

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Juli 2004 (08.07.2004)

PCT

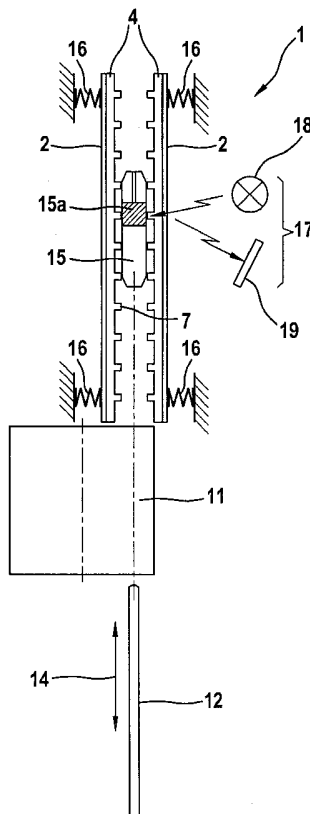
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/057345 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01N 35/00 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von DE, US): F.HOFFMANN-LA ROCHE AG [CH/CH]; Grenzacherstrasse 124, CH-4070 Basel (CH).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/014709
- (22) Internationales Anmeldedatum: 22. Dezember 2003 (22.12.2003) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LIST, Hans [DE/DE]; Siegfriedstrasse 27, 64754 Hesseneck-Kailbach (DE). SCHULAT, Jochen [DE/DE]; Lange Röttenstr. 45, 68167 Mannheim (DE). JANSEN, Paul [DE/DE]; Zypressenstr. 5, 68199 Mannheim (DE). ZIMMER, Volker [DE/DE]; Wilhelmstrasse 64, 69221 Dossenheim (DE). SCHAB-BACH, Michael [DE/DE]; Talstrasse 61, 69469 Weinheim (DE). AUGSTEIN, Manfred [DE/DE]; Rotannenweg 13, 68305 Mannheim (DE). RUHL, Werner [DE/DE]; Alfred-Nobel-Strasse 6, 67117 Limburgerhof (DE). HAAR, Hans-Peter [DE/DE]; Waldstrasse 2, 69168 Wiesloch (DE). HOENES, Joachim [DE/DE]; Rodauer Strasse 50a,
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
02028894.0 23. Dezember 2002 (23.12.2002) EP
103 10 935.8 13. März 2003 (13.03.2003) DE
- (71) Anmelder (nur für DE): ROCHE DIAGNOSTICS GMBH [DE/DE]; Sandhofer Strasse 116, 68305 Mannheim (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TRANSPORT DEVICE FOR TRANSPORTING TEST STRIPS IN AN ANALYSIS SYSTEM

(54) Bezeichnung: TRANSPORTEINRICHTUNG ZUR BEFÖRDERUNG VON TESTELEMENTEN IN EINEM ANALYSESYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to the field of analysis systems, in which a sample analysis is carried out using test strips. According to the invention, the analysis system comprises a transport unit, which is driven by piezo-active elements. The transport unit permits the direct or indirect transport of test strips in such a way that analysis methods can be wholly or partly automated. The invention also relates to a transport unit for transporting a test strip, said unit being controlled by an optical detector that detects the test element in the system.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet von Analysesystemen, bei denen eine Probenanalyse mittels Testelemente erfolgt. Erfindungsgemäss beinhaltet das Analysesystem eine Transporteinheit, die mittels piezoaktiver Elemente angetrieben wird. Die Transporteinheit ermöglicht einen direkten oder indirekten Transport der Testelemente, so dass Analyseverfahren ganz oder teilweise automatisiert werden können. Des weiteren beinhaltet die Erfindung eine Transporteinheit zum transportieren eines Testelementes, die erfindungsgemäss über einen optischen Detektor gesteuert wird, der das Testelement im System erfasst.

WO 2004/057345 A2



64673 Zwingenberg (DE). **MILTNER, Karl** [DE/DE];
Ernst-Ludwig-Kirchner Strasse 22, 67227 Frankenthal
(DE).

(74) **Gemeinsamer Vertreter: ROCHE DIAGNOSTICS GMBH**; c/o Sabine Wildschütz, Patentabteilung, 68298 Mannheim (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CN, CU, CZ,*

DE, DK, DM, DZ, EC, ES, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IS, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LT, LU, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SG, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, US, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW*

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Roche Diagnostics GmbH

5 **Transporteinrichtung zur Beförderung von Testelementen in einem Analysesystem**

Die vorliegende Erfindung fällt in das Gebiet der Analyse von Probenflüssigkeiten, die mittels Testelement durchgeführt werden.

Häufig sind solche Testelemente analytischspezifische, disposable Testelemente, die ein Reagenz enthalten, mit dessen Hilfe ein Analyt bestimmt werden kann. Bei derartigen Testelementen wechselwirkt das Reagenz des Testelementes mit einem zu bestimmenden Analyten, so
10 dass eine messbare, analytischspezifische Veränderung des Reagenzes induziert wird. Zur Vermessung und Auswertung des Reagenzfeldes werden häufig insbesondere bei analytischabhängiger Farbänderung des Testelementes, optische Systeme eingesetzt, die eine Analyse einer Probe ermöglichen. Bei den heutigen Analysemethoden stellt die photometrische Auswertung von analytischen Testelementen eines der gebräuchlichsten Verfahren zur schnellen
15 Bestimmung der Konzentration von Analyten in Proben dar. Allgemein werden photometrische Auswertungen im Bereich der Analytik, der Umweltanalytik und vor allem im Bereich der medizinischen Diagnostik eingesetzt. Insbesondere im Bereich der Blutglukose-Bestimmung aus Kapillarblut besitzen Testelemente, die photometrisch oder reflexions-
20 photometrisch ausgewertet werden, einen großen Stellenwert. Beispielsweise werden derartige Geräte zur Überwachung des Blutzuckerspiegels von Diabetikern verwendet, so dass basierend auf den Blutglukosewert der entnommenen Probe das Essverhalten oder eine Insulininjektion reguliert werden kann. Weitere Beispiele für die Verwendung optischer Systeme sind Urinteststreifen sowie Testelemente für andere Parameter wie Laktat, Kreatinin,
25 Protein, Harnsäure und Leukozyten. Darüber hinaus werden auch reagenzfreie Testelement verwendet, bei denen ein zu bestimmender Analyt ebenfalls mit Hilfe optischer Systeme oder z. B. elektrochemisch vermessen werden kann.

