



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 22 915 T2 2004.08.19

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 874 020 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 698 22 915.0

(96) Europäisches Aktenzeichen: 98 400 947.2

(96) Europäischer Anmeldetag: 14.04.1998

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 28.10.1998

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 07.04.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 19.08.2004

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: C08J 11/12

C08L 95/00, C08F 8/50

(30) Unionspriorität:  
**9705050** 22.04.1997 FR

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:  
**Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison,  
Hauts-de-Seine, FR**

(72) Erfinder:  
**Nicaud, Jacques, 78440 Gargenville, FR; Lemoine,  
Guy, 76600 Le Havre, FR; Jarrin, Jacques, 92000  
Nanterre, FR**

(74) Vertreter:  
**Vonnemann, Kloiber & Kollegen, 80796 München**

(54) Bezeichnung: **Katalysierte Degradation von thermoplastischen Polyolefinen und Einarbeitung der Degradationsprodukte in schweren Kohlenwasserstoffen**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abbau von thermoplastischen Polyolefinen, vor allem Polyethylenen hoher oder mittlerer Dichte, und zur Beimischung der abgebauten thermoplastischen Polyolefine zu schweren Kohlenwasserstoffen.

[0002] Sie betrifft auch die Verwertung von Abfällen von thermoplastischen Polyolefinen durch Beimischung von deren Abbauprodukten in die schweren Kohlenwasserstoffe wie die Bitumengrundstoffe.

[0003] Aus Gründen des Umweltschutzes erscheint es notwendig, aus Polyolefinen bestehende Plastikverpackungen zu recyceln. Dies ist insbesondere der Fall für Filme, Kanister aus Polyethylenen hoher Dichte, vor allem für die Konditionierung bzw. Verpackung der Schmieröle, Haushaltsdetergenzien, phytosanitären Produkte usw. verwendet werden; diese Produkte bilden wohlidentifizierte Vorkommen von Polyethylenen hoher Dichte, das zu recyceln ist.

[0004] Man hat daran gedacht, die Polyolefinabfälle in verschiedenen schweren Kohlenwasserstoffen wie Bitumengrundstoffen beizumischen, um modifizierte Bitumenzusammensetzungen mit wenn möglich verbesserten Eigenschaften zu erhalten, die vor allem in industriellen Anwendungen und Straßenbauanwendungen verwendbar sind.

[0005] Hingegen sind die thermischen und/oder mechanischen Abbauverfahren, die bis jetzt beschrieben worden sind, hauptsächlich auf Polyethylenen niedriger Dichte anwendbar und ermöglichen keine Beimischungen großer Mengen von allen Typen von thermoplastischen Polyolefinen, vor allem allen Typen von Polyethylenen hoher oder mittlerer Dichte zu den schweren Kohlenwasserstoffen, insbesondere wenn die Polyethylenen damit gemischt werden, was häufig der Fall der Polyethylen ist, die um recycelt zu werden, gewonnen sind.

[0006] Man hat jetzt in unerwarteter Weise entdeckt, dass bestimmte mineralische Feststoffverbindungen vorteilhaft für den Abbau der thermoplastischen Polyolefine verwendet werden können, vor allem, wenn sie im Gemisch vorliegen. Diese Verbindungen ermöglichen es, die Abbaugeschwindigkeit aller Typen von Polyolefinen zu vergrößern und daher die Abbauzeit des (oder der) Polyolefins (Polyolefine) zu vermindern.

[0007] Die Erfindung schlägt daher ein Verfahren zum Abbau von thermoplastischen Polyolefinen vor, das das Vermischen wenigstens eines thermoplastischen Polyolefins bei einer hohen Temperatur mit wenigstens einem Katalysator, der im wesentlichen aus einer festen, mineralischen, kupferhaltigen Verbindung oder einer festen, mineralischen, Aluminium und Silizium enthaltenden und einen sauren Charakter aufweisenden Verbindung besteht, in Gegenwart wenigstens eines schweren Kohlenwasserstoffs umfasst.

[0008] Die Verwertung der abgebauten thermoplastischen Polyolefine wird so gemäß der Erfindung durch Beimischen jener in einen schweren Kohlenwasserstoff (oder ein Gemisch schwerer Kohlenwasserstoffe) wie zum Beispiel ein Bitumengrundstoff durchgeführt.

