredelt, damit reinere und hochwertige Materialien für das Recycling bereitstehen (Basler 2002, S. 29). **Technologische Innovationen** und eine verstärkte **Automatisierung** in der Recyclingindustrie werden voraussichtlich die **Reinheit des Recyclingmaterials** noch weiter erhöhen und den Recyclingprozess vereinfachen. Dadurch können auch Kosten reduziert werden.

Das Recyclingmaterial kann für die erneute Produktion von Getränkeverpackungen verwendet werden, wobei der Ertrag von Recyclingmaterial vom Marktpreis des substituierten Rohstoffes und von seiner Sortenreinheit abhängt.

Minderwertige Stoffe oder Überschussmaterialien werden entweder der **stofflichen** oder der **energetischen Verwertung** zugeführt. Die wertstoffliche Verwertung zielt auf die Substitution anderer Rohstoffe (z.B. Kunststoffe für Folien oder Fasern, Bruchglas für Straßenbau- oder Dämmmaterial). Energetisch recycelte Stoffe werden als alternative Brennstoffe verwendet (z.B. Verbrennung

in Hoch- oder Zementöfen). Die **Entsorgung auf einer Deponie** ist die unter Verwertungsgesichtspunkten schlechteste Variante, die auch durch das Depo- nierungsverbot an Bedeutung verlieren wird (Basler 2002, S. 30).

Duales System Deutschland

Für Getränkeverpackungen hat sich das **Duale System Deutschland** (DSD) mit dem Lizenzzeichen "Grüner Punkt" **bundesweit durchgesetzt** und besitzt heute eine **monopolartige Stellung** auf dem Markt. Ein weiteres Entsorgungssystem (Landbell AG) konnte sich u.a. aus rechtlichen Gründen noch nicht durchsetzen. In der Folge der Verpflichtung der Hersteller, sich am dualen System zu beteiligen, wurden Unternehmen gegründet, die das Sammeln organisieren und durchführen. Damit wird die flächendeckende und regelmäßige Abholung gebrauchter Verkaufsverpackungen beim privaten Endverbraucher oder in dessen Nähe in ausreichender Weise gewährleistet (§ 9 VerpackV). DSD gründete 1997 die Tochtergesellschaft SYSTEC (Der Grüne Punkt - Gesellschaft für SYSTEMTECHnologie mbH) mit dem Ziel, die Entwicklung von Sortier-, Auf- bereitungs- und Verwertungstechnologien zu fördern und diese international zu vermarkten.

3. Verwertung

Altglas kann grundsätzlich zu **100 % wiederverwertet** werden. Die Farbe grün ist am tolerantesten, d.h. eine grüne Flasche könnte aus 100 % Altscherben bestehen. Dieser Anteil kann bei weißen Flaschen dagegen auf Grund von Verun- reinigungen nicht höher als 60% sein, der verbleibende Glasanteil wird aus Primärrohstoffen (Sand, Felsspat, Dolomit) hergestellt (Basler 2002, S. 32).

Gebrauchte Getränkeverpackungen aus PET haben aufgrund des höheren Preises der Neuware ebenfalls einen höheren Wert. Deshalb wird - zusätzlich zu den bisherigen Verwertungsprozessen wie Faser- und Vliesherstellung - die Entwicklung weiterer Verfahren angestrebt. Zurzeit wird ein chemischer Ab- bauprozess entwickelt, der die PET-Fraktion chemisch nutzt und tolerant gegen- über Farben, Schmutz, Fehlsortierung und variierender Zusammensetzung ist. Damit wird dem steigenden Aufkommen dieses Kunststoffes im Markt Rechnung getragen und die PET-Verwertung unabhängig von Neueinführungen wie be- schichteten Flaschen, eingezogenen Barrierschichten oder PEN sichergestellt.

