

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b>  <b>G01N 15/02</b>	<b>A2</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/41840</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 24. September 1998 (24.09.98)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP98/01490 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 12. März 1998 (12.03.98)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> 197 11 494.6                      19. März 1997 (19.03.97)                      DE  <b>(71)(72) Anmelder und Erfinder:</b> RIEBEL, Ulrich [DE/DE]; Dorfstrasse 35, D-03096 Briesen (DE).  <b>(74) Anwälte:</b> GOSSEL, Hans-Karl usw.; Widenmayerstrasse 23, D-80538 München (DE).	<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AU, CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>	
<b>(54) Title:</b> METHOD OF MEASURING PARTICLE SIZES  <b>(54) Bezeichnung:</b> VERFAHREN ZUR PARTIKELGRÖSSENMESSUNG  <b>(57) Abstract</b>  The invention concerns a method of measuring particle sizes by measuring the attenuation of radiation after passing through a defined measuring section containing a dispersed system. According to the invention, the temporally fluctuating transmission signal is picked up with variable temporal or spatial resolution. These picked-up transmission signals are then subjected to a non-linear operation. The result of the non-linear operation is represented as a spectral variation, that is as a function of the spatial or temporal resolution, and evaluated.  <b>(57) Zusammenfassung</b>  Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Partikelgrößenmessung durch Messung der Abschwächung von Strahlung nach Durchlaufen einer definierten Meßstrecke, in der sich ein disperses System befindet. Erfindungsgemäß wird das zeitlich schwankende Transmissionssignal mit variabler zeitlicher oder räumlicher Auflösung aufgenommen. Diese aufgenommenen Transmissionssignale werden anschließend einer nicht-linearen Operation unterworfen. Das Ergebnis der nicht-linearen Operation wird als spektraler Verlauf, d.h. als Funktion der räumlichen oder zeitlichen Auflösung dargestellt und ausgewertet.		

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidsschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

---

## Verfahren zur Partikelgrößenmessung

---

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Partikelgrößenmessung durch Messung der Abschwächung von Strahlung nach Durchlaufen einer definierten Meßstrecke, in der sich ein disperses System befindet.

In vielen Bereichen der Verfahrenstechnik ist eine exakte Charakterisierung von dispersen Systemen notwendig. Bei dispersen Systemen befindet sich eine disperse Phase, d.h. feste, flüssige oder gasförmige Partikel in einer kontinuierlichen Phase, d.h. einer flüssigen oder gasförmigen Phase. Zur Charakterisierung wird in der Regel die Partikelgrößenverteilung sowie die Partikelvolumenkonzentration verwendet. Die Größen sollen möglichst in-situ gemessen werden, damit Fehler durch Probenahme, Verdünnung etc. vermieden werden können. Des weiteren sind einfache und kostengünstige Verfahren zur Prozeßkontrolle erwünscht.

Es sind bereits Verfahren zur Partikelgrößenmessung bekannt, die statistische Daten aus einer Transmissionsmessung nutzen. Dabei wird eine Messung der mittleren Transmission (diese ist nur abhängig von der Partikelprojektionsflächenkonzentration bzw. von der Volumenkonzentration und der mittleren Partikelgröße) in Beziehung gesetzt zur Standardabweichung der Transmission, die bei einem festen Strahldurchmesser gemessen wird. Die Standardabwei-

chung ist abhängig von der Volumenkonzentration, wobei aber keine eindeutige Funktion besteht (Gregory (im Journal of Colloid and Interface Science, Vol. 105, No. 2, 1985, S. 357) Abb. 11,  $\Phi = C_v$ ), und von der mittleren Partikelgröße. Auf diese Weise können für einen bestimmten Wertebereich die Konzentration und die mittlere Partikelgröße bestimmt werden; die Messung einer Partikelgrößenverteilung ist jedoch nicht möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Partikelgrößenmessung an die Hand zu geben, bei dem keine Kalibrierung mit dem zu messenden Gut mehr notwendig ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe ausgehend von einem gattungsgemäßen Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Demnach wird das zeitlich schwankende Transmissionssignal mit variabler zeitlicher oder räumlicher Auflösung aufgenommen. Die Transmissionssignale werden einer nicht-linearen Operation unterworfen und das Ergebnis der nicht-linearen Operation wird als spektraler Verlauf, d.h. als Funktion der räumlichen oder zeitlichen Auflösung, dargestellt und ausgewertet.

Erfindungsgemäß wird hier ausgenutzt, daß die zeitlichen Schwankungen des Transmissionssignals neben dem elektrischen Signalrauschen einen Ausdruck der Aufenthaltswahrscheinlichkeit von verschiedenen Partikelgrößenklassen im Meßvolumen sind. Die in der Fluktuation des Transmissionssignals enthaltene Information über die Partikelgrößenverteilung und Partikelvolumenkonzentration wird nach der hier vorliegenden Erfindung systematisch zur Messung der Partikelgrößen benutzt. Wesentlicher Verfahrensschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es, die Transmissionssignale einer nicht-linearen Operation zu unterwerfen. Die nicht-lineare Operation kann beispielsweise eine Quadrierung, eine Logarithmierung oder auch eine analytische Funktion, beispielsweise der folgenden Form  $(T)^N$  oder  $\exp \{T\}$  sein, wobei T die Transmission und N eine beliebige reelle Zahl ist. Grundsätzlich können aber auch andere nicht-lineare Operationen bei dem erfindungsgemäßen Verfahren angewandt werden.

Vorteilhaft wird das Signal mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung erfaßt und als Auto-Leistungsdichte-Spektrum, das eine spezielle nicht-lineare Operation ist, dargestellt und ausgewertet.

Die Signalerfassung mit variabler zeitlicher Auflösung kann durch verschiedene Tiefpaß-, Hochpaß- und/oder Bandpaßkombinationen realisiert sein und das Ergebnis der nicht-linearen Operation kann als Funktion der Zeitkonstante des Tiefpasses, Hochpasses und/oder Bandpasses dargestellt und ausgewertet werden.

Die Signale können digital erfaßt werden und einer gleitenden Mittelwertbildung mit variablem Mittelungsparameter als digitalem Tiefpaß, Hochpaß und/oder Bandpaß unterworfen werden.

Dabei kann gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Querschnitt des Meßstrahles in seiner Größe und/oder Form zur Realisierung eines optischen Tiefpasses, Hochpasses und/oder Bandpasses variabel sein.

Besonders vorteilhaft besteht das Verfahren aus der Kombination folgender Verfahrensschritte:

- Erzeugen der Signale in einem kleinen optischen Meßquerschnitt,
- variable elektrische oder digitale Mittelwertbildung,
- Unterwerfen der erzeugten Mittelwerte einer nicht-linearen Operation,
- Wiederholen der vorherigen Verfahrensschritte mit mindestens einem größeren Meßquerschnitt und

- Vergleichen der Ergebnisse der nicht-linearen Operationen und hieraus Bestimmung der Partikelgrößenverteilung, Partikelkonzentration und Partikelgeschwindigkeit.

Alternativ besteht eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens in der Kombination folgender Verfahrensschritte:

- Erzeugen von Signalen und der Variierung der optischen Meßquerschnitte,
- Unterwerfen dieser Signale einer nicht-linearen Operation,
- Erzeugen von Signalen bei einem sehr kleinen optischen Meßquerschnitt,
- bekannte feste oder variable elektronische und digitale Mittelwertbildung der erzeugten Signale,
- Unterwerfen dieser Signale der gleichen nicht-linearen Operation wie sie zuvor herangezogen wurde,
- Vergleich der Ergebnisse der nicht-linearen Operation und Bestimmung der Partikelgrößenverteilung, Partikelkonzentration und Partikelgeschwindigkeit aus diesem Vergleich.

Nach einer alternativen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann der Primärstrahl in mehrere Teilstrahlen aufgeteilt werden und in Form dieser aufgeteilten Teilstrahlen durch die Meßstrecke geführt werden. Mittels dieser Teilstrahlen können variable optische Tiefpässe oder Bandpässe realisiert werden, indem mit den Teilstrahlen gemessene Transmissionen additiv bzw. subtraktiv überlagert werden.

Bei Realisierung der Teilstrahlen kann die nicht-lineare Operation durch eine nicht-lineare Verknüpfung, beispielsweise eine Multiplikation, der Transmission zweier

oder mehrerer Teilstrahlen realisiert werden. Die Teilstrahlen können gemäß verschiedener Ausgestaltungen der Erfindung in unterschiedlichen Richtungen durch die Suspension laufen. Einerseits können sie parallel zu einer Ebene verlaufen, die quer zur Strömungsrichtung aufgespannt ist. Alternativ dazu können sie parallel zu einer Ebene verlaufen, die parallel zur Strömungsrichtung der Suspension aufgespannt ist. Schließlich können sich die Teilstrahlen in einem Punkt, d.h. dem Meßvolumen, durchdringen. Alternativ können sie sich in verschiedenen Ebenen überkreuzen, die in Strömungsrichtung der Suspension gesehen übereinander liegen.

Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die Messung und Auswertung wird hier beispielhaft beschrieben für ein Verfahren, bei dem eine optische Signalerfassung mit verschiedenen Tiefpaßeigenschaften dadurch realisiert ist, daß der Durchmesser des Meßstrahls variiert wird.

Es wird also die momentane Transmission  $T_D \langle t \rangle$  bei z.B. 10 verschiedenen Strahldurchmessern  $D$  fortlaufend gemessen, dann wird für jeden Meßwert separat die nicht-lineare Operation (NLO, in unserem Beispiel die Quadrierung) durchgeführt, und nach dieser NLO wird für jeden der 10 Strahldurchmesser der Mittelwert des Signals,  $E_D \langle T^2 \rangle$  separat gebildet. Gleichzeitig wird für jeden der 10 Strahldurchmesser der Mittelwert der fortlaufenden Meßwerte gebildet; dabei erhält man (im Rahmen der unvermeidlichen Fehlergrenzen) für alle Strahldurchmesser den gleichen Wert  $E \langle T \rangle$ .

Betrachtet man den zeitlichen Verlauf des Signals  $T_D \langle t \rangle$  für einen beliebigen, aber sehr kleinen Strahldurchmesser  $D$  ( $D \ll x$ ) und strahlungsundurchlässige Teilchen des Durchmessers  $x$ , dann springt  $T_D$  nur zwischen den Werten 0 (Blockade des Strahles durch ein Teilchen) und 1 (volle Transmission des Strahls durch eine Lücke zwischen den Teilchen), siehe Fig. 1. Dabei kann, sobald die Bedingung  $D \ll x$  einmal erfüllt ist,  $D$  in weiten Grenzen (d.h. um viele Dekaden) verkleinert werden, ohne daß sich der Verlauf  $T_D \langle t \rangle$  signifikant ändert.

Betrachtet man umgekehrt  $T_D \langle t \rangle$  im Bereich  $D \gg x$ , dann ist das Signal zeitlich fast konstant mit nur geringen Schwankungen. Bei einer weiteren Vergrößerung von  $D$  ergeben sich auch hier keine signifikanten Änderungen mehr.

Da die Messung bei einem sehr großen Strahldurchmesser  $D$  ( $D \gg$  Partikelgröße  $x$ ) einer Bildung des Mittelwertes aus vielen aufeinanderfolgenden Messungen entspricht, gilt

$$E^2 \langle T \rangle = E_{D \rightarrow \infty} \langle T^2 \rangle \quad (1)$$

bzw. allgemein

$$NLO \langle E \langle T \rangle \rangle = E_{D \rightarrow \infty} \langle NLO \langle T \rangle \rangle \quad (1a)$$

Da räumliche und zeitliche Mittelwertbildung generell äquivalent sind, gilt Glg. (1a) für jede beliebige NLO.

Mißt man den Verlauf  $E_D \langle NLO \langle T \rangle \rangle$  an einer Suspension gleich großer Teilchen, dann findet man in den Bereichen  $D \ll x$  und  $D \gg x$  jeweils einen konstanten Verlauf und dazwischen im Bereich  $D \approx x$  einen S-förmigen Übergang.

Die genaue Form und die Höhe der S-förmigen Stufe sind von der gewählten NLO abhängig.

Die spezielle NLO "Quadrierung" hat (wie einige andere denkbare NLO's) die Eigenschaft, daß die Transmissionswerte  $T = 0$  und  $T = 1$  durch die Operation nicht verändert werden, so daß gilt:

$$E_{D \rightarrow 0} \langle T^2 \rangle = E_{D \rightarrow 0} \langle T \rangle = E \langle T \rangle \quad (2)$$

Fig. 2 zeigt einen Verlauf von  $E_D \langle T^2 \rangle$  für monodisperse Glaskugeln, aufgetragen über dem mit der Partikelgröße normierten Strahldurchmesser  $D/x$ .

In geeignet normierter Form dargestellt, siehe Fig. 3, kann der Verlauf des Wertes  $E_D \langle T^2 \rangle$  für beliebige Partikelgrößen  $x$  und für beliebige Partikelkonzentrationen und Lauflängen in einheitlicher Weise dargestellt werden.

Für ein monodisperses Material kann die Partikelgröße direkt aus einem Diagramm gemäß Fig. 2 oder 3 abgelesen werden, und zwar aus der Lage des Halbwertes der Stufenhöhe auf der  $D/x$ -Achse. Es gilt:

$$(D/x)_{\text{Halbwert}} \cong 0,80 \quad (3)$$

Durch Einsetzen des aus der Messung bekannten Wertes von  $D_{\text{Halbwert}}$  kann Glg. 3 nach der gesuchten Partikelgröße aufgelöst werden. Auch die Partikelkonzentration, z.B. ausgedrückt durch die Projektionsflächenkonzentration  $C_{\text{Pf}}$  (Partikelprojektionsfläche/Suspensionsvolumen) kann direkt ausgerechnet werden, und zwar gemäß der Bouguer-Lambert-Beer'schen Gleichung und mit Glg. (1):

$$-1/2 \ln \sqrt{E_{D \rightarrow \infty} \langle T^2 \rangle} = -\ln E \langle T \rangle = K_{\text{ext}} \cdot C_{\text{Pf}} \cdot \Delta l \quad (4)$$

mit  $\Delta l$  Lauflänge der Strahlung durch die Suspension,

$C_{\text{Pf}}$  Projektionsflächenkonzentration,

$K_{\text{ext}}$  Extinktionskoeffizient; für den hier dargestellten Fall strahlungsdurchlässiger Partikel ist  $K_{\text{ext}} = 1$

In der Regel wird man nicht eine Messung an einem monodispersen Material, sondern eine Messung an einer Partikelgrößenverteilung auszuwerten haben. Das Prinzip einer solchen Auswertung soll im folgenden dargestellt werden, und zwar zunächst am Beispiel einer Messung an einem Material, das durch Mischung zwei-

er monodisperser Fraktionen entstanden ist. Wenn die Partikeldurchmesser der beiden Fraktionen hinreichend weit auseinanderliegen, dann ergibt die Auftragung von  $E_D \langle T^2 \rangle$  über  $D$  eine 2-stufige Kurve, siehe Fig. 4. Für jede dieser beiden Stufen kann  $D_{\text{Halbwert}}$  separat abgelesen und gemäß Glg. 3 ausgewertet werden.

Ebenso werden die beiden Stufenhöhen separat ausgewertet gemäß der erweiterten Fassung der Glg. 4:

$$-\Delta_{\text{Stufe } i} (\ln E \langle T^2 \rangle) = K_{\text{ext},i} \cdot C_{\text{pf},i} \cdot \Delta l \quad (5)$$

mit  $\Delta_{\text{Stufe } i}$             Höhe der i-ten Stufe

$K_{\text{ext},i}$                 Extinktionskoeffizient der Fraktion i

$C_{\text{pf},i}$                 Proj.flächenkonzentration der i-ten Fraktion

Für den Fall, daß die Durchmesser der verschiedenen Partikelfraktionen eng beieinander liegen oder daß es sich um eine breite Partikelgrößenverteilung handelt, ist eine direkte Auswertung nach der oben beschriebenen Art nicht mehr möglich.

Allgemein anwendbar ist eine Auswertung, bei der der gemessene Verlauf von  $E \langle T^2 \rangle$  dargestellt wird durch die Überlagerung der durch  $N$  einzelne Partikelfraktionen erzeugten Signale.

