

# Aus der Praxis des Recyclings von Kunststoff

Thilo Lehmann

1.	Abfallsortierung .....	214
2.	Wertstoffliche Nutzung .....	216
2.1.	Strangextrudierung/Extrusionsverfahren.....	217
2.2.	Granulierung .....	218
2.3.	Sinterverfahren.....	218
2.4.	Pressverfahren (Kunststoff-Sandgemisch).....	219
2.5.	Faserverstärkte Kunststoffe .....	219
2.6.	Intrusion.....	222
2.7.	Gärrest-Polymer-Verbundwerkstoffe .....	223
3.	Zusammenfassung .....	223

Die Realisierung von Recyclingprozessen gibt jedem Produkt, der gebrauchten Ware, dem ausgedienten Investitionsgut eine zweite oder auch mehrfache Lebenschance um ganz bzw. teilweise wieder genutzt oder nach dem Lebenszyklus der thermischen Verwertung zugeführt zu werden, wobei die stoffliche vor der thermischen Nutzung stehen sollte.

Recyclingmaterial als Wertstoff, gleich Rohstoff, erkennen und nutzen ist die Chance. In Deutschland ist die Recyclingquote hoch. Viele Stoffe werden mehrfach verwendet. Neue gelungene Recyclingprozesse in hoher Qualität sind Leuchttürme mit Modellcharakter. Die Materialien dienen letztendlich der Einsparung von endlichen Vorkommen oder auch nachwachsenden Materialien und Rohstoffen und schonen somit die Ausbeutung und Verwundung der arg geschundenen Erde. Dies ist ja quasi der biblische Auftrag: *Erde zu bebauen und zu bewahren.*

Recycling ist ein weites Feld und oft auch ein mentales, rationales Problem und bleibt eine Aufgabe. Es beginnt bei der Ablage und Zwischenlagerung des *Abfalls* bis hin zur unschädlichen Verarbeitung, Trennung und qualitativen Aufbereitung. Dabei gilt es Lebewesen und damit Wasser, Luft und Erde zu schützen. Diese komplexe Aufgabe wird durch die Einhaltung vieler Vorschriften, Bestimmungen und Gesetze verschärft. Sie sollten Handlungsgrenzen aufzeigen.

Es wurde trotzdem viel erreicht, im Recycling von Papier, Schrott, Glas, Kunststoff, Bauschutt u.a. ist Deutschland Spitzenreiter weltweit. Gibt es da noch neue, weiterführende Aufgaben? Ganz gewiss, denn die Recyclingquote ist weiter zu erhöhen, die Verwertungsqualität ist zu steigern, der stoffliche Nutzungsquotient ist auszubauen,

neue Produkte sind zu gestalten, bisher ungenutzte Stoffgruppen, Substrate und Recyclingmaterialien sind zu erfassen und zu verwerten, neue Stoffgruppen sind zu identifizieren, Ressourcen aufzubauen und Menschen zu sensibilisieren.



Bild 1:

Gesammelte Kunststoffabfälle

Neue Entwicklungen der Technologien und Maschinen sichern Arbeitsplätze, sowohl im Maschinen- und Anlagenbau, im Recyclingprozess und der Verwertung. Darüber hinaus werden Importe für Rohstoffe und die Abhängigkeit von Drittmärkten verringert. Zunehmend spielen neben Hausmüll auch die riesigen Mengen von Schlämmen, Holzabfällen, Grünabfällen aller Art und land-/forstwirtschaftlichen Koppelprodukten wie Stroh und Verarbeitungsrückständen eine Rolle zur stofflichen Nutzung und Verwertung. Der thermomechanische Aufschluss zur Zerkleinerung bis ins Zellgefüge ist insbesondere für lignin- und faserhaltige Abfälle eine klimaschonende Technologie und ein Baustein zur: hydrothermalen Konversion, für Alkoholproduktion oder Kohlenstoffherzeugung als Erdverbesserer aus Schlämmen, aber auch als Sorptionskohle oder Betonzuschlagsstoffe, Nutzung von Fasern aus Landschaftspflege, Landwirtschaft und Fermentation zur Verstärkung von Pappe und Papier, Erzeugung von Kohlefasern und Rohstoff für Biokunststoffe, Gewinnung von Eiweißen und Milchsäuren zur Herstellung von Kunststoffen aus Abfällen und Koppelprodukten, Nutzung von Abfällen aus Schlachtung (Häute, Knochen, Blut) zur Herstellung von Collagenen, Leimen und Proteinen mit vielfältiger Nutzung.

