



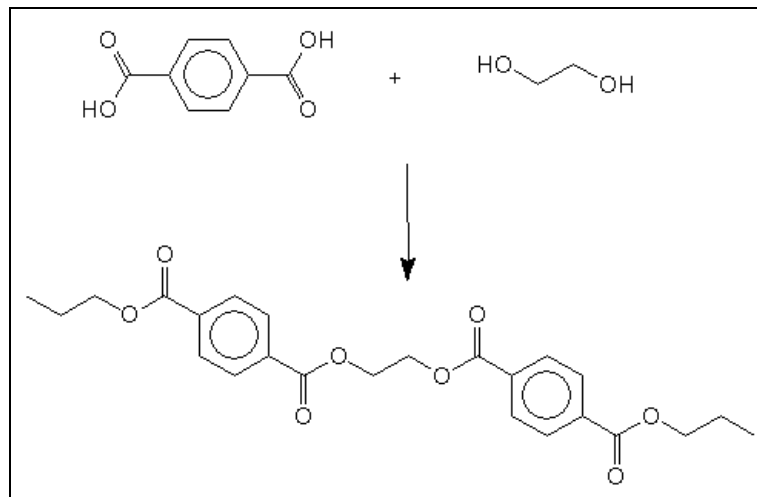
EUROPA-KOMMISSIONEN  
GENERALDIREKTORATET FOR DET FÆLLES FORSKNINGSCENTER  
Det Fælles Forskningscenter (FFC)  
Institut for Teknologiske Fremtidsstudier

## Integreret forebyggelse og bekæmpelse af forurening

Referencedokument om  
bedste tilgængelige teknik (BAT) i produktionen af

# Polymerer

Oktober 2006





## RESUMÉ

### 1) Indledning

BAT-referencedokumentet (BREF) med titlen ”Den bedste tilgængelige teknik ved produktionen af polymerer” er resultatet af en informationsudveksling, der har fundet sted i henhold til artikel 16, stk. 2, i Rådets direktiv 96/61/EF (IPPC-direktivet). I dette resumé beskrives hovedkonklusionerne, og der gives et resumé af de væsentligste BAT-konklusioner og de dertil knyttede emissions- og forbrugsniveauer. Resuméet bør læses i sammenhæng med forordets tekst om formål, anvendelse og juridiske udtryk. Det kan læses og forstås som et enkeltstående dokument, men i et resumé er det ikke muligt at beskrive alle de komplekse forhold, der findes i det fuldstændige referencedokument. Resuméet kan derfor ikke erstatte det fulde BREF-dokument som redskab i BAT-beslutningsprocessen.

### 2) Dokumentets anvendelsesområde

I BREF-dokumentet fokuseres der på hovedprodukterne i den europæiske polymerindustri, både hvad angår produktion og miljøpåvirkninger. Det drejer sig om produkter, der primært produceres i anlæg til produktion af én specifik polymer. Listen af omfattede produkter er ikke udtømmende, men omfatter polyofiner, polystyren, polyvinylchlorid, umættede polyestere, emulsionspolymeriseret styrenbutadiengummi, opløsningspolymeriseret gummi indeholdende butadien, polyamider, polyethylenterephthalatfibre og viskosefibre.

For anlæg til polymerproduktion er der ikke fastsat nogen specifik grænse for, hvornår der er tale om IPPC-anlæg og ikke-IPPC-anlæg, idet der ikke er taget højde for en sådan grænse i IPPC-direktivet.

### 3) Sektoren og miljøforhold

Polymervirksomheder producerer mange forskellige basisprodukter lige fra råvarer til materialer med en høj værditilvækst, og de produceres i såvel batchprocesser som kontinuerlige processer på anlæg med en produktionskapacitet, der strækker sig fra ca. 10.000 til ca. 300.000 tons pr. år.

Basispolymererne sælges til forarbejdningvirksomheder, der betjener en bred vifte af slutbrugermarkeder.

Kemien bag polymerproduktion består af tre grundlæggende reaktionstyper, polymerisation, polykondensation og polyaddition, hvorfor antallet af anvendte operationer/processer forbliver forholdsvis få. Disse processer omfatter forberedelse, selve reaktionen samt produktseparation. I mange tilfælde er det nødvendigt med afkøling, opvarmning eller anvendelse af vakuum eller tryk. De uundgåelige affaldsstrømme behandles i genvindings- og/eller forureningsbekæmpelses anlæg eller bortskaffes som affald.

