



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: G 01 N 21/01
G 01 J 1/42
G 01 N 31/08

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



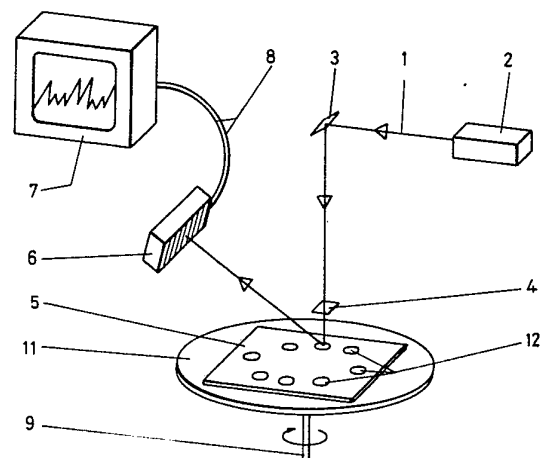
(12) **PATENTSCHRIFT** A5

636 962

(21) Gesuchsnummer:	9932/78	(73) Inhaber:	Merck Patent Gesellschaft mit beschränkter Haftung, Darmstadt 1 (DE)
(22) Anmeldungsdatum:	22.09.1978		
(30) Priorität(en):	23.09.1977 DE 2742864	(72) Erfinder:	Robert Klaus, Darmstadt (DE) Dr. Herbert Halpaap, Darmstadt (DE) Dr. Heinz-Emil Hauck, Darmstadt (DE)
(24) Patent erteilt:	30.06.1983		
(45) Patentschrift veröffentlicht:	30.06.1983	(74) Vertreter:	Bovard AG, Bern 25

(54) Verfahren und Vorrichtung zur schnellen Erfassung von photometrischen Messwerten.

(57) Zur schnellen Erfassung von photometrischen Messwerten, die durch optisch integrierbare Flecken (12) von Dünnschichtchromatogrammen (5) gegeben werden, werden die Messungen in Remission durchgeführt. Eine Mehrzahl von Messpositionen, welche auf einem Träger lokalisiert sind, werden nacheinander so durchlaufen, dass anschliessend an die letzte Messposition wieder die erste Messposition erreicht wird und dieses Durchlaufen der Messpositionen während der gesamten Messzeit ständig und mit hoher Geschwindigkeit wiederholt wird. Die dabei in einer photometrischen Messzelle (6) erzeugte Spannung dient zur Auslenkung eines Oszillographen (7). Die Durchlauffrequenz der Messpositionen wird mit der Kippfrequenz des Oszillographen abgestimmt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur schnellen Erfassung von photometrischen Messwerten, die durch optisch integrierbare Flecken von Dünnschichtchromatogrammen gegeben werden, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) die Messungen in Remission durchgeführt werden,
- b) eine Mehrzahl von Messpositionen, welche auf einem Träger lokalisiert sind, nacheinander so durchlaufen werden, dass anschliessend an die letzte Messposition wieder die erste Messposition erreicht wird und dieses Durchlaufen der Messpositionen während der gesamten Messzeit ständig und mit hoher Geschwindigkeit wiederholt wird,
- c) die dabei in einer photometrischen Messzelle erzeugte Spannung zur Auslenkung eines Oszillographen dient und
- d) die Durchlauffrequenz der Messpositionen mit der Kippfrequenz des Oszillographen abgestimmt wird.

2. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1 zur Erfassung von optisch integrierbaren Flecken von Dünnschichtchromatogrammen in einem Chromatogramm-Auswertegerät, welche Vorrichtung eine Lichtquelle, eine Aufnahme für das auszuwertende Chromatogramm, eine Messzelle und eine Registriereinheit umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) im Messtisch des Chromatogramm-Auswertegerätes eine zum Messkopf positionierbare, drehbare Aufnahme vorgesehen ist, durch die das Chromatogramm mit konstanter hoher Drehgeschwindigkeit so am Messkopf des Auswertegerätes vorgeführt wird, dass nach einer bestimmten konstanten Zeit die Ausgangsposition wieder erreicht ist,
- b) die Messzelle so mit einem Oszillographen verbunden ist, dass die in der Messzelle erzeugte Spannung zur Auslenkung eines Oszillographen dient und
- c) die Umlauffrequenz des Chromatogramms mit der Kippfrequenz des Oszillographen abgestimmt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2 in einem Auswertegerät zur Auswertung von Zirkularchromatogrammen, dadurch gekennzeichnet, dass der Messtisch mit einem zum Messkopf des Auswertegerätes positionierbaren Drehtisch versehen ist, der zur Aufnahme der auszuwertenden Chromatogrammplatte ausgerüstet ist und der es gestattet, die Chromatogrammstellen gleichen Rf-Wertes nacheinander am Messkopf vorbeizuführen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 in einem Auswertegerät zur Auswertung von Linearchromatogrammen, dadurch gekennzeichnet, dass der Messtisch mit einer zum Messkopf des Auswertegerätes positionierbaren, drehbaren Walze versehen ist, die ihrerseits mit Halterungen zur Befestigung der Chromatogrammfolien auf der Walzenoberfläche versehen ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur schnellen Erfassung von photometrischen Messwerten, die durch optisch integrierbare Flecken von Dünnschichtchromatogrammen gegeben werden.