Unter der Voraussetzung, dass geeignete Recyclingverfahren und -anlagen zur Verfügung stehen, wird Abfall zu einem Wertstoff.

## 1. Abfallsortierung

Die Firma LEHMANN Maschinenbau GmbH hat Hausmüllsortieranlagen mit mechanisch-biologischer Abfallbehandlung entwickelt, der Ausgangspunkt für die stoffliche Nutzung. Die Anlagen mit einer Sortierleistung von 1,5 bis 14 t/h dienen zur Aufbereitung und Sortierung von Hausmüll nach wertstofflichen Zielstellungen des Kunden. Mit den

Anlagen können Kunststoffe, Papier, Textilien und Metalle, heizwertreiche Fraktionen sowie Stoffe zur Kompostierung/Biogasgewinnung von biogenen Reststoffen recycelt werden. Zur Gewinnung der Wertstoffe trägt die mechanisch-biologische Trocknung bei, damit Wertstoffe mit feuchten Bestandteilen angetrocknet und so in einen sortierfähigen Zustand versetzt werden. Anschließend gelangen die Wertstoffe aufbereitet und in Ballen verpresst und verpackt zum nachfolgenden Dienstleister oder zur weiteren Verarbeitung.



Bild 2: Sortierung von Kunststoffflaschen



Bild 3: In Ballen gepresste Kunststoffflaschen

Bei einer Sortierkapazität von 1,5 t/h enthält die Anlage beispielsweise 8 Sortierplätze in einer Sortierkabine. Vor der Sortierkabine wird der Hausmüll in eine Fraktion biogenarmes Überkorn und organisch befruchtetes, feuchtes Unterkorn gesiebt. Das Überkorn wird auf ein Sortierband dosiert aufgebracht, das Unterkorn wird der Kompostierung oder Deponierung zugeführt. Die Fracht kann auch über Perkolat, je nach Energiegehalt, in eine Biogasanlage eingebracht werden. Die Wärme aus der BGA ist wiederum für Trocknungsprozesse einsetzbar.

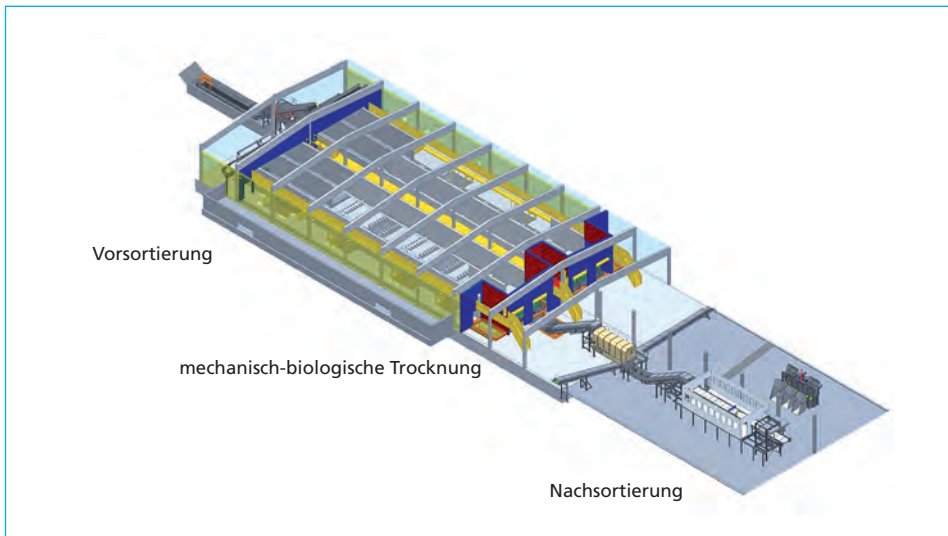


Bild 4: Schema Sortieranlage mit mechanisch-biologischer Trocknung

Das Band ist mit Abstreifern und frequenzgeregeltem Antrieb ausgestattet. Bei händischer Sortierung werden problematische Stoffe mit Handkratzern über fußbetätigte Sperrklappen in Abwurfschächte befördert. Das sortierte Gut gelangt anschließend über einen geschlossenen Abwurfschacht auf eine unter der Kabine befindliche Fördereinrichtung oder Container. Die Sortierkabinen sind mit Absaugung und kombinierter Heizungs-/Klimaanlage ausgeführt. Klimatisierte Frischluft sorgt über eine Zwangsführung für eine geruchs- und keimfreie Atmosphäre. Je nach Kundenanforderung kann die Sortierung auch vollautomatisch erfolgen.

