

Genanvendt plast

Der er et politisk ønske i Danmark om, at vi skal genanvende mere plast i fremtiden. Plast indgår som et af flere fokusområder i ressourcestrategien og målsætningen er at øge genanvendelsen af plast fra husholdninger til 50% i 2025. Det giver imidlertid en analysekemisk udfordring.

Af Michael Pilgaard, Daniela Bach og Marianne Lund Madsen, FORCE Technology

Genanvendelse af plast fra husholdningsaffald giver nogle udfordringer i forhold til dokumentationskrav, idet man arbejder med analyser af komplekse blandinger fra mange kilder og ikke har historik og indholdsstoffer for plasten.

Der er analyse- og separationsmetoder til rådighed, men disse har nogle begrænsninger, som giver en række analysekemiske udfordringer.

Den analysekemiske udfordring

Forarbejdningen af plast og den senere oparbejdning af plast fra affald til ny råvare (regenerat) har som minimum én uhenigtsmæssig effekt: Nedbrydning af plasten. Det er en uundgåelig effekt af, at plasten varmes op. Hertil kommer den mekaniske nedbrydning pga. forskydningskræfterne, når den smeltede plast føres frem og/eller compunderes. Hvor meget plasten nedbrydes, afhænger af plasttypen, hvor kraftig en påvirkning der er fra varme og bearbejdning, og under hvilke forhold. Man har derfor allerede ved forarbejdning af plastaffaldet introduceret nogle kemiske ændringer i forhold til nyvaren, som kan detekteres analysekemisk.

Produktudviklere elsker at kombinere plasttyper og med god grund, da det oftest giver bedre og mere funktionelle produkter (f.eks. forskellige friktions-, barriere- og resistensegenskaber). Adskillelsen i affaldsledet, så plasten er genanvendelig, er sjældent indtænkt i produktet. I dag er separationsteknologierne ret effektive, men i meget *post consumer* regenerat vil der være urenheder i form af andre plasttyper.

Hvis plasten skal kunne genanvendes, skal nedbrydningsgrad og urenheder kunne bestemmes, og man skal kende usikkerhederne på analysemetoderne. For at kunne gøre dette, skal man vide, hvorledes nedbrydning og urenheder ses, og navnlig ikke ses, i analyserne.

FORCE Technology har, som en del af aktiviteterne i ResourceLAB, se faktaboks, fået fremstillet en række polymercompounds (blandinger), der skal simulere forskellige kombinationer af urenheder af polymerer, så der under kontrollerede forhold kan afdækkes styrker og svagheder i de tre mest anvendte analysemetoder inden for polymerer.

Materialer

Der er til undersøgelsen fremstillet forskellige blandinger af polymerer. Her medtages der kun to af disse blandinger af hensyn til artiklens overskuelighed og omfang. Dertil repræsenterer de antageligt to af de mest udbredte polymerforureninger.

Der er anvendt følgende materialer fra Ineos, Borealis og Invista til fremstilling af de to blandinger:

- Polypropylen (PP)
- Polyethylen terephthalat (PET)
- High Density Polyethylen (HDPE)

De to blandinger består af henholdsvis:

- 95% PP og 5% PET (w/w)
- 70% PP og 30% HDPE (w/w).

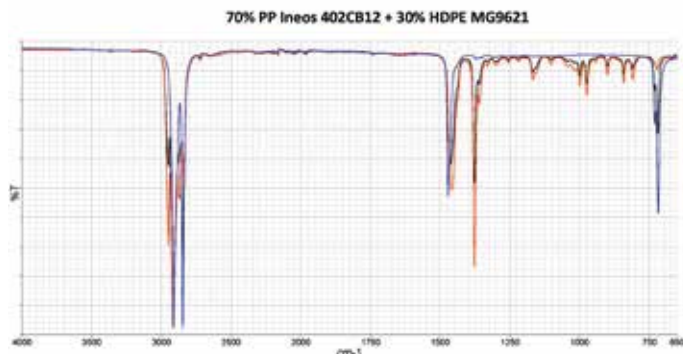
Analysemetoder

FTIR-ATR (Fourier Transform InfraRed-Attenuated Total Reflectance) spektroskopi er en hurtig analysemetode, der anvendes til identifikation af polymertype. Denne analysemetode anvendes sædvanligvis først og danner grundlag for de efterfølgende analyser. Analysen kan, foruden polymertype, give de første indikationer af urenheder og nedbrydningsprodukter i polymeren. Ved oxidative nedbrydningsprodukter kan nye absorptionstoppe omkring 3.400 cm^{-1} og 1.735 cm^{-1} observeres.