Beispiel einer solchen Verwertungsstrategie ist die von SYSTEC (www.systemtechnologie.com) entwickelte Aufbereitungstechnologie für Kunststoffe:

- **Depolymerisation** von Kunststoffabfällen: Dieses Recyclingverfahren setzt Mischkunststoffe ein und spaltet sie zu einem flüssigen und kalt pumpfähigen Produkt auf. Dieses kann in einem vorhandenen Steamcracker zu Olefinen umgesetzt werden. Dabei erzielen die Kunststoffe eine höhere Olefinausbeute als Naphtha (Nutzungsgrad von über 93 %). Das direkte Recycling von "Lebensmittelverpackung zu Lebensmittelverpackung" ist also realisierbar. Eine Pilotanlage wurde 18 Monate erfolgreich betrieben.
- **Mischkunststoff kann Schweröl ersetzen.** HITACHI hat 1999 eine erste Mischkunststoffrecycling-Anlage in Japan in Betrieb genommen.
- **Kunststoff kann bei Vergasung als Reduktionsmittel bei der Roheisenerzeugung** verwendet werden. Hierzu wurde eine geeignete Einblastechnik für Kunststoffagglomerate in Hochöfen entwickelt. Bei der Agglomeration werden die Kunststoffe durch Reibungswärme zu kompakten, rieselfähigen Körnern verdichtet.
- Kunststoff kann zur Herstellung von Beton- und Holzersatzprodukten wie Pfählen oder Pallisaden verwendet werden (Basler 2002, S. 32).

PET wird zunehmend recycelt. Das Recyclingmaterial muss aber - bevor es mit Lebensmitteln wieder in Kontakt kommt - wirksam gereinigt werden. Dazu gibt es verschiedene Verfahren:

- **Multilayer-Verfahren:** eine Schicht Recycling-PET wird zwischen zwei Schichten Neu-PET gespritzt. Auf diese Weise kann Recycling-PET ohne Kontakt zum Lebensmittel eingesetzt werden. Mit diesem Verfahren lässt sich ein Gewichtsanteil von ca. 40 % Recycling-PET pro Flasche erzielen.
- **Supercycle-Verfahren:** Recycling-PET wird geschmolzen, gefiltert und entgast, um gereinigt zu werden. Anschließend wird das flüssige PET wieder verfestigt. Bei diesem Verfahren kann das PET-Recycling-Material so aufbereitet und gereinigt werden, dass es vergleichbare chemische und physikalische Eigenschaften wie der Primärrohstoff aufweist.
- **OHL-Stehning-Verfahren:** PET-Flakes werden aus gewaschenen und gemahlenden Gebraucht-Flaschen granuliert. Eine Nachkondensation im Vakuum bewirkt u.a. den Abbau von Verunreinigungen. Das Granulat wird anschließend in einem Reaktor schadstoffarm für die Flaschenproduktion vorbereitet.

- **UN-PET-Verfahren:** Die Oberfläche des PET-Rezylats wird mit einer chemischen Reaktion mit Natronlauge abgelöst, um entsprechende Verunreinigungen zu beseitigen.

Das Supercycle- und das UN-PET-Verfahren dürften sich aufgrund von Kostenvorteilen gegen das Multilayer-Verfahren durchsetzen (Basler 2002, S. 20). Theoretisch ließen sich mit diesen Verfahren 100%-Recycling-PET-Flaschen herstellen. Aus Qualitätsgründen (Viskosität, Farbe) muss allerdings von einer Begrenzung auf 60-70% des Recycling-PET-Anteils ausgegangen werden. Wird nur die Prozessenergie für die Rohstoffgewinnung und die Flaschenherstellung erfasst, so wird für die Produktion einer Flasche aus Recycling-PET rund 65% gegenüber der Energie, die für die Produktion einer Flasche aus Neu-PET erforderlich ist, gespart.

Das Recyceln von **Dosen** ist ökologisch sinnvoll, wenn durch die Verwertung von Sekundäraluminium Energie gespart werden kann. Außerdem hat Aluminium einen hohen Schrottwert und schneidet u.a. deshalb gegenüber der Weißblechdose besser ab (Basler 2002, S. 22). Stahl hat ferro-magnetische Eigenschaften und gehört damit zu den Materialien, die relativ leicht einer Wiederverwertung zugeführt werden können. Schließlich fließt der gesamte gesammelte und sortierte Alt-Weißblech- und Alu-Anteil in die Eisen-, Stahl- und Aluminiumproduktion zurück. Im Bereich der Aufbereitung und Verwertung sind **keine neuen technologischen Trends erkennbar**.