[0009] Die gemäß der Erfindung abgebauten thermoplastischen Polyolefine können auch in verschiedenen anderen kohlenwasserstoffhaltigen Zusammensetzungen verwertet werden wie z. B. Wachse von Polyethylen oder paraffinische Kohlenwasserstoffe wie Wachse von Paraffinen.

[0010] Die thermoplastischen Polyolefine, auf die sich das Abbauverfahren der Erfindung richtet, sind allgemein Homopolymere und Copolymeren von  $\alpha$ -Olefinen mit 2 bis 8 Kohlenstoffatomen und spezieller Polyethylenen hoher oder mittlerer Dichte, Polypropylene, oder Ethylen-Propylen-Copolymere, wobei diese thermoplastischen Polyolefine im allgemeinen eine Kristallinität über 35% haben. Zur Information, Die Polyethylenen hoher Dichte haben einen Schmelzbereich (teilweise kristallin) um etwa 135°C und die Polypropylene haben einen Schmelzbereich (teilweise kristallin) um etwa 165°C.

[0011] Unter den Polyethylenen hoher Dichte kann man spezieller die Polyethylenen hoher Molekularmassen mittleren Gewichts, z. B. etwa 150.000 bis 200.000 und die Polyethylenen sehr hoher Molekularmassen, die zum Beispiel bis etwa 500.000 bis 1.000.000 gehen, berücksichtigen.

[0012] Die in der Erfindung berücksichtigten Polyolefine können aus Copolymeren von Ethylen oder Propylen mit 1-Buten, 1-Hexen oder 1-Octen bestehen.

[0013] Man berücksichtigt auch die Gemische von zwei oder mehreren thermoplastischen Polyolefinen untereinander.

[0014] Die gemäß der Erfindung zum Erhalt der Bitumenzusammensetzungen verwendbaren schweren Kohlenwasserstoffe können Gemische von schweren Kohlenwasserstoffen, hiernach als "Bitumen klassischer Herkunft" bezeichnet, sein, um sie von den "synthetischen Bitumen" zu unterscheiden, die später beschrieben werden. Diese Bitumen klassischer Herkunft kommen aus Rohöl, Ölschiefern, schweren Ölen, Ölsänden usw. oder sogar aus Kohle.

[0015] Solche schweren Kohlenwasserstoffe sind z. B. durch eine Erweichungstemperatur gemessen durch das standardisierte NF-T-66008-Verfahren (Temperatur Kugel-Ring), von wenigstens 10°C und/oder durch eine kinematische Viskosität, gemessen bei 100°C von etwa 50 bis etwa 700 mm<sup>2</sup>/s gekennzeichnet.

[0016] Die in der Erfindung betrachteten schweren Kohlenwasserstoffe können zum Beispiel bestehen aus:

a) der schwersten durch direkte Destillation unter Atmosphärendruck oder unter verminderter Druck von Rohöl erhaltenen Fraktion;

- b) der schweren Phase, die durch Deasphaltieren von einer schweren gemäß den in a) beschriebenen Verfahren erhaltenen Fraktion mit einem Lösungsmittel erhalten ist;
- c) das Produkt der Oxidation, ggf. in Gegenwart von Katalysatoren von einer schweren Fraktion gemäß a) oder einer schweren Phase gemäß b);
- d) das Produkt der Oxidation, ggf. in Gegenwart von Katalysatoren von einem Gemisch: von einer schweren Fraktion gemäß a) oder einer schweren Phase gemäß b) und
  - eines Destillats, oder
  - eines aromatischen Extraks, das bei der Dearomatisierung der Schmieröle erhalten wird, oder
  - eines Desasphaltierungsteers; oder aus
- e) einem Gemisch eines gemäß b) oder c) erhaltenen oxidierten Produkts oder eines harten Grundstoffs und
  - eines Destillats, oder
  - eines aromatischen Extraks, das bei der Dearomatisierung der Schmieröle erhalten wird, oder eines Deasphaltierungsteers, oder
  - einer schweren Fraktion gemäß a) oder einer schweren Phase b).