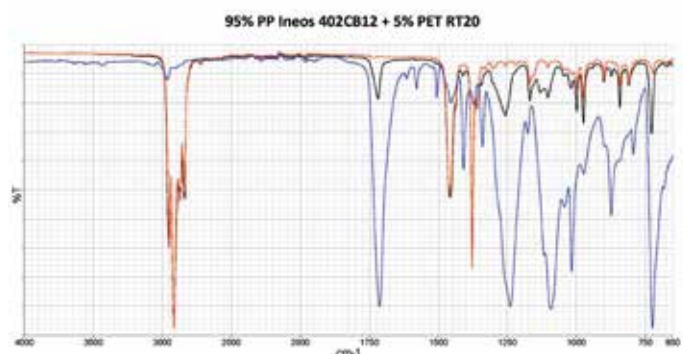
Blandinger af plasttyper er en udfordring ved evaluering af resultaterne af en FTIR-ATR-analyse, idet nogle plasttyper absorberer ved samme bølgelængder. Figur 1, side 24, viser et FTIR-ATR-spektrum af en blanding af 70% PP og 30% HDPE (sort) sammenlignet med referencespektre af PP (rød) ►



ResourceLAB er et udviklings- og prøvningslaboratorium inden for design og industriel anvendelse af plastaffald. Aktiviteterne i ResourceLAB omfatter F&U-aktiviteter, herunder analyser af affaldsbaserede plastmaterialer, demonstrationscases samt netværks- og formidlingsaktiviteter. Initiativet, der løber i perioden 2016-2018, er finansieret af Styrelsen for Forskning og Innovation. Du kan læse mere om ResourceLAB på FORCE Technology's hjemmeside www.forcetechnology.com.



Figur 1.



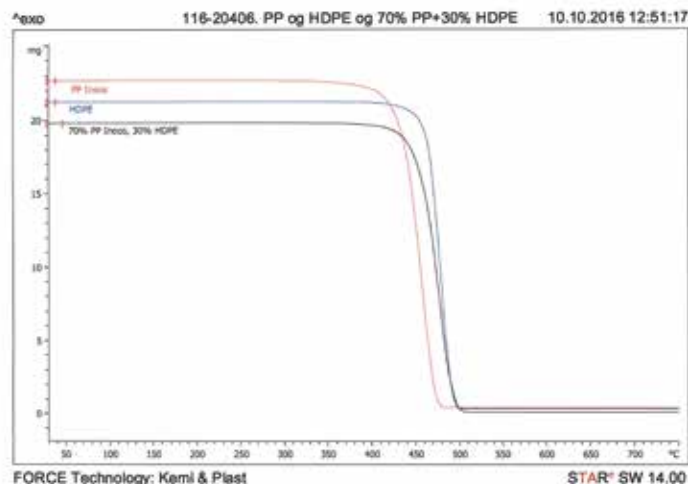
Figur 2.

og HDPE (blå), hvor det er en udfordring at evaluere sammensætningen i blandingen pga. lignende kemisk struktur. Figur 2, hvor en blanding af 95% PP og 5% PET (sort) er sammenlignet med referencespektre af PP (rød) og PET (blå), viser derimod tydeligt tilstedeværelsen af de to polymerer.