Das Recycling von **Blockpackungen** ist mittlerweile in Deutschland **technisch gut entwickelt**. Seit dem Start des DSD wurden in Deutschland ca. 900.000 Tonnen Getränkekartons recycelt. Im Jahr 1992 wurden 9.000 Tonnen recycelt, im Jahr 2000 bereits 131.000 Tonnen. Die Recyclingquote liegt seit einigen Jahren bei rund 65%. Die separierten Rohstoffe werden für verschiedene Zwecke **wieder verwertet**. Die aus dem gebrauchten Karton wiedergewonnene Faser wird zu Faltschachteln (33% aller wiederverwendeten Getränkekartons), Hülsenkarton (30%) und Wellpappenrohlapapiere (36%) weiterverarbeitet. Reststoffe aus Polyethylen (PE) und Aluminium (Al) fallen beim Recycling ebenfalls an, ihr Anteil beträgt 25% bezogen auf das Input-Material (Basler 2002, S. 33).

Biologisch abbaubare Packstoffe auf Basis von Zellulose oder Erdöl haben im Getränkeverpackungssektor **bisher kaum Bedeutung**. Derzeitige Einsatzgebiete liegen eher im Bereich Joghurtbecher, Obst- und Gemüseschalen, Folien und anderen Produkten, die weniger spezifische Ansprüche an die Verpackung stellen wie Getränke.

Die **Materialkosten** dieser Packstoffe liegen **deutlich über denen vergleichbarer Stoffe**. Ein Interesse an der Entwicklung ökologischer Packstoffe könnte aber durch die mögliche Einsparung von Entsorgungskosten entstehen, da die Entsorgung mit Hilfe einfacher Mikroorganismen geschehen könnte. Wäre die Zersetzung in einem Zeitraum von 6-10 Wochen vollzogen, könnte man die Verpackung einfach kompostieren.

Der **Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen** als Basis für biologisch abbaubare Packstoffe ist aufgrund der Umweltschonung und der Verfügbarkeit **vielversprechend**. Hauptproblem dieser Packstoffe ist zurzeit noch ihre Wasserdurchlässigkeit, die Einfluss auf Barriereigenschaften und Haltbarkeit des verpackten Gutes hat (VR 2001).

Der zukünftige Einsatz von biologisch abbaubaren Materialien in der Getränkeverpackung könnte zunächst bei den Um- und Transportverpackungen sowie bei Getränken liegen, die in Folien und Schläuchen verpackt werden. Die Kombination mit anderen Packstoffen als Verbundmaterialien und Veredelungsmaßnahmen, wie Bedampfen oder Beschichten, könnten den Einsatz von biologisch abbaubaren Packstoffen beschleunigen. Voraussetzung wäre jedoch, dass der Packstoffpreis und die Schutzfunktion für das Packgut gleichwertig mit bisherigen Packstoffen sind. Sicherzustellen wäre ferner, dass die **biologische Abbaubarkeit** durch diese Maßnahmen nicht beeinträchtigt wird, da dies im Moment der **Hauptvorteil** der biologisch abbaubaren Materialien ist (AFC 2002, S. 35).

4. Mehrweganteile bei Getränkeverpackungen

Der Anteil der Mehrwegflaschen hat einen historischen Tiefstand erreicht. Dieser Rückgang betrifft alle Getränkearten (Tab. 2).

Tab. 2: Mehrweganteile nach Getränkebereichen (in %)

Getränkeart	1991	1997	1998	1999	2000
Bier	82,2	77,9	76,1	74,9	73,1
Wein	28,6	28,1	26,2	26,8	25,8
Mineralwasser	91,3	88,3	57,4	84,9	81,0
Getränke mit CO ₂	73,7	77,8	77,0	74,8	68,5
Getränke ohne CO ₂	34,6	36,8	35,7	34,8	33,4
insgesamt (ohne Milch)	71,7	71,3	70,1	68,9	65,5

Quelle: GVM 2001, BMU 2002

Dagegen hat der Einweg-Anteil an Getränkeverpackungen zugenommen: **Bier** wird verstärkt in Dosen abgepackt. Außerdem versuchen immer mehr Großbrauereien, die Bierdose durch PET-Flaschen zu ersetzen.

Eine ähnliche Entwicklung lässt sich auch im **Mineralwassermarkt** beobachten: Der Anteil an PET-Gebinden (sowohl Einweg als auch Mehrweg) wächst und stieg im ersten Halbjahr 2001 auf 22,4%. Im gleichen Zeitraum des Vorjahres lag er noch bei 12,9% (GDB 2001). Allerdings erfordert der Einsatz von PET im Mehrwegbereich besondere Sorgfalt, da dieser Kunststoff verschiedenen Verunreinigungen unterliegt und bei Wärme nicht formstabil ist. Mit gängigen Verfahren können PET-Mehrweg-Flaschen noch nicht heiß gewaschen werden, ihre Brauchbarkeit wird deshalb von Geruchsdetektoren untersucht. Langfristig wäre die Entwicklung von PET-Flaschen für einen breiten Einsatz, die bei hoher Temperatur formstabil sind und somit mit weißen Laugen gewaschen werden können, Voraussetzung für den Mehrweg-Einsatz (Basler 2002, S. 20).