## 2. Wertstoffliche Nutzung

Der aus der Sortierung gewonnene Kunststoff kann zu neuen innovativen Werkstoffen weiter verarbeitet werden. Dazu wird das Ausgangsmaterial sortenrein, je nach Verarbeitungsbedarf, getrennt und von Störstoffen befreit. Danach wird das Material entsprechend qualitativen Anforderungen einem ausführlichen Reinigungsprozess zugeführt und anschließend weiter getrocknet. Unterschiedliche Trocknungssysteme wie z.B. Bandtrockner oder statische Boden- bzw. Containertrockner stehen zur Verfügung. Nachfolgendes Schema zeigt verschiedene Verarbeitungsstufen auf.

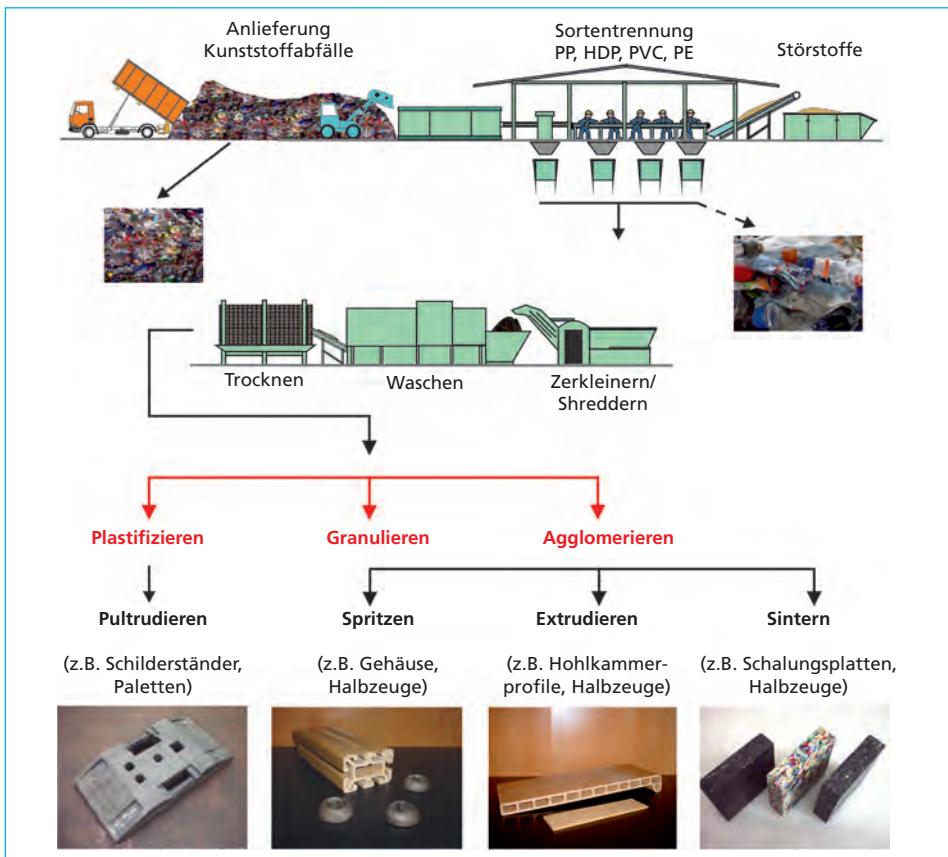


Bild 5: Verarbeitungsstufen zum Kunststoffrecycling

## 2.1. Strangextrudierung/Extrusionsverfahren

Der Extrusionsprozess ist ein kontinuierliches Verfahren zur Herstellung von Hohlkammer- und Vollprofilen, aber auch zur Herstellung von Granulaten (Pellets) für die Weiterverarbeitung. Im Falle einer Direktextrusion zu Profilen wird die Polymerschmelze am Extruderaustrag durch eine formgebende Düse oder Werkzeug gepresst und erstarrt anschließend in der nachfolgenden Kalibrierung. Die Produktionsgeschwindigkeiten liegen dabei im Bereich 0,5 bis 6 m/min.