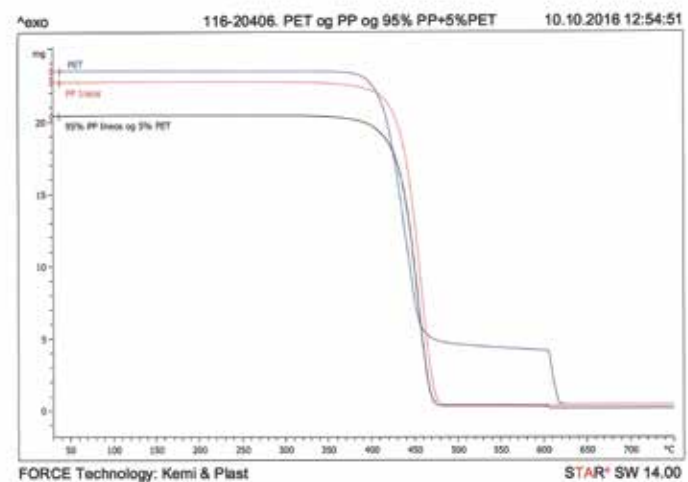
TGA (Thermogravimetric Analysis) er en termisk analysemetode, der anvendes til bestemmelse af den procentvise sammensætning af polymeren, herunder mængden af polymer og fyldstoffer, på baggrund af nedbrydnings- og væggtab. Ved blandinger er det vigtigt at udtage en repræsentativ homogen prøve, hvilket kan være en udfordring i sig selv, idet der ved analysen kun anvendes en prøvemængde på ca. 20 mg. Figur 3 viser et termogram af en blanding af 70% PP og 30% HDPE (sort) sammenlignet med referencespektre af PP (rød) og HDPE (blå), hvor det er en udfordring at evaluere sammensætningen i blandingen pga. næsten ens nedbrydnings-temperaturer, se også tabel 1. Figur 4 viser termogrammet af en blanding af 95% PP og 5% PET (sort) sammenlignet med reference af PP (rød) og PET (blå). Både blandingen og PET råvaren viser tilstedeværelse af fyldstof (restfraktion når alt po-

	$T_{\text{inflection}} [^{\circ}\text{C}]$
70 % PP+30 % HDPE	452
PP	460
HDPE	481
95 % PP+ 5 % PET	457/ 619
PP	460
PET	435 / 634

Tabel 1. TGA-resultater.



Figur 3.



Figur 4.

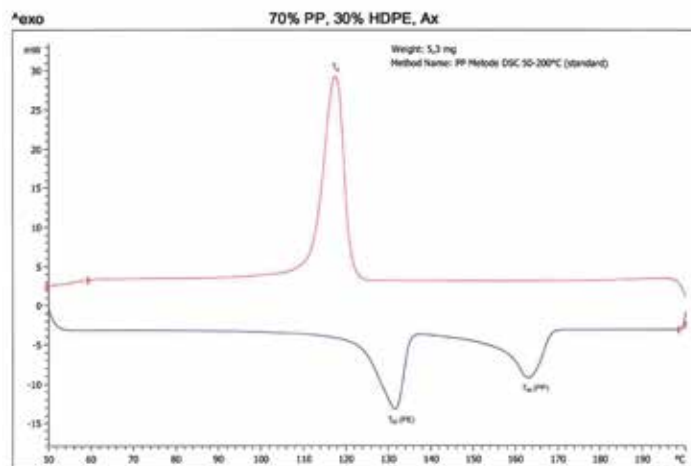
lymermateriale er brændt af). Der kan dog heller ikke, ligesom i PP- og HDPE-blanding, detekteres to forskellige polymerer i blandingen, alene på baggrund af nedbrydnings-temperaturer, tabel 1.

DSC (Differential Scanning Calorimetry) er en anden termisk analysemetode, der bl.a. anvendes til bestemmelse af glasovergangstemperaturen (T_g), krystallisationstemperaturen v. køling (T_c) og smeltetemperaturen (T_m). Ved blandinger er det igen vigtigt at udtage en repræsentativ homogen prøve, idet der ved analysen kun anvendes en prøvemængde på ca. 5 mg. Ana-