[0017] Das verwendbare Gemisch schwerer Kohlenwasserstoffe kann auch ein synthetisches Bitumen mit Merkmalen sein, die nahe jenen eines Bitumen klassischer Herkunft wie oben beschrieben sind: es kann sich z. B. um ein klares synthetisches Bindemittel handeln, das durch Zugabe von Pigmenten colorierbar ist.

[0018] Die Gemische schwerer Kohlenwasserstoffe können auch z. B. aus Erdölharzen oder Indol-Cumaron-Harzen bestehen, z. B. im Gemisch mit aromatischen und/oder paraffinischen Kohlenwasserstoffen.

[0019] Die Erdölharze können durch Polymerisation von ungesättigten Kohlenwasserstoffen hergestellt werden, die in ungesättigten Erdölfaktionen vorliegen wie Fraktionen, die durch thermisches Cracken oder Wasserdampfcracken oder Pyrolyse erhalten werden.

[0020] Die Indol-Cumaron-Harze werden zum Beispiel aus Kohlenteeren erhalten.

[0021] Das Verfahren zum Abbau der thermoplastischen Polyolefine gemäß der Erfindung kann spezieller durch die Tatsache definiert werden, dass es das Vermischen, z. B. durch Kneten bei einer Temperatur von 200 bis 450°C, vorzugsweise 250 bis 375°C von wenigstens einem thermoplastischen Polyolefin in Gegenwart von einem Anteil von z. B. 0,1 bis 6 Gew.-% im Verhältnis zu thermoplastischem Polyolefin von wenigstens einem Katalysator, der unter den mineralischen kupferhaltigen Festkörpern oder jenen gewählt ist, die Aluminium und Silizium enthalten und einen sauren Charakter aufweisen, in Gegenwart von wenigstens einem schweren Kohlenwasserstoff umfasst.

[0022] Unter den kupferhaltigen mineralischen festen Verbindungen oder jenen, die Aluminium und Silizium enthalten und einen sauren Charakter aufweisen, die als Katalysatoren in dem Abbauverfahren der Erfindung verwendbar sind, wird man zum Beispiel die durch eine Säurebehandlung aktivierten Tone, die sauren Silizium-Aluminiumoxide oder die sauren Zeolithe oder auch Kupferoxid Cu<sub>2</sub>O erwähnen. Das Kupferoxid wird bevorzugt und kann spezieller in einem Anteil von 0,1 bis 2 Gew.-% verwendet werden.

[0023] Der Abbau des thermoplastischen Polyoleins und dessen Beimischen in ein Gemisch schwerer Kohlenwasserstoffe werden durch Vermischen in Gegenwart eines wie oben definierten Katalysators in einem Anteil an Gemisch schwerer Kohlenwasserstoffe durchgeführt, der von 5 bis 99 Gew.-% für einen Anteil von thermoplastischen Polyolefin von 1 bis 95 Gew.-% (einschließlich Katalysator) gehen kann.

[0024] So kann (können) das (die) abgebaute(n) thermoplastische(n) Polyolefin(e) zu den betrachteten schweren Kohlenwasserstoffen in passenden Anteilen beigemischt werden, um den Anwendungen zu genügen, für die die Bitumenzusammensetzungen vorgesehen sind, d. h. im allgemeinen etwa 1 bis 25 Gew.-% abgebautes thermoplastisches Polyolefin (dieser Anteil einschließlich des Katalysators) für 75 bis 99 Gew.-% an Gemisch schwerer Kohlenwasserstoffe für die industriellen Anwendungen (z. B. die Durchführung von Dichtungsüberzügen) oder Straßenbauanwendungen (Beschichtungen von Straßen). Spezieller wird man zu den schweren Kohlenwasserstoffen einen Anteil von abgebautem thermoplastischem Polyolefin von etwa 1 bis 15 Gew.-% für die Straßenbauanwendungen und etwa 3 bis 25 Gew.-% für die industriellen Anwendungen beimischen.

[0025] Durch das Verfahren zum gleichzeitigem Abbau und Beimischung der Erfindung kann man spezieller direkt "Polymer-Bitumen"-Zusammensetzungen in allen Anteilen erhalten, zum Beispiel in Anteilen, die für industrielle Anwendungen und Straßenbauanwendungen passen, wobei diese Anteile wie weiter oben bereits angezeigt etwa 1 bis 15 Gew.-% für die Straßenbauanwendungen und etwa 3 bis 25 Gew.-% für die industriellen Anwendungen sind.