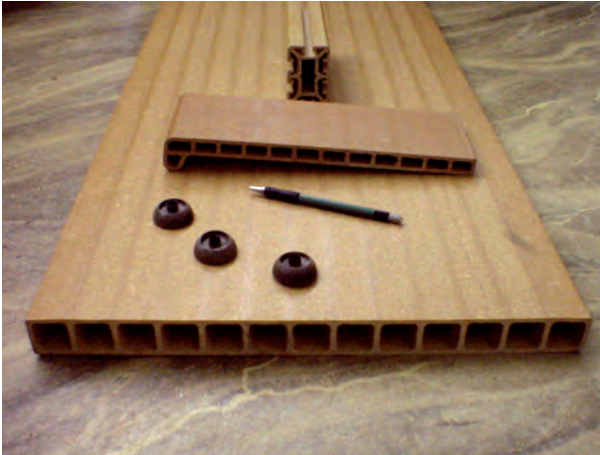


Bild 6:

Verschiedene Kunststoff-Profile



Bild 7: Strangextrudierung

Der Extruder funktioniert nach dem thermo-mechanischen Verfahren. In zwei ineinander laufenden Schnecken werden vorzerkleinerte Materialien (Kunststoff) aufgegeben. Dabei wird fortlaufend mechanische Zerkleinerungsarbeit in das Gut unter Zerreißen, Quetschen, Walzen, Reiben eingebracht und das Gut wird in den Funktionsraum gefördert. Durch Steigerung der Gangzahl werden der Druck und damit die Temperatur erhöht. Unterschiedliche Kammervolumen bilden Druck- und Entspannungszonen aus. Dabei kommt es zur Plastifizierung des Materials, sofern das Gut plastifizierungsfähig ist.

Der Druck kann über Schieber, Matrizen und andere konstruktive Maßnahmen verändert werden. Der Energieeintrag führt zur Aktivierung der Oberfläche des aufgegebenen Materials.

Gleichzeitig wird ein intensives Mischen auch unterschiedlicher Materialien erreicht. So sind auch Compounds z.B. Naturfaser-Kunststoff-Gemische herstellbar.

Der Plastifizierungsvorgang kann durch zusätzlichen Wärmeeintrag oder Kühlung vertieft oder verändert werden.

Das Endprodukt ist ein Endlosstrang. Je nach Werkzeuggestaltung sind verschiedene Formen ausbildbar und als Endprodukt einsetzbar.

## 2.2. Granulierung

Nach der Abkühlung eines Stranges im Wasserbad kann dieser einem Mehrzweckzerkleinerer zugeführt und ein spritzfähiges Re-/Granulat hergestellt werden, das zur Produktion hochwertiger Spritzguss-Teile eingesetzt werden kann oder als Halbzeug verkauft wird. Diese Spritzguss-Technologie ist Ausgangsprodukt einer weiteren Verarbeitungsstrecke.

## 2.3. Sinterverfahren



Ein weiteres Verfahren ist das Sintern von großflächigem Plattenmaterial. Der nach Art und Farbe vorsortierte, gewaschene und getrocknete Kunststoff z.B. PP, PE, PVC wird auf eine Foliengröße 10 x 10 mm zerkleinert. Eine geeignete Rezeptur wird erarbeitet, die den physikalischen Eigenschaften und optischen Merkmalen der künftigen Produkte entspricht.