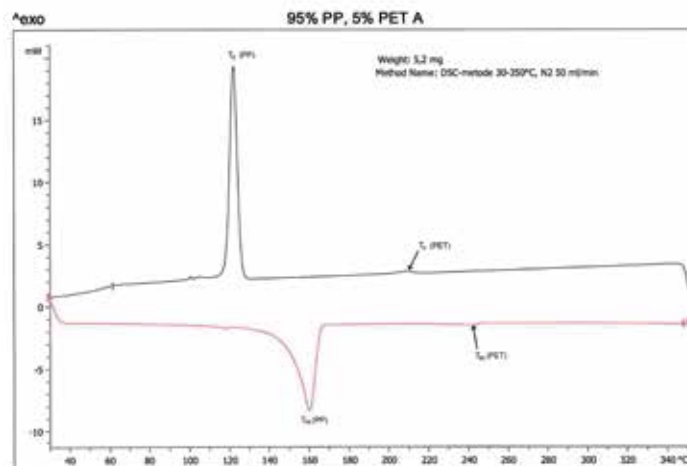
	T_m (onset) [$^{\circ}\text{C}$]	T_c (onset) [$^{\circ}\text{C}$]
70 % PP+30 % HDPE	123 / 155	121
PP	158	127
HDPE	124	121
95 % PP+ 5 % PET	111 / 155 / 232	105 / 127 / 214
PP	158	127
PET	241 *	208 *

*enkeltbestemmelse

Tabel 2. DSC-resultater.



Figur 5.



Figur 6.

	Blandinger	Anvendelighed	Kommentar
FTIR-ATR	PP+HDPE	-	
	PP+PET	+	
DSC	PP+HDPE	+	
	PP+PET	-	
TGA	PP+HDPE	-	Men god til at analysere mængde af fyldstof
	PP+PET	-	

Tabel 3.

lysen er udført fra rumtemperatur til enten 200°C eller 350°C afhængig af, hvilke polymerer der analyseres, se tabel 2.

Figur 5 viser et DSC-termogram af en blanding af 70% PP og 30% HDPE, hvor tilstedeværelsen af de to polymerer ses tydeligt ved to smeltepunkter. Figur 6, der viser termogrammet af en blanding af 95% PP og 5% PET, viser tydeligt et T_m for PP, men også en svag indikering af et T_m for PET. PET råvaren indeholder også fyldstof, så det reelle indhold af PET i blandingen er formentlig lavere end de 5%, hvilket forklarer, at T_m for PET ikke ses så tydeligt.

Målet med hele denne øvelse

For at kunne anvende regenerat, er der et lovgivningsmæssigt krav til dokumentationen af materialet. Som udviklingen har været i forhold til dokumentationskrav, kan man forvente stadig strengere krav. For at imødekomme de stigende krav, skal prøveudtagning og analysemetode overvejes nøje, da resultaterne vil afhænge heraf. Risikoen er, at prisen på regenerat, efter de fornødne analyser, bliver højere end prisen på nyvarer.

En opbygning af viden, under kontrollerede forhold, om hvordan de forskellige forureninger ser ud i standardanalyser, er et skridt på vejen, men der er stadig et behov for videreudvikling. Ved at kende styrker og svagheder i analyserne, kan anvendelsen af disse optimeres og kvaliteten/anvendeligheden af et givent regenerat bestemmes hurtigere og mere effektivt, dvs. billigere.

Genanvendelse af plast er en god idé, men...

Der er mange gode argumenter for at genanvende så meget plast som muligt. Alene reduktionen i udledt CO₂ der spares pr. kg genanvendt plast (ca. 1,8 kg i gennemsnit iflg. visse bereg-

ninger), gør det værd at øge genanvendelsen mest mulig. Hertil kommer de afledte effekter som mindre import, flere danske arbejdspladser osv.

Dette forudsætter i sagens natur, at der er afsætningskanaler for den genanvendte husholdningsplast – at industrien "tager den genanvendte plast til sig" og introducerer den som råvare i produktionen af nye produkter.

Et vigtigt element til at få genanvendelse til at fungere i praksis, er den analyse-mæssige udfordring. En udfordring, der kan gøre det svært og/eller dyrt at opnå de genanvendelsesprocenter af plast, som man gerne ser fra politisk side.

E-mail:

Michael Pilgaard: mpg@force.dk

Retsch
TECHNOLOGY

Reliable particle size and particle shape analysis of powders, granules and suspensions with Dynamic Image Analysis

part of VERDER scientific

dual camera technology

Kvinderupvej 30 · 3550 Slangerup · Tlf: 4738 1014 · www.retsch.dk

SKANLAB

