

(12) Ausschließungspatent

(11) **DD 283 335 A5**



Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz  
der DDR vom 27.10.1983  
in Übereinstimmung mit den entsprechen  
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) **B 01 F 3/12**  
**C 09 K 19/52**

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

---

(21)	DD B 01 F / 321 654 7	(22)	10.11.88	(44)	10.10.90
(31)	22626A/87	(32)	13.11.87	(33)	IT

---

(71) siehe (73)  
(72) Prevedello, Aldo; Carniani, Carlo; Marcotullio, Armando; Donati, Elio, IT  
(73) Eniricerche S. p. A., Milan; Snamprogetti S. p. A., Milan, IT  
(74) Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, Berlin, 1020, DD

---

**(54) Fluidifikations-Additive für Dispersionen von Kohle in Wasser**

---

(55) Stabilisier- und Fluidifikations-Additive; Dispersionen; Kohle; Wasser; Polyethoxylierung  
(57) Die Erfindung beinhaltet Fluidifikations-Additive für Dispersionen von Kohle in Wasser. Die Erfindung betrifft lagerfähige, pumpfähige, konzentrierte Dispersionen von Kohle in Wasser, die ein nichtionisches Additiv, das aus dem Produkt der Polyethoxylierung eines Styrol-Allylalkohol-Copolymeren mit verhältnismäßig niedrigem Molekulargewicht besteht, enthalten.

## Patentansprüche:

1. Stabilisier- und Fluidifikations-Additiv für Dispersionen von Kohle in Wasser, **dadurch gekennzeichnet**, daß es das Produkt von der Polyethoxylierung eines Styrol-Allylalkohol-Copolymeren ist, worin dieses Copolymere ein mittleres Molekulargewicht in dem Bereich von 500 bis 5000 hat und wenigstens zwei Hydroxygruppen pro Molekül enthält, und dieses Polyethoxylierungs-Produkt im Durchschnitt wenigstens 20 kondensierte Einheiten Ethylenoxid für jede Hydroxygruppe enthält.
2. Additiv gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Styrol-Allylalkohol-Copolymere ein mittleres Molekulargewicht in dem Bereich von 1000 bis 2500 hat und 3 bis 8 Hydroxygruppen pro Molekül enthält, und das Produkt der Polyethoxylierung im Mittel 40 bis 250 kondensierte Einheiten Ethylenoxid für jede Hydroxygruppe enthält.
3. Verfahren zur Herstellung des Additivs gemäß den Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Styrol-Allylalkohol-Copolymere mit Ethylenoxid in Abwesenheit von Lösungs- oder Verdünnungsmitteln und in Anwesenheit eines alkalischen Katalysators und bei einer Temperatur im Bereich von 140 bis 180°C zur Reaktion gebracht wird.
4. Verfahren gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der basische Katalysator ausgewählt ist aus den Alkalimetall- oder Erdalkalimetall-oxiden, -hydroxiden und -alkoxiden, verwendet in Mengen in dem Bereich von 0,1 bis 2,0 Gewichtsteilen für je 100 Gewichtsteile des Styrol-Allylalkohol-Copolymeren.
5. Verfahren gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Katalysator Kaliumhydroxid ist.

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft beständige und pumpfähige, konzentrierte Dispersionen von Kohle in Wasser und ein Stabilisier- und Fluidifikations-Additiv, das für diesen Zweck geeignet ist.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Gegenwärtig basiert die Energieerzeugung hauptsächlich auf der Verbrennung von entweder flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen, wie Erdöl und Naturgas. Die Verwendung von Kohle für solche Zwecke bringt Schwierigkeiten mit sich, die sich von dem Transport, der Lagerung und Verbrennung dieses Materials herleiten. Daher werden in Anbetracht der weiten Zugänglichkeit der Kohle und der großen Extraktionskapazität viele Anstrengungen auf die Erforschung von Techniken zur Umwandlung von Kohle in eine nützlichere Energiequelle gerichtet. So wurden beispielsweise die Kohlevergasung (trockene Destillation) sowie Kohleverflüssigungstechniken (Hochdruckhydrierung) erforscht.

