



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **233 669 A1**

4(51) G 02 B 5/02

**AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 02 B / 272 171 5

(22) 29.12.84

(44) 05.03.86

(71) VEB Carl Zeiss JENA, 6900 Jena, Carl-Zeiss-Straße 1, DD

(72) Drechsel, Ludwig, Dr. Dipl.-Phys.; Lasch, Margarete, Dipl.-Phys.; Heinemann, Thomas, Dipl.-Chem., DD

**(54) Streuscheibe mit Richtungseffekt und Verfahren zu ihrer Herstellung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Streuscheibe mit Richtungseffekt und ein Verfahren zu ihrer Herstellung. Es soll der Herstellungsaufwand verringert werden und der Richtungseffekt der Streuscheiben hinsichtlich einer universelleren Anwendbarkeit verbessert werden. Aufgabe der Erfindung ist es, eine einfache und aufwandgeringe Möglichkeit zur Variation des Streuwinkelverhältnisses in weiten Bereichen und zur weiteren Erhöhung der Lichtausbeute in der Nutzebene zu schaffen. Erfindungsgemäß werden die durch Einbettung von anorganischen oder organischen Teilchen in eine thermoplastische polymere Matrix erzeugten Streuscheiben anschließend einer einachsigen mechanischen Ver Streckung und ggf. Fixierung des Zustandes unterzogen. Aus dem Konzentrationsunterschied der Streuzentren pro Längeneinheit in den beiden senkrecht aufeinanderstehenden Richtungen der Streuscheibenebene resultiert der Richtungseffekt der erfindungsgemäßen Streuscheibe. Die Erfindung ist im wissenschaftlichen Gerätebau, insbesondere zu Abbildungs- und Ausleuchtungszwecken anwendbar.

**Patentansprüche:**

1. Streuscheibe mit Richtungseffekt, bei der eine dünne volumenstreuende, thermoplastische Schicht, bestehend aus einer organischen, polymeren Matrix und darin als Streuzentren eingebetteten anorganischen, stäbchen- oder annähernd kugelförmigen Teilchen oder organischen, annähernd kugelförmigen Teilchen, als Folie ausgebildet oder auf einem optisch klaren, thermoplastischen Träger angeordnet ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Streuzentren in zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen der Streuscheibenebene in unterschiedlichen Konzentrationen vorgesehen sind und von der Kugelform abweichende Teilchen weitgehend parallel zu einer dieser beiden Richtungen ausgerichtet sind.
2. Verfahren zur Herstellung von Streuscheiben mit Richtungseffekt, bei dem in die Lösung eines thermoplastischen Polymeren anorganische, stäbchen- oder annähernd kugelförmige Teilchen oder organische, annähernd kugelförmige Teilchen eingebracht werden und die so erzeugte Mischung auf einer ebenen Fläche oder auf einem thermoplastischen, optisch klaren Trägermaterial, z. B. aus Polymethylmethacrylat, aufgetragen und getrocknet wird und im Falle des Auftragens auf einer ebenen Fläche die erhaltene Streuschicht als Folie abgezogen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Anschluß daran zusätzlich ein mechanisches, einachsiges Verstrecken der trägerlosen oder auf einem Träger angeordneten Streuscheibe auf einen gewünschten, durch Konzentrationsunterschiede der Streuzentren in den beiden senkrecht zueinander stehenden Richtungen der Streuscheibenebene charakterisierten Dehnzustand und ggf. eine nachfolgende Fixierung dieses Dehnzustandes vorgenommen wird, wobei das Verstrecken in Abhängigkeit von den technologischen Eigenschaften des Polymeren und ggf. des Trägermaterials entweder kalt oder thermisch bei Temperaturen ober- von mindestens 30°C unterhalb der Glastemperatur oder aber in einem Quellungsmedium mit Fixierung durch Abdunsten des Quellungsmediums erfolgt.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

**Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft eine Streuscheibe mit Richtungseffekt und ein Verfahren zur Herstellung solcher Streuscheiben. Eine Anwendung der Erfindung bietet sich überall dort an, wo von einer Streuscheibe eine gute Streuwirkung in einer bestimmten Richtung und ein möglichst geringer Lichtverlust in der dazu senkrechten Richtung verlangt werden. Die Erfindung wird insbesondere in der Beleuchtungsoptik zur gleichmäßigen Ausleuchtung spaltförmiger Flächen und bei Durchlichtprojektionsschirmen angewendet, deren Nutzlicht weitestgehend auf die Augenlinie des Betrachters konzentriert werden soll, ohne daß durch Streuung nach oben und unten wesentliche Lichtverluste auftreten.

**Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Es ist eine Vielzahl von technischen Lösungen zur Herstellung von Streuscheiben bekannt, bei denen als Streuzentren dienende kleine anorganische oder organische Teilchen in ein organisches Matrixmaterial eingelagert und diese streuenden Systeme als Folie oder als dünne Schicht auf einem optisch klaren Träger ausgebildet werden.

Aus den DD-WP 51090 und 101333 sind Verfahren zur Herstellung von Streuscheiben bzw. Mattfolien aus organischen Polyesterdispersionen, z. B. aus einer Polyvinylacetat-Dispersion, bekannt.

In der DD-PS 143182 wird ein Herstellungsverfahren für Streuscheiben beschrieben, bei dem ein mit Quarzmehl versetzter Polymethylmethacrylat-Klarlack auf Glas- oder Kunststoffträger aufgebracht wird.

Weiterhin ist ein Herstellungsverfahren unter Verwendung von NC-Lack mit amorphem SiO<sub>2</sub> durch Aufspritzen auf Plexiglas nach dem US-Patent 3598640 bekannt.

Gemäß WP 140293 erhält man Streuscheiben durch Auftragen von Phenolformaldehydgemischen mit Bariumsulfat-Teilchen. Des weiteren sind z. B. Streusysteme auf der Basis von mit Glasperlen gefülltem Polybutylenterephthalat und Polyurethan beschrieben worden (DE-OS 3022123).

Bei all diesen bekannten Lösungen werden Streuscheiben mit statistisch im Matrixmaterial verteilten Streuzentren erzeugt. Solche Streuscheiben besitzen eine rotationssymmetrische Streucharakteristik, deren Hauptnachteil darin besteht, daß alles nicht in die Nutzebene gestreute Licht zu einer Reduzierung der Lichtausbeute führt.

Um derartige Lichtverluste zu minimieren, wurden daher Streusysteme entwickelt, welche gezielt die Streuung des Lichtes in eine Ebene abschwächen zugunsten der Streuung in die dazu senkrechte Richtung, die dann als Nutzebene z. B. für Projektionsschirme verwendet wird. Die Verteilung der Lichtenergie wird damit so verändert, daß ein großer Anteil als Nutzlicht zur Verfügung steht.

Streuscheiben mit einem solchen Richtungseffekt werden vorwiegend dadurch hergestellt, daß Facetten oder aber Lenticularlinsen- und Fresnellinsenflächen kombiniert auf einem Schirm angeordnet werden.

Aus der DE-AS 2029800 ist z. B. ein Projektionsschirm bekannt, der aus rasterförmig auf einem optisch klaren Träger angeordneten Linsensystem besteht.

In der DE-OS 3013823 ist eine Materialbahn mit einer matten Hauptfläche und einer zweiten Hauptfläche, in der Facetten in Gruppen angeordnet einen spiegelnden Reflektor ergeben, beschrieben.

Als Streuscheibe mit Richtungseffekt ist weiterhin ein Schirm mit parallel zur Grundlinie des Schirmes verlaufenden Prismen bekannt (DE-AS 2651219).