Weitere Abnahmen des Mehrweg-Anteils sind vor allem bei **Fruchthaltigen Getränken und Erfrischungsgetränken mit CO₂** zu erwarten. Dagegen wird der Einwegverbrauch absolut und relativ auch bei diesem Getränke-segment zunehmen. Immer mehr Säfte werden in Kartons verpackt (Basler 2002, S. 10).

Der gesamte Einwegverbrauch entwickelt sich also auf Kosten von Mehrweg. Eine neuere Prognose (Berger et al. 2001) geht davon aus, dass der Mehrweganteil insgesamt im Jahr 2005 auf 64% sinkt und der Einweganteil insgesamt von 33% im Jahr 2000 auf 36% im Jahr 2005 steigt.

V. Politische und rechtliche Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Kreislauf- und Abfallwirtschaft

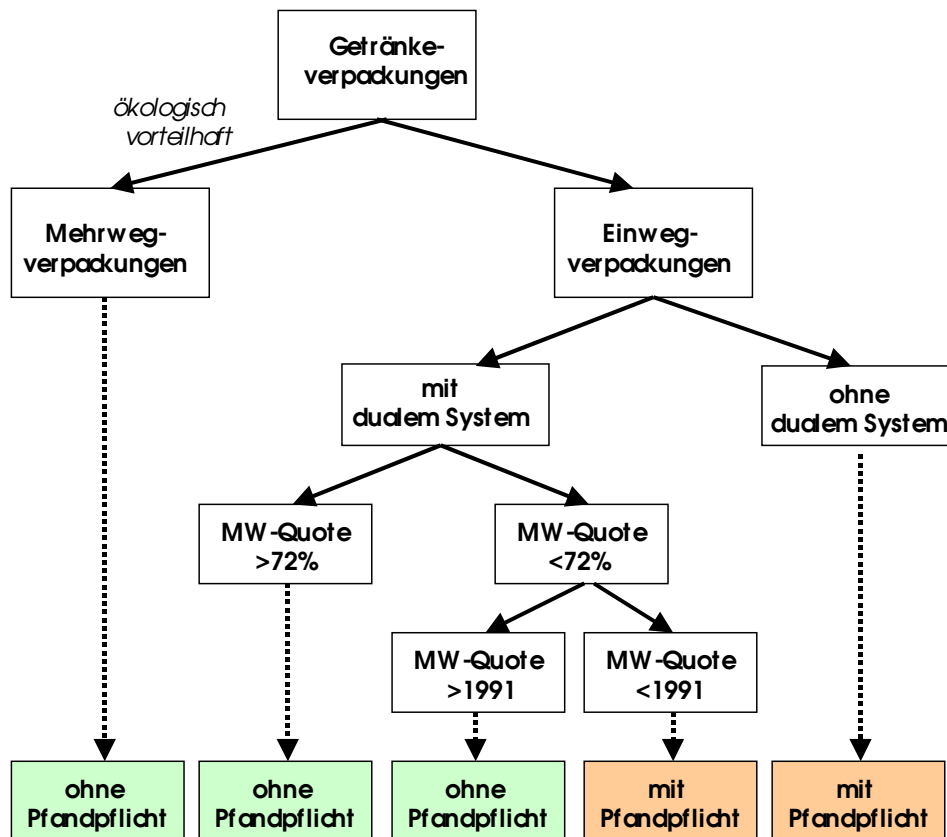
Die zukünftigen technologischen Trends bei der Herstellung und bei der Verwertung von Getränkeverpackungen stehen in Wechselwirkung mit geltendem Recht. Aus den im Folgenden genannten Regelwerken lassen sich die **Kriterien** gewinnen, die als Maßstab **für die Bewertung** der Produktion und Entsorgung von Getränkeverpackungen **im Sinne einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft** herangezogen werden können. Als mögliches **Instrument einer ökologischen Bewertung von Verpackungen** haben sich in Deutschland Ökobilanzen etabliert.