Gemäß einer weiteren Technik wird die Kohle in Form von festen Teilchen in einem flüssigen Medium dispergiert, um eine Dispersion, insbesondere eine wäßrige Dispersion, zu bilden. Bezüglich der Kohle als solcher kann es eine wäßrige Dispersion ermöglichen, daß beträchtliche technische Vorteile erreicht werden, indem sie leichter zu lagern und zu transportieren ist und eine niedrigere ökologische Belastung auf die Umgebung darstellt.

Weiterhin kann es bei Lieferung der Kohle in einer flüssigen Form möglich werden, diese Kohle ohne eine vorherige Wasserabtrennung auf einer ähnlichen Anlage, wie derjenigen, die für die Verbrennung von Heizöl verwendet wird, zu verbrennen.

Um jedoch in der Praxis solche Vorteile zu erreichen, sind hoch-kohlehaltige, homogene Kohledispersionen erforderlich, welche nach einer gewissen Lagerungszeit stabil sind (d. h. sich nicht absetzen) sowie fluid- und pumpfähig sind, damit es möglich wird, daß diese innerhalb von Rohren geführt und innerhalb der Verbrennungskammer zerstäubt werden.

Um die Transport- und Verbrennungserfordernisse zu erfüllen, wurde bisher meistens so gearbeitet, daß die Größe und Verteilung der Kohleteilchen in der Dispersion gesteuert und zu diesen Dispersionen Additive (Zusätze) gegeben wurden, die fähig sind, die Eigenschaften der Lagerungsstabilität und Pumpfähigkeit zu schaffen.

Die vorgeschlagenen Additive gehören verschiedenen Verbindungsklassen an, z. B.: Verdickungs-Additive, wie Xanthangummi, Guargummi-Derivate und Polyethylenoxid (U.S. 4242098); Polyelektrolyt-dispergierende Additive, wie Ammonium- oder Alkalimetallsalze von Polycarbonsäuren oder Polyphosphate (U.S. 4217190), und nichtionische Polyoxyalkylen-oberflächenaktive-Additive (U.S. 4358293).

Der hauptsächlichste Nachteil der Additive des Standes der Technik besteht in ihrer wesentlichen Unfähigkeit, hochkohlehaltige Dispersionen von Kohle in Wasser, welche gleichzeitig bei der Lagerung stabil sind und mit für den Transport geeigneten Fluiditätswerten ausgestattet sind, zu erzeugen.

Weiterhin sind verschiedene nicht-ionische Polyoxyalkylen-Additive nicht in der Lage, stabile, wäßrige Suspensionen zu erzeugen, wenn sie der Kohle während des Schrittes der Naßvermahlung dieser Kohle zugesetzt werden.

### Ziel der Erfindung

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, die Nachteile des Standes der Technik, wie sie vorstehend geschildert wurden, zu überwinden.

Dazu gehört insbesondere:

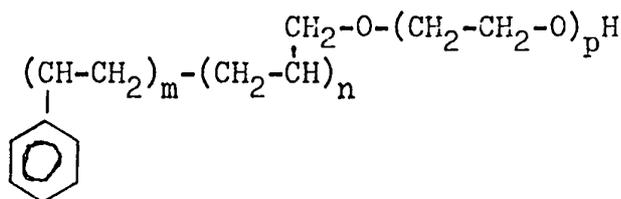
- die Schaffung eines Additivs, das in der Lage ist, wäßrigen Kohledispersionen mit einem hohen Kohlegehalt Stabilität und Fluidität zu verleihen;
- ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Additivs;
- die Schaffung von Dispersionen von Kohle in Wasser, welche dieses Additiv enthalten;
- ein Verfahren zur Herstellung dieser Dispersionen, welches das Naßvermahlen der Kohle in Anwesenheit des Additivs umfaßt.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Fluidifikations-Additiv für Dispersionen von Kohle in Wasser bereitzustellen. Das Stabilisier- und Fluidifikations-Additiv gemäß der vorliegenden Erfindung ist das Produkt aus der Polyethoxylierung eines Styrol-Allylalkohol-Copolymeren, wobei dieses Copolymere ein mittleres Molekulargewicht (gemessen mittels Viskositätsmessungen) in dem Bereich von 500 bis 5000 hat und wenigstens zwei Hydroxygruppen pro Molekül enthält und dieses Polyethoxylierungsprodukt im Durchschnitt wenigstens 20 kondensierte Einheiten von Ethylenoxid pro jeweilige Hydroxygruppe enthält.