Für die NLO Quadrierung gilt eine lineare Überlagerung gemäß

$$\ln (E \langle T_D^2 \rangle) = \sum_{j=1}^N \ln (E_j \langle T_D^2 \rangle) \quad (6)$$

dabei sind die einzelnen Summanden  $\ln E_j \langle T_D^2 \rangle$  gegeben durch

$$\ln E_j \langle T_D^2 \rangle = -K_{\text{ext},j} \cdot C_{\text{Pf},i} \cdot \Delta l \cdot S \langle x_j, D \rangle \quad (7)$$

Dabei ist  $S \langle x_j, D \rangle$  als "Statistischer Koeffizient" eine Funktion des Verhältnisses  $D/x_j$  und wird aus der normierten Darstellung gemäß Fig. 3 abgelesen als

$$\begin{aligned} S \langle x_j, D \rangle &\equiv S \langle D/x_j \rangle \\ &= 1 + (1 - E_D \langle T^2 \rangle / E \langle T \rangle) / (1 - E \langle T \rangle) \end{aligned} \quad (8)$$

Mit Hilfe der Gleichungen (6) bis (8) kann  $\ln (E \langle T_D^2 \rangle)$  also dargestellt werden als lineare Funktion

$$\ln E \langle T_D^2 \rangle = C_{\text{Pf}} \Delta l \cdot \sum_{j=1}^N K_{\text{ext},j} \cdot S \langle x_j, D \rangle \cdot q_2 \langle x_j \rangle \Delta x_j \quad (9)$$

dabei ist  $C_{\text{Pf}}$  die gesamte Projektionsflächen-Konzentration der Partikeln,  $q_2 \langle x_j \rangle$  die Projektionsflächen-Verteilungsdichte und  $\Delta x_j$  die Breite des jeweiligen Partikelgrößenintervalls  $j$ .

Mißt man nun  $m_i = \ln E \langle T_{D_i}^2 \rangle$  für  $i = 1 \dots M$  verschiedene Durchmesser  $D_i$  des Meßstrahls, dann ergibt sich aus Glg. (9) ein lineares Gleichungssystem

$$\vec{m} = \Delta l \vec{S} \cdot \vec{g} \quad (10)$$

mit  $\vec{m}$  Vektor der gemessenen  $m_i$

$\vec{g}$  Vektor der gesuchten Größen

$$g_j = C_{\text{Pf}} \cdot K_{\text{ext},j} \cdot q_2 \langle x_j \rangle \Delta x_j,$$

wobei  $K_{\text{ext},j}$  bekannt ist.

### S Matrix der statistischen Koeffizienten $S_{ij}$

Dieses Gleichungssystem kann mit den üblichen Methoden nach den gesuchten Größen Partikelgrößenverteilung und Partikelkonzentration aufgelöst werden.

Daneben sind vereinfachte, und dadurch schnellere oder gegenüber Meßfehlern weniger empfindliche Lösungsverfahren anwendbar.

Die Breite der S-förmigen Kurve, z.B. darstellbar als Quotient  $D_{90}/D_{10}$  (Lage des 90%-Wertes bzw. 10%-Wertes der Stufenhöhe) liefert, im Vergleich mit der Breite für eine monodisperse Fraktion, ein Maß für die Breite der PGV.

Alternativ kann eine Auswertung erfolgen, indem eine Vielzahl von Kurvenverläufen, die für bekannte Partikelverteilungen gemessen oder berechnet wurden, in einer Datei abgelegt wird. Aus der Datei kann dann der zu der gemessenen Kurve ähnlichste Verlauf ausgewählt werden, wodurch, bei ausreichendem Umfang der Datei, die Partikelverteilung bestimmt werden kann. Ebenso ist es möglich, ein neuronales Netz mit Signalen bekannter Partikelverteilungen zu trainieren und dann für die Auswertung der gemessenen Kurvenläufe einzusetzen.

Mit diesen Methoden können auch nicht-lineare Gleichungssysteme gelöst werden, die sich ergeben, wenn sich die Beiträge einzelner Partikelgrößenfraktionen in nicht-linearer Weise überlagern. Dies ist z.B. bei hohen Partikelkonzentrationen zu erwarten oder bei der Verwendung bestimmter NLO's.

Gleichwertig zu einer Messung mit verschiedenen Strahldurchmessern ist die Messung der Transmission mit einem einzigen möglichst dünnen Meßstrahl, und die Aufschaltung dieses Signals auf z.B. 10 verschiedene elektrische Tiefpässe mit unterschiedlichen Zeitkonstanten, die das Signal gleichzeitig verarbeiten. Die 10 Tiefpässe liefern nun 10 verschiedene Ausgangssignale, die parallel zueinander der gleichen NLO (in unserem Beispiel die Quadrierung) unterworfen werden und bei einer anschließenden Mittelwertbildung unterschiedliche Mittelwerte  $E_r \langle T^2 \rangle$

liefern. Parallel dazu wird wiederum der Mittelwert des originalen Transmissions-signals gebildet, ebenfalls quadriert und ergibt den Wert  $E^2\langle T \rangle$ .

Die Auftragung dieser Werte über der Zeitkonstante des Tiefpasses liefert ebenfalls eine S-förmige Kurve, die in ihrem Verlauf dem Verlauf bei einer Messung mit verschiedenen Meßstrahldurchmessern und Auftragung über  $D$  genau entspricht, da der räumliche Tiefpaß (charakterisiert durch den Meßstrahldurchmesser  $D$ ) und der zeitliche Tiefpaß (charakterisiert durch die Zeitkonstante) völlig analog sind. Der einzige Unterschied liegt darin, daß beim räumlichen Tiefpaß eine Zuordnung zwischen dem Strahldurchmesser  $D_{\text{Halbwert}}$  und dem mittleren Partikeldurchmesser  $x$  direkt möglich ist (Glg. 3), während dies für den zeitlichen Tiefpaß nicht möglich ist. Beim zeitlichen Tiefpaß spielt vielmehr noch die Geschwindigkeit, mit der sich die Teilchen durch das Meßvolumen bewegen, eine Rolle; es gilt hier die Beziehung

$$x = 0,8 \cdot \tau_{\text{Halbwert}} \cdot v. \quad (12)$$

Dabei ist die Teilchengeschwindigkeit  $v$  aber in vielen Fällen unbekannt. Deshalb sieht die Erfindung eine Möglichkeit vor, mit variablem zeitlichem  $\tau$  zu messen (dies läßt sich in der Regel sehr viel einfacher realisieren als Meßstrahlen mit unterschiedlichen Durchmessern), und gleichzeitig mit einem einzigen, genau bekannten räumlichen Tiefpaß  $D'$  zu messen. Aufgrund der völligen Analogie beider Kurven ist es nun möglich, über die Identität

$$E_{\tau}\langle T^2 \rangle \equiv E_D\langle T^2 \rangle \quad \text{für } D = \tau \cdot v \quad (13)$$

die für die gesamte Kurve gilt, eine Beziehung zwischen der zeitlichen und der räumlichen Skala herzustellen. Bei der Auswertung kann man somit nicht nur die Partikelgrößenverteilung und -konzentration, sondern auch die Geschwindigkeit der Teilchen bestimmen.

Alternativ kann die Geschwindigkeit  $v$  auch durch ein beliebiges unabhängiges Meßverfahren bestimmt werden. Wenn ein Meßverfahren mit mehreren (minde-

stens 2) Teilstrahlen realisiert wird, dann besteht eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung darin, daß die Geschwindigkeit der Teilchen in bekannter Weise aus der Kreuzkorrelation der Transmission zweier Teilstrahlen ermittelt wird.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ergibt sich auch wie folgt:

Zwei Meßstrahlen werden so geführt, daß sie sich innerhalb der Meßstrecke überkreuzen, wobei der kleinste Abstand zwischen den Meßstrahlen mit  $\delta$  bezeichnet wird, siehe Fig. 5.

Die beiden Transmissionen  $T_1$ ,  $T_2$  der beiden Strahlen werden separat und mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung erfaßt. Eine hohe räumliche Auflösung wird insbesondere dadurch realisiert, daß die beiden Strahlen 1 und 2 am Ort der Überkreuzung jeweils in den Brennpunkten  $B_1$  und  $B_2$  fokussiert sind. Der Abstand  $\delta$  kann variiert werden, indem z.B. Strahl 1 in der von  $B_1$ ,  $B_2$  und D aufgespannten Ebene geschwenkt oder parallel verschoben wird.

Die bevorzugte Ausführung sieht vor, daß  $\delta$  auf Null reduziert werden kann, so daß die Brennpunkte  $B_1$ ,  $B_2$  zusammenfallen.