Rechtsnormen

- In § 22 des **Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes** wird die so genannte "Produktverantwortung" definiert, die insbesondere die Entwicklung, Herstellung und das Inverkehrbringen von Erzeugnissen, die mehrfach verwendbar, technisch langlebig und nach Gebrauch zur ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung und umweltverträglichen Beseitigung geeignet sind, umfasst. Außerdem beinhaltet sie den vorrangigen Einsatz von verwertbaren Abfällen oder sekundären Rohstoffen bei der Herstellung von Erzeugnissen sowie die Rücknahme der Erzeugnisse und der nach Gebrauch der Erzeugnisse verbleibenden Abfälle sowie deren nachfolgende Verwertung oder Beseitigung.
- In § 5 des **Bundes-Immissionsschutzgesetzes** (BImSchG) werden die Betreiber genehmigungsbedürftiger Anlagen verpflichtet, ihre Anlagen so zu errichten und zu betreiben, dass Abfälle vermieden werden, es sei denn, diese werden ordnungsgemäß und schadlos verwertet oder - soweit Vermeidung und Verwertung technisch nicht möglich oder unzumutbar sind - beseitigt.
- § 4 des **Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes** legt die Hierarchie für den Umgang mit Abfällen fest (Vermeidung, stoffliche Verwertung, energetische Verwertung, umweltfreundliche Beseitigung von nicht mehr verwertbaren Reststoffen).

- Nach der **Abfallablagerungsverordnung** ist ab 2005 eine unmittelbare **Deponierung von unvorbehandelten Siedlungsabfällen untersagt**. Vielmehr müssen diese Siedlungsabfälle entweder durch technisch hochwertige mechanisch-biologische Anlagen oder durch thermische Behandlung vorbehandelt werden. Bis spätestens 2020 sollen diese Behandlungstechniken soweit entwickelt und ausgebaut werden, dass alle Siedlungsabfälle vollständig und umweltverträglich verwertet werden können.
- Durch die **Verpackungs-Verordnung** (VerpackV) sind Industrie und Handel verpflichtet, Verkaufsverpackungen zurückzunehmen und der entsprechenden Verwertung zuzuführen. Die VerpackV konkretisiert die Rücknahmepflicht von Verpackungen (§ 8 VerpackV): Einerseits schreibt sie vor, dass Vertreiber flüssiger Lebensmittel in Einwegverpackungen verpflichtet sind, von ihrem Abnehmer ein Pfand zu erheben. Andererseits entfällt diese Pfandpflicht bei Beteiligung an einem dualen System, das flächendeckend eine regelmäßige Abholung gebrauchter Verkaufsverpackungen beim privaten Endverbraucher oder in dessen Nähe in ausreichender Weise gewährleistet (§ 9 VerpackV). Bier, Mineralwasser, Erfrischungsgetränke mit Kohlensäure, Fruchtsäfte und Wein sind allerdings nur dann von der Pfandpflicht befreit, solange diese Getränke im Kalenderjahr zu 72 % in "ökologisch vorteilhaften" Mehrweg-Getränkeverpackungen abgefüllt werden.
- Ab dem 1. Januar 2003 wird es in Deutschland ein **Dosenpfand** geben (Kabinettsentscheidung vom 20. März 2002). Erfasst werden Bier, Mineralwasser und Limonade, sofern sie in Weißblech- und Aluminiumdosen, Glas- und PET-Flaschen abgefüllt sind. Auch Getränkekartons werden pfandpflichtig, obwohl das Umweltbundesamt (UBA) sie als "ökologisch vorteilhaft" wertet. Für Einweg-Verpackungen mit einem Volumen unter 1,5 Liter ist ein Pfand von 25 Cent geplant, bei größeren Packungen ein Pfand von 50 Cent. Das Hauptziel der Einführung eines Pfandes auf Einweg-Verpackungen ist die Stärkung der Mehrwegsyste-me und ökologisch vorteilhafter Verpackungen. Abfüller, Handel und Verbraucher erhalten zusätzlich Anreize, verstärkt auf Mehrweg umzustellen. Durch das Pfand und die damit verbundene sortenreine Sammlung sollen außerdem wertvolle Rohstoffe besser verwertet und Stoffkreisläufe geschlossen werden. Diese Ziele und Annahmen sind allerdings heftig umstritten.

Abb. 6: Pfandpflichten



Quelle: Basler 2002, S. 6.