Neben einem Gebrauch von Analysegeräten in Krankenhäusern durch geschultes medizinisches Personal werden derartige Analysesysteme des weiteren für den Home-Monitoring-
30 Bereich konzipiert, damit eine möglichst regelmäßige Kontrolle eines zu bestimmenden Analyten durch den Patienten selbst durchgeführt werden kann. Gebräuchliche Home-Monitoring-Analysesysteme finden insbesondere im Bereich der Blutglukosebestimmung

- 2 -

ihren Einsatz. Dabei erfolgt eine Bedienung des Gerätes durch den Patienten selbst. Zur Analyse des Blutes wird ein Testelement, auf den ein Analysebereich angeordnet ist, z. B. mit dem Blut des Patienten in Kontakt gebracht und anschließend vom Benutzer in das Gerätes eingeführt. In Abhängigkeit von der Analytkonzentration wird z. B. eine optische Veränderung im Analysebereich des Testelementes induziert. Durch eine geeignete Messoptik wird die optische Veränderung mittels des vom Testelement reflektierten oder transmittierten Lichts detektiert, so dass die Konzentration des Blutzuckers ermittelt werden kann. Ein solches System ist beispielsweise in dem Dokument EP 0618443 beschrieben. Des weiteren sind derartige Geräte im Handel, zum Beispiel unter der Bezeichnung Accutrend®,
5 AccuChek®, Glucotrend® und Glucometer® von der Firma Roche Diagnostics GmbH erhältlich. Der Aufbau der zur Verwendung vorgesehenen Testelemente ist beispielsweise in dem Dokument US 6,036,919 dargestellt.

Ein allgemeiner Trend bei der Durchführung analytischer Tests ist es, die zur Analyse benötigte Probenmenge zu reduzieren. Dies liegt häufig darin begründet, dass nur geringe Probenmengen zur Verfügung stehen. Beispielsweise wird im Bereich der Blutzuckerbestimmungen vom Diabetiker ein Blutstropfen aus der Fingerbeere entnommen. Eine Verringerung der benötigten Blutmenge kann hierbei dazu beitragen, dass die Blutproben-
15 gewinnung für die zu untersuchende Person weniger schmerzhaft erfolgt. Dies liegt vor allem darin begründet, dass der Stich zur Blutgewinnung bei kleinem Probenvolumenbedarf weniger tief gewählt werden kann. Verbunden mit der reduzierten Probenmenge ist eine Verkleinerung der Testelement und insbesondere der Nachweiszone, in der beispielsweise die Reaktionen der Probe mit einem Reagenz abläuft. Hierbei hat sich jedoch gezeigt, dass gerade bei geringen Probenmengen Änderungen von apparativen Messbedingungen in
20 Analysesystemen eine große Rolle spielen und erhebliche Fehler bei der Konzentrationsbestimmung eines Analyten verursachen. Gründe für apparative Veränderungen der Messbedingungen sind zum Beispiel eine fehlerhafte Positionierung der Testelement im Analysesystem, so dass z. B. eine Vermessung des
25

Auswertungsbereiches eines Testelementes nicht vollständig erfolgen kann. Eine zwingende Voraussetzung für eine genaue Messung ist folglich eine exakte Positionierung des Testelementes im Analysesystem. Dies muss zum einen im Home-Monitoring-Bereich sichergestellt werden, in dem häufig alte und/oder ungeübten Personen das Gerät bedienen, zum anderen erfolgt eine Anwendung von Analysesystemen mit Testelementen ebenfalls in großtechnischen Labors, in denen häufig ein automatisiertes Handling von Proben gewährleistet sein muss.

Bei modernen Analysegeräten ist man deshalb dazu übergegangen, Testelemente über Positionierelemente im Analysesystem genau zu fixieren. Hierbei muss das Testelement entweder manuell oder automatisch in das Analysesystem eingelegt, geführt und wieder entnommen werden. Um das Handling für den Benutzer zu vereinfachen, werden immer
5 mehr Geräte mit einem automatischen Antrieb für die Testelemente bereitgestellt, insbesondere bei Geräten, die einen Vorrat von Testelementen beinhalten und diesen handhaben müssen. Hieraus ergeben sich Anforderungen an automatische Antriebseinheiten, die zum einen Testelemente zu einem Ort im Analysesystem transportieren und in einer definierten Position halten müssen und zum anderen eine Handhabung mehrerer Testelemente
10 in einem Magazin ermöglichen sollen. Darüber hinaus ist in der Regel, neben dem direkten Transport des Testelements, weiterhin oder ausschließlich ein Weitertakten des Magazins erforderlich. Diese Anforderungen stellen sich sowohl bei teil- als auch bei vollautomatischen Systemen und sind an das jeweilige Anwendungsgebiet angepasst.

Die Integration automatischer Antriebe im Messgerät zeigt sich besonders bei einigen Anwendungsgebieten als vorteilhaft, die aufgrund bestimmter Messverfahren einen
15 komplexen Teststreifentransport erfordern. Beispielhaft werden solche Messverfahren zur Fehlerberechnung einer Analytkonzentration eingesetzt, die unter anderem sogenannte Leerwerte eines Testelements bestimmen. Das Dokument DE 10163775.6 stellt ein solches Verfahren dar. Aufgrund der Leerwertbestimmung wird das Testelement zunächst ohne
20 Probe in eine Messposition befördert, in der der Leerwert des Testelements vermessen wird. Anschließend erfolgt die Ausgabe des Testelements, so dass der Benutzer eine Probe auf das Testelement aufgeben kann. Das Testelement wird erneut an dem Messort positioniert und eine Analytkonzentration der Probe wird vermessen.

Im Stand der Technik werden Analysesysteme beschrieben, die für den Transport von Testelementen mehrere Mechaniken verwenden, die das Testelement an eine für die Messung
25 oder für andere Prozessschritte vorgesehene Position befördern. Die Positionierung der eigentlichen Detektionsfläche zur Messtechnik oder zu anderen Prozessfaktoren wird durch eine hohe Genauigkeit der Antriebskomponenten sowie durch eine geringe Herstellungstoleranz der Testelemente sichergestellt. In herkömmlichen Techniken sind derartige
30 Antriebe sehr aufwendig und teuer und werden beispielsweise durch Servomotoren oder Spielarmgetriebe verwirklicht. Ein weiterer wesentlicher Nachteil der bestehenden Analysesysteme ist, dass die Herstellung der in großen Massen angefertigten Testelemente hohen Genauigkeitsansprüchen genügen muss, damit die Mechanik in der Lage ist, einen

Transport und eine Positionierung relativ zur Messtechnik zuverlässig umzusetzen. Die eingesetzte Mechanik ist zumeist sehr komplex.