Die Transmissionen  $T_1$ ,  $T_2$  ergeben sich nun jeweils als Produkte aus Transmissionswerten  $\theta_{1j}$ ,  $\theta_{2j}$ , die einzelnen kleinen Abschnitten des jeweiligen Strahlverlaufs  $\Delta l_{1i}$ ,  $\Delta l_{2i}$  zugeordnet werden können:

$$T_1 = \prod_i \theta_{1i} \quad \text{mit} \quad \Delta l_1 = \sum_i \Delta l_{1i} \quad (14)$$

und

$$T_2 = \prod_i \theta_{2i} \quad \text{mit} \quad \Delta l_2 = \sum_i \Delta l_{2i} \quad (15)$$

Im allgemeinen sind nun die Werte  $\theta_{1i}$  in keiner Weise mit den Werten  $\theta_{2i}$  korreliert, sondern zeigen statistisch voneinander unabhängige Fluktuationen. Dies gilt für alle  $\theta_{1i}$ ,  $\theta_{2i}$ , wenn der Abstand  $\delta$  größer ist als die größten vorkommenden Teilchen und die Teilchen sich senkrecht zu der von  $B_1$ ,  $B_2$  aufgespannten Strecke  $\delta$  bewegen. Bildet man in diesem Fall das Produkt  $\theta_{1i} \cdot \theta_{2i}$  aus den beiden Transmissionen, dann ist der Erwartungswert des Produktes  $\theta_{1i} \cdot \theta_{2i}$  gleich dem Produkt der Erwartungswerte:

$$E \langle \theta_{1i} \cdot \theta_{2i} \rangle = E \langle \theta_{1i} \rangle \cdot E \langle \theta_{2i} \rangle \quad (16)$$

Es spielt also keine Rolle, ob der zeitliche Mittelwert (= Erwartungswert) vor oder nach der Multiplikation gebildet wird.

Ist dagegen  $\delta$  kleiner  $X_{\max}$  oder gilt  $\delta \rightarrow 0$ , dann sind die Transmissionen  $\theta_{1i}$  und  $\theta_{2i}$  aus der unmittelbaren Umgebung von  $B_1$ ,  $B_2$  miteinander korreliert bzw. (für  $\delta = 0$ ) identisch. Speziell für den Grenzfall  $\delta = 0$  gilt also

$$E \langle \theta_{1i}^* \cdot \theta_{2i}^* \rangle = E \langle \theta^{*2} \rangle \quad (17)$$

$$\text{da } \theta_{1i}^* = \theta_{2i}^* = \theta^* \quad (18)$$

und entsprechend

$$E \langle \theta_{1i}^* \cdot \theta_{2i}^* \rangle \neq E \langle \theta_{1i}^* \rangle \cdot E \langle \theta_{2i}^* \rangle \quad (19)$$

Die bevorzugte Ausführung sieht nun vor, daß die NLO (nichtlineare Operation) realisiert wird, indem die beiden gemessenen Transmissionen  $T_1$ ,  $T_2$  miteinander multipliziert werden, so daß gilt:

$$T_1 \cdot T_2 = \prod_i \theta_{1i} \cdot \prod_i \theta_{2i}$$

$$= \prod_i (\theta_{1i} \cdot \theta_{2i}) \quad (20)$$

Wählt man nun  $\delta > x$ , dann sind die  $\theta_{1i}$ ,  $\theta_{2i}$  an keiner Stelle korreliert und es gilt entsprechend Glg. (16):

$$\begin{aligned} \log (E \langle T1 \cdot T2 \rangle) &= \log (E \langle T2 \rangle \cdot E \langle T2 \rangle) \\ &= \log \left( \prod_i (E \langle \theta_{1i} \rangle \cdot E \langle \theta_{2i} \rangle) \right) \quad (21) \end{aligned}$$

Wählt man dagegen  $\delta \ll x$  bzw.  $\delta/x \rightarrow 0$ , dann ist die Identität zwischen  $\theta_{2i}^*$  zu berücksichtigen und es gilt:

$$\lim_{\delta/x \rightarrow 0} \log (E \langle T1 \cdot T2 \rangle) = \log \left( \prod_i (E \langle \theta_{1i} \rangle \cdot E \langle \theta_{2i} \rangle) \right) + \log \frac{E \langle \theta_i^{*2} \rangle}{E \langle \theta_{1i}^* \rangle \cdot E \langle \theta_{2i}^* \rangle} \quad (22)$$

Der 2. Ausdruck in Glg. (22) gibt damit an, wie sich  $\log (E \langle T1 \cdot T2 \rangle)$  im Bereich um  $\delta/x = 1$  verändert.

Da zusätzlich vorgesehen ist, daß die Strahlen 1 und 2 am Überkreuzungspunkt die Brennpunkte B1, B2 durchlaufen, ist dort die räumliche Auflösung höher als der Partikeldurchmesser  $x$  und die Teiltransmissionen  $\theta_1^*$ ,  $\theta_2^*$  springen jeweils zwischen den Werten 0 und 1. Damit gilt wieder

$$\begin{aligned} E \langle \theta_i^{*2} \rangle &= E \langle \theta_i^* \rangle \\ &= E \langle \theta_{1i}^* \rangle = E \langle \theta_{2i}^* \rangle \quad (23) \end{aligned}$$

bzw.

$$\lim_{\delta/x \rightarrow 0} \log (E \langle T_1 T_2 \rangle) = \log \left( \prod_i (E \langle \theta_{1i} \rangle \cdot E \langle \theta_{2i} \rangle) \right) + \log \frac{1}{E \langle \theta_i^* \rangle}$$

$$= \lim_{\delta/x \gg 1} \log (E \langle T_1 T_2 \rangle) - \log (E \langle \theta_i^* \rangle) \quad (24)$$

Trägt man nun  $\log (E \langle T_1 \cdot T_2 \rangle)$  auf als Spektrum von  $\delta/x$  für den Fall einer monodispersen Suspension, dann erhält man den in Fig. 6 dargestellten Verlauf. Es ergibt sich erneut ein stufenförmiger Verlauf, wobei aus der Lage der Stufe bei  $\delta/x \cong 1$  wieder die Teilchengröße bestimmt werden kann und aus der Höhe der Stufe die Menge der Teilchen, die durch die Überschneidungszone geströmt sind und den korrelierten Signalanteil erzeugt haben. Die Auswertung ist also völlig analog zu der bei der Ausgestaltung, die mit einer Variation des Strahldurchmessers oder der Zeitkonsole der Mittelwertbildung arbeitet. Der besondere Vorteil dieser Ausgestaltung liegt darin, daß Teilchenkonzentration und –größenverteilung mit hoher örtlicher Auflösung gemessen werden können.

Eine Variante der Ausgestaltung sieht vor, daß die von den Punkten  $B_1, B_2$  aufgespannte Strecke  $\delta$  parallel zu der Bewegungsrichtung der Teilchen ausgerichtet wird. Wählt man nun  $\delta > x$ , dann sind die Signalanteile  $\theta_1^*$  und  $\theta_2^*$  mit einer zeitlichen Verschiebung identisch, z.B. bei Transport in Richtung von  $B_1$  nach  $B_2$ :

$$\theta_1^* \langle t \rangle = \theta_2^* \langle t + \delta/v \rangle \quad (25)$$

Dabei ist  $v$  die Geschwindigkeit der Teilchen. Die entfernt vom Überkreuzungspunkt entstandenen Signalanteile sind wie zuvor nicht miteinander korreliert.

Bildet man nun das Produkt

$$T_1 \langle t \rangle \cdot T_2 \langle t + \tau \rangle \quad (26)$$

mit der zeitlichen Verschiebung  $\tau$

$$\tau = \delta/v \quad (27)$$

dann entspricht dies einer Berechnung des Produktes für den Fall  $\delta = 0$ , d.h. daß sich die Strahlen im Überkreuzungspunkt schneiden.

Man mißt nun bei beliebigem festem  $\delta$  die Transmissionen  $T_1$  und  $T_2$  mit hoher zeitlicher Auflösung, bildet das Kreuzkorrelationsprodukt  $T_1 \langle t \rangle \cdot T_2 \langle t + \tau \rangle$  mit variabler zeitlicher Verschiebung  $\tau$  und trägt  $\log (E \langle T_1 \langle t \rangle \cdot T_2 \langle t + \tau \rangle)$  auf als Funktion der normierten zeitlichen Verschiebung  $\frac{\tau \cdot v}{\delta}$  (vgl. Fig. 7).

Die Variation von  $\tau$  bei  $\vec{v} // \overrightarrow{B_1 B_2}$  ist also im Ergebnis analog zu einer Variation von  $\delta$  bei  $\vec{v} \perp \overrightarrow{B_1 B_2}$ . Der für die Auswertung benötigte Betrag der Geschwindigkeit  $v$  kann durch unabhängige Meßverfahren ermittelt werden. Speziell bei festem  $\delta$  mit  $\delta \neq 0$  kann  $v$  ermittelt werden als  $v = \delta/\tau_{\max}$ , wobei  $\tau_{\max}$  die Verschiebungszeit  $\tau$  bezeichnet, für die die Kreuzkorrelation

$$T_1 \langle t \rangle \cdot T_2 \langle t + \tau \rangle$$

ihr Maximum hat.