Gemäß DE-OS 3102964 erhält ein optisch wirksames Streusystem, das aus einer Fresnellinsen- und Lenticularlinsenfläche gebildet wird, eine zusätzliche Streuwirkung durch eine Acrylharzschicht mit darin eingebetteten Glaskugeln.

In den US-Patenten 2974564 und 2974565 wird ein bewegter Schirm mit durch Facetten bewirktem Richtungseffekt für Durch- und Auflicht angegeben.

Nach der DD-PS wird bei einer Streuscheibe der Richtungseffekt durch eine Kombination von Fresnellinsen und Zylinderlinsen erreicht.

„Tütenförmige“ Elemente werden gemäß US-PS 3257900 zum Unterdrücken störender Reflexe und Erreichen eines Richtungseffektes in Transmission und Reflexion verwendet.

Nachteil all dieser Projektionsschirme ist es, daß sie ein sehr aufwendiges Fertigungsverfahren zur Erzeugung der optisch wirksamen Strukturelemente, wie Fresnellinsen, Lenticularlinsen, Facetten, erfordern.

Bei Streuscheiben, deren Funktionsprinzip auf einem einfachen Linienraster beruht, kommt als weiterer Nachteil hinzu, daß die

Von Nachteil ist außerdem, daß mit den dem Herstellungsverfahren zugrundegelegten geometrischen Abmessungen des Rasters oder der Linsen- und Facettenelemente das Verhältnis der Streuwirkungen in zwei senkrecht zueinander stehenden Richtungen festgelegt ist.

### **Ziel der Erfindung**

Ziel der Erfindung ist die Verringerung des Herstellungsaufwandes und Verbesserung des Richtungseffektes hinsichtlich einer universellen Anwendbarkeit der Streuscheiben.

### **Darlegung des Wesens der Erfindung**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine technologisch einfache und aufwandgeringere Möglichkeit zu schaffen, das Verhältnis der Streuwinkel in den beiden senkrecht aufeinander stehenden Richtungen in weiten Bereichen variierbar zu gestalten und einen noch größeren Teil des Lichtes in einen vorgegebenen begrenzten Raum zu lenken.

Diese Aufgabe wird durch eine Streuscheibe mit Richtungseffekt, bei der eine dünne volumenstreuende, thermoplastische Schicht, bestehend aus einer organischen, polymeren Matrix und darin als Streuzentren eingebetteten anorganischen stäbchen- oder annähernd kugelförmigen Teilchen oder organischen, annähernd kugelförmigen Teilchen, als Folie ausgebildet oder auf einem optisch klaren, thermoplastischen Träger angeordnet ist, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Streuzentren in zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen der Streuscheibenebene in unterschiedlichen Konzentrationen vorgesehen sind und von der Kugelform abweichende Teilchen weitgehend parallel zu einer dieser beiden Richtungen ausgerichtet sind.

Bei einem Verfahren zur Herstellung von Streuscheiben mit Richtungseffekt, bei dem in die Lösung eines thermoplastischen Polymeren anorganische, stäbchen- oder annähernd kugelförmige Teilchen oder organische, annähernd kugelförmige Teilchen eingebracht werden und die so erzeugte Mischung auf einer ebenen Fläche oder auf einem thermoplastischen, optisch klaren Trägermaterial, z. B. aus Polymethylmethacrylat, aufgetragen und getrocknet wird und im Fall des Auftragens auf einer ebenen Fläche die so erhaltene Streuscheibe als Folie abgezogen wird, gelingt die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, daß im Anschluß daran zusätzlich ein mechanisches, einachsiges Verstrecken der trägerlosen oder auf einem Träger angeordneten Streuscheibe auf einen gewünschten, durch Konzentrationsunterschiede der Streuzentren in den beiden senkrecht zueinanderstehenden Richtungen der Streuscheibenebene charakterisierten Dehnzustand und ggf. eine nachfolgende Fixierung dieses Dehnzustandes vorgenommen wird, wobei das Verstrecken in Abhängigkeit von den technologischen Eigenschaften des Polymeren und ggf. des Trägermaterials entweder kalt oder thermisch bei Temperaturen oberhalb der Glastemperatur des Polymeren mit nachfolgender Fixierung durch Abkühlen auf eine Temperatur von mindestens 30°C unterhalb der Glastemperatur oder aber in einem Quellungsmittel mit Fixierung durch Abdunstung des Quellungsmittels erfolgt.