[0026] Es kann vorteilhaft sein, konzentrierte "Bitumen-Polymer"-Gemische aus abgebautem Polyolefin herzustellen, sogenannte "Stammgemische", die zum Beispiel einen Anteil von 40 bis 60 Gew.-% Bitumen und einen Anteil von 60 bis 40 Gew.-% abgebautes Polyolefin enthalten.

[0027] Diese Stammgemische können leicht gelagert werden. Man wird sie später in Bitumen im Augenblick von deren Verwendung derart verdünnen, dass die Konzentration an abgebautem Polyolefin auf einen für die

geplante Anwendung passenden Wert eingestellt wird.

[0028] In den Fällen, wo man die Kälteeigenschaften der gemäß der Erfindung hergestellten Bitumenzusammensetzungen zu verbessern wünscht, wird man Elastomere wie z. B. Kautschuk SBS (Styrol-Butadien-Styrol) oder ataktische Polypropylene in gewöhnlichen Anteilen zu ihnen beimischen.

[0029] Die in dem Verfahren der Erfindung durchgeführten Mischvorgänge können durchgeführt werden, indem man auf verschiedene Reaktor- und Knetertypen zurückgreift, wenn sie diskontinuierlich durchgeführt werden; und sie können auch kontinuierlich durchgeführt werden, z. B. in einem Einschnecken- oder Doppelschneckenextrudator.

[0030] Gemäß der Verwendung, für die man sie vorsieht, können die gemäß dem Verfahren der Erfindung erhaltenen Bitumenzusammensetzungen zum Beispiel eine Durchdringbarkeit bei 25°C haben, die zu 1/10 mm von 20 bis 330 gemessen ist; sie können so eine dynamische Viskosität, gemessen bei 60°C, von 18 bis 440 Pa·s und eine kinematische Viskosität von 100 bis 530 mm<sup>2</sup>/s aufweisen.

[0031] Die erhaltenen Bitumenzusammensetzungen können auch eine Durchdringbarkeit bei 15°C zu 1/10 mm von 70 bis 360 und in diesem Fall eine dynamische Viskosität, gemessen bei 60°C von 4,5 bis 18 Pa·s und eine kinematische Viskosität, gemessen bei 135°C von 50 bis 100 mm<sup>2</sup>/s haben.

[0032] Die folgenden Beispiele veranschaulichen die Erfindung.

#### Beispiele 1 bis 6

[0033] In einen mit einer elektrischen Heizung, einer Rührvorrichtung mit Anker und einer Inertgaszirkulation ausgerüsteten Reaktor lädt man das Bitumen, das auf vorher 80°C gebracht ist, um dessen Fließen zu ermöglichen.

[0034] In diesen Beispielen verwendet man einen Bitumengrundstoff aus Erdölausprung mit den folgenden Merkmalen:

kinematische Viskosität bei 100°C	615 mm <sup>2</sup> /s;
Durchdringbarkeit bei 25°C zu 1/10 mm (gemäß der NF-T-66004-Norm)	500
Erweichungspunkt (Temperatur Kugel-Ring gemäß der NF-T-66008-Norm)	24,5°C.

[0035] Dieses Bitumen wird als Grundstoff B in der Tabelle 1 bezeichnet.

[0036] In jedem der Beispiele 1 bis 4 führt man in das Bitumen einen Anteil von 11,5 Gew.-% im Verhältnis zum Gesamtgewicht (Bitumen + Polyethylen) von einem Polyethylen hoher Dichte ein, das aus bereits verwendeten und zermahlenen Ölkanistern in Form eines dicken Pulvers wiedergewonnen ist, dessen geringste Abmessung in der Größenordnung von einigen mm ist. Dieses Polyethylen wird in der Tabelle 1 als "recycelt" bezeichnet.

[0037] Die Kanister bestanden aus einem Polyethylen hoher Dichte mit den folgenden Eigenschaften: eine Dichte von 0,949, ein Fluiditätsindex (oder "melt flow index") von 0,5 g/10 min, gemessen bei 190°C unter einer Last von 2,16 kg gemäß der Norm ASTM D 1238 und molare Massen, gemessen durch Gelpermeationschromatographie von 150.000 für die Gewichtsmasse und 20.000 für die Massenzahl. Seine Kristallinität, gemessen durch Differenzkalorimeter-Analyse (DSC) ist in der Größenordnung von 50%. Vor seiner Umwandlung in Form von Kanistern ist es unter der Bezeichnung "Lupolen 5021D®" von der Gesellschaft BASF vertrieben worden.