Det væsentligste miljøforhold i polymersektoren er emissioner af flygtige organiske forbindelser, i visse tilfælde spildevand med et potentielt højt indhold af organisk stof, forholdsvis store mængder brugte opløsningsmidler, affald, der ikke kan genvindes, samt energiforbruget. På grund af sektorens diversitet og de mange forskellige polymerprodukter giver dette dokument ikke et komplet overblik over udledninger fra polymersektoren. Dog er emissions- og forbrugsdata fremlagt fra en bred vifte af anlæg i sektoren.

### 4) Mulige teknikker til bestemmelse af BAT

De mulige teknikker til overvejelse i forbindelse med BAT er grupperet i et generisk afsnit og i specifikke afsnit for visse polymerer. Det førstnævnte afsnit omfatter miljøstyringsværktøjer, udformning og vedligeholdelse af udstyr, overvågning samt nogle generiske teknikker i forbindelse med energi og ”end-of-pipe”-foranstaltninger.

### 5) Bedste tilgængelige teknik

Nedenstående resumé medtager ikke baggrundsforklaringer og krydsreferencer, som findes i den fuldstændige tekst. Derudover indeholder den fuldstændige tekst BAT vedrørende miljøledelse, hvilket ikke er nævnt i dette resumé.

#### Grænsefladen til BREF-dokumentet om CWW

I BREF-dokumentet om "Common waste gas and waste water treatment/management systems in the chemical sector" (Spildevands- og luftrensning og dertil hørende styringssystemer i den kemiske sektor) beskrives teknikker, som er fælles for hele den kemiske industri. Detaljerede beskrivelser af teknikker til genvinding eller forureningsbekæmpelse findes i BREF-dokumentet om CWW.

De BAT-relaterede emissionsniveauer for "end-of-pipe"-teknikker, der er beskrevet i BREF-dokumentet om CWW, er BAT, uanset hvor disse teknikker anvendes inden for polymersektoren.

#### Massestrøm og koncentrationsniveauer

Dette dokument refererer hovedsageligt til produktionsrelaterede emissions- og forbrugsniveauer, forbundet med BAT, samt til "end-of-pipe"-teknikker, hvis koncentrationsafhængige ydeevne kan findes i BREF-dokumentet om CWW. Alle BAT-relaterede emissionsniveauer er relateret til det samlede antal emissioner, herunder både punktkilder og emissioner af flygtige stoffer.

#### Anvendelse af BAT

De BAT, der er anført, omfatter generiske og specifikke BAT i forbindelse med de forskellige polymerer, der behandles. De generiske BAT er dem, der betragtes som værende generelt anvendelige for alle typer polymeranlæg. De polymerspecifikke BAT er dem, der betragtes som værende specifikke BAT for anlæg, der primært eller udelukkende producerer visse typer af polymerer.

#### Generisk BAT består i

- at reducere flygtige emissioner ved hjælp af avanceret udstyr, herunder:
  - brug af ventiler med bælg eller dobbelt pakningsforsegling eller tilsvarende effektivt udstyr. Bælgventiler anbefales særligt i forbindelse med meget toksiske procedurer,
  - magnetisk drevne eller indkapslede pumper eller pumper med dobbelt forsegling og en væskebarriere,
  - magnetisk drevne eller indkapslede kompressorer eller kompressorer med dobbelt forsegling og en væskebarriere,
  - magnetisk drevne eller indkapslede omrørere eller omrørere med dobbelt forsegling og en væskebarriere,
  - minimering af antallet af flanger (konnektorer),
  - effektive pakninger,
  - lukkede prøveudtagningssystemer,
  - afledning af forurenede spildevand i lukkede systemer,
  - samling af ventilationskanaler.
- at gennemføre analyser og målinger af tab af flygtige stoffer for at klassificere komponenter i henhold til type samt service- og procesbetingelser for derved at identificere de elementer, hvor der er størst risiko for tab af flygtige stoffer
- at iværksætte og fastholde et program til kontrol og vedligeholdelse af udstyr og/eller et lækagedetekterings- og reparationsprogram (LDAR) baseret på en komponent- og servicedatabase kombineret med analyser og målinger af tab af flygtige stoffer.
- at reducere støvemissioner ved hjælp af en kombination af følgende teknikker:

- “dense-phase”-transport forebygger mere effektivt støvemissioner end “dilute-phase” transport,
  - reduktion af hastigheder i “dilute-phase”-transportanlæg til så lave værdier som muligt,
  - reduktion af støvdannelse i transportlinjer gennem overfladebehandling og korrekt tilpasning af rørledninger,
  - anvendelse af cykloner og/eller filtre til støvfjernelsesenhedernes udstødningsluft. Anvendelsen af anlæg med posefiltre er mere effektiv, særligt til fint støv.
  - anvendelse af vådscrebbere.
- at minimere antallet af opstarter og nedlukninger af anlæg for at undgå for store emissioner og reducere det samlede forbrug (f.eks. energi, monomerer pr. ton produkt),
  - at sikre reaktorindholdet i tilfælde af nødstop (f.eks. ved brug af indkapslingsanlæg),
  - at genvinde det opsamlede materiale eller bruge det som brændstof,
  - at forebygge vandforurening gennem brug af passende rør og materialer. For at lette inspektion og reparation har spildevandsanlæg på nye anlæg samt ombyggede anlæg f.eks:
    - rør og pumper placeret over jordoverfladen eller
    - rør placeret i kanaler, der er tilgængelige for inspektion og reparation.
  - at anvende separate spildevandsopsamlingsanlæg til:
    - forurenede processpildevand,
    - potentielt forurenede vand fra lækager og andre kilder, herunder kølevand og overfladevand fra procesanlæg osv.,
    - uforurenede vand.
  - at behandle luftstrømme fra afgangssiloer og reaktorudluftningshuller med en eller flere af de følgende teknikker:
    - genvinding
    - termisk oxidation
    - katalytisk oxidation
    - adsorption
    - afbrænding (kun diskontinuerlige strømme).
  - at anvende afbrændingsanlæg til behandling af diskontinuerlige emissioner fra reaktor anlægget. Afbrænding af diskontinuerlige emissioner fra reaktorer er kun BAT, hvis disse emissioner ikke kan genvindes i processen eller bruges som brændstof.
  - at anvende energi og damp fra kraftvarmeværker, når det er muligt. Kraftvarmeproduktion etableres normalt, når anlægget anvender den producerede damp, eller når en anden anvendelsesmulighed for den genererede damp er tilgængeligt. Den producerede elektricitet kan enten anvendes af anlægget eller eksporteres.
  - at genvinde reaktionsvarmen gennem generering af lavtryksdamp i processer eller anlæg, hvor interne eller eksterne forbrugere af lavtryksdampen er tilgængelige,
  - at genbruge det mulige affald fra et polymeranlæg,
  - at anvende skrabeanlæg i multiprodukt-anlæg med flydende råvarer og produkter,
  - at anvende en buffer til spildevand opstrøms for spildevandsrensning, hvorved der opnås en konstant spildevandskvalitet. Dette gælder for alle spildevandsproducerende processer, såsom PVC og emulsionspolymeriseret styrenbutadiengummi (ESBR)
  - at rense spildevandet effektivt. Spildevandsrensning kan foretages på et centralt anlæg eller på et anlæg specielt egnet til en særlig aktivitet. Afhængigt af spildevandskvaliteten vil det være nødvendigt at foretage en forbehandling.

### **BAT til polyethylen består i**

- at genvinde monomerer fra stempelkompressorer i LDPE-processer for at:
  - genbruge dem i processen og/eller
  - lede dem til termisk oxidation.
- at indsamle røggasser fra ekstruderne. Røggasser fra ekstruderingssektionen (ekstruder ved endepakning) i LDPE-produktion har et højt indhold af VOC. Ved at suge støvet væk fra ekstruderingssektionen reduceres emissionen af monomerer,
- at reducere emissionerne fra færdigbearbejdnings- og lagersektionerne ved at rense afgangsluften,
- at drive reaktorerne med den højst mulige polymerkoncentration. Ved at øge polymerkoncentrationen i reaktoren optimeres produktionsprocessens samlede energieffektivitet,
- at anvende lukkede køleanlæg.