Bild 8: Mahlgut

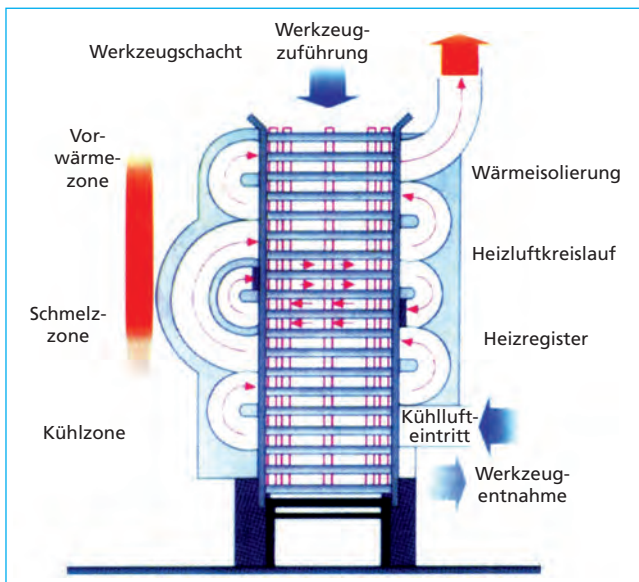


Bild 9:

Ofenanlage



Bild 10: Gesinterte Platten

Die aufbereiteten Kunststoffe werden in flächige Kastenformen verfüllt und in einem paternosterförmigen Ofenschacht unter Druck durch definierte Heizzonen geführt. Es erfolgt eine Plastifizierung und Bindung. Das Verfahren stellt einen geschlossenen Kreislauf dar und funktioniert ohne hydraulische Pressen. Es ist besonders energiesparend und umweltschonend, da zum Aufheizen Abwärme aus dem Kühlprozess genutzt wird.

Die Halbzeuge können mit Holzbearbeitungsmaschinen maschinell bearbeitet werden.

Für vielfältige Verwendungsbereiche können die wasserfesten und UV-beständigen Platten eingesetzt werden, wie für Schalungsplatten, Verkleidungen für Reinigungsanlagen, Schweinezucht oder als Tischplatten im Outdoor-Bereich.

## 2.4. Pressverfahren (Kunststoff-Sandgemisch)

Das plastifizierfähige Recyclingmaterial wird vorsortiert, zerkleinert, getrocknet und somit für den nachfolgenden Formgebungsprozess konditioniert.

Sand mit definierter Korngröße wird erhitzt und mit dem Kunststoff in einem Heißmischer vermengt. Eine bestimmte Menge wird in eine Form gefüllt und gepresst. Überständiges Material steigt aus dem geschlossenen Werkzeug und wird nach der Erkalting und nach der Entnahme der fertigen Form abgetrennt und wieder eingesetzt.

Diese Methode der Formgebung ist einfach. Eine mechanische Bearbeitung von Flächen oder maßlichen Vorgaben ist je nach Anforderung möglich.

Es sind robuste Formen herstellbar wie Gullideckel, Bodenplatten, Schilderstände o.a. mit hohen Anforderungen an Langzeitbeständigkeit und Festigkeit.

## 2.5. Faserverstärkte Kunststoffe

Innovative Werkstoffe sind durch Mischen und Extrusion von Verbindungen aus natürlichen Faserstoffen und Kunststoffen herstellbar und substituieren zunehmend Werkstoffe aus reinem Kunststoff oder Metall (Alu). Das ist auch aus Recyclingmaterial möglich.

Naturfaser-Kunststoff-Composites werden allgemein als NFPC (natural fibre plastic composites) und im Fall von Holz als WPC (wood-plastic composites) bezeichnet.

Der Faserstoff aus Naturfasern wie Stroh, Holz, Hanf, Bambus, Palmrispen oder Gras wird über ein spezielles Verfahren aufgeschlossen, also nicht nur zerkleinert oder gemahlen und erhält damit eine sehr große Oberfläche und Faserstruktur mit hoher