---

## Verfahren zur Partikelgrößenmessung

---

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Partikelgrößenmessung durch Messung der Abschwächung von Strahlung nach Durchlaufen einer definierten Meßstrecke, in der sich ein disperses System befindet,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß das zeitlich schwankende Transmissionssignal mit variabler zeitlicher oder räumlicher Auflösung aufgenommen wird, daß diese Transmissions-signale einer nicht-linearen Operation unterworfen werden und daß das Ergebnis der nicht-linearen Operation als spektraler Verlauf, d.h. als Funktion der räumlichen oder zeitlichen Auflösung, dargestellt und ausgewertet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die nicht-lineare Operation eine Quadrierung ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die nicht-lineare Operation eine Logarithmierung ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die nicht-lineare Operation eine analytische Funktion, beispielsweise der folgenden Form ist:

$$(T)^N \text{ oder}$$

$$\exp \{T\},$$

wobei T die Transmission und N eine beliebige reelle Zahl ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung erfaßt wird und als Auto-Leistungsdichte-Spektrum dargestellt und ausgewertet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Signalerfassung mit variabler zeitlicher Auflösung durch verschiedene Tiefpaß-, Hochpaß- und/oder Bandpaßkombinationen realisiert wird, und daß das Ergebnis der nicht-linearen Operation als Funktion der Zeitkonstante des Tiefpasses, Hochpasses und/oder Bandpasses dargestellt und ausgewertet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale digital erfaßt werden und einer gleitenden Mittelwertbildung mit variablem Mittelungsparameter als digitalem Tiefpaß, Hochpaß und/oder Bandpaß unterworfen werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Meßstrahles in seiner Größe und/oder Form zur Realisierung eines optischen Tiefpasses, Hochpasses und/oder Bandpasses variabel ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß es aus der Kombination folgender Verfahrensschritte besteht:
- Erzeugen der Signale in einem kleinen optischen Meßquerschnitt,
  - variable elektrische oder digitale Mittelwertbildung,
  - Unterwerfen der erzeugten Mittelwerte einer nicht-linearen Operation,
  - Wiederholen der vorherigen Verfahrensschritte mit mindestens einem größeren Meßquerschnitt,
  - Vergleich der Ergebnisse der nicht-linearen Operationen und hieraus Bestimmung von Partikelgrößenverteilung, Partikelkonzentration und Partikelgeschwindigkeit.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren in der Kombination folgender Verfahrensschritte durchgeführt wird:
- Erzeugen von Signalen unter Variierung der optischen Meßquerschnitte,
  - Unterwerfen dieser Signale einer nicht-linearen Operation,
  - Erzeugen von Signalen bei einem sehr kleinen optischen Meßquerschnitt,
  - bekannte feste oder variable elektronische und digitale Mittelwertbildung der erzeugten Signale,
  - Unterwerfen dieser Signale der gleichen nicht-linearen Transformationsoperation wie sie zuvor herangezogen wurde,

- Vergleich der Ergebnisse der nicht-linearen Operationen und Bestimmung der Partikelgrößenverteilung, Partikelkonzentration und Partikelgeschwindigkeit aus diesem Vergleich.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Teilstrahlen durch die Meßstrecke geführt werden.
  12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß variable optische Tiefpässe oder Bandpässe realisiert werden, indem mit den Teilstrahlen gemessene Transmissionen additiv bzw. subtraktiv überlagert werden.
  13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine nicht-lineare Operation durch eine nicht-lineare Verknüpfung, insbesondere eine Multiplikation, der Transmission zweier oder mehrerer Teilstrahlen realisiert wird.
  14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilstrahlen derart geführt werden, daß sie parallel zu einer Ebene, die quer zur Strömungsrichtung aufgespannt ist, durch die Suspension laufen.
  15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilstrahlen derart geführt werden, daß sie parallel in einer Ebene, die parallel zur Strömungsrichtung aufgespannt ist, durch die Suspension laufen.
  16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilstrahlen derart geführt werden, daß sie sich in einem Punkt (Meßvolumen) durchdringen oder daß sie sich in verschiedenen Ebenen überkreuzen, die in Strömungsrichtung übereinander liegen.
  17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilstrahlen derart geführt werden, daß sie sich innerhalb der Meß-

strecke überkreuzen, wobei der kleinste Abstand zwischen den Teilstrahlen ( $\delta$ ) variabel ist und in einem Grenzfall 0 betragen kann.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß ein Meßstrahl festgehalten wird, während der andere Meßstrahl zur Variation des kleinsten Abstandes ( $\delta$ ) veränderbar ist.