Das Dokument EP 1022565 offenbart eine Gerätemechanik, die in einem Analysegerät zum Transport und Weitertakten eines Teststreifenmagazins eingesetzt wird. Hierbei wird eine
5 Magazinkammer in Position gedreht, so dass ein Stößel in die Streifenvorratspackung eindringen kann und einen Teststreifen aus der Vorratspackung herausschiebt, bis das Testfeld des Streifens oberhalb der Vermessungsoptik positioniert ist. Anschließend erfolgt ein Weitertakten des Magazins. Der Antrieb des Teststreifens sowie des Magazins wird jeweils mittels eines Elektromotors umgesetzt. Die Optik ihrerseits ist in einer Klappe des Gerätes untergebracht und muss hier auf wenige 1/10 mm genau positioniert sein. Dies erfordert viele
10 Bauteile und Fugestellen mit kleinen Toleranzen. Des weiteren werden hohe Anforderungen an die Herstellungstoleranz der Teststreifen gestellt. Arbeitsgeräusche sowie Arbeitsgeschwindigkeit des Antriebssystems erweisen sich als laut und mäßig. Darüber hinaus sind die Antriebssysteme so groß, dass eine kompakte Bauweise des Analysesystems, wie es insbesondere im Home-Monitoring-Bereich gewünscht wird, nur schwer verwirklicht werden
15 kann.

Um die Funktionsfähigkeit der Systeme sicher zu stellen, benötigen die Antriebseinheiten weiterhin Schmiermittel, die zur Verschmutzung des Innenbereichs des Gerätegehäuses führen und sich z. B. durch Ausfaserungsprozesse auf die Testelemente niederschlagen
20 können. Insbesondere bei den im Handel erhältlichen Analysesystemen werden jedoch häufig hohe Anforderungen an die Lagerung von Testelementen gestellt, die eine konstante und insbesondere trockene Umgebung voraussetzen. Bei Testelementen, die empfindlich auf Feuchtigkeit und Schmutz reagieren, führen Verschmutzungen folglich zu Beeinträchtigungen der Messergebnisse.

25 Ein weiterer Nachteil des Standes der Technik ist, dass mittels einer Transporteinheit nur eine Bewegung entlang einer Bewegungsrichtung ermöglicht wird. Häufig zeigt sich jedoch gerade bei der Verwendung von Testelementmagazinen, dass u. a. eine Rekassettierung der Testelemente wünschenswert ist. Durch eine Rekassettierung gebrauchter Testelemente kann das Handling des Analysesystems benutzerfreundlich vereinfacht werden. Dies setzt
30 jedoch voraus, dass ein Transport der Testelemente in unterschiedliche Bewegungsrichtungen gewährleistet wird. Im Stand der Technik würde jedoch ein Transport in unterschiedliche Bewegungsrichtungen eine aufwendige zusätzliche Transporteinheit

erfordern. Ein flexibel ausgestaltetes Antriebssystem ist folglich nur mit einem erheblich größeren Aufwand zu gewährleisten.

- Aufgabe der Erfindung ist es, ein System sowie ein Verfahren zum Transport von Testelementen in Analysesystemen bereit zu stellen, das die genannten Nachteile vermeidet. Das
- 5 Verfahren sowie das System sollen vorteilhafterweise sowohl eine genaue Positionierung des Testelements relativ zur Messtechnik zuverlässig gewährleisten können, als auch ein Magazinhandling ermöglichen. Hierbei soll ein flexibel zu handhabendes Antriebssystem gewährleistet werden, ohne dass hierdurch ein erheblicher Mehraufwand bedingt wird. Das System soll vorzugsweise möglichst klein und kompakt sein, so dass ein Einsatz auch in
- 10 Analysesystemen, die für den Home-Monitoring-Bereich möglichst platzsparend konzipiert sind, zweckdienlich ist. Verschmutzungen des Analysesystems durch eine Transporteinheit sollen dabei vermieden werden. Vorzugsweise ist das System energiesparend, so dass sich auch eine Integration in batteriebetriebenen Analysesystemen als besonders vorteilhaft erweist.
- 15 Die Erfindung wird durch die unabhängigen Ansprüche beschrieben. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich gemäß den unabhängigen Ansprüchen.

- Gegenstand der Erfindung ist der Einsatz piezoelektrischer Antriebe zur direkten oder indirekten Bewegung von Testelementen innerhalb eines Diagnosegerätes, wie z. B. zur Positionierung eines Testelementes relativ zu einer Detektionseinheit, zur Entnahme und Rückgabe von Testelementen in einem Magazin sowie zur Weitertaktung eines Magazins, um
- 20 nur einige Anwendungen zu nennen. Die Integration eines piezoelektrischen Motors ermöglicht somit eine flexible und komfortable automatische Handhabung von Testelementen in einem Analysesystem, wobei motorbedingte Geräusche, Verschmutzungen etc. weitestgehend minimiert werden.
- 25 Die Erfindung beinhaltet ein Analysesystem zur Bestimmung eines Analyten in einer Probe. Das Analysesystem dient zur Analyse eines Testelementes, das vorzugsweise einen Träger und einen Auswertebereich aufweist, auf dem eine Probe aufgebracht wird. Das Testelement wird in dem Analysesystem so positioniert, das mittels einer Detektionseinheit des Systems mindestens ein Signal detektiert wird, das in Abhängigkeit der auf dem Testelement
- 30 aufgetragenen Probe verändert wurde. Mit Hilfe einer Auswertungseinheit des Analysesystems wird ein Analyt in der Probe auf Basis dieses Signals bestimmt. Das Analysesystem beinhaltet weiterhin eine Transporteinheit mit einer Kontaktfläche zur direkten oder indirekten Kontaktierung des Analysesystems mit einem Testelement. Hierbei ist eine