### **BAT til LDPE består i**

- drift af lavtryksseparatorbeholderen ved lavest mulige tryk og/eller
- valg af opløsningsmiddel og
- ekstrudering ved devolatilisering eller
- rensning af afgangsluft fra afgangssiloer.

### **BAT til suspensionsprocesser består i**

- anvendelse af lukkede nitrogenrenseanlæg og
- optimering af stripningsprocessen og
- genvinding af monomerer fra stripningsprocessen og
- kondensering af opløsningsmidlet og
- valg af opløsningsmiddel.

### **BAT til gasfaseprocesser består i**

- anvendelse af lukkede nitrogenrenseanlæg og
- valg af opløsningsmiddel og comonomerer.

### **BAT til processer med LLDPE-opløsning består i**

- kondensering af opløsningsmidlet og/eller
- valg af opløsningsmiddel og
- ekstrudering ved devolatilisering eller
- rensning af afgangsluft fra afgangssiloer.

### **BAT til polystyren består i**

- at reducere og regulere emissioner fra oplagring ved hjælp af en af følgende teknikker:
  - minimering af niveauvariation,
  - gasreguleringsledning,
  - flydetage (kun store tanke),
  - installerede kondensatorer,
  - behandling af genvundet afgangsluft.
- at genvinde alle luftstrømme fra udluftningshuller og reaktorudluftningshuller,
- at opsamle og behandle afgangsluften fra pelletering. Normalt renses luften, som suges ud af pelleteringssektionen, sammen med luft fra reaktorudluftningshuller og luftstrømme fra udluftningshuller. Dette gælder kun GPPS- og HIPS-processer.

- at reducere emissioner fra EPS-processer ved hjælp af en eller flere af følgende teknikker eller tilsvarende teknikker:
  - dampreguleringsledninger,
  - kondensatorer,
  - viderebehandling af genvundet afgangsluft,
- at reducere emissioner fra opløsningsanlægget i HIPS-processerne ved hjælp af en eller flere af følgende teknikker:
  - cykloner til separation af transportluft,
  - pumpeanlæg med høj koncentration,
  - kontinuerlige opløsningsanlæg,
  - dampreguleringsledninger,
  - viderebehandling af genvundet afgangsluft,
  - kondensatorer.

#### **BAT til polyvinylchlorid består i:**

- at anvende passende lagerfaciliteter til VCM-råvarer, som er konstruerede og vedligeholdt med henblik på at forhindre lækager og deraf følgende luft-, jord- og vandforurening:
  - at lagre VCM i køletanke ved atmosfærisk tryk eller
  - at lagre VCM i tryktanke ved temperatur som i omgivelserne og
  - at undgå VCM-emissioner ved brug af tanke med afkølede refluxsvalere og/eller
  - at undgå VCM-emissioner ved brug af tanke med tilslutning til VCM-genvindingsanlægget eller til et passende anlæg til behandling af udluftningen.
- at forhindre emissioner fra tilslutninger i forbindelse med tømning af VCM gennem:
  - brug af dampreguleringsledninger og/eller
  - udsugning og behandling af VCM fra tilslutninger forud for afkobling.
- at reducere tilbageværende VCM-emissioner fra reaktorer ved hjælp af en passende kombination af følgende teknikker:
  - reduktion af antallet af reaktoråbninger,
  - trykaflastning af reaktoren gennem udluftning til VCM-genvinding,
  - tømning af flydende indhold til lukkede beholdere,
  - skylning og rengøring af reaktoren med vand,
  - tømning af dette vand til stripningsanlægget,
  - dampning og/eller gennemskylning af reaktoren med inert gas for at fjerne tilbageværende spor af VCM - med efterfølgende VCM-genvinding af gasserne.
- at anvende stripping til suspensionen eller latex for at opnå et lavt indhold af VCM i produktet,
- at rense spildevand ved en kombination af:
  - stripping
  - flokkulering
  - biologisk spildevandsrensning.
- at forhindre støvemissioner fra tørringsprocesser ved brug af cykloner til PVC-suspension, posefiltre til mikrosuspension og flerposefiltre til PVC-emulsion,
- at behandle VCM-emissioner fra genvindingsanlægget ved hjælp af en eller flere af følgende teknikker:

- absorption
  - adsorption
  - katalytisk oxidation
  - afbrænding.
- at forhindre og regulere flygtige emissioner af VCM, der stammer fra udstyrstilslutninger og –forseglinger,
  - at forhindre utilsigtede emissioner af VCM fra polymeriseringsreaktorer ved hjælp af en eller flere af følgende teknikker:
    - specifikke instrumenter til regulering af reaktortilførsel og driftsmæssige forhold,
    - kemiske hæmningsstoffer til standsning af reaktionen,
    - kapacitet til nødkøling af reaktor,
    - nødstrøm til omrøring (kun vandopløselige katalysatorer),
    - reguleret nøddudluftningskapacitet til VCM-genvindingsanlægget.

### **BAT til umættede polyestere består i**

- at behandle afkast med en eller flere af følgende teknikker:
  - termisk oxidation
  - aktivt kul
  - glycolvaskere
  - bokse til sublimation.
- at foretage termisk behandling af spildevand, der primært stammer fra reaktionen (oftest sammen med spildgas).

### **BAT til ESR består i**

- at konstruere og vedligeholde anlæggets lagertanke, således at lækager forhindres med deraf følgende luft-, jord- og vandforurening, samt at anvende en eller flere af følgende teknikker i forbindelse med lagring:
  - minimere niveauvariation (kun integrerede anlæg),
  - gasreguleringsledninger (kun nærliggende tanke),
  - flydetage (kun store tanke),
  - kondensatorudluftning,
  - forbedret stripping af styren,
  - genvundet afgangsluft til ekstern rensning (oftest forbrænding).
- at regulere og minimere spredte (flygtige) emissioner ved hjælp af følgende teknikker eller tilsvarende teknikker:
  - tilsyn af dæksler, pumper, forseglinger osv.
  - forebyggende vedligeholdelse
  - lukkede prøveudtagningsanlæg
  - opdateringer af anlæg, herunder dobbeltvirkende mekaniske forseglinger, lækagesikre ventiler og forbedrede pakninger.
- at samle afgangsluft fra procesanlæg til behandling (oftest forbrænding),
- at genbruge vand,
- at anvende biologisk spildevandsrensning eller tilsvarende,
- at minimere voluminet af farligt affald gennem fornuftig sortering og indsamling til videre behandling eksternt,



- at minimere omfanget af ikke-farligt affald gennem fornuftig håndtering og genbrug uden for anlægget.

#### **BAT til opløsning af polymeriseret gummi indeholdende butadien består i**

- at fjerne opløsningsmidler fra produktet ved hjælp af en af eller begge de følgende teknikker eller tilsvarende teknikker:
  - ekstrudering ved devolatilisering
  - dampstripping.

#### **BAT til polyamider består i**

- at rense røggasser fra polyamidproduktion ved vådvaskning.

#### **BAT til polyethylenterephthalatfibre består i**

- at forrense spildevand ved hjælp af en eller flere af følgende teknikker:
  - stripping
  - genbrug
  - eller tilsvarende,

før spildevandet fra PET-produktionen sendes til et spildevandsanlæg

- at rense afkast fra PET-produktionen ved katalytisk oxidation eller tilsvarende teknikker.

#### **BAT til viskosefibre består i**

- at benytte spindemaskiner på stedet
- at kondensere afgangsluften fra spindegader for at genbruge carbondisulfid (CS<sub>2</sub>) i processen,
- at genanvende carbondisulfid (CS<sub>2</sub>) fra afkast gennem adsorption på aktivt kul. Forskellige teknologier vil kunne anvendes til adsorptionen af CS<sub>2</sub> afhængigt af svovlbrintekonzentrationen (H<sub>2</sub>S),
- at afsvovle afkast gennem katalytisk oxidation med H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-produktion. Der findes flere mulige processer til oxidation af svovlholdige afkast afhængigt af massestrømme og koncentrationer,
- at genvinde svovl fra spindebade. BAT består i at udtage svovl fra spildevandet i Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-form. Biproduktet har økonomisk værdi og kan sælges.
- at fjerne Zn fra spildevandet gennem udfældning med alkali og dernæst med sulfid,
- at anvende teknikker til anaerob sulfatreduktion ved følsomme vandområder,
- at anvende fluid bed ovne til afbrænding af ikke-farligt affald og genvinde varmen til damp- eller energiproduktion.