Neben der rein visuellen Auswertung von Dünnschichtchromatogrammen ist es auch üblich, dafür spezielle Auswertegeräte einzusetzen. So sind für diesen Zweck Spektralphotometer bekannt, die im Messtisch eine Aufnahme für eine Dünnschichtplatte oder Folie besitzen. Durch eine langsame Bewegung der Dünnschichtplatte, relativ zu der im Messkopf des Photometers installierten Messzelle, ist es möglich, nacheinander die gesamte Oberfläche des Chromatogramms zu erfassen.

Die Erfassung erfolgt dabei so, dass die Dünnschichtplatte durch einen in der Grösse veränderbaren Spalt mit Licht einer bestimmten, bei den meisten Geräten veränderbaren Wellenlänge bestrahlt wird und mit einer Messzelle die von der meist mit einem Fluoreszenzindikator versehenen Sorptionsschicht der Dünnschichtplatte reflektierte oder emittierte Strahlung ge-

messen wird. Die Intensität der reflektierten oder emittierten Strahlung ist dabei abhängig von Art und Menge der auf der Platte befindlichen Substanzen. Durch Verbinden der Messzelle mit einem Verstärker und Linearschreiber, wobei die in der Messzelle erzeugte veränderliche Spannung zur Auslenkung des Schreibers in der X-Richtung dient, erhält man durch den konstanten Papiervorschub des Schreibers in der Y-Richtung eine Kurve, die die Abhängigkeit der Messzellenspannung von der jeweils beobachteten Chromatogrammfläche zeigt. Durch Auswertung der Kurvenintegrale – diese können sowohl graphisch als auch über einen Integrator ermittelt werden – kann die quantitative Zusammensetzung eines auf der Dünnschichtplatte getrennten Stoffgemisches bestimmt werden.

In prinzipiell der gleichen Weise arbeitet eine im deutschen Gebrauchsmuster Nr. 7 619 310 beschriebene Vorrichtung zur Auswertung von Zirkularchromatogrammen. In Anpassung an die besonderen geometrischen Voraussetzungen eines Zirkularchromatogramms wird dort ein motorgetriebener Drehtisch vorgeschlagen, der es ermöglicht, das Zirkularchromatogramm mit gleichmässiger Geschwindigkeit am Messkopf eines Spektralphotometers vorbeizuführen. Auch hier muss die Registrierung der gemessenen Werte z.B. mit einem Linearschreiber und/oder Integrator erfolgen, um eine quantitative Auswertung machen zu können.

Nachteilig bei allen diesen Vorrichtungen ist, dass das Vorbeiführen des Chromatogramms an der Messzelle nur relativ langsam erfolgen kann und somit die Registrierung eines Chromatogramms relativ lange (einige Minuten) dauert. Dies hat seinen Grund darin, dass zwar die Messzelle des Photometers fast verzögerungsfrei arbeitet, dass die Auswertung der gemessenen Werte jedoch aufgrund der Trägheit bzw. Eigenschaften der zur Registrierung verwendeten Schreiber und Integratoren nur bei relativ langsamem Durchlauf korrekt erfolgt. Die Zahl der pro Zeiteinheit auszuwertenden Chromatogramme ist dadurch erheblich eingeschränkt.

Das Problem, dass photometrische Messwerte zwar ohne grössere Schwierigkeiten sehr schnell gewonnen werden können, dass die Geschwindigkeit der Messwerterfassung aber durch die Trägheit der Registrier- und Auswertungsgeräte begrenzt ist, stellt sich in im Prinzip ähnlicher Weise auch auf anderen Anwendungsgebieten, bei denen photometrische Messzellen Verwendung finden.