- direkte Kontaktierung beispielsweise dann gegeben, wenn der Träger des Testelementes direkt auf der Kontaktfläche der Transporteinheit aufliegt. Erfolgt hingegen eine indirekte Kontaktierung des Testelementes, kontaktiert die Kontaktfläche der Transporteinheit zunächst ein zu beförderndes Gerätebauteil, das in der Funktion eines Transportschlittens für das Testelement eingesetzt wird. Ein derartiger Transportschlitten kann z. B. eine Auflagefläche für das Testelement im Analysesystem sein. Des Weiteren kann z. B. eine indirekte Kontaktierung des Testelementes in Form eines Magazinehäuses verwirklicht werden, das wiederum selbst direkt mit der Kontaktfläche oder indirekt über einen Transportschlitten mit der Kontaktfläche in Verbindung steht. Hierbei findet durch ein weitertaktes Magazinein ein Testelementtransport statt. Zum Befördern des Testelementes verfügt die Transporteinheit über mindestens ein piezoelektrisches Element, das die Kontaktfläche der Transporteinheit in Schwingung versetzt. Wird die Kontaktfläche der Transporteinheit durch das mindestens ein piezoelektrisches Element in Schwingung versetzt, wird das Testelement entlang einer definierten Transportstrecke im Analysesystem transportiert, sobald die Kontaktfläche der Transporteinheit mit dem Testelement direkt oder indirekt kontaktiert wird. Wird der direkte oder indirekte Kontakt zwischen Kontaktfläche und Testelement unterbrochen, oder wird die Schwingung der Kontaktfläche gestoppt, wird der Transport des Testelementes angehalten, wobei das Testelement vorteilhafterweise an einer Stelle im Analysesystem ortsfest positioniert wird.
- 20 Erfindungsgemäß wird im System als Antrieb der Transporteinheit ein piezoelektrisches Element verwendet, wobei die Kontaktfläche der Transporteinheit in der Weise in Schwingung versetzt wird, dass die Kontaktfläche eine Resonanzschwingung ausführt. Aufgrund der Resonanzschwingung – wie im Folgenden noch näher erläutert – folgen Punkte auf der Oberfläche der Kontaktfläche einer elliptischen Bewegung. Kontaktiert ein anderer Körper, zum Beispiel ein Testelement, diese Punkte (Kontaktpunkte), so folgt das Testelement aufgrund von Reibungskräften der Bewegungsrichtung der Kontaktpunkte zumindest zum Teil und wird entlang einer definierten Transportstrecke im Analysesystem weiterbefördert. Der zu befördernde Körper kann auf diese Weise selbst direkt oder mittels eines zusätzlichen Bauteils der Transporteinheit indirekt befördert werden.
- 30 Im Sinne der Erfindung kann die Transporteinheit folglich als ein piezoelektrischer Motor verstanden werden, wobei der zu transportierende Körper, der die Kontaktfläche direkt kontaktiert, selbst einen Teil des Piezomotors darstellt. Liegt z. B. das Testelement folglich direkt auf der Kontaktfläche auf, so ist das Testelement Bestandteil des Motors und der piezoelektrischer Motor beinhaltet ein dispoibles Element. Dies ist beispielhaft auch gege-

ben, wenn die Kontaktfläche der Transporteinheit mit einem Magazingehäuse direkt kontaktiert wird, welches ebenfalls als Einmalartikel im Analysesystem vorgesehen ist. Natürlich ist es auch denkbar, dass ein zusätzlichen Bauteil der Transporteinheit, z. B. ein Transportschlitten, wie bereits beschrieben, als nichtaustauschbare Einheit zur indirekten Kontaktierung des Testelementes oder eines Magazins vorgesehen ist und der piezoelektrischer Motor keine dispo-
5 sible Elemente beinhaltet.

Durch den Einsatz eines Piezoantriebes in einem Analysesystem kann die Transporteinheit klein und kompakt in das Analysesystem integriert werden. Die erfindungsgemäße Transporteinheit ermöglicht dabei vorteilhafterweise eine Integration des piezoelektrischen Motors in oder nahe einem Magazingehäuse, ohne dass die Qualität der bevorrateten Testelemente z. B. durch Schmiermittelablagerungen beeinträchtigt wird. Ein kompakte Bauweise des Analysesystems bei der Testelemente und Motor räumlich nebeneinander angeordnet sind, kann erfindungsgemäß verwirklicht werden, da die Transporteinheit aufgrund ihres Piezomotors auf Schmiermittel verzichtet. Die zur Lagerung von Testelementen vorherrschenden konstanten und trockenen Bedingungen zeigen sich darüber hinaus zur Inbetriebnahme eines Piezomotor als besonders geeignet. Dies ist vor allem dadurch bedingt, dass unter konstanten Umgebungsbedingungen definiert vorherrschende Reibungs- und Haftreibungskräfte wirken. Der Antrieb zeichnet sich weiterhin dadurch aus, dass bereits bei geringen Geschwindigkeiten hohe Kräfte bzw. Momente erzeugt werden.
10
15

Des weiteren werden schnelle Bewegungsänderungen im Analysesystem ermöglicht, wobei eine Bewegungsrichtung schnell und präzise geändert oder ein Stillstand des Testelementes bewirkt werden kann. Vorteilhafterweise erfolgt der Stillstand des mit der Kontaktfläche kontaktierten Elementes hierbei im wesentlichen spielfrei, wobei ein(e) maximale(s) Kraft (Moment) aufgrund von Haftreibungskräften beim Stillstand auf das Element wirkt. Durch eine Umkehr der Bewegungsrichtung ist ein flexibles Handling möglich, wobei der Aufbau der Transporteinheit bereits mit wenigen Bauteilen erfolgen kann.
20
25

Das generelle Prinzip eines piezoelektrischen Antriebes ist im Stand der Technik, z. B. in „Ultrasonic Motors – Theory and Application“ von S. Ueha und Y. Tomikawa; Oxford Science Publication, beschrieben und ist hinreichend bekannt. Im Folgenden wird das Prinzip zur Verdeutlichung kurz beispielhaft dargestellt.
30

Die Funktionsweise des Piezomotors wird am Beispiel eines Linearantriebes verdeutlicht, ohne dass hierdurch eine Beschränkung erfolgt. Beispielsweise besteht ein Linearantrieb aus einem Balken. Der Balken ist aus einem Material mit hoher Festigkeit und geringer inneren

Dämpfung, vorzugsweise einem Metall gefertigt, und trägt an beiden Enden je ein piezoaktives Element. Wird nun das erste piezoaktive Element mit Wechsellspannung beaufschlagt, so dass der Balken in Resonanzschwingung versetzt wird, so entsteht im Balken eine stehende Welle aus Längsschwingungen. Resultierend aus der Längsschwingungen des Balkens erfolgt eine Querkontraktion des Balkens an den Stellen, die gerade gedehnt werden sowie eine Querausdehnung an den gestauchten Stellen. Dies führt dazu, dass ein Punkt der Oberfläche des Balkens, der im Rahmen der Erfindung auch als Kontaktpunkt bezeichnet wird, aufgrund der Schwingungen eine kleine Bewegung quer und längs zur Balkenachse ausführt, wobei seine Trajektorie einer elliptischen Bahn folgt.