Erfindungsgemäß wird die Richtungsabhängigkeit der Streuwirkung nicht etwa, wie in der bekannten Weise, durch Linsenkombinationen oder andere in ihrer Herstellung aufwendige optisch wirksame Elemente, sondern lediglich durch Konzentrationsunterschiede der Streuzentren/Längeneinheit in den beiden senkrecht zueinanderstehenden Richtungen der Streuscheibenebene bewirkt; daß heißt, die Konzentration der Streuzentren/Längeneinheit in der einen Richtung ist wesentlich größer als die Streuzentrenkonzentration/Längeneinheit in der anderen Richtung. Dabei werden diese den Richtungseffekt hervorrufenden Konzentrationsunterschiede, ausgehend von bekannten Möglichkeiten zur Herstellung von volumenstreuenden, dünnen thermoplastischen Polymerschichten mit rotationssymmetrischer Streucharakteristik, gemäß der Erfindung durch ein anschließendes, zusätzliches, einachsig mechanisches Verstrecken erzeugt. In Abhängigkeit von den technologischen Eigenschaften des Polymeren und ggf. des Trägermaterials kann das Verstrecken entweder kalt oder thermisch bei Temperaturen oberhalb der Glastemperatur des Polymeren mit nachfolgender Fixierung des durch die gewünschten Konzentrationsunterschiede bestimmten Dehnzustandes durch Abkühlen auf eine Temperatur von mindestens 30°C unterhalb der Glastemperatur durchgeführt werden. Es kann aber auch in einem geeignete Quellungsmittel verstreckt werden. Das Fixieren erfolgt in einem solchen Fall durch Abdunsten des Lösungsmittels.

Das Wesen der Erfindung wird in den folgenden Prinzipdarstellungen näher erläutert:

1. Erzeugung eines Konzentrationsunterschiedes und damit Halbwertswinkelunterschiedes durch Verstrecken einer Schicht mit starren, kugelförmigen Teilchen:

Vor dem Verstrecken befinden sich in den beiden senkrecht zueinanderstehenden Richtungen A und B gleiche Streuzentrenzahlen pro Längeneinheit.

Durch das Verstrecken in Richtung B tritt ein Verdünnungseffekt ein, d. h. die Zahl der Streuzentren pro Längeneinheit verringert sich. In Richtung A verdichten sich die Streuzentren. Da die Streuwirkung (Halbwertswinkel) mit zunehmender Konzentration der Streuteilchen steigt, entsteht durch das Verstrecken in Richtung A ein höherer, in Richtung B ein niedrigerer Halbwertswinkel als in der Ausgangsfolie.

2. Erzeugung des Halbwertswinkelunterschiedes durch Verstrecken einer Schicht mit starren, stäbchenförmigen Teilchen: Vor dem Verstrecken sind die stäbchenförmigen Teilchen bezüglich ihrer Richtung statisch gleichmäßig verteilt, in Richtung A und B tritt die gleiche Streuwirkung auf. Durch das Verstrecken in Richtung B tritt weitgehend eine Ausrichtung der Streuteilchen ein, so daß die Stäbchen im wesentlichen parallel zur Streckrichtung liegen. Wiederum wird die Zahl der Streuzentren pro Längeneinheit und damit die Streuwirkung in Richtung B gegenüber Richtung A verringert.

3. Erzeugung des Halbwertswinkelunterschiedes durch Verstrecken einer Schicht mit Teilchen, die durch den Streckvorgang ihre Form ändern:

Vor dem Verstrecken sind kugelförmige Teilchen gleichmäßig in der Schicht verteilt.