Bei der bevorzugten, praktischen Durchführungsform hat das Styrol-Allylalkohol-Copolymere ein mittleres Molekulargewicht in dem Bereich von 1 000 bis 2 500 und enthält 3 bis 8 Hydroxygruppen pro Molekül, und das Produkt der Polyethoxylierung dieses Copolymeren enthält im Mittel 40 bis 250 kondensierte Einheiten von Ethylenoxid für jede Hydroxygruppe.

Daher kann das Stabilisier- und Fluidifikations-Additiv gemäß der vorliegenden Erfindung im wesentlichen durch die allgemeine Formel



wiedergegeben werden, worin

$m/n = > 1$  und im allgemeinen in dem Bereich von 1,2/1 bis 8/1 liegt; und

$p$  eine ganze Zahl gleich oder größer als 20 ist und im allgemeinen in dem Bereich von 40 bis 250 liegt.

Die Styrol-Allylalkohol-Copolymeren sind in der Technik bekannt und können hergestellt werden durch Copolymerisieren von Styrol und Allylacetat in Gegenwart eines radikalischen Initiators, um ein Styrol-Allylacetat-Copolymeres zu erhalten, und Hydrolysieren der Estergruppen, um das Styrol-Allylalkohol-Copolymere zu erhalten, wie es z. B. von P. Weiss et al. in J. Polym. Sci., XXXV, Seiten 343-354 (1959), beschrieben ist.

Styrol-Allylalkohol-Copolymere, die am Markt erhältlich sind und sich für den vorgesehenen Zweck eignen, sind solche, die unter den Handelsnamen RF 9266, RJ 101 und RJ 100 von Monsanto und Filtrez von FRP Co. bekannt sind.

Die Styrol-Allylalkohol-Copolymeren, die die oben angegebenen Eigenschaften haben, werden mit Ethylenoxid umgesetzt, um das Stabilisier- und Fluidifikations-Additiv der vorliegenden Erfindung zu ergeben. Diese Reaktion wird zweckmäßig durchgeführt, indem in Abwesenheit von Lösungs- oder Verdünnungsmitteln, in Anwesenheit alkalischer Katalysatoren, gearbeitet wird, indem Ethylenoxid zu dem Styrol-Allylalkohol-Copolymeren geleitet wird und die Reaktionstemperaturen im Bereich von 140 bis 180°C gehalten werden.

Basische Katalysatoren, die für den vorgesehenen Zweck geeignet sind, sind Alkalimetall- oder Erdalkalimetalloxide, -hydroxide und -alkoxide.

Unter diesen sind die Alkalimetallhydroxide, insbesondere Kaliumhydroxid, bevorzugt. Die Menge an Katalysator kann im Bereich von 0,1 bis 2,0 Gew.-Teilen/100 Gew.-Teile Styrol-Allylalkohol-Copolymer liegen.

Das Verhältnis der Reaktanten zueinander hängt von der Menge an Ethylenoxid ab, die man mit jeder Hydroxylgruppe, die in dem Styrol-Allylalkohol-Copolymeren vorhanden ist, verknüpfen möchte, unter Berücksichtigung, daß unter den oben angegebenen Bedingungen die Reaktion bis zur Vollständigkeit oder wesentlichen Vollständigkeit innerhalb einer Zeit in der Größenordnung von 2 bis 4 Stunden abläuft.

Schließlich wird die Reaktionsmasse gekühlt und das Stabilisier- und Fluidifikations-Additiv gewonnen und kann als solches ohne weitere Reinigungen verwendet werden.

Das so erhaltene Additiv ist ein wasserlöslicher Feststoff.

Es sollte beachtet werden, daß P. Weiss et al. (vorstehend angegeben) auf Seite 352 des Artikels die Bildung von Addukten von Ethylenoxid und eines Styrol-Allylalkohol-Copolymeren beschreiben. Jedoch sind diese Addukte mit niedrigem Gehalt an Polyethylenoxid-Teil und mit den Eigenschaften nicht-ionischer oberflächenaktiver Mittel für den Zweck der vorliegenden Erfindung nicht verwendbar.