FIG. 1

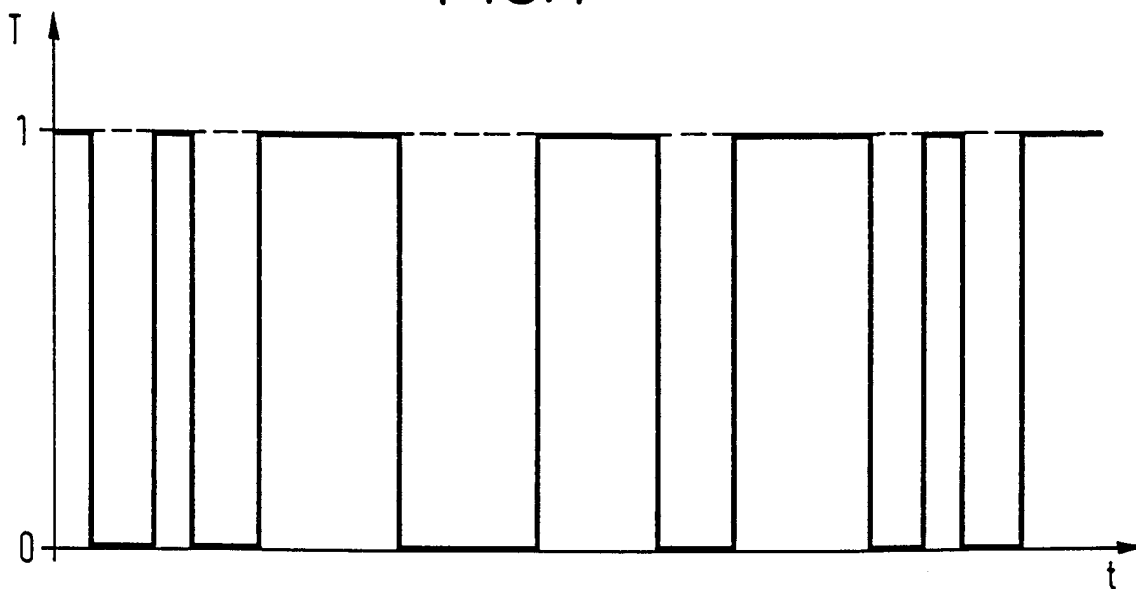


FIG. 2

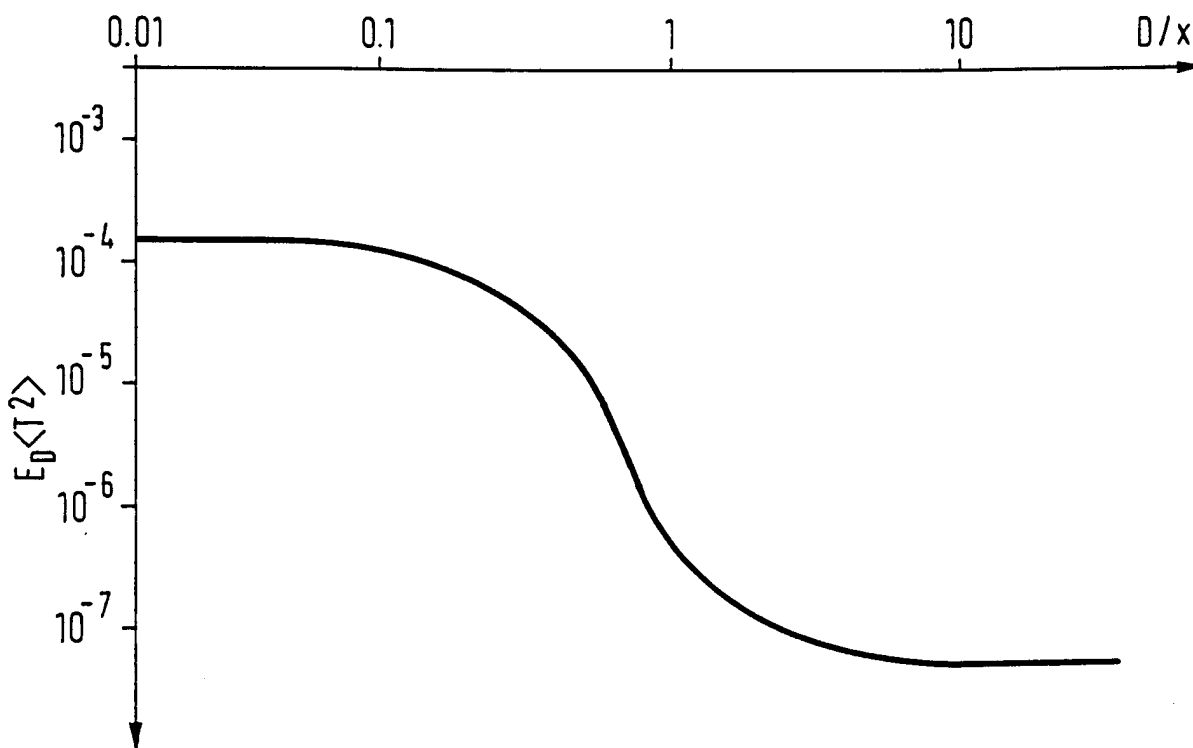


FIG. 3

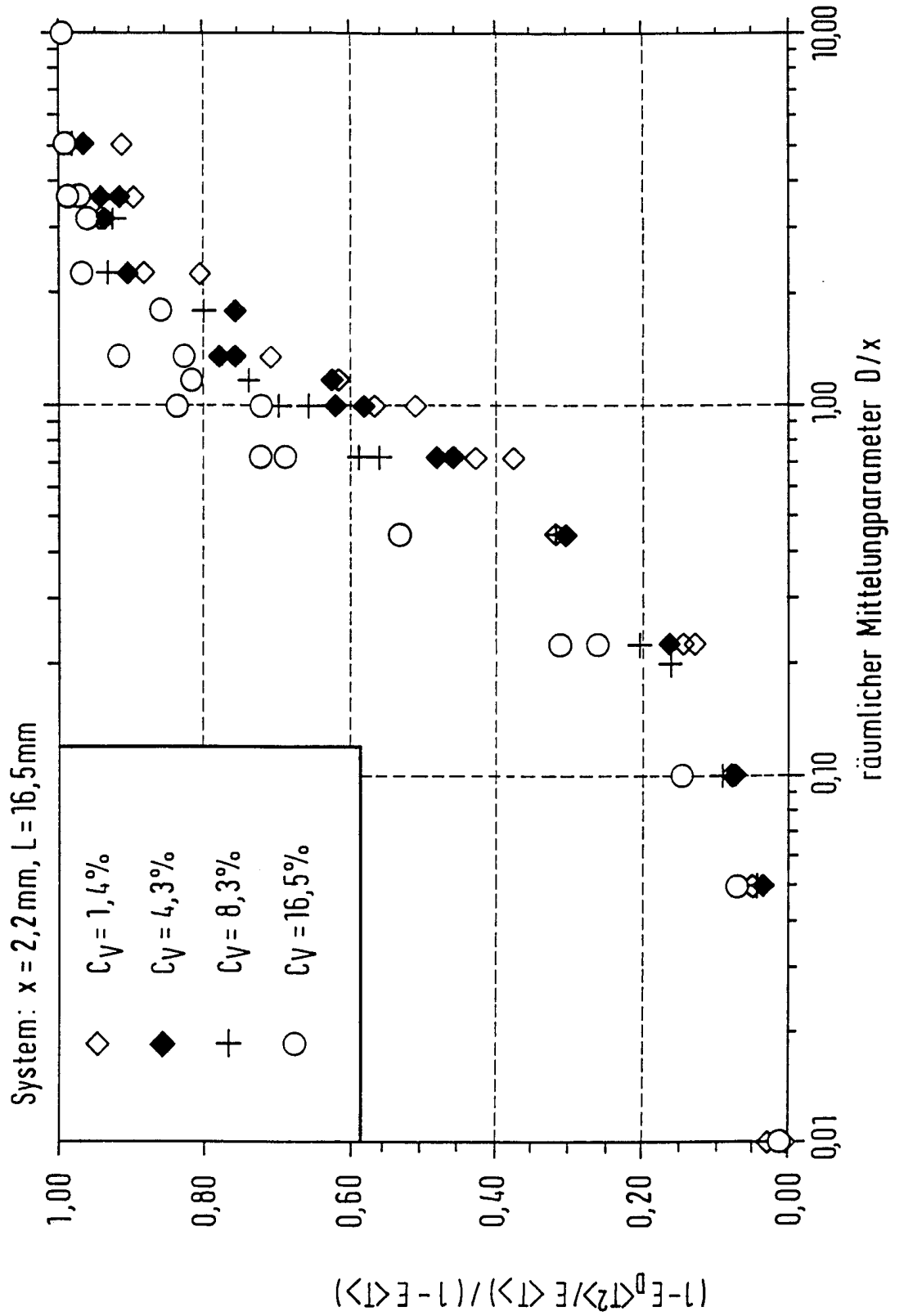


FIG. 4