[0038] In den Beispielen 5 und 6 hat man das gleiche Polyethylen wie vom Hersteller in Form von Granulaten geliefert verwendet, d. h. vor seiner Umwandlung zu Kanistern (in der Tabelle 1 sogenannter "unangetasteter" Zustand).

[0039] Der im Beispiel 3 eingesetzte Katalysator ist ein Ton auf Basis von Montmorillonit (hydratisiertes Aluminiumsilicat mit einem Verhältnis  $\text{SiP}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  von 4/1), der durch eine mineralische Säure behandelt ist. Er wird unter der Marke "Tonsil Optimum FF®" durch die Gesellschaft Süd-Chemie verkauft. Er wird im Folgenden "Tonsil®" bezeichnet werden. Dieser Katalysator wird in einem Anteil von 0,5 Gew.-% im Verhältnis zur Gesamtheit Bitumen + Polyethylen verwendet (d. h. etwa 4,4% im Verhältnis zum Polyethylen). Der in den Beispielen 4 und 6 eingesetzte Katalysator ist Kupferoxid ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ). Er wird in einem Anteil von 0,1 Gew.-% im Verhältnis zur Gesamtheit Bitumen + Polyethylen verwendet (d. h. etwa 0,87% im Verhältnis zum Polyethylen). In den Beispielen 1, 2 und 5 hat man keinen Katalysator eingesetzt.

[0040] In diesem Fall wird das Gemisch auf 350°C unter Rühren (Rotationsgeschwindigkeit: 350 Umdrehungen/min) gebracht, wobei die Temperaturanstiegszeit etwa 2 Stunden ist und die Temperaturhaltezeit gemäß den Fällen 1 Stunde oder 3 Stunden wie in Tabelle 1 angezeigt ist. Für ein Halten der Temperatur von 3 Stunden bei 350°C ist ein Temperaturprofil in der **Fig. 1** gezeigt.

[0041] Nach der Temperaturhaltephase wird das Gemisch auf eine Temperatur in der Größenordnung von

200°C in dem Reaktor gekühlt und dann durch ein Bodenventil in Form von Flecken von einigen Millimetern Dicke getropft, deren Anblick man einschätzt.

[0042] Das Ergebnis der Beobachtungen ist in der Tabelle 1 angezeigt. Die Beispiele 1, 2 und 5 der Tabelle 1 zeigen, dass in Abwesenheit von Katalysator die einfache thermische Behandlung des Bitumen-Polyethylen-Gemischs bei 350°C für 1 Stunde es nicht ermöglicht, einen befriedigenden Dispersionszustand des "unangetasteten" oder "recycelten" Polyethylen-Lens (selbst während 3 Stunden in diesem letzten Fall) in dem Bitumen zu erhalten. Die getropften Flecke zeigen daher einen sehr unregelmäßigen Anblick mit Heterogenitäten, die mit dem bloßen Auge sichtbar sind und welche zu einer schlechten Dispersion führen. Hingegen zeigen alle in Gegenwart der Katalysatoren (Beispiele 3, 4 und 6) gemäß der Erfindung durchgeföhrten Mischungen in Form von getropften Flecken einen klarsichtigen Anblick, der eine sehr gute Dispersion des Polyethylen-Lens in dem Bitumen ausdrückt. Die heterogene Struktur dieser letzteren Gemische kann nicht mit dem bloßen Auge gesehen werden und erfordert die Verwendung eines optischen Mikroskops mit einer Epifluoreszenzlampe, um die heterogene Struktur im mikroskopischen Maßstab zu enthüllen.

[0043] Die vorangegangenen Beispiele können mit analogen Ergebnissen wiederholt werden, indem die Reagenzien und/oder allgemeinen oder speziellen in der Erfindung beschriebenen Bedingungen von jenen in diesen Beispielen eingesetzten ersetzt werden.