Es bestand also die Aufgabe, ein Verfahren zu finden, das es gestattet, photometrische Messwerte direkt zu erfassen und der Auswertung zugänglich zu machen.

Diese Aufgabe wurde durch die vorliegende Erfindung gelöst, so wie sie im kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 umschrieben ist.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens ist im Anspruch 2 umschrieben.

Die Vorteile der erfindungsgemässen Vorrichtung liegen vor allem darin, dass es damit möglich ist, die Auswertung von Chromatogrammen innerhalb von wenigen Sekunden vornehmen zu können.

In den Zeichnungen sind bevorzugte Ausgestaltungsformen der erfindungsgemässen Vorrichtung dargestellt.

Figur 1 zeigt die schematische Anordnung einer Vorrichtung zur Auswertung von Linearchromatogrammen. Figur 2 zeigt die schematische Anordnung einer Vorrichtung zur Auswertung von Zirkularchromatogrammen.

Mit 1 ist dabei der Strahlengang der Messstrahlung angedeutet, der von der Lichtquelle 2 über einen Umlenkspiegel 3 durch den die Messfläche begrenzenden Spalt 4 auf die Chromatogrammfolie oder -platte 5 und von dort reflektiert zur Messzelle 6 führt. 7 soll den Oszillographen symbolisieren und 8 die Verbindung von Messzelle und Oszillograph. 9 ist jeweils eine Rotationsachse, um die die Walze 10 oder der Drehtisch 11 rotiert. Mit 12 schliesslich sind die Substanzflecken auf dem

entwickelten Chromatogramm bezeichnet. Die erfindungsgemässe Vorrichtung kann im Prinzip mit jedem für die Auswertung von Chromatogrammen üblichen Spektralphotometer benutzt werden. Die in den Zeichnungen nur schematisch angeordnete Messstrahlen-, Spalt- und Messzellenanordnung wird dabei unverändert übernommen. Verändert wird gegenüber bekannten Geräten nur der Messtisch und die Messwerterfassung.

Wesentlich bei der erfindungsgemässen Vorrichtung ist, dass der Messtisch so eingerichtet ist, dass die auszuwertenden Chromatogrammstellen 12 sehr schnell und mit konstanter Geschwindigkeit den Spalt 4 des Auswertegerätes passieren können, und dass, nachdem alle gleichzeitig zu vermessenden Substanzstellen 12 den Spalt 4 passiert haben, wieder der Ausgangspunkt der Bewegung erreicht ist, so dass das gleichförmige Durchfahren aller Messpositionen beliebig schnell und beliebig oft wiederholt werden kann.

Bei Zirkularchromatogrammen sind die Substanzstellen 12 gleicher Rf-Werte auf konzentrischen Kreisen um den Mittelpunkt der Chromatogramplatte oder -folie angeordnet. Ein gleichmässiges Vorbeibewegen der Substanzstellen gleicher Rf-Werte am Messspalt 4 ist also dann gegeben, wenn, wie in Figur 2 angedeutet, die Chromatogramplatte oder -folie so auf einem Drehteller 11 plaziert wird, dass der Mittelpunkt des Zirkularchromatogramms genau auf der Drehachse 9 liegt und der Messspalt 4 sich über der Kreislinie befindet, auf der die auszuwertenden Chromatogrammstellen eines Rf-Wertes liegen. Durch Drehen des Drehtellers 11 um die Drehachse 9 passieren so nacheinander alle Substanzstellen 12 eines Rf-Wertes den Messspalt 4.

Bei den nach dem Stand der Technik üblichen Vorrichtungen ist eine solche Drehbewegung aufgrund der Trägheit bzw. Eigenschaften der zur Registrierung der gemessenen Werte verwendeten Linearschreiber und Integratoren nur sehr langsam, z.B. mit einer Geschwindigkeit von etwa 5–30 mm/Min., möglich, wodurch sich eine Registrierzeit für die Erfassung der Messwerte der Substanzstellen eines Rf-Wertes (1 Umdrehung des Drehtisches) von mehreren Minuten ergibt.

Bei der erfindungsgemässen Vorrichtung wird dagegen die Platte oder Folie mit einer sehr grossen Geschwindigkeit von z.B. 1000 Umdrehungen/Min. oder sogar mehreren Tausend Umdrehungen/Min. gedreht. Auf diese Weise werden alle Messpositionen in Bruchteilen einer Sekunde durchlaufen. Eine Registrierung der so gewonnenen Messwerte auf herkömmliche Weise ist dabei natürlich nicht möglich.