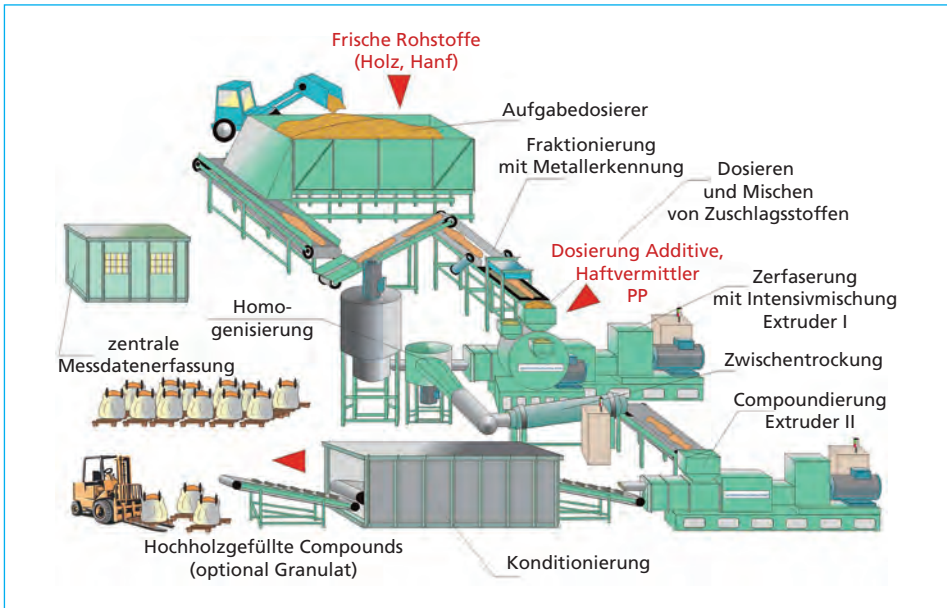


Bild 11: Modulare Verarbeitungslinie zur Herstellung von WPC

Festigkeit. Die Faserstruktur gilt es möglichst schonend während des Verarbeitungsprozesses zu erhalten. Damit wird der Festigkeitswert gesichert.

Zum Beispiel wurden bei einem Füllgrad von sechzig Prozent Holzfaserstoff (LMB-HFS) L1 gemeinsam mit PP und Haftvermittler folgende Eigenschaften ermittelt:

	Einheit	HFS L1 Composite	PP Copolymer	LMB HFS fein K
Biege- E Modul	N/mm <sup>2</sup>	5.300	1.170	7.120
Biegefestigkeit	N/mm <sup>2</sup>	75	30	91
Schlagzähigkeit	kJ/m <sup>2</sup>	13	57	11
Zug- E Modul	N/mm <sup>2</sup>	5.000	1.340	6.333
Zugfestigkeit	N/mm <sup>2</sup>	40	22	47

Tabelle 1:

Kennwerte des faserverstärkten Kunststoffes im Vergleich mit einem Standard-PP (Copolymer mit Schmelzindex 15)

Der Holzfaserstoff L1 ist ein spezieller feinfasriger Stoff, der dem Composite hervorragende physikalische Eigenschaften verleiht.

Der Aufschluss erfolgt mit einem Doppelschneckenextruder, der – wie bei der Plastifizierung beschrieben – durch Desintegration die Substrate unterschiedlichen Druck- und Entspannungszonen aussetzt. Die eingetragene mechanische Energie (Reibung, Zerkleinerung, Quetschung) und die thermomechanische Energie führen zum Aufschluss und zur Auffaserung.

Die Schneckengestaltung bedingt mehrfache Druckerhöhungs- und anschließende Entspannungszonen. An den Druck ist ein Wechsel von Temperaturerhöhung und



Temperaturabfall gebunden. Es kommt zum Aufschluss bis ins Zellgefüge, insbesondere zum *Dampfexplosionseffekt*.

Materialart, Feuchtigkeit, Materialaufbereitung, Störstoffanteil, Materialzusammensetzung und Ausgangsgröße beeinflussen die Qualität und Leistung. Der modulare Aufbau der Extruder gestattet einen vielfältigen Einsatz als Herzstück in der Verarbeitung unterschiedlicher Materialien mit verschiedenen Verarbeitungszielen.

Zur Herstellung von definierten Faserstoffen für die weitere Verwendung als Füllstoff oder Faserverstärkungspotential für hoch gefüllte Composites ist besonders das Prozessteil des Doppelschneckenextruders entscheidend.

Durch Änderung der Prozessparameter sind optimale Faserqualitäten zu erreichen.

- Schneckengeometrie (Steigung, Schneckenspiel, Kantenausführung),
- Schneckenform,
- Betriebstemperatur,
- Restfeuchte des Aufgabegutes,
- Dosiermenge pro Zeiteinheit.