Durch das Verstrecken in Richtung B werden die Kugeln zu Stäbchen deformiert, die parallel zur B-Richtung liegen. Die Zahl der Streuzentren pro Längeneinheit und damit die Streuwirkung ist in Richtung B niedriger als in Richtung A.

Bekanntere Möglichkeiten zur Herstellung von Streuscheiben, die sich erfindungsgemäß verstrecken lassen, sind

- die Einlagerung anorganischer Teilchen unregelmäßiger oder angenähert kugelig Form in eine organische Matrix
- die Einbettung organischer Teilchen in eine organische Matrix,
- die Mischung von zwei schichtbildenden Polymermaterialien, die unter bestimmten Bedingungen mit Streuwirkung verknüpfte Entmischungerscheinungen (Phasentrennung) aufweisen.

Es kann dabei die dünne streuende Schicht als Folie ausgebildet sein und als solche verstreckt werden, es ist aber auch möglich, die streuende Schicht vor dem Verstrecken mit einem thermoplastischen Träger zu verbinden und mit diesem gemeinsam zu verstrecken.

Die Gesamtstreuung einer erfindungsgemäßen Streuscheibe ergibt sich aus der Zahl der streuenden Teilchen pro Vol.-Einheit in der Schicht, der Schichtdicke und dem Brechzahlverhältnis zwischen Streu- und Schichtmaterial. Das Verhältnis der Streuwirkung bzw. Halbwertswinkel  $\varphi_H^*/\varphi_H$  in den beiden senkrecht aufeinanderstehenden Richtungen wird bestimmt durch den Grad des mechanischen einachsigen Verstreckens (Dehnung), sowie durch die geometrische Form der Streuzentren. Dabei ist dieses Verhältnis bei solchen Schichten, deren Streuzentren Stäbchenform besitzen oder durch den Streckvorgang erhalten, in einem größeren Bereich variierbar als bei solchen Schichten, die anorganische Streuteilchen einer starren, in erster Näherung kugelförmigen Struktur enthalten und bei denen der Richtungseffekt der Streuung allein aus dem Konzentrationsunterschied an Streuteilchen in den beiden aufeinander senkrechten Richtungen erwächst. Durch die Abhängigkeit des Verhältnisses der Streuwirkung vom Streckverhältnis besteht beim erfindungsgemäßen Verfahren die Möglichkeit, mit gleichem Ausgangsmaterial unterschiedliche Größen des Richtungseffektes zu erzielen. Das Verhältnis  $\varphi_H^*/\varphi_H$  hängt in erster Näherung linear vom Streckverhältnis  $\Delta l/l$  ab. Dabei sind  $l$  die Ausgangslänge und  $\Delta l$  die Strecklänge des Streumaterials. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können Verhältnisse von  $\varphi_H^*/\varphi_H$  bis 17 erreicht werden. Aus den möglichen unterschiedlichen Brechungsindexkombinationen resultieren unterschiedliche Werte der Gesamtlichttransmission  $\tau$  der verschiedenen Ausführungsformen. Eine weitgehende Anpassung der optischen Parameter an den konkreten Verwendungszweck ist dadurch möglich.

### Ausführungsbeispiele

Nachfolgend soll die Erfindung anhand einer Figur und einiger Ausführungsbeispiele näher erläutert werden.

Die Figur zeigt eine graphische Darstellung der Streuindikatrices für eine erfindungsgemäße Streuscheibe mit Richtungseffekt. Darin sind eine Streuindikatrix 1 in Ebene der Streckrichtung der Streuscheibe und eine Streuindikatrix 2 in Ebene senkrecht zur Streckrichtung der Streuscheibe als Abhängigkeit der Leuchtdichte  $D$  (normiert auf  $D(\varphi = 0)$ ) von dem Winkel  $\varphi$  zur Flächennormale dargestellt.