#### **6) BAT-relaterede emissions- og forbrugsniveauer**

Med udgangspunkt i de generiske og specifikke BAT er følgende emissions- og forbrugsniveauer forbundet med BAT (se nedenstående skema):

	VOC (g/t)	Støv (g/t)	COD (g/t)	Suspendede faste stoffer (g/t)	Direkte energi (GJ/t)	Farligt affald (kg/t)
LDPE	Nye 700 - 1100 Eksisterende: 1100 - 2100	17	19 – 30		Rør: 2,88 – 3,24 * Autoklave: 3,24 – 3,60	1,8 – 3,0

<b>LDPE-copolymerer</b>	2000	20			4,50	5,0
<b>HDPE</b>	Nye 300 - 500 Eksisterende: 500 - 1800	56	17		Nye 2,05 Eksisterende: 2,05 – 2,52	3,1
<b>LLDPE</b>	Nye 200 - 500 Eksisterende: 500 - 700	11	39		Nye 2,08 Eksisterende: 2,08 – 2,45	8
<b>GPPS</b>	85	20	30	10	1,08	0,5
<b>HIPS</b>	85	20	30	10	1,48	0,5
<b>EPS</b>	450 - 700	30			1,80	3,0
<b>S-PVC</b>	VCM: 18 - 45 <b>Divergerende mening: 18 - 72</b>	10 – 40	50 – 480	10**		0,01 – 0,055
<b>E-PVC</b>	100 - 500 <b>Divergerende mening 160 - 700</b>	50 – 200	50 – 480	10**		0,025 – 0,075
<b>(UP)</b>	40 – 100	5 – 30			2 – 3,50	7
<b>ESBR</b>	170 - 370		150 – 200			
<p>* ikke medregnet en potentiel positiv kredit på 0 - 72 GJ/t for lavtryksdamp (afhængigt af eksportmuligheder for lavtryksdamp)                      ** "Nye" og "eksisterende" refererer til nye eller eksisterende installationer.                      ** Alternativt opnås 1 – 12 g/t AOX for PVC-produktionsanlæg eller kombinerede anlæg med PVC-produktion</p>						
	<b>Svovludslip til luften (kg/t)</b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> udslip til vandet (kg/t)</b>	<b>COD (g/t)</b>	<b>Zn-udslip til vandet (g/t)</b>	<b>Direkte energi (GJ/t)</b>	<b>Farligt affald (kg/t)</b>
<b>Stabelfibre af viskose</b>	12 - 20	200 - 300	3000 - 5000	10 - 50	20 - 30	0,2 - 2,0

Tre medlemsstater ønskede en divergerende mening ført til referat vedrørende BAT-relaterede emissionsniveauer for VCM-emissioner under produktion af PVC. Disse medlemsstaters forslag til BAT-relaterede emissionsniveauer fremgår af skemaet. Baggrunden for deres uenighed lyder som følger: *Den øvre værdi for området gælder for små produktionsanlæg. Den store variation i de BAT-relaterede emissionsniveauer skyldes ikke forskellige BAT-funktioner, men forskellige produksammensætninger. Ethvert BAT-relateret emissionsniveau i dette område gælder for anlæg, der anvender BAT gennem hele processen.*

## 7) Afsluttende bemærkninger

Informationsudvekslingen vedrørende bedste tilgængelige teknik (BAT) i produktionen af polymerer fandt sted fra 2003 til 2005. Udvekslingsprocessen var en succes, og der blev opnået en høj grad af enighed under og efter det afsluttende møde i arbejdsgruppen (Technical Working Group). Blot en enkelt divergerende mening blev taget til referat, nemlig for de BAT-relaterede emissionsniveauer i PVC-produktionen.

Europa-Kommissionen iværksætter og støtter gennem sine FTU-programmer en række projekter, der omhandler rene teknologier, forbedrede vandrensings- og genvindingsteknologier samt ledelsesstrategier. Disse projekter kan muligvis fungere som et nyttigt bidrag til fremtidige BREF-revisorer. Læsere opfordres derfor til at informere det europæiske IPPC kontor om ethvert undersøgelsesresultat, der har relevans for dette dokumentets emneområde (se endvidere dokumentets forord).