10 Zum Transport eines Testelementes wird das Testelement im geschilderten Beispiel direkt auf die Kontaktfläche gedrückt. Bei einem Teststreifen für eine Blutzuckerbestimmung handelt es sich dabei in der Regel um ein flaches Gebilde, das im wesentlichen aus einer Trägerfolie aus Kunststoff besteht. Wird der Balken nun durch das piezoelektrische Element in Schwingung versetzt, besteht ein Kontakt der Trägerfolie mit den Kontaktpunkten auf der Oberfläche der Kontaktfläche. Die Trägerfolie und somit das Testelement folgt zunächst aufgrund der wirkenden Reibungskräfte zwischen Trägerfolie und Kontaktfläche der Bewegung der Kontaktpunkte. Für einen kurzen Zeitraum, in dem sich die Bewegungsrichtung der „Kontaktpunkte“ entlang der Trajektorie umkehrt, verliert jedoch das Testelement aufgrund seiner Massenträgheit den Kontakt zur Kontaktfläche und behält seinen

20 Bewegungszustand bei, bevor es erneut aufgrund der wirkenden Kräfte weitertransportiert wird. Das Testelement vollführt daher trotz der intermittierend wirkenden Kräfte eine gleichförmige Bewegung aus. Wird die Schwingungsfrequenz und -amplitude entsprechend auf die Beschaffenheit des zu transportierenden Elementes eingestellt, wird das Testelement entlang der vorgegebenen Bewegungsrichtung transportiert. Ein Transport des

25 Testelementes erfolgt dabei so lange bis die Schwingung des Balkens gestoppt wird oder der Kontakt zwischen Kontaktfläche und Trägerfolie dauerhaft unterbrochen wird. Wird die Schwingung des Balkens gestoppt, wird aus dem dynamischen Kontakt zwischen Testelement und Kontaktfläche ein statischer Kontakt, der die vom Testelement eingenommene Position mit der statisch wirkenden Haftreibungskraft festhält. Während des Transportvorganges betragen folglich die wirkenden Reibungskräfte einen Bruchteil der Haftreibungskraft, die beim Stillstand der Transporteinheit zwischen Testelement und Kontaktfläche wirkt.

Die Kontaktfläche des Balkens und die Tragfolie des Testelementes sind in einer bevorzugten Ausführungsform dabei so ausgebildet, dass bei dauerhaftem Kontakt des Testelemen-

tes mit der Kontaktfläche des Balkens das wirkende Haftreibungsmoment hinreichend groß ist, um eine sichere Positionierung des Testelementes an einen Ort im Analysesystem zu erzielen. Vorteilhafterweise beträgt das Haftreibungsmoment ca. dem 1,5-fachen Wert des Antriebsmoments des Piezomotors, so dass ein Verrutschen des Testelementes verhindert wird, sobald sich die Transporteinheit z. B. während des Messvorgangs in Ruhezustand befindet.

Wird das zweite piezoaktive Element ebenfalls mit Spannung gespeist, kann der Balken nur noch entlang des Bereiches, der von den piezoelektrischen Elementen eingeschlossen wird, eine Schwingung ausführen, so dass die Länge der stehenden Welle und folglich die Resonanzfrequenz des Balkens verändert wird.

In Abhängigkeit davon, ob die piezokeramischen Stapel in Gleich- oder Gegentakt bestromt werden, wird dabei eine rechtsdrehende bzw. linksdrehende Trajektorie durch die Kontaktpunkte ausgeführt, wobei wiederum in Abhängigkeit von der Drehrichtung der Trajektorie das Testelement entlang einer positiven oder negativen Bewegungsrichtung transportiert wird. Vorteilhafterweise beinhaltet das Analysesystem piezoelektrische Elemente, die unabhängig voneinander elektronisch angesteuert werden können, so dass durch eine Ansteuerung der piezoelektrischen Elemente in gleich- oder gegenläufigem Takt die Förderrichtung entlang einer Raumachse umgekehrt werden kann.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, eine Linearbewegung eines zu transportierenden Elementes durch eine stehende Biegewelle zu erzielen - wie nachfolgend noch näher erläutert. Dabei kann mittels aufgesetzter kurzer Stößel auf einen Balken eine intermittierende Antriebskraft erzeugt werden. Eine Umlenkung der Bewegungsrichtung erfolgt durch einen Wechsel zwischen verschiedener Resonanzfrequenz.

Eine flexible Änderung der Förderrichtung ist besonders bei solchen Analysesystemen von Vorteil, die in Folge eines automatisierten Messverfahrens komplexe Bewegungsabläufe umsetzen. Beispielhaft sind hier - wie bereits beschrieben - Leerwertmessungen, bei denen der Teststreifen mehrfach zur Messtechnik hin- und wegtransportiert wird, Rekassetierung, Magazintransport etc. genannt.

Aufgrund der Möglichkeit, die Förderrichtung des Testelementes umzukehren, sind vielfältige Anwendungen des erfindungsgemäßen Systems denkbar. In einer bevorzugten Ausführungsform kann das Testelement vor und/oder nach einer Probenaufgabe zur Detektionseinheit transportiert und relativ zur Detektionseinheit positioniert werden, sowie das Test-

element nach einer Messung zu der Ausgangsposition zurück transportiert werden kann. Ebenfalls kann vorzugsweise ein Testelement nach einer Probenanalyse mittels der Transporteinheit in ein Magazin zurücktransportiert werden, so dass eine Remagazinierung erfolgt. Weiterhin ist es auch denkbar, dass eine weitere Transporteinheit nach der Vermessung eines Testelementes dieses zu einer zweiten Messposition transportiert, so dass anhand des Teststreifens innerhalb eines Analysesystems mehrere Messungen erfolgen. Generell ist die Anzahl weiterer Transporteinheiten in einem Analysesystem nicht beschränkt. Hierbei können die Transporteinheiten sowohl das Testelement für eine erneute Messung relativ zu einer Detektionseinheit positionieren als auch wie bereits beschrieben zur Remagazinierung, Auswurf des Teststreifens, Weitertaktung eines Magazingehäuses oder Teststreifenbandes etc., dienen.