Eine Unterschreitung der Mehrwegquote hat zur Folge, dass für einen Zeitraum von 12 Monaten nach Bekanntgabe der Mehrweganteile im Bundesanzeiger eine Nacherhebung durchgeführt werden muss. Ergibt sich auch bei der erneuten Überprüfung eine Unterschreitung der 72 %-Marke, so tritt nach weiteren sechs Monaten eine Pfandpflicht für Einweggetränkeverpackungen in Kraft. Betroffen sind diejenigen Getränkebereiche, die einen geringeren Mehrweganteil als im Jahr 1991 aufweisen.

Ökobilanzen

Das Umweltbundesamt hat - nach entsprechenden Untersuchungen für Frischmilch und Bier - eine Ökobilanz für Getränkeverpackungen alkoholfreier Getränke und Wein in Auftrag gegeben.

Dabei handelt es sich um eine Status-Quo-Analyse (Untersuchungszeitraum: 1996-2000) der auf dem Markt vorhandenen Verpackungssysteme. Als Ergebnis dieser Analyse kann festgehalten werden:

- Allgemein gilt, dass **Mehrweg** (unabhängig ob aus PET oder Glas) **gegenüber Einweg** (Dosen oder Flaschen) **ökologisch deutlich besser abschneidet**.
- **PET-Mehrwegsysteme schneiden gegenüber Glas-Mehrwegsystemen bei Mineralwasser und CO₂-haltigen Erfrischungsgetränken besser ab**. Dies zeigt sich vor allem bei den wichtigen Wirkungskategorien Ressourcenbeanspruchung, Treibhauseffekt und Versauerung.
- **Bei stillem Wasser, Wein und CO₂-freien Getränken existieren keine nennenswerten Unterschiede zwischen Glasmehrwegsystemen und Blockpackungen**.
- **Glas-Einwegsysteme und Getränkedosen** sind gegenüber vergleichbaren Mehrwegsystemen **ökologisch nachteilig**. Auch hier sind Ressourcenbeanspruchung, Treibhauseffekt und Versauerung die entscheidenden Indikatoren (Basler 2002, S. 7).

Würden bei der Erstellung von Ökobilanzen nicht nur die leeren Verpackungen bilanziert werden, könnten Einweg-Verpackungen aufholen, da der Rücktransport schwerer Mehrweg-Flaschen über weite Strecken berücksichtigt würde.

In der **Ökobilanz Getränkeverpackungen II** für alkoholfreie Getränke und Wein - Phase 2 wurden neue (u.a. PET-Einweg, bepfandet als auch unbepfandet) und optimierte Verpackungssysteme der Phase 1 untersucht. Im Ergebnis sind - laut dem bisher veröffentlichten Hintergrundpapier (UBA 2002) - in allen Untersuchungsszenarien gegenüber Phase 1 zum Teil deutliche Verbesserungen zu erkennen. Auf Grund von Verpackungsoptimierungen und technischen Verbesserungen werden die **Unterschiede zwischen Einweg- und Mehrwegverpackungen immer geringer**.

Die **Ökobilanz für PET- und Glasflaschen für Mineralwasser** (1999) wurde für die Genossenschaft deutscher Brunnen erstellt und fand Eingang in die UBA II/2. Sie zeigt, dass **PET-Mehrwegsysteme ökologischer sind als PET-Rücklaufsysteme**. Dabei wurde eine Aufbereitung mit dem Supercycle-Verfahren und die Verwertung von 50 % Recycling-PET für neue Flaschen untersucht: Stiege die Recyclingquote von PET deutlich über 50 %, so würden sich die Ergebnisse zugunsten der PET-Rücklaufsysteme verändern.

Studienübergreifend gilt, dass **Mehrwegsysteme** - egal ob Glas oder PET - **am umweltfreundlichsten sind**. **Blockpackungen schneiden ökologisch besser**

ab als **Weißblech- und Aluminiumdosen oder Einweg-Glas**. In den Einwegsystemen ist PET gegenüber Glas, Weißblech- oder Aluminiumdosen die ökologisch vorteilhaftere Variante. **Dosen** stehen in einem "Öko-Rating" **an letzter Stelle** (Basler 2002, S. 8).