Gemäß einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung wäßrige Dispersionen von Kohle, die das oben erwähnte Additiv enthalten. Insbesondere können diese Dispersionen 60 bis 75 Gew.-% Kohlefeststoffe mit einer Teilchengröße im

allgemeinen gleich oder niedriger als 300 µm und 0,3 bis 0,9 Gew.-% des Stabilisier- und Fluidifikations-Additivs gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten, wobei die restlichen Prozenzte durch Wasser gebildet werden.

Bei der bevorzugten, praktischen Durchführungsform sind die Kohlefeststoffe in einer Menge in der Größenordnung von 68 bis 72 Gew.-% enthalten und der Additiv-Gehalt liegt im Bereich von etwa 0,4 bis 0,7 Gew.-%.

Die wäßrigen Dispersionen der Kohlefeststoffe können mittels normaler, im Stand der Technik bekannter Verfahren hergestellt werden. Jedoch werden bei einer bevorzugten Form der praktischen Durchführung die Dispersionen mittels eines Verfahrens hergestellt, das folgende Behandlungsschritte umfaßt:

(a) Vormahlung der Kohle unter trockenen Bedingungen, um eine vorgemahlene Kohle mit einer maximalen Teilchengröße von etwa 6 mm zu erzeugen;

(j) Naßvermahlen eines Teils der vorgemahlene Kohle, was in Gegenwart des Stabilisier- und Fluidifikations-Additivs durchgeführt wird, um eine wäßrige Dispersion mikronisierter Kohlefeststoffteilchen mit einer mittleren Größe der Teilchen in der Größenordnung von 6 bis 12 µm zu erzeugen;

(c) Zugabe des restlichen Teils der vorgemahlene Kohle zu dieser Dispersion und Erzielung der entstandenen Dispersion mit einem Vollendwalzwerk, gegebenenfalls gefolgt von einem Homogenisierungsschritt in diesem Mischer.

Bei der Herstellung der Dispersionen der vorliegenden Erfindung können jegliche Typen von Kohle verwendet werden, sowohl von hoher als auch niedriger Qualität, sub-bituminöse oder bituminöse Kohlen, Anthrazit, die gegebenenfalls Vorbehandlungen zum Zwecke der Entfernung der Inertstoffe unterworfen wurden (Aufbereitung).

In jedem Falle werden wäßrige Dispersionen mit einem hohen Feststoffgehalt erhalten, die bei der Lagerung während industriell verwendbarer Zeiträume beständig und fluid genug sind, um es zu ermöglichen, daß sie durch Pumpen durch Rohre befördert werden.

Die folgenden Versuchsbeispiele sind erläuternd und nicht beschränkend für den Zweck der vorliegenden Erfindung.

## Ausführungsbeispiele

### Beispiel 1

#### Herstellung des Fluidifikations-Stabilisier-Additivs

Bei der Herstellung des Fluidifikations- und Stabilisier-Additivs werden zwei verschiedene Styrol-Allylalkohol-Copolymere verwendet und insbesondere

(A) ein Styrol-Allylalkohol-Copolymer, das von der Firma Polysciences geliefert wird, mit einem mittleren Molekulargewicht von 1150 und einem Gehalt an Hydroxygruppen von 7,5 Gew.-%;

(B) ein Styrol-Allylalkohol-Copolymer, das von der Firma Polysciences geliefert wird, mit einem mittleren Molekulargewicht von 1500 und einem Gehalt an Hydroxygruppen von 6,0 Gew.-%. Das Additiv wird durch das folgende, allgemeine Verfahren hergestellt.

In einen Autoklaven von 1 l Fassungsvermögen, ausgestattet mit einem magnetisch angetriebenen Rührer und versehen mit Einlässen für Ethylenoxid und Stickstoff, einer Thermometerumhüllung, Manometer und Sicherheitsventil, wird ein Styrol-Allylalkohol-Copolymeres, ausgewählt unter den beiden oben angegebenen Copolymeren, zusammen mit Kaliumhydroxid (Titer 86%) als feinvermahlene Feststoff und in einer Menge von 1 bis 1,2 Gew.-% Teilen/100 Gew.-Teile Styrol-Allylalkohol-Copolymeres, eingefüllt.