Wird die erfindungsgemäße Transporteinheit z. B. für den Transport von einzelnen oder mehreren Testelementen verwendet, wird bei einer vorteilhaften Ausführungsform das piezoelektrische Element mit einem Detektor kontaktiert, der eine Steuerung des piezoelektrischen Elementes ermöglicht. Hierbei wird beispielsweise ein einzelnes Testelement an einem Ort im Analysesystem von einem Detektor erfasst, wobei eine Remissions- oder Transmissionsänderung bedingt durch eine Bestrahlung des Testelementes detektiert wird. Basierend auf der detektierten Remissions- oder Transmissionsänderung wird ein Signal zur Steuerung des piezoelektrischen Motors generiert. Vorteilhafterweise ist es dabei denkbar, dass die Stromversorgung zum piezoelektrischen Element unterbrochen wird, sobald eine vom Testelement bedingte optische Veränderung im Analysesystem erfasst werden kann. Wird z.B. der Transport des Testelementes unmittelbar nach der Detektion des Testelementes gestoppt, kann somit auf einfache Weise eine exakte Positionierung eines Testelementes an einem definierten Ort im Analysesystem verwirklicht werden.

Prinzipiell kann die Steuerung des Testelementtransportes aufgrund einer von einem Detektor erfassten Remissions- oder Transmissionsänderung unabhängig von der Ausbildung der Transporteinheit realisiert werden. Das Testelement kann hierbei mittels eines piezoelektrischen Motors, Elektromotoren oder anderen, im Stand der Technik hinlänglich bekannten Antrieben, direkt oder indirekt z.B. in einem Magazingehäuse transportiert werden. Generell ist eine derartige Steuerung des Testelementtransportes auf keine spezifische Antriebseinheit für die Transporteinheit beschränkt, sondern muss im wesentlichen nur eine Kontaktierung der Transporteinheit mit einem optischen Detektor aufweisen, so dass in Abhängigkeit einer optisch detektierten Veränderung ein Signal zur Steuerung der Transporteinheit und somit des Transportes des Testelementes generiert

werden kann. Des weiteren kann eine Steuerung der Transporteinheit z.B. auf der Detektion von reflektierender, transmittierender oder lumineszierender Strahlung beruhen, so dass die Erfindung auf keine spezifische optische Detektion beschränkt ist. Im Nachfolgenden wird die Erfindung anhand der Detektion von remittierter oder

5 transmittierter Strahlung beispielhaft veranschaulicht, wobei die Beispiele nicht einschränkend zu verstehen sind. Erfindungsgemäß wird hierbei eine Änderung von optisch detektierbarer Strahlung erfasst, die beispielhaft als Remissions- oder Transmissionshub etc. bezeichnet wird. Die auf diese Weise detektierte Strahlung wird als Detektionswert bezeichnet.

10 Gegenstand der Erfindung ist somit weiterhin ein Verfahren zur Steuerung einer Transporteinheit in einem Analysesystem. Hierfür wird in einer vorteilhaften Ausführungsform zunächst ein Testelement auf eine Transporteinheit eines Analysesystems direkt positioniert, sodass ein direkter Transport des Testelementes durch die Transporteinheit erfolgt. Es ist jedoch auch denkbar, dass ein oder mehrere Testelemente auf einem

15 Transportschlitten, wie bereits beschrieben, positioniert sind, der durch die Transporteinheit befördert wird, sodass ein indirekter Transport der Testelemente im Sinne der Erfindung erfolgt. Beispielsweise ist ein solcher Transportschlitten oder Testelementträger ein Magazinehäuse, das eine Vielzahl von Testelementen beinhaltet, wobei mittels der Transporteinheit z.B. ein Weitertakten des Magazins erfolgt. Die

20 Transporteinheit bewegt das Testelement folglich direkt oder indirekt entlang einer Transportstrecke im Analysesystem an der eine Lichtquelle angeordnet ist. Das Testelement oder der Testelementträger wird mit Licht in einem ersten Wellenlängenbereich bestrahlt, wobei eine optische Veränderung bedingt durch das Testelement oder dem Transportschlitten bzw. Testelementträger detektiert wird. Auf Basis des detektierten

25 Lichtes erfolgt eine Steuerung der Transporteinheit. Des weiteren ist Gegenstand der Erfindung ein System zur Steuerung des Teststreifentransportes, das eine Transporteinheit zum direkten oder indirekten Transport eines Testelementes entlang einer Transportstrecke beinhaltet. Das System weist eine Lichtquelle auf, die entlang der Transportstrecke angeordnet ist und die das Testelement oder den Transportschlitten in

30 einem ersten Wellenlängenbereich bestrahlt. Ein Detektor zur Detektion einer durch das Testelement oder dem Transportschlitten bedingten optischen Veränderungen ist mit der Transporteinheit kontaktiert, so dass in Abhängigkeit eines vom Detektor detektierten Lichtes eine Steuerung der Transporteinheit erfolgt.

Wird ein indirekter Transport des Testelementes mittels eines Transportschlittens realisiert, erweist sich eine reflexionsphotometrische Detektion einer auf dem Transportschlitten aufgetragenen Markierung beispielsweise als vorteilhaft. Erfolgt hingegen ein direkter Transport des Testelementes durch die Transporteinheit, kann das

5 Testelement neben einer Detektion der vom Testelement reflektierten Strahlung auch aufgrund von Transmissions- oder Lumineszenzstrahlung vermessen werden. Hierbei kann die Detektion der durch das Testelement bedingten optischen Veränderung z.B. auf einer von der Trägerfolie des Testelementes reflektierten oder transmittierten Strahlung beruhen. Die Detektion eines entsprechenden Signals erfolgt dann sobald das Testelement entlang

10 der Transportstrecke den Lichtstrahl einer Detektionseinheit zur Steuerung der Transporteinheit kreuzt. Des Weiteren sind Ausführungsformen denkbar, bei denen eine Ausnehmung / Loch im Testelement zur Positionierung genutzt wird. Beispielsweise erfolgt dann ein Stopp des Testelementtransportes nachdem eine optische Veränderung während der Erfassung des Testelementes durch das Loch bedingt wird. Insbesondere bei

15 Transmissionsmessung erlaubt die Detektion einer Ausnehmung im Testelement einen einfachen Aufbau der Detektionseinheit, die bevorzugt erst dann Licht detektiert, wenn die Ausnehmung des Testelementes zwischen Lichtsender und Detektor angeordnet ist. Sind hingegen Trägerfolie oder andere lichtundurchlässige Bereiche zwischen Lichtsender und Detektor angeordnet wird der Strahlengang der Optik blockiert, sodass kein Licht vom