Die Streuindikatrix 1 besitzt den Halbwertswinkel  $\varphi_H$ , die Streuindikatrix 2 dagegen den  $\varphi_H^*$ .

Da die Fläche unter der Darstellung der Leuchtdichte  $D$  als Funktion des Winkels  $\varphi$  als Maß für die in eine Ebene gestreute Energie betrachtet werden kann, gibt die Figur die Verteilung der Lichtenergie für eine erfindungsgemäße Streuscheibe wieder.

Für qualitative Betrachtungen sind die Größe und das Verhältnis der beiden Halbwertswinkel  $\varphi_H$  und  $\varphi_H^*$  als Maß für die Energieverschiebung ausreichend und werden in den nachfolgenden Beispielen angegeben.

### Starre, annähernd kugelförmige anorganische Teilchen in organischer Matrix

#### Beispiel 1

Aus einer 20%igen (Gew.-%) wäßrigen Polyvinylalkohollösung mit einem Gehalt von 2g  $\text{BaCO}_3$  pro 100g Polyvinylalkohollösung wird in bekannter Weise eine Folie von 0,1 mm Dicke durch Auftragen auf eine ebene Fläche und anschließendes Abziehen hergestellt. In dieser Bearbeitungsstufe besitzt die Streuscheibe aufgrund der statischen Verteilung der als Streuzentren wirkenden anorganischen, annähernd kugelförmigen  $\text{BaCO}_3$ -Teilchen im Polyvinylalkohol als organische, polymere Matrix eine rotationssymmetrische Streucharakteristik. Die Folie wird nun zusätzlich mit Hilfe eines Streckrahmens mit einem Streckverhältnis von  $\Delta l/l = 0,5$  bei 100°C mechanisch einachsig verstreckt und in diesem Dehnzustand anschließend zwecks Fixierung auf Zimmertemperatur abgekühlt. Durch das thermische Verstrecken hat sich in Streckrichtung die Zahl der Streuzentren/Längeneinheit verringert, in der dazu senkrechten Richtung hat sie sich vergrößert. Der dadurch bedingte Konzentrationsunterschied führt zu einem Richtungseffekt in der Streuwirkung der Streuscheibe mit folgenden optischen Parametern:

$$\begin{aligned} \varphi_H^* &= 13^\circ \\ \varphi_H &= 8^\circ, \text{ d.h. } \frac{\varphi_H^*}{\varphi_H} = 1,6 \\ \tau &= 56\% \end{aligned}$$

#### Beispiel 2

Eine aus wäßriger Lösung von Polyvinylalkohol gebildete Folie von 0,1 mm Dicke wird 10 Minuten in einer Lösung von 7g  $\text{KJO}_3$  in 300 ml  $\text{H}_2\text{O}$  gequollen und in dem erreichten Zustand mit einem Streckverhältnis  $\Delta l/l$  von 3,1 verstreckt. Im gestreckten Zustand wird die Streufolie 30 Minuten bei 60°C zur Fixierung durch Abdunsten des als Quellungsmittel benutzten  $\text{H}_2\text{O}$  belassen. Man erhält eine Streuscheibe mit Richtungseffekt, bei der die anorganischen  $\text{KJO}_3$ -Teilchen als Streuzentren in Streckrichtung der Streuscheibe in wesentlich geringerer Konzentration/Volumeneinheit als in der dazu senkrechten Richtung angeordnet sind.

Erreichte optische Parameter:

$$\begin{aligned} \varphi_H^* &= 16^\circ \\ \varphi_H &= 0,7^\circ, \text{ d.h. } \frac{\varphi_H^*}{\varphi_H} = 8,6 \\ \tau &= 85\% \end{aligned}$$

## Starre, stäbchenförmige anorganische Teilchen in organischer Matrix

### Beispiel 3

Eine Mischung aus 50g einer 19%igen wäßrigen Polyvinylalkohollösung und 10g Strontiumchlorid wird durch Abstreichen mit einem Abstandlineal als 1-mm-dicke Schicht auf eine Glasplatte aufgetragen.