Mit Hilfe der erfindungsgemässen Vorrichtung ist es jedoch überraschenderweise möglich, auch diese in sehr kurzer Zeit gewonnenen Messwerte zu registrieren. Erfindungsgemäss wird nämlich die Messzelle 6 des Auswertegerätes mit einem Oszillographen so verbunden, dass die in der Messzelle erzeugte Spannung nach entsprechender Verstärkung zur Auslenkung des Oszillographen benutzt wird. Wenn nun die Drehfrequenz des Drehtellers mit der Kippfrequenz des Oszillographen übereinstimmt, dann erscheinen die Messwerte sämtlicher durchlaufener Messpunkte in Form von «Peaks», analog denen von einem Linearschreiber registrierten, als stehendes Bild auf dem Bildschirm des Oszillographen.

Die Auswertung kann dann entweder unmittelbar durch Ausmessen der Peaks auf dem Oszillographenschirm erfolgen, es kann jedoch z.B. auch das Schirmbild photographisch erfasst und auf dem so gewonnenen Bild ausgewertet werden, wobei die erfassten Messwerte gleichzeitig konserviert werden.

Die Kippfrequenz des Oszillographen kann jedoch auch grösser oder kleiner sein als die Drehfrequenz des Drehtellers. Ist die Drehfrequenz grösser als die Kippfrequenz, so erscheinen die Messwertpeaks des Chromatogramms mehr als einmal auf dem Oszillographenbildschirm. Ist die Drehfrequenz kleiner als die Kippfrequenz, so wird nur ein Teil der Messwertpeaks beobachtet. Beide Möglichkeiten können für Spezialfälle Be-

deutung erlangen, vorzugsweise ist jedoch die Kippfrequenz gleich der Drehfrequenz.

Die prinzipiell gleiche Messwerterfassung ist auch bei Linearchromatogrammen möglich. Aufgrund der anderen geometrischen Anordnung der Substanzstellen eines Linearchromatogramms, die nicht kreisförmig sondern linear angeordnet sind, kann hierbei nicht mit einem Drehteller gearbeitet werden, sondern es wird dazu eine zylinderförmige Walze 10 verwendet. Durch Aufspannen der entwickelten Chromatogrammfolien (Platten sind hierbei nicht zu verwenden) auf diese Walze 10 und Rotieren der Walze 10 um die Drehachse 9 (Figur 1) wird auch hier erreicht, dass die in gleicher Entfernung vom Folienrand liegenden Substanzstellen 12 nacheinander den Spalt 4 passieren. Bezüglich der Drehgeschwindigkeit, der Kippfrequenz und der Messwertanzeige liegen also analoge Verhältnisse vor, wie vorstehend für Zirkularchromatogramme ausführlich beschrieben.

Im Gegensatz zur Auswertung von Zirkularchromatogrammen, bei der nur Substanzstellen gleichen Rf-Wertes gleichzeitig erfasst und ausgewertet werden können, ist es bei der Auswertung von Linearchromatogrammen möglich, wahlweise entweder Substanzstellen gleichen Rf-Wertes oder aber die auf einer chromatographischen Bahn liegenden Substanzstellen (die vom Auftragsort des Substanzgemisches aus in Steigrichtung des Eluens entwickelten, aufgetrennten Substanzstellen) auszuwerten. Dies wird einfach dadurch erreicht, dass zur Erfassung der Substanzstellen gleicher Rf-Werte die entwickelte Folie so auf die Walze gespannt wird, dass die bei der Entwicklung gewählte Steigrichtung des Eluens parallel zur Drehachse 9 liegt, und dass zur Erfassung einer chromatographischen Bahn die entwickelte Folie so auf die Walze gespannt wird, dass die bei der Entwicklung gewählte Steigrichtung des Eluens senkrecht zur Drehachse 9 liegt.