20 Detektor erfasst werden kann. Analoge Ausführungsformen lassen sich natürlich auch für andere Meßverfahren, wie z.B. der Remissionsmessung realisieren. In einer vorteilhaften Ausführungsform wird jedoch die Änderung der vom Testelement reflektierten oder transmittierten Strahlung direkt durch ein Testfeld des Testelementes, welches zur Analyse einer Probe vorgesehen ist, hervorgerufen. Hierfür weist das Testfeld im Vergleich zu dem

25 Trägermaterial des Testelementes einen unterschiedlichen Reflektions- oder Transmissionswert auf, der zur Steuerung der Transporteinheit erfasst wird. Während des Testelementtransportes entlang einer Detektionseinheit, die zur Steuerung der Antriebseinheit vorgesehen ist, erfasst der Detektor zu Beginn des Transportvorgangs zunächst einen ersten Reflektions-, Lumineszenz- oder Transmissionswert. Der vom

30 Detektor erfasste erste Wert wird zunächst durch das Trägermaterial, z.B. eine Trägerfolie, des Testelementes bedingt und ändert sich während des Vorschubes, sobald das Testfeld des Testelementes von der Detektionseinheit erfasst wird. Auf der Basis der so generierten, optisch detektierten Veränderungen erfolgt eine Steuerung der Transporteinheit, die z. B. unmittelbar nach Über- oder Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellenwertes gestoppt

35 wird.

Prinzipiell ist das Verfahren zur Steuerung der Antriebseinheit nicht auf die Detektion eines Schwellenwertes beschränkt. So kann eine Steuerung z. B. auch durch die Erfassung eines Kurvenverlaufes der detektierten Werte sowie hieraus abgeleiteten Werten erfolgen. Ebenso ist die Detektion genau eines Wertes möglich sowie lediglich das Erfassen, ob ein Wert unter- oder überschritten wird. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung einer Antriebseinheit ist folglich nicht auf die Detektion bestimmter Werte beschränkt sondern kann je nach Bedarf beliebig variiert werden.

Die Detektionseinheit zur Steuerung des Transportprozesses wird beispielsweise durch eine oder mehrere zusätzliche Lichtquellen sowie einem Detektor, die entlang der Transportstrecke angeordnet sind und eine Detektionseinheit bilden, verwirklicht. Üblicherweise kann eine derartige Lichtquelle durch eine LED realisiert werden, die bevorzugt in einem Spektralbereich < 600 nm vorzugsweise < 500 nm Licht emittiert. Untersuchungen mit herkömmlichen Testelementen haben ergeben, dass innerhalb dieses Wellenlängenbereiches der Remissionsunterschied zwischen einem herkömmlichen Testträger eines Teststreifens und einem Testfeld am größten ist. In Abhängigkeit des verwendeten Testelements können sich natürlich auch andere Spektralbereiche als geeignet erweisen, so dass die Erfindung auf keinen spezifischen Wellenlängenbereich beschränkt ist. In dem beschriebenen Beispiel besitzt das Analysesystem folglich zusätzlich zu einer ersten Detektionseinheit, die einen Analyten auf dem Testelement vermisst, eine weitere Detektionseinheit zur Steuerung der Transporteinheit.

Die Lage der Detektionseinheiten zueinander ist innerhalb des Analysegerätes dabei vorteilhafterweise so zu wählen, dass beim Anhalten der Transporteinheit das Testfeld des Testelementes unmittelbar in gewünschter Weise relativ zur Messoptik der ersten Detektionseinheit positioniert ist, so dass eine Vermessung und Auswertung des Testfeldes möglich ist. Im Rahmen der Erfindung wird die Position des Testelementes im Analysesystem, an der eine Analyse des Testfeldes erfolgt, als Detektionsstelle bezeichnet, die im beschriebenen Beispiel an der Transportstrecke des Testelementes im Analysesystem angeordnet ist. Eine Positionierung eines Testelementes an der Detektionsstelle ermöglicht folglich im Sinne der Erfindung eine im wesentlichen fehlerfreie Auswertung des Testelementes vorteilhafterweise in einem Auswertungsbereich des Testfeldes, der vollständig von der ersten Detektionseinheit erfasst wird.

Wird zur Steuerung der Transporteinheit das Testfeld direkt erfasst, kann vorteilhafterweise auf die Verwendung einer zusätzlichen Detektionseinheit zur Steuerung der

Transporteinheit im Analysesystem verzichtet werden. Zur Steuerung der Transporteinheit wird dann die im Analysesystem bereits integrierte, erste Detektionseinheit, die zur Auswertung des Testfeldes vorgesehen ist, verwendet. Auf diese Weise kann auf eine zusätzliche Lichtquelle sowie Detektor verzichtet werden, sodass eine Vereinfachung des Geräteaufbaus sowie eine Kostenreduktion erzielt werden kann. Natürlich sind auch Kombinationen der beschriebenen Ausführungsform denkbar, bei denen z. B. nur ein Detektor im System vorgesehen ist, jedoch verschiedene Lichtquellen zur Erstfassung des Testfeldes bzw. zur Analyse des Testfeldes verwendet werden. Prinzipiell ist das erfindungsgemäße System auf kein spezifisches Testelement oder Detektionseinheit zur Bestimmung eines Analyten beschränkt, so dass vielfältige, im Stand der Technik bekannte Analyseverfahren Anwendung finden können. Beispielsweise können elektrochemische Messungen etc. ebenfalls zur Auswertung eines Testfeldes herangezogen werden, wobei gegebenenfalls dann eine zusätzliche optische Detektionseinheit zur Steuerung des Testelementtransportes erforderlich wird.

Wird in einer bevorzugten Ausführungsform nur eine Detektionseinheit im Analysegerät verwendet, detektiert die Detektionseinheit des Analysesystems zunächst die Position des Testfeldes, wobei ein Transportstop des Testelementes unmittelbar nach der Erfassung des Testfeldes bewirkt wird. Anschließend wird vorteilhafterweise in einem anderen Wellenlängenbereich mit derselben Detektionseinheit ein analytspezifisches Signal vom Testfeld des Testelementes vermessen. Aufgrund des beschriebenen Verfahrens wird eine exakte Positionierung des Testfeldes relativ zur Detektionseinheit gewährleistet, die gleichzeitig zur Auswertung des Testfeldes vorgesehen ist. Eine fehlerfreie Positionierung zur Messoptik ist somit zwingend gegeben.