TAB

VI. Fazit

"Ein Ziel der deutschen Umweltpolitik ist es, durch Vermeiden, Wiederverwertung und Verwertung von Produkten dort, wo es sinnvoll ist, die Umweltbelastungen zu reduzieren. [...] Bei den Verpackungen bietet es sich an, durch geschicktes Verpackungsdesign, Mehrwegführung und durch ein hohes Verwertungs-niveau diesen Zielen gerecht zu werden" (www.umweltbundesamt.de). Im Lichte dieses politisch und rechtlich fixierten Zielsystems lassen sich folgende summarischen Schlussfolgerungen aus den analysierten technologischen Trends ziehen:

- **Produktionsseitig** sind durch technologische und verfahrensbezogene Innovationen erhebliche Einsparungen bei Materialeinsatz, Energieverbrauch, Emissionen sowie deutliche Reduktionen von Fehl- und Ausschussproduktion erzielt worden. Diese Entwicklung gilt für Glas, Kunststoff, Stahl und Aluminium - wenngleich in unterschiedlicher Weise. Weitere positive Entwicklungen in dieser Richtung - im Sinne der Produktverantwortung nach § 22 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes - sind zu erwarten, aber wohl mit abnehmender Tendenz. Forschungsbedarf ist hier weniger vorhanden, da sich mit zunehmender Optimierung der Herstellungsprozesse der Grenznutzen von Innovationen weiter reduziert. Maßnahmen dieser Art liegen aber auch im eigenen Interesse der Anlagenbetreiber.
- **Entsorgungsseitig** haben Anstrengungen zur Erhöhung der Sortenreinheit und zur Steigerung des Anteils von Recyclingmaterial bei der Herstellung zu Teilerfolgen bei der wertstofflichen Verwertung geführt. Besonders Blockpackungen werden heute auf hohem Niveau verwertet und sind ökologisch relativ positiv einzuschätzen. Der Anteil von PET-Recyclingmaterial ist im Steigen begriffen. Forschungsbedarf ist hier weniger gegeben, da eher bereits verfügbare Verfahren etwa im Hinblick auf Materialanforderungen verfeinert werden.
- Verglichen mit dem politischen Ziel der Stabilisierung und Erhöhung des **Mehrweganteils** bei Gebinden geht die Entwicklung in eine andere Richtung: Der Mehrweganteil ist rückläufig. Es ist aber auch festzustellen, dass nicht in jedem Fall - legt man die Ergebnisse bisheriger Ökobilanzen zu Grunde - ein Rückgang ökologisch nachteilig sein muss. Weitere Arbeiten, insbesondere zur Übertragbarkeit bisheriger Ergebnisse aus Ökobilanzen

auf zukünftige Materialentwicklungen sowie veränderte Bilanzgrenzen, erscheinen sinnvoll.

- Der **Trend zum Einsatz von PET** dürfte getränkeübergreifend voranschreiten und irreversibel bleiben. Die Folgen für die Verpackungsindustrie, die Getränkehersteller und -abfüller sind noch ebenso unklar wie die Auswirkungen auf das bestehende System der Entsorgung, Verwertung und die Mehrwegführung. In der Abschätzung der Substitutionspotenziale, der danach zu erwartenden Strukturveränderungen des Marktes einschließlich des Entsorgungsmarktes sowie nicht zuletzt hinsichtlich der ökologischen Relevanz und des Beitrages zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft liegt das wichtigste Forschungsdefizit.

Über eine mögliche Beauftragung des TAB mit einer Fortführung der Bearbeitung des Themas werden die Berichterstatterinnen und Berichterstatter zu TA im 15. Bundestag entscheiden.

Literatur

1. In Auftrag gegebene Gutachten

AFC (AFC Consultants International GmbH) (2002): Technologische Trends bei Getränkeverpackungen und ihre Relevanz für Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft - Kurzgutachten: Markt, Innovation und Akzeptanz. Bonn

Basler (Ernst Basler + Partner AG) (2002): Technologische Trends bei Getränkeverpackungen unter Berücksichtigung von Ökologie und Verwertung. Zollikon

Berndt (Berndt & Partner GmbH) (2002): Technologische Trends der Getränkeverpackungen und ihre Relevanz für Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft. Berlin

2. Weitere Literatur

AKTIONSFORUM GLASVERPACKUNG (2002): Glas - die universelle Verpackung für alle Getränke. In: <http://www.glasaktuell.de/frameset.php3?top=1&ID=20>

ALOCA (Aloca CSI Europe) (2000): PETzine Packaging and Application. Ausgabe 11/2000