Der Autoklav wird verschlossen, mit Stickstoff gespült, und es wird gerührt, während die Temperatur bis zu etwa 150°C ansteigt. Während eines Zeitraums von etwa 120 min wird Ethylenoxid in den Autoklaven in einer Menge eingeleitet, derjenigen entspricht, die man an die Hydroxygruppen des Copolymeren zu binden wünscht. Während dieses Zeitraums wird eine Temperatursteigerung bis auf Werte von 165 bis 175°C beobachtet. Am Ende der Ethylenoxid-Zugabe wird die Reaktion während einer weiteren Zeit von etwa 60 min fortschreiten gelassen. Der Autoklav wird dann abgekühlt und das Reaktionsprodukt wird gewonnen und ohne weitere Behandlungen als Zusatz zu Suspensionen von Kohle in Wasser verwendet.

Bei diesen Reaktionen war die Ausbeute, ausgewertet in bezug auf eingeführtes Ethylenoxid, immer höher als 99%, und die folgenden Additive wurden hergestellt, für die die mittlere Zahl der reagierten Ethylenoxid-Moleküle für jede Hydroxygruppe des verwendeten Styrol-Allylalkohol-Copolymeren angegeben ist.

Additiv	Ethylenoxid/Hydroxygruppen Verhältnis
A-1	115/1
A-2	155/1
A-3	90/1
A-4	180/1
A-5	70/1
A-6	40/1
B-1	155/1
B-2	115/1
B-3	90/1
B-4	180/1
B-5	250/1

Die Additive von A-1 bis A-6 stammen von Styrol-Allylalkohol-Copolymeren, wie vorstehend als (A)-Copolymeres angegeben, und die Additive von B-1 bis B-5 stammen von dem Styrol-Allylalkohol-Copolymeren, wie vorstehend als (B)-Copolymeres angegeben ist.

Um die obigen Additive auszuwerten, werden konzentrierte, wäßrige Dispersionen von Kohle hergestellt, welche eines der oben erwähnten Additive enthalten, und es werden Viskositätsmessungen bei verschiedenen Geschwindigkeitsgradienten mittels des Haake RV 12-Rotationsviskosimeters, ausgestattet mit einem MVI-Sensor und einem M 500-Meßkopf, durchgeführt.

Insbesondere werden in einem Becher von 200ml 70g der Kohleprobe, gemahlen auf eine Korngröße unterhalb 250µm, eingewogen. Eine wäßrige Lösung des zu prüfenden Additivs wird dann zugesetzt, so daß folgende Gesamtmengen vorhanden sind:

Kohle: 68 bis 70 Gew.-%

Additiv: 0,5 Gew.-%

Wasser: Auffüllen auf 100%.

Die Masse wird mittels eines mit zwei Metallflügeln ausgestatteten Rührers 1 min bei 650 U/min und 2 min bei 1 200 U/min gerührt.

Die so erhaltene Dispersion wird in den äußeren Meßzylinder des Viskosimeters eingeführt, bei der kontrollierten Temperatur von 20°C gehalten und nach einer Verweilzeit von 3 min werden die Werte der Scherbeanspruchung bei verschiedenen Geschwindigkeitsgradienten (von 0 bis 150 sec<sup>-1</sup>) gemessen.

Die so erhaltenen Versuchswerte werden mit Hilfe der Ostwald'schen Kraft-Gleichung

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$$

worin

$\tau$  = Scherbeanspruchung (Pa)

$K$  = Konsistenzindex (Pa · sec<sup>n</sup>)

$\dot{\gamma}$  = Geschwindigkeitsgradient (sec<sup>-1</sup>)

$n$  = Newton'scher Verhaltensindex,

und mit Hilfe der Bingham-Gleichung

$$\tau = \tau_o + \dot{\gamma} \eta_B,$$

worin

$\tau$  = Scherbeanspruchung (Pa)

$\tau_o$  = Fließschwelle (Pa)

$\dot{\gamma}$  = Geschwindigkeitsgradient (sec<sup>-1</sup>)

$\eta_B$  = plastische Viskosität (Pa · sec),

verarbeitet.