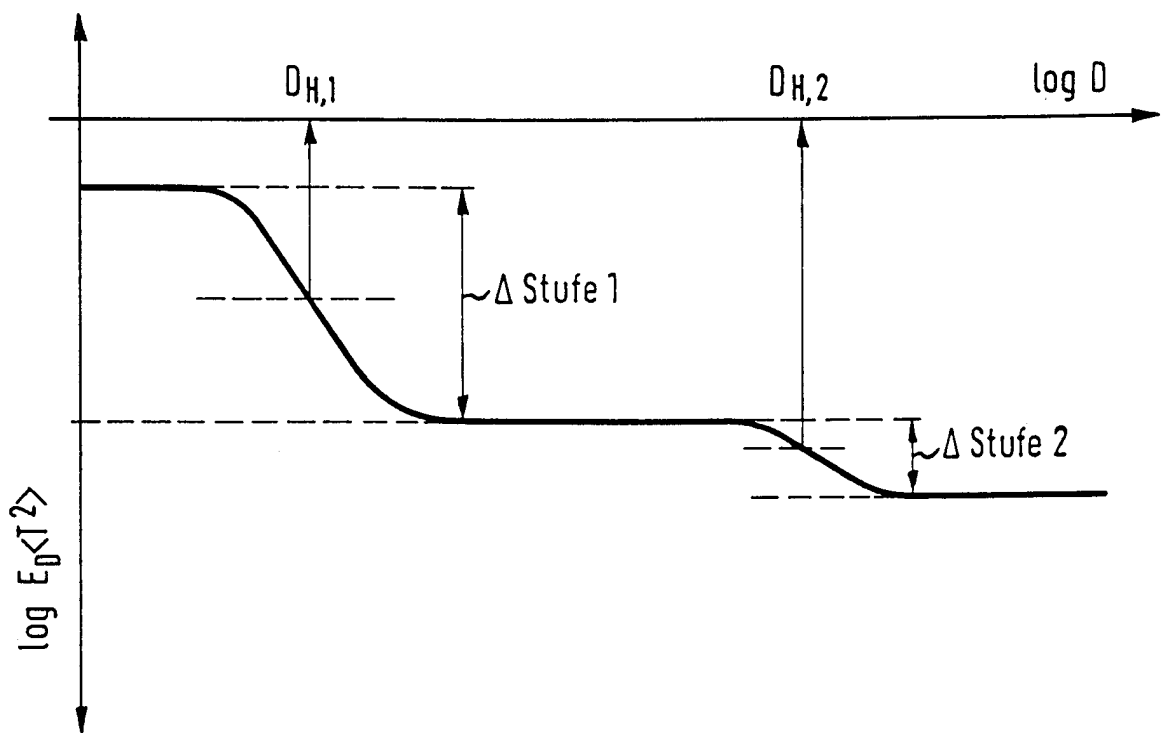


Fig. 5

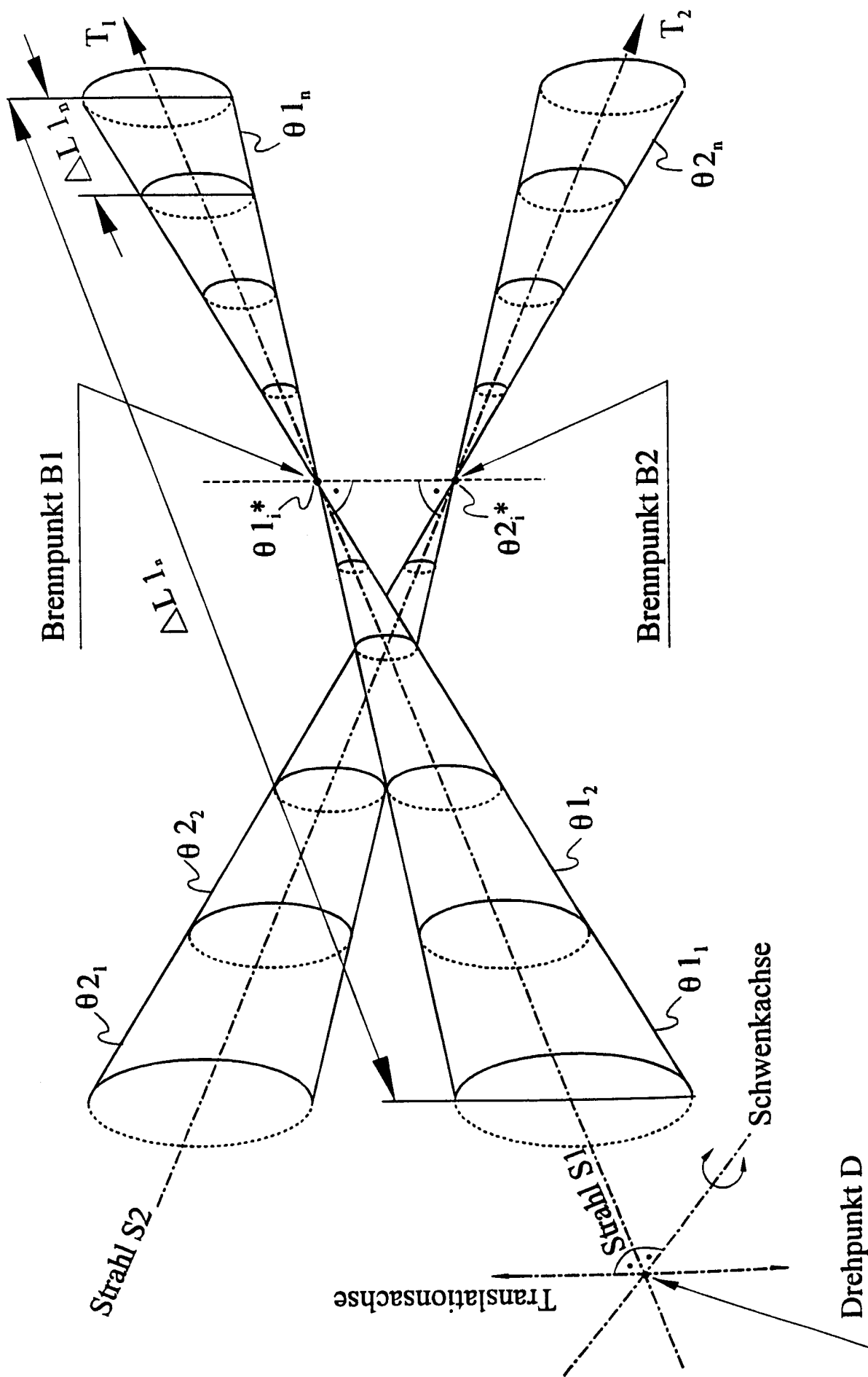


Fig. 6

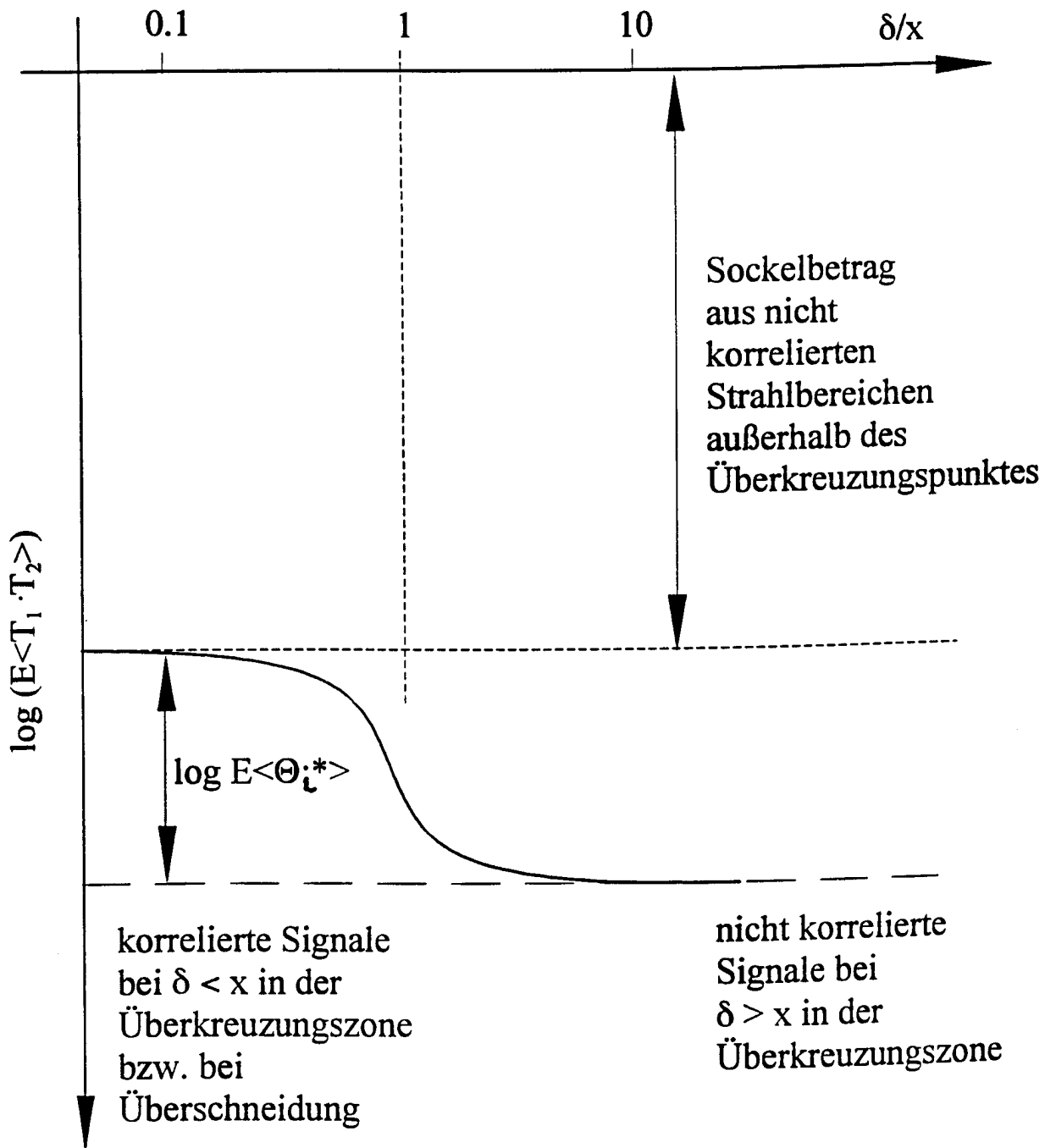
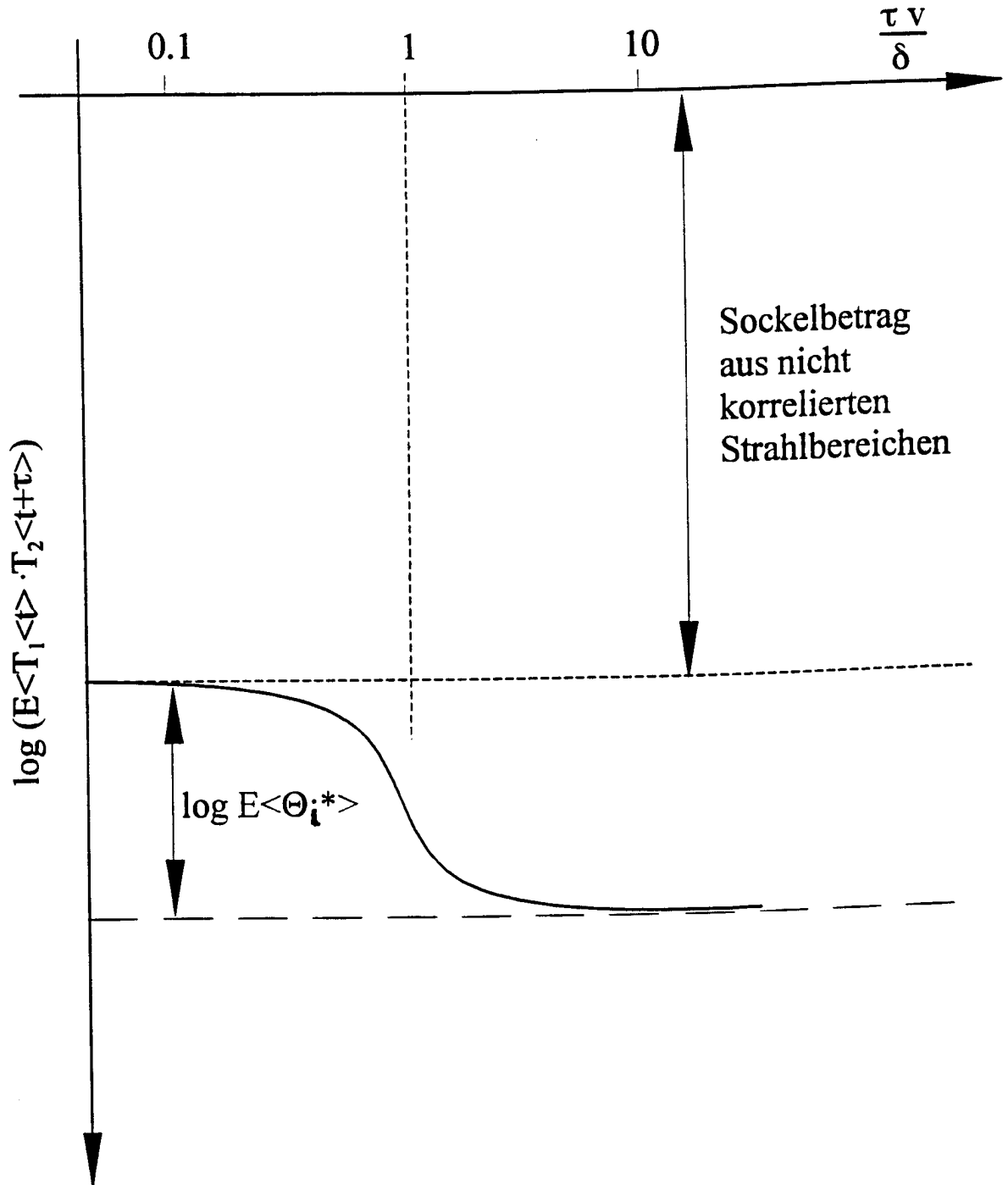