BEISENHERZ, M. (2002): Aufgefüllt. In: Lebensmittelreport, Februar, S. 52

BERGER STRATEGY CONSULTANTS, GfK (Gesellschaft für Konsumforschung), GVM (Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung) (2001): Untersuchungen der ökonomischen Effizienz und Lenkungswirkung eines Pflichtpfandes auf nichtwiederbefüllbare Getränkeverpackungen. Im Auftrag der AGVU, Bonn

CHEMIE (2000): Nachrichten aus der Chemie. Nr. 49, März

DECKEN, K. (2001): Anlässlich des 18. Leipziger Verpackungsseminars. In: Forschungen und Dienstleistungen für das Verpackungswesen im Freistaat Sachsen - Möglichkeiten, Probleme, Nutzen. (Hg. Deutsches Verpackungsinstitut e.V. und Industrie- und Handelskammer zu Leipzig), S. 44

GDB (Genossenschaft deutscher Brunnen) (2001): Mehrwegflaschen sind in Top-Form. Pressemeldung vom 26.10.2001

GVM (Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung) (2001): Einweg- und Mehrwegverpackungen von Getränken. Ergebnisse für das Jahr 1999, Wiesbaden

GVM (Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung) (2001a): Die deutsche Brauwirtschaft in Zahlen, Stand 1.6.2001. In: www.brauer-bund.de/brauereien/statistik/ant_geb.htm

- HEYE-GLAS (2001): Unternehmensinformation, S. 17 f.
- MILCH&MARKT (2002): Milchdaten. <http://www.milch-markt.de/milch/index.html>
- MÖDINGER, M. (2001): Bier in Plastikflaschen. In: Die Privatbrauerei 5-6, S. 22 f.
- SAFETY (Safety Cap System AG) (2001): Verschlüsse für Wasser.
In: <http://www.safety-cap.com/deutsch/Download/Wasser.pdf>
- SCHMALBACH-LUBECA (2002): Rekord bei PET-Innovationen in 2002. Pressemitteilung. In: <http://www.schmalbach.de>
- T&M (Technologie&Marketing) (2001): Getränke!. Ausgabe 5, S. 5
- UBA (Umweltbundesamt) (Hg.) (2001): Ökobilanz Getränkeverpackungen für alkoholfreie Getränke und Wein. Berlin
- UBA (Umweltbundesamt) (2002): Hintergrundpapier: Ökobilanz Getränkeverpackungen für alkoholfreie Getränke und Wein II, Phase 2. Berlin
- VR (Verpackungsrundschau) (2000): Gewogen und für leicht befunden. Ausgabe 2, S. 28 f.
- VR (Verpackungsrundschau) (2001): Ab in die Biotonne. Interview mit Dr. Harald Käb. Ausgabe 3, S. 45 f.
- WHITE, T. (1998): Auswirkungen der Drucktechnologie auf die Verpackung. In: <http://www.printlink-net.com/germany/flexo1.shtm>

Verzeichnis der http-Adressen

- <http://www.aluinfo.de/18.html>
- <http://www.chemical-newsflash.de/de/news/140801/news8.htm>
- <http://www.milch-markt.de/milch/verpackung/>
- <http://www.publish-pool.com/docs/druckfibel/druck.htm>
- <http://www.systemtechnologie.com/de/index.php3?choice1=verwertung&choice2=verfahren>
- http://www.tetrapak.de/verpackung/eigenschaften/print_index.html
- <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/bil.htm>

Anhang

1. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Gebindetypen bei Bier (in %)	27
Tab. 2: Mehrweganteile nach Getränkebereichen (in %).....	39

2. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ansatzpunkte technologischer Trends bei Flaschen	19
Abb. 2: Ansatzpunkte technologischer Trends bei Dosen	20
Abb. 3: Ansatzpunkte technologischer Trends bei Getränkekartons.....	21
Abb. 4: Ausgewählte Trends und Innovationen bei Getränkeverpackungen gemäß ihrer gegenwärtigen Marktreife.....	26
Abb. 5: Zusammenstellung von Marktentwicklung, Verbrauch und Mengen- relevanz der Verpackungssysteme bei Getränken	31
Abb. 6: Pfandpflichten	43

TAB



TAB

Büro für Technikfolgen-Abschätzung
beim Deutschen Bundestag

Neue Schönhauser Str. 10 · 10178 Berlin
Telefon: 0 30 / 28 49 10
Telefax: 0 30 / 28 49 11 19
e-mail: buero@tab.fzk.de
Internet: www.tab.fzk.de