Für jedes Wertepaar  $\tau$  und  $\dot{\gamma}$  werden die Werte von  $K$  und  $n$  (Ostwald-Gleichung) und von  $\tau_o$  und  $\eta_B$  (Bingham-Gleichung) durch lineare Regression berechnet, die in den folgenden Tabellen zusammengestellt sind. Weiterhin sind in den Tabellen die Werte für die scheinbare Viskosität<sup>⊗</sup> ( $\eta_{app}$ ) in Pa · sec bei 30, 60, 100 und 150 sec<sup>-1</sup> angegeben. ⊗ (apparent viscosity)

### Beispiel 2

Eine kolumbianische Kohle wird verwendet, welche die folgende Analyse (berechnet als Trockensubstanz) hat:

flüchtige Substanzen	36,11 %
Aschegehalt	9,69 %
fixierter Kohlenstoff (durch Differenz)	54,21 Gew.-%

Diese Kohle wird auf die folgende Endkorngröße gemahlen.

µm	Zurückgehaltenes Material, %
1	96
2	91
3	87
4	82,5
6	76,5
8	72,1
10	68
16	59,9
24	50,5
32	44
48	35
64	28
96	19
126	12
180	7,5
192	3,0
250	0,0

Nach der oben angegebenen Methode werden Dispersionen hergestellt, die 68,5 Gew.-% gemahlene Kohle und 0,5 Gew.-% Additiv enthalten, wobei der Rest auf 100% Wasser ist.

Die Ergebnisse der Auswertung dieser Dispersionen sind in Tabelle 1 angegeben.

**Beispiel 3**

Eine polnische Kohle wird verwendet, welche die folgende Analyse hat (bezogen auf Trockensubstanz):

flüchtige Substanzen	30,5 %
Aschegehalt	9,87 %
fixierter Kohlenstoff (durch Differenz)	59,98 Gew.-%

Diese Kohle wird auf die Endkorngröße, wie die in Beispiel 2 beschriebene, gemahlen.

Nach der oben angegebenen Methode werden Dispersionen hergestellt, welche 70 Gew.-% gemahlener Kohle und 0,5 Gew.-% Additiv enthalten, wobei der Rest auf 100% Wasser ist. Die Ergebnisse der Auswertung dieser Dispersionen sind in Tabelle 2 angegeben.

**Beispiel 4**

Eine russische Kohle wird verwendet, welche die folgende Analyse hat (bezogen auf Trockensubstanz):

flüchtige Substanzen	37,63 %
Aschegehalt	15,32 %
fixierter Kohlenstoff (durch Differenz)	47,05 Gew.-%

Diese Kohle wird auf die Endkorngröße, wie in Beispiel 2 beschrieben, gemahlen.

Nach der oben erwähnten Methode werden Dispersionen hergestellt, welche 68 Gew.-% gemahlene Kohle und 0,5 Gew.-% Additiv enthalten, wobei der Rest auf 100% Wasser ist. Die Ergebnisse der Auswertung dieser Dispersionen sind in Tabelle 3 angegeben.

**Beispiel 5**

Eine südafrikanische Kohle wird verwendet, welche die folgende Analyse hat (bezogen auf Trockensubstanz):

flüchtige Substanzen	28,95 %
Aschegehalt	12,34 %
fixierter Kohlenstoff (durch Differenz)	58,11 Gew.-%

Diese Kohle wird auf die Endkorngröße, wie in Beispiel 2 beschrieben, gemahlen.

Nach der oben erwähnten Methode werden Dispersionen hergestellt, welche 70 Gew.-% gemahlene Kohle und 0,5 Gew.-% Additiv enthalten, wobei der Rest auf 100% Wasser ist. Die Ergebnisse der Auswertung dieser Dispersionen sind in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 1

Test Nr.	Additiv	OSTWALD		BINGHAM			$\eta_{app}$ (30 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (60 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (100 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (150 sec <sup>-1</sup> )
		n	K	$\tau_0$	$\mu_B$					
1	A-6	0.822	0.693	4.2	0.259	375	339	308	276	
2	A-5	0.930	0.445	1.7	0.303	348	335	325	308	
3	A-3	0.854	0.759	3.8	0.251	347	326	300	260	
4	A-1	0.793	0.928	6.2	0.288	448	405	360	310	
5	A-2	0.835	0.728	4.9	0.284	405	380	348	298	
6	A-4	0.912	0.498	2.3	0.302	371	358	336	298	
7	B-3	0.842	0.571	4.12	0.229	327	311	284	240	
8	B-2	0.764	0.671	4.3	0.178	310	240	260	225	
9	B-1	0.830	0.736	5.1	0.279	405	380	343	298	
10	B-4	0.823	0.759	5.4	0.272	405	384	345	288	
11	B-5	0.849	0.557	3.4	0.289	374	355	332	298	