Fig. 7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 98/01490

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 G01N15/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 427 093 A (GEN SIGNAL CORP) 15 May 1991 see page 2, line 3-4 see page 4, line 12 - page 5, line 37 see page 3, line 29-42 ---	1
A	US 4 110 044 A (PETTERSSON TORULF ET AL) 29 August 1978 see column 1, line 5-7 see column 2, line 50 - column 3, line 35 see column 4, line 23 - column 5, line 25 ---	1, 2, 6
A	US 4 752 131 A (EISENLAUER JOSEF ET AL) 21 June 1988 see abstract ----- -/--	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

2 September 1998

10/09/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zinngrebe, U

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 98/01490

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 318 180 A (LUNDQVIST INGE J ET AL) 2 March 1982 see column 2, line 46-65 see column 3, line 9-45 see column 7, line 13 - column 8, line 40. see claims 1,8 ---	1
A	US 5 015 094 A (OKA KOICHI ET AL) 14 May 1991 see column 1, line 1-14 see column 1, line 46-62 see column 4, line 34-51 see column 11, line 49-59; figure 4 ---	1
A	US 3 975 084 A (BLOCK MYRON J) 17 August 1976 see column 7, line 54 - column 9, line 3; figures 1,3,4 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. Application No

PCT/EP 98/01490

Patent document cited in search report	A	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0427093	A	15-05-1991	US 5094532 A DE 69026791 D DE 69026791 T JP 2716863 B JP 3170844 A	10-03-1992 05-06-1996 31-10-1996 18-02-1998 24-07-1991
US 4110044	A	29-08-1978	SE 393864 B CA 1074147 A DE 2654155 A FI 763445 A,B, FR 2334097 A GB 1568247 A JP 1145272 C JP 52075483 A JP 57034898 B SE 7513524 A	23-05-1977 25-03-1980 02-06-1977 02-06-1977 01-07-1977 29-05-1980 12-05-1983 24-06-1977 26-07-1982 02-06-1977
US 4752131	A	21-06-1988	DE 3412620 A EP 0157310 A JP 60253951 A	17-10-1985 09-10-1985 14-12-1985
US 4318180	A	02-03-1982	CA 1127869 A DE 2923946 A FI 791892 A,B, JP 55001600 A SE 7806922 A	20-07-1982 20-12-1979 16-12-1979 08-01-1980 16-12-1979
US 5015094	A	14-05-1991	JP 1918560 C JP 2096636 A JP 6043949 B DE 3932974 A GB 2226129 A,B	07-04-1995 09-04-1990 08-06-1994 17-05-1990 20-06-1990
US 3975084	A	17-08-1976	AU 497080 B AU 7324374 A CA 1013170 A CA 1018794 A CH 585903 A DE 2446032 A FR 2245944 A	30-11-1978 18-03-1976 05-07-1977 11-10-1977 15-03-1977 10-04-1975 25-04-1975

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Appl. Application No

PCT/EP 98/01490

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3975084    A		GB    1483815 A JP    50078371 A NL    7412807 A	24-08-1977 26-06-1975 02-04-1975
-----			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/01490

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 6 G01N15/02		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 G01N		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 427 093 A (GEN SIGNAL CORP) 15. Mai 1991 siehe Seite 2, Zeile 3-4 siehe Seite 4, Zeile 12 - Seite 5, Zeile 37 siehe Seite 3, Zeile 29-42 ---	1
A	US 4 110 044 A (PETTERSSON TORULF ET AL) 29. August 1978 siehe Spalte 1, Zeile 5-7 siehe Spalte 2, Zeile 50 - Spalte 3, Zeile 35 siehe Spalte 4, Zeile 23 - Spalte 5, Zeile 25 ---	1,2,6
A	US 4 752 131 A (EISENLAUER JOSEF ET AL) 21. Juni 1988 siehe Zusammenfassung ---	1
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist	
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden	
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)	"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist	
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht	"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist	
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
2. September 1998		10/09/1998
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Zinggrebe, U

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>2</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 318 180 A (LUNDQVIST INGE J ET AL) 2. März 1982 siehe Spalte 2, Zeile 46-65 siehe Spalte 3, Zeile 9-45 siehe Spalte 7, Zeile 13 - Spalte 8, Zeile 40. siehe Ansprüche 1,8 ---	1
A	US 5 015 094 A (OKA KOICHI ET AL) 14. Mai 1991 siehe Spalte 1, Zeile 1-14 siehe Spalte 1, Zeile 46-62 siehe Spalte 4, Zeile 34-51 siehe Spalte 11, Zeile 49-59; Abbildung 4 ---	1
A	US 3 975 084 A (BLOCK MYRON J) 17. August 1976 siehe Spalte 7, Zeile 54 - Spalte 9, Zeile 3; Abbildungen 1,3,4 -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/01490

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0427093    A	15-05-1991	US 5094532 A	10-03-1992
		DE 69026791 D	05-06-1996
		DE 69026791 T	31-10-1996
		JP 2716863 B	18-02-1998
		JP 3170844 A	24-07-1991
US 4110044    A	29-08-1978	SE 393864 B	23-05-1977
		CA 1074147 A	25-03-1980
		DE 2654155 A	02-06-1977
		FI 763445 A,B,	02-06-1977
		FR 2334097 A	01-07-1977
		GB 1568247 A	29-05-1980
		JP 1145272 C	12-05-1983
		JP 52075483 A	24-06-1977
		JP 57034898 B	26-07-1982
		SE 7513524 A	02-06-1977
		US 4752131    A	21-06-1988
EP 0157310 A	09-10-1985		
JP 60253951 A	14-12-1985		
US 4318180    A	02-03-1982	CA 1127869 A	20-07-1982
		DE 2923946 A	20-12-1979
		FI 791892 A,B,	16-12-1979
		JP 55001600 A	08-01-1980
		SE 7806922 A	16-12-1979
US 5015094    A	14-05-1991	JP 1918560 C	07-04-1995
		JP 2096636 A	09-04-1990
		JP 6043949 B	08-06-1994
		DE 3932974 A	17-05-1990
		GB 2226129 A,B	20-06-1990
US 3975084    A	17-08-1976	AU 497080 B	30-11-1978
		AU 7324374 A	18-03-1976
		CA 1013170 A	05-07-1977
		CA 1018794 A	11-10-1977
		CH 585903 A	15-03-1977
		DE 2446032 A	10-04-1975
		FR 2245944 A	25-04-1975

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 98/01490

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3975084     A		GB     1483815 A	24-08-1977
		JP     50078371 A	26-06-1975
		NL     7412807 A	02-04-1975
-----			