Nach Abdunsten des Wassers entsteht eine Folie, bei der die im Polyvinylalkohol eingebetteten Strontiumchloridkristallnadeln eine leichte Vororientierung aufweisen. Die Folie wird daher in Längsrichtung der Kristallnadeln mit einem Streckungsverhältnis von  $\Delta l/l = 0,1$  bei  $110^\circ\text{C}$  thermisch verstreckt und auf Zimmertemperatur abgekühlt. Durch das Verstrecken ist in Streckrichtung außer dem Verdünnungseffekt eine weitere Ausrichtung der Kristallnadeln eingetreten. Bei der erfindungsgemäßen Streuscheibe liegen die Strontiumchloridkristallnadeln weitgehend parallel zur Streckrichtung. Die Zahl der Streuteilchen und damit die Streuwirkung in dieser Richtung ist wesentlich kleiner als in der dazu senkrechten Richtung.

Erreichte optische Parameter:

$$\begin{aligned}\varphi_H^* &= 16^\circ \\ \varphi_H &= 7^\circ, \text{ d.h. } \frac{\varphi_H^*}{\varphi_H} = 2,3 \\ \tau &= 88\%\end{aligned}$$

## Organische Teilchen in organischer Matrix

### Beispiel 4

Aus einer Mischung von 120g Polyvinylacetat (z. B. Schkopau DC39/20 des VEB Chemische Werke BUNA) und 1500g 19%iger wäßriger Polyvinylalkohollösung wird eine Folie von 0,1 mm Dicke hergestellt.

Die getrocknete Folie wird anschließend 10 Minuten in 3,4%iger wäßriger Borsäurelösung gequollen, mit einem Streckverhältnis von  $\Delta l/l = 8$  verstreckt und in gestrecktem Zustand wieder getrocknet.

Durch den Streckvorgang wurden die annähernd kugelförmigen Polyvinylacetat-Teilchen, die in der Polyvinylalkohol-Matrix statistisch verteilt waren, in Streckrichtung zu Stäbchen deformiert und in ihrer Zahl, auf eine Längeneinheit bezogen, dezimiert, wodurch in der Streuwirkung wiederum ein Richtungseffekt bewirkt wird.

Erreichte optische Parameter:

$$\begin{aligned}\varphi_H^* &= 12^\circ \\ \varphi_H &= 0,7^\circ, \text{ d.h. } \frac{\varphi_H^*}{\varphi_H} = 17\end{aligned}$$

### Beispiel 5

Aus 60 Gew.-% Piaflex-Lackkunstharz LT30 und 40 Gew.-% Piaflex-Lackkunstharz LT60 (beide Produkte aus dem VEB Stickstoffwerke Piesteritz) wird eine Folie von 0,1 mm Dicke hergestellt. Anschließend wird die Folie bei  $100^\circ\text{C}$  mit einem Streckverhältnis von  $\Delta l/l = 1,5$  verstreckt und im gestreckten Zustand auf Zimmertemperatur abgekühlt. Beim Verstrecken treten Entmischungerscheinungen ein, so daß die dabei in der Polymermatrix des Piaflex-Lackkunstharzes LT30 gebildeten Teilchen des Piaflex-Lackkunstharzes LT60 als Streuzentren wirken. Durch die beim Streckvorgang in Streckrichtung außerdem erzielte Verringerung der Streuzentrenzahl/Längeneinheit gegenüber der Verdichtung der Streuzentrenzahl in der dazu senkrechten Richtung wird wiederum ein Richtungseffekt hervorgerufen.

Erreichte optische Parameter:

$$\begin{aligned}\varphi_H^* &= 7^\circ \\ \varphi_H &= 5^\circ, \text{ d.h. } \frac{\varphi_H^*}{\varphi_H} = 1,4 \\ \tau &= 79\%\end{aligned}$$