Tabelle 2

Test Nr.	Additiv	OSTWALD			BINGHAM			$\eta_{app}$ (30 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (60 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (100 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (150 sec <sup>-1</sup> )
		n	K	$\tau_0$	$\eta_B$	$\tau_0$	$\tau_0$				
1	A-6	0.865	0.679	3.3	0.329	429	388	363	347		
2	A-5	0.873	0.680	3.5	0.339	437	400	380	352		
3	A-3	0.781	0.933	6.7	0.265	420	401	345	290		
4	A-1	0.835	0.879	5.4	0.351	494	452	416	373		
5	A-2	0.789	1.162	7.9	0.350	536	503	442	378		
6	A-4	0.832	0.754	3.5	0.307	428	386	353	312		
7	B-3	0.814	0.807	5.5	0.280	418	386	350	295		
8	B-2	0.768	1.120	8.1	0.295	493	443	397	318		
9	B-1	0.828	0.986	6.3	0.375	536	497	450	398		
10	B-4	0.794	0.993	7.3	0.303	480	445	395	325		
11	B-5	0.862	0.813	4.5	0.380	505	469	437	400		

Tabelle 3

Test Nr.	Additiv	OSTWALD			BINGHAM			$\eta_{app}$ (30 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (60 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (100 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (150 sec <sup>-1</sup> )
		n	K	$\alpha_0$	$\eta_B$	$\eta_0$	$\eta_{10}$				
1	A-6	0.733	1.735	7.5	0.431	690	540	504	485		
2	A-5	0.819	1.174	5.0	0.458	630	540	508	496		
3	A-3	0.737	1.688	6.4	0.415	687	556	503	467		
4	A-1	0.673	2.28	10.6	0.394	714	569	529	450		
5	A-2	0.578	3.611	9.55	0.441	740	570	526	512		
6	A-4	0.720	1.935	7.4	0.451	700	595	527	486		
7	B-3	0.686	2.116	9.9	0.392	720	560	495	463		
8	B-2	0.670	2.41	8.93	0.638	770	610	523	480		
9	B-4	0.772	1.578	8.4	0.462	712	610	550	506		
10	B-5	0.637	2.94	15.6	0.384	796	682	557	470		

Tabelle 4

Test Nr.	Additiv	OSTWALD		BINGHAM		$\eta_{app}$ (30 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (60 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (100 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (150 sec <sup>-1</sup> )
		n	K	$\gamma_0$	$\eta_B$				
1	A-6	0.731	1.205	6.96	0.274	483	399	350	310
2	A-5	0.820	0.787	4.08	0.303	426	375	345	320
3	A-3	0.786	0.934	3.38	0.317	427	378	355	333
4	A-1	0.766	1.049	6.47	0.285	468	410	362	315
5	A-2	0.704	1.520	9.3	0.288	534	460	390	330
6	A-4	0.808	0.869	3.37	0.325	430	393	366	335
7	B-3	0.756	0.906	5.59	0.233	357	358	315	276
8	B-2	0.744	1.065	6.71	0.254	441	385	331	284
9	B-1	0.785	0.973	6.19	0.293	465	410	370	320
10	B-4	0.778	0.868	5.67	0.249	398	358	315	276
11	B-5	0.837	0.770	4.03	0.320	436	395	366	340

Tabelle 5

Test Nr.	K	OSTWALD		BINGHAM		$\eta_{app}$ (30 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (100 sec <sup>-1</sup> )	$\eta_{app}$ (150 sec <sup>-1</sup> )
		n	$\gamma_0$	$\eta_B$				
6	2.21	0.516	6.15	0.181	385	240	223	
7	0.669	0.627	2.0	0.103	170	121	118	
8	0.485	0.749	2.0	0.132	200	150	148	
9	0.423	0.735	2.0	0.103	175	120	116	

In den Tabellen 1 bis 4 sind die Werte der scheinbaren Viskosität ( $\eta_{app}$ ) der Dispersionen als  $mPa \cdot s$  bei solchen verschiedenen Geschwindigkeitsgradienten, wie gezeigt, angegeben. Aus diesen Viskositätswerten kann man ableiten, daß das nichtionische Additiv gemäß der vorliegenden Erfindung ein guter Fluidifizierer (Flüssigmacher) für alle Typen der verwendeten Kohle ist.