[0044] Im Anbetracht der obigen Beschreibung kann der Fachmann leicht die wesentlichen Merkmale der Erfindung bestimmen und ohne vom Gedanken und der Tragweite jener abzuweichen dort verschiedene Änderungen oder Modifikationen vornehmen, um sie an verschiedene Einsatzverwendungen anzupassen.

Tabelle 1

	Beispiel	1	2	3	4	5	6
gleichzeitiger Abbau und	Polyethylen Gew.-%	"recycelt" 11,5	"recycelt" 11,5	"recycelt" 11,5	"recycelt" 11,5	"unangestaset" 11,5	"unangestaset" 11,5
Beimischung	Bitumen Gew.-%	Grundstoff B 88,5	Grundstoff B 88,5	Grundstoff B 88,5	Grundstoff B 88,5	Grundstoff B 88,5	Grundstoff B 88,5
	Katalysator Gew.-%	-	-	Tonsil® 0,5	Cu <sub>2</sub> O 0,1	-	Cu <sub>2</sub> O 0,1
	Temperatur (°C)	350	350	350	350	350	350
	Zeit (Stunden)	1	3	1	1	1	1
	Fleckansicht 190°C	heterogen	heterogen	homogen	heterogen	homogen	

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Abbau eines thermoplastischen Polyolefins und dessen Beimischen in ein Gemisch schwerer Kohlenwasserstoffe, dadurch gekennzeichnet, dass es das Vermischen wenigstens eines thermoplastischen Polyolefins bei einer Temperatur von 200 bis 450°C in Gegenwart wenigstens eines Katalysators, der unter den mineralischen kupferhaltigen Festkörpern und den mineralischen Festkörpern, die Aluminium

und Silizium enthalten und einen sauren Charakter aufweisen, gewählt ist, und wenigstens eines Gemischs schwerer Kohlenwasserstoffe umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man einen Anteil an thermoplastischen Polyolefin von 1 bis 95 Gew.-%, einschließlich Katalysatoren für einen Anteil von 99 bis 5 Gew.-% an Gemisch schwerer Kohlenwasserstoffe verwendet.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das thermoplastische Polyolefin ein Homopolymer oder Copolymer wenigstens eines  $\alpha$ -Olefins mit 2 bis 8 Kohlenstoffatomen ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das thermoplastische Polyolefin ein Polyethylen hoher oder mittlerer Dichte ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Gemisch schwerer Kohlenwasserstoffe eine Erweichungstemperatur, gemessen durch die standardisierte NF-T-66 008 -Methode (Temperatur Kugel-Ring), von wenigstens 10°C und/oder eine kinematische Viskosität, gemessen bei 100°C, von etwa 50 bis 700 mm<sup>2</sup>/s hat.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Katalysator in einem Anteil von 0,1 bis 6 Gew.-% im Verhältnis zum thermoplastischen Polyolefin eingesetzt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Katalysator wenigstens ein durch eine Säurebehandlung aktivierter Ton, ein saures Silizium-Aluminiumoxid oder ein saurer Zeolith ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Katalysator ein kupferhaltiges Oxid ist.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil des kupferhaltigen Oxids 0,1 bis 2 Gew.-% im Verhältnis zum thermoplastischen Polyolefin ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die eingesetzte Temperatur 250 bis 375°C ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Gemisch schwerer Kohlenwasserstoffe aus einem Bitumengrundstoff besteht.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass für eine Straßenbauanwendung das thermoplastische Polyolefin zu dem Bitumengrundstoff im Verhältnis von 1 bis 15 Gew.-% beigemischt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass für eine industrielle Anwendung das thermoplastische Polyolefin zu dem Bitumengrundstoff im Verhältnis von 3 bis 25 Gew.-% beigemischt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil von eingesetztem thermoplastischen Polyolefin derart ist, dass man ein Stammgemisch erhält, das 40 bis 60 Gew.-% abgebautes thermoplastisches Polyolefin für 60 bis 40 Gew.-% Bitumengrundstoff enthält.

15. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass man das Stammgemisch in einem Bitumengrundstoff später verdünnt, um davon die Konzentration auf einen Wert einzustellen, der für die geplante Anwendung passend ist.

16. Verwendung eines Verfahrens zum Abbau und zum Beimischen nach einem der Ansprüche 1 bis 15 für Ökanister aus recycelten Polyethylenen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Fig.1