Bild 12: Gespritzte Stuhlschale aus WPC

Vorgemischte Materialien aus Faserstoff, Kunststoff, Ausmatter und Haftvermittler werden in den Doppelschneckenextruder eingebracht und darin intensiv gemischt. Die nachfolgende Formgebung erfolgt entweder im Spritz-/Plastifizierextruder in einer Werkzeugform oder durch Strangextrudierung.

Allgemeine Einsatzmöglichkeiten faserverstärkter Kunststoffe sind mechanisch leicht zu bearbeitende Halbzeuge, Bauelemente, Platten, Hohlkammerprofile und Profile, Fensterelemente, Konstruktionselemente, Spritzteile für Fahrzeugbau, Maschinenbau, Konsumgüter u.a.

Die Eigenschaften von faserverstärkten Kunststoffcompounds liegen auf der Hand

- kostengünstiger als Polymerwerkstoffe
- wesentliche Verbesserung der mechanischen Eigenschaften der Basiskunststoffe (PP-PE)
- hohe Formbeständigkeit
- das Produkt hat Holzoptik und fühlt sich wie Holz an

- einfärbbar
- *screw holding power*
- einstellbares, hohes mechanisches Kennwertniveau, insbesondere hohe Biegefestigkeit
- weitgehend abfallfreie Herstellung der Bauteile durch Extrusion/Spritzguss

## 2.6. Intrusion

Die zunehmende Verbreitung von Recyclingkunststoffen, aber auch von Mischcompounds in Verbindung mit den genannten hochproduktiven Technologien stößt immer häufiger an technologische Grenzen. Besonders geometrische Einschränkungen der Bauteile sind dabei Einsatzgrenzen für die entsprechenden Technologien. Diesen Beschränkungen kann teilweise mit dem Intrusionsverfahren begegnet werden. Als Intrusion bezeichnet man damit weitläufig kunststoffverarbeitende Verfahren, bei denen der Werkstoff mit Hilfe des aus der Schneckenrotation im Extruder entstehenden Staudruckes in ein geschlossenes Werkzeug eingebracht wird. Das Verfahren arbeitet im Gegensatz zum Spritzgießen mit deutlich geringerem Druck, da ein zusätzlicher Kolben zum Einspritzen fehlt.

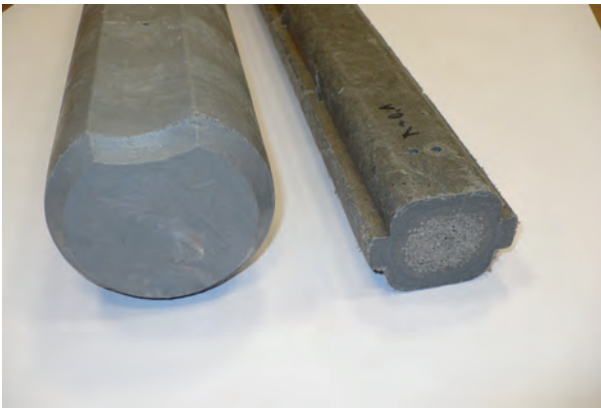


Bild 13:

Intrusionsbeispiele

Ein Schwerpunkt ist die Entwicklung einer Werkzeugtechnologie, welche den gegebenen Anforderungen kostengünstig gerecht wird. Die Intrusionsformen sind einfach, ermöglicht durch die geringeren Belastungen im Vergleich zum Spritzgießen. Ein niedriger Fertigungsaufwand für die Formen und damit verbunden eine einfache Gestaltung gewährleisten, dass auf Basis des Technologiekonzeptes größere Anzahlen an Werkzeugen im annehmbaren Kostenrahmen verfügbar gemacht werden, um ein Handlingsystem damit zu bestücken.

Mit dieser Technologie wird der Werkstoff möglichst flexibel auf das jeweilige Bauteil abgestimmt.

Dies führt zu Kosteneinsparungen, einfachen Werkstücken und zu einer besseren Werkstoffqualität durch geringere thermische Belastung.

## 2.7. Gärrest-Polymer-Verbundwerkstoffe

Durch eine Änderung der politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen in den letzten Jahren, die zum Ziel hat vom Erdöl unabhängiger zu werden, Energie auf nachhaltige Weise zu produzieren und Werkstoffe zu entwickeln, die nachhaltig sind, hat sich die Nachfrage nach Holz in Deutschland und Mitteleuropa sehr stark vergrößert und damit die Preisbildung. Es ist daher sinnvoll eine Alternative für Holzspäne zu finden.