#### Beispiel 6

Die polnische Kohle von Beispiel 3 wird einer Behandlung des Trockenvorvermahleins unterworfen, um Körnchen mit einer maximalen Größe von 3 mm zu erhalten.

Ein Gemisch dieser vorgemahlener Kohle (52,6 Gew.-%), Wasser (46,4 Gew.-%) und B-2-Additiv (1,0 Gew.-%) wird dann hergestellt.

Dieses Gemisch wird naßvermahlen unter Verwendung der folgenden Mahlcharge:

3,2 kg AISI 420 Stahlkugeln, Durchmesser = 31,75 mm

4,8 kg AISI 420 Stahlkugeln, Durchmesser = 25,4 mm

3,2 kg AISI 420 Stahlkugeln, Durchmesser = 12,7 mm

4,8 kg AISI 420 Stahlkugeln, Durchmesser = 9,5 mm

und einer Mühle mit den Innenabmessungen von 120 mm x 203 mm.

(AISI = American iron and steel institute

AISI 420 = rostfreier Stahl mit 13 % Cr; 0,35 % C; Rest Fe).

1,8 kg des Gemisches der obigen Zusammensetzung werden vermahlen bei einer Umlaufgeschwindigkeit der Kugelmühle von 70 U/min.

Das Vermahlen wird ansatzweise während 2 h durchgeführt, bis der mittlere Durchmesser der Kohleteilchen auf 8,4  $\mu m$  vermindert ist.

An der so erhaltenen Dispersion werden die Charakteristika gemessen, die in Tabelle 5 angegeben sind.

#### Beispiel 7

Der Test wird wie in Beispiel 6 durchgeführt unter Verwendung von B-3-Additiv. Eine wäßrige Dispersion wird erhalten, worin der mittlere Durchmesser der Kohleteilchen 8,4  $\mu m$  beträgt. Die Charakteristika dieser Dispersion sind in Tabelle 5 angegeben.

#### Beispiel 8

Der Test wird wie in Beispiel 6 durchgeführt unter Verwendung von A-6-Additiv. Eine wäßrige Dispersion wird erhalten, worin der mittlere Durchmesser der Kohleteilchen 7,9  $\mu m$  beträgt. Die Charakteristika dieser Dispersion sind in Tabelle 5 aufgeführt.

#### Beispiel 9

Der Test wird wie in Beispiel 6 durchgeführt unter Verwendung von A-1-Additiv. Eine wäßrige Dispersion wird erhalten, worin der mittlere Durchmesser der Kohleteilchen 8,3  $\mu m$  beträgt. Die Charakteristika dieser Dispersion sind in Tabelle 5 angegeben. Aus den Daten der Tabelle 5 kann man beobachten, daß das Additiv gemäß der vorliegenden Erfindung, das während des Vermahlungsschrittes verwendet wurde, es ermöglicht, daß wäßrige Dispersionen aus mikronisierter Kohle erhalten werden, welche stabil und fluid genug sind.

Diese Dispersionen können mit vorgemahlener Kohle, vorzugsweise mit einem Verhältnis von mikronisierter Kohle zu vorgemahlener Kohle, bezogen auf das Gewicht, in der Größenordnung von 40/60, vermischt werden, und die entstandene Mischung kann einem Schlußschritt unterworfen werden, indem sie einige Minuten auf einer Mühle behandelt wird, indem sie einige Minuten auf einer Hochgeschwindigkeitsmühle mit stiftförmigen Brechern (Chemical engineer's handbook by John W. Perry, McGraw-Hill book company, New York (1963)) behandelt wird, mit einem abschließenden Homogenisierungsschritt innerhalb des Mischers.

Auf diese Weise werden konzentrierte, wäßrige Dispersionen von Kohlestoffen erhalten, welche homogen, stabil und fluid sind.