Die Drehgeschwindigkeit des Drehtellers 11 oder der Walze 10 kann an sich in relativ weiten Grenzen variiert werden (wobei natürlich die gegenseitige Abhängigkeit zu beachten ist). Nach unten ist die Drehgeschwindigkeit an sich nur begrenzt durch das Ziel, eine möglichst schnelle Auswertung zu erreichen. Nach oben, das heisst zu grossen Drehgeschwindigkeiten, ist eine Grenze durch die Ansprechzeit der Messzelle gegeben, die bei zu schnellem Drehen nicht mehr erreicht wird, so dass die einzelnen Messwerte nicht mehr aufgelöst werden. Auch durch die Materialbeanspruchung bei sehr grossen Drehzahlen ist nach oben eine Grenze gesetzt. In der Regel wird man deshalb Drehzahlen von etwa 1000 bis etwa 5000 Umdrehungen/Min. bevorzugen.

Um diese Drehzahlen zu erreichen, werden Drehteller 11 und Walze 10 zweckmässig durch einen regelbaren Elektromotor angetrieben. Die Art der Installation des Antriebs und der Anbringung von Walze 10 oder Drehteller 11 im Messtisch sind dem Fachmann an sich bekannt und sind nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung. Bei der Anbringung von Walze 10 und Drehteller 11 im Messtisch des Auswertegerätes muss lediglich dafür gesorgt werden, dass Walze bzw. Drehteller relativ zum Spalt 4 positionierbar sind, so dass die gesamte Chromatogrammfäche einer Auswertung zugänglich ist.

Wie bereits erwähnt, kann zusammen mit der erfindungsgemässen Vorrichtung jedes, auch bisher für diesen Zweck verwendete Auswertegerät verwendet werden, wobei lediglich im Messtisch die notwendigen Modifikationen vorgenommen werden müssen. Die gleiche Analogie gilt auch für die Art der Auswertung der erhaltenen Messwerte. Da mit Hilfe der erfindungsgemässen Vorrichtung nicht die Messmethode selbst, sondern nur die Art und Geschwindigkeit der Messwerterfassung geändert wird, gelten auch hier die bekannten Voraussetzungen, die bezüglich einer quantitativen Auswertung der Messwerte an die Abmessungen des Spaltes 4 in Bezug auf die Grössen der Substanzstellen 12 zu stellen sind. Die Abmessungen des Spal-

tes 4 sollten dabei vorzugsweise auf die Abmessungen der auszuwertenden Substanzflecken 12 abgestimmt sein.

Die Abmessungen des Drehtisches 11 und der Walze 10 sind vor allem durch die Grösse der Chromatogramplatten oder -folien bestimmt. Vorzugsweise werden zusammen mit der erfindungsgemässen Vorrichtung quadratische Platten oder Folien verwendet, wobei für Zirkularchromatogramme sowohl beschichtete Glasplatten als auch beschichtete Kunststoff- oder Aluminiumfolien verwendet werden können, für Linearchromatogramme jedoch nur die biegsamen Folien.

Handelsüblich sind Platten und Folien in den Grössen 10 × 10 cm und 20 × 20 cm. Für einen Drehteller 11, der sowohl für die Grösse 10 × 10 cm als auch für die Grösse 20 × 20 cm geeignet ist, ergibt sich damit also ein Mindestdurchmesser von etwa 30 cm. Beschränkt man sich auf die Auswertung von Chromatogrammen der Grösse 10 × 10 cm, so benötigt der Drehteller 11 natürlich nur einen Durchmesser von etwa 15 cm. Bei der Walze 10 ergeben sich für die beiden Chromatogrammformate Durchmesser von etwa 4 bis 7 cm. Für Linearchromatogramme in Verbindung mit der Walze 10 können selbstverständlich auch rechteckige Formate, z.B. in den Grössen 5 × 10 cm, 5 × 20 cm oder 10 × 20 cm, verwendet werden. Auch die Anpassung der erfindungsgemässen Vorrichtung an andere Formate ist jederzeit möglich.

Bei der erfindungsgemässen Vorrichtung ist vorgesehen, die Messzelle 6 so mit einem Oszillographen zu verbinden, dass die in der Messzelle 6 erzeugte Spannung zur Auslenkung des Oszillographen dient. Die dazu notwendige Schaltungsanordnung mit einem ggf. zwischengeschalteten Verstärkerteil ist dadurch gekennzeichnet, dass die bei Wechselstromverstärkern erforderliche Modulation des Messlichtes nicht elektronisch oder mechanisch erfolgt, sondern durch die rotierende Platte oder Walze selbst. Man erreicht dies durch einfaches Stilllegen des entsprechenden Verstärkerteiles.

Als Oszillograph kann dabei jeder übliche Kathodenstrahl-oszillograph benutzt werden. Es ist jedoch auch möglich, dabei einen registrierenden Schleifenoszillographen zu verwenden.