Im Rahmen der oben angesprochenen Entwicklung zur nachhaltigen Energieversorgung sind in den letzten Jahren viele Biogasanlagen in Deutschland in Betrieb genommen worden, deren Anzahl sich mittlerweile über 7.000 beläuft. Je nach Grundkonzept und Betreiber kommen in den Biogasanlagen unterschiedliche Rohstoffe zum Einsatz. Weit verbreitet sind zellulosehaltige Ganzpflanzensilagen. In der Biogasanlage wird das Substrat nicht vollständig zu Biogas umgesetzt. Am Ende des Prozesses bleibt neben einer Flüssigfraktion ein faseriger mit Lignin angereicherter fester Gärrest übrig. Nach Separation und Trocknung besitzt dieser faserige Gärrest mechanische Eigenschaften, die ihn als Naturfaserkomposit geeignet erscheinen lassen. Durch die Aufkonzentration des Lignins ist der Gärrest deutlich hydrophober als normale Naturfasern oder Holz.

Gärreste als Nebenprodukte der Biogaserzeugung sind preiswert. Der wesentliche Nachteil an Gärresten ist der Umstand, dass sie einen starken Eigengeruch aufweisen.

LEHMANN Maschinenbau entwickelt ein Bioextrusionsverfahren, das es ermöglicht hoch lignozellulosehaltige Stoffe, wie Stroh, soweit aufzuschließen, dass sie biogasfähig werden und die im Stroh enthaltene Energie in der Biogasanlage fast vollständig umgesetzt wird. Am Prozessende fällt ein besonders fester, faserförmiger und ligninreicher Gärrest an. Der hohe Ligninanteil erhöht die Bindefähigkeit und ersetzt somit Binder. Er senkt den Aufwand für Polymere und daraus folgernd die Herstellungskosten.

In einem neuen Verfahren sollen daraus Gärrest-Polymer-Verbundwerkstoffe (GPV) entwickelt werden, vergleichbar mit WPC, wie z.B. Zaunpfosten, Stangen und andere Produkte im Garten- und Landschaftsbereich.

## 3. Zusammenfassung

Recyclingprozesse sind energieintensiv. Sie benötigen sowohl Elektroenergie als auch Wärme und Kraftstoffe für die einzelnen Prozessschritte. Energie ist somit ein Schlüssel zur Aufbereitung von Abfällen zu Wertstoffen und der kostenbestimmende Faktor.

Gerade Abfallbehandlungs- und Recyclingprozesse bieten Chancen für komplexe Lösungen.

Aus der Sortierung erhaltene biogene Stoffe können in Biogasanlagen, heizwertreiche nicht anders verwertbare Fraktionen in Vergasungsanlagen eingesetzt werden. Die erzeugte Elektroenergie und die entstehende Wärmeenergie sind wesentliche Voraussetzungen für wirklich nachhaltige kostengünstige Abfall- und Recyclingtechnologien.

Gestaltet wird das nur mit hoher ingenieurtechnischer Kompetenz und einem innovativen Anlagen- und Maschinenbau. Die Anforderungen, Aufgaben und Lösungen sind vielfältig. Das weite Feld der Dosier- und Fördertechnik, der Störstoffauslese, Zerkleinerungs- und Plastifizierttechnologie mit anspruchsvoller MSR-Technik und die Verzahnung zwischen erneuerbarer Technologie und Recycling gewinnen zunehmend an Bedeutung.

Alle diese Beispiele bedürfen neuer Ansätze oder manchmal auch nur das Besinnen auf alte Rezepte. Eine wahrhaft strategische Aufgabe zur Sicherung der Zukunft.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Recycling und Rohstoffe** – Band 6

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Daniel Goldmann.

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013

ISBN 978-3-935317-97-9

ISBN 978-3-935317-97-9 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky

Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2013

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky

Erfassung und Layout: Ina Böhme, Petra Dittmann, Sandra Peters,

Martina Ringgenberg, Ginette Teske, Ulrike Engelmann, LL. M.

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.