Mit der erfindungsgemässen Vorrichtung steht somit eine Möglichkeit zur Verfügung, die Auswertung von Zirkular- und Linearchromatogrammen mit Hilfe von üblichen Auswertegeräten so zu verbessern, dass die durch das Auswertegerät gewonnenen Messwerte innerhalb von wenigen Sekunden zugänglich sind und so die Zeit zur Auswertung von Chromatogrammen wesentlich verkürzt wird.

Das der Vorrichtung und dem Verfahren zugrunde liegende Prinzip der Messwernerfassung kann auch auf andere Anwendungsgebiete übertragen werden. Voraussetzung ist dafür lediglich, dass die auf dem jeweiligen Anwendungsgebiet anfallenden photometrischen Messwerte ausreichend schnell gewonnen werden können, so wie es in dem speziellen Fall der DC-Auswertung durch schnelle Rotation der Chromatogramme möglich ist.

In den nachfolgenden Beispielen wird die Anwendung des erfindungsgemässen Verfahrens auf die Auswertung von Zirkular- und Linear-Chromatogrammen demonstriert. Es wurde dabei die erfindungsgemässe Vorrichtung in Verbindung mit einem Chromatogramm-Spektral-Photometer der Firma Carl Zeiss verwendet. Die Spaltbreite im Messkopf des Photometers betrug 2 mm.

Beispiel 1

Auswertung eines Zirkularchromatogramms.

Auf einer HP-TLC (High Performance Thin Layer Chromatography) Glasplatte mit Kieselgel 60 für die Nano-DC ohne Fluoreszenzindikator, (Artikel Nr. 5631 der Firma E. Merck, Darmstadt) in der Grösse 10 × 10 cm wurden konzentrisch um den Mittelpunkt der Platte folgende Mengen Chinin aufgetragen:

1. 6,25 ng
2. 12,5 ng
3. 25 ng
4. 50 ng

Nach der Entwicklung des Chromatogramms mit Chloroform/Methanol/Eisessig (80/20/3 Volumenteile) wurde die Platte in einen am Photometer befindlichen Drehteller eingelegt und mit 1200 U/min gedreht. Dabei passierten die Substanzflecken nacheinander den Messspalt des Photometers. Die Messzelle des Photometers war mit einem Oszillographen verbunden, dessen Kippfrequenz 20 Hz betrug.

Aus der Anzeige auf dem Oszillographenbildschirm konnten die folgenden Peakhöhen ermittelt werden:

1. 4,5 mm
2. 9 mm
3. 15 mm
4. 28 mm

Zur Überprüfung dieser in wenigen Sekunden ermittelten Messwerte wurde das Chromatogramm ein zweites Mal mit dem gleichen Spektralphotometer ausgewertet, diesmal jedoch auf konventionelle Weise, d.h. durch sehr langsames Rotieren der Platte und Registrierung der Messwerte mit einem Linearschreiber. Dabei ergaben sich die folgenden Peakhöhen:

1. 6,5 mm
2. 13 mm
3. 26 mm
4. 49,5 mm

Der Vergleich zeigt, dass die nach den beiden Methoden ermittelten relativen Peakhöhen sehr gut übereinstimmen, womit demonstriert ist, dass nach dem erfindungsgemässen Verfahren in wenigen Sekunden genauso zuverlässige Ergebnisse erzielt werden können wie nach konventionellen in mehreren Minuten.

Beispiel 2

Auswertung eines Linearchromatogramms.

Chinin in den Mengen 6,25, 12,5, 25 und 50 wurde linear auf eine HP-TLC Alufolie mit Kieselgel 60 für die Nano-DC ohne Fluoreszenzindikator (Artikel Nr. 5547 der Firma E. Merck, Darmstadt) aufgetragen. Nach der Entwicklung des Chromatogramms wurde die Folie so auf eine am Photometer angebrachte Walze aufgespannt, dass die bei der Entwicklung gewählte Steigrichtung des Eluens parallel zur Walzenachse lag. Die Walze rotierte mit einer Geschwindigkeit von 3600 U/min, wobei die einzelnen Substanzflecken sehr schnell nacheinander den Messspalt des Photometers passierten. Die Kippfrequenz des Oszillographen betrug 60 Hz. Die aus der Anzeige auf dem Oszillographenbildschirm ermittelten Peakhöhen entsprachen denen im Beispiel 1.