Wird in einer weiteren Ausführungsform das Testfeld zur Steuerung der Transporteinheit von der ersten Detektionseinheit erfasst, wobei jedoch der gleiche Wellenlängenbereich, der auch zur Auswertung eines analytspezifischen Signals herangezogen wird, verwendet wird, kann dies unter Umständen die Messgenauigkeit des Verfahrens ungünstig beeinflussen. Dies ist insbesondere dadurch begründet, dass zunächst ein erster Remissionshub zur Steuerung der Transporteinheit durch das Testfeld erzeugt wird, bevor das Testfeld mit einer Probe beaufschlagt wird. Nach der Probenaufgabe wird ein analytspezifischer, zweiter Remissionshub generiert, der zur Auswertung einer Analytkonzentration herangezogen wird. Der zweite Remissionshub, der zur Auswertung des Analytsignales zur Verfügung steht, ist folglich um den Betrag des ersten Remissionshubes reduziert. In Abhängigkeit des Anwendungsgebietes und des zu bestimmenden Analyten kann eine derartige

Verkleinerung des Remissionshubes unter Umständen zu Ungenauigkeiten in der Analytbestimmung führen. Eine Erfassung des Testfeldes zur Steuerung der Transporteinheit in einem zweiten Wellenlängenbereich, in dem keine Analytbestimmung stattfindet – wie bereits beschrieben –, kann folglich eine Verbesserung der

5 Analysegenauigkeit bedeuten.

Darüber hinaus ist es auch denkbar, dass luminiszierende Substanzen im Testfeld zur Lageerkennung des Testelementes eingesetzt werden. Eine Erfassung des Testfeldes erfolgt dann aufgrund angeregter Lumineszenzstrahlung, deren Anregung beispielsweise im gleichen Wellenlängenbereich, in dem der Analyt vermessen wird, erfolgt. Die

10 luminiszierende Strahlung kann jedoch in einen vom Analytsignal verschiedenen Wellenlängenbereich detektiert werden. In Abhängigkeit des verwendeten Testelementes kann folglich auch eine Detektion des Testfeldes verwirklicht werden, ohne dass verschiedene Wellenlängenbereiche zur Bestrahlung des Testfeldes notwendig sind, wobei gleichzeitig eine hinreichende Analysegenauigkeit gewährt werden kann.

15 Neben der Detektion des Testfeldes, zur Steuerung des Testelementtransportes ist es weiterhin auch denkbar, dass eine Markierung z. B. in Form eines farbigen Balkens zur Detektion und Steuerung des Testelementtransportes vorgesehen ist. Eine optische Detektion eines Testelementes oder Transportschlittens kann somit in vielfältiger Weise realisiert werden. Die Verwendung von zusätzlichen Markierungen erweist sich dabei insbesondere bei einem

20 indirekten Transport von Testelementen als vorteilhaft, bei denen z. B. ein Magazintransport zum Weitertakten eines Magazins realisiert ist. Hierbei können auf dem Magazingehäuse aufgebraachte Markierungen zur Lageerkennung des Magazins dienen, sodass eine exakte Positionierung des Magazingehäuses zu weiteren mit dem Magazingehäuse zusammenwirkenden Gerätebauteilen (wie z. B. Antriebstoßel für

25 Testelemente / Lanzetten etc.) gewährleistet wird.

Die Verwendung einer zusätzlichen Markierung direkt auf dem Testelement, hat darüber hinaus zum einen den Vorteil, dass die Größe eines Remissionsunterschiedes in Abhängigkeit z. B. der Farbe der Markierung ausgewählt werden kann, ohne dass eine Anpassung der Lichtquelle im Analysegerät erforderlich ist. Zum anderem kann durch die

30 Lage der Markierung auf dem Testelement eine gewünschte Positionierung der Markierung relativ zum Testfeld und somit zu Gerätebauteilen im Analysesystem frei gewählt werden. Eine flexible Integration des erfindungsgemäßen Verfahrens/Systems in den Aufbau herkömmlicher Analysegeräte, wird somit ermöglicht. Wird die Markierung auf einem

Testelement in Einschubrichtung jenseits des Testfeldes angeordnet, sind auch Ausführungsformen denkbar, bei denen zunächst das Testfeld erfasst wird und es aufgrund des detektierten Remissionsunterschiedes zunächst zu einer Verlangsamung des Teststreifentransports kommt. Ein Transportstopp erfolgt dann sobald die Markierung
5 einen zweiten Remissionsunterschied bewirkt. Die Verwendung einer zusätzlichen Markierung erlaubt somit neben einer flexiblen Integration des erfindungsgemäßen Systems in herkömmliche Analysegeräte, vielfältige Ausführungsformen zur Steuerung der Transporteinheit. Die Steuerung der Transporteinheit kann dabei prinzipiell auf einfache oder komplexen Verfahrensabläufen beruhen. Neben der Möglichkeit nach der Detektion
10 eines Transmissions- oder Reflektionsunterschiedes etc. einen Transportstopp sofort zu bewirken, kann ein Transportstopp z.B. erst nach einem definierten Zeitintervall nach der Detektion eines vorbestimmten Wertes ausgelöst werden. Weiterhin ist es auch denkbar, dass eine permanente Kontrolle der Positionierung des Testelementes während des Messablaufes durch das Analysesystem erfolgt. Findet z. B. durch äußere Stöße ein
15 Verrutschen eines zuvor exakt positionierten Testelementes während des Messverfahrens statt, kann diese Fehlpositionierung vom System in einer bevorzugten Ausführungsform erkannt werden. Wird z. B. ein Abweichen von einem Schwellenwert detektiert, kann durch eine entsprechende Steuerung und Aktivierung der Transporteinheit die Lage des Testelementes korrigiert werden bis ein vordefinierter Schwellenwert vom Detektor wieder
20 erfasst werden kann. Auf diese Weise wird u.a. sicher gestellt, dass eine Auswertung des Testfeldes nur bei richtiger Positionierung des Testelementes erfolgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann folglich vielfältige Ausführungsformen enthalten, die auch komplexe Transport- und Steuerungsprozesse mit umfasst. Hierbei ist die Detektion mehrerer Schwellenwerte, die einen Transportvorgang in unterschiedlichen
25 Geschwindigkeiten bis hin zum Transportstopp bedingt ebenso denkbar, wie eine Initiierung des Transportvorgangs.

Die beschriebenen Steuerungen des Teststreifentransportes gewährleistet u. a. eine genaue Positionierung eines Testelementes relativ zur Detektionseinheit, so dass ein Testfeld zur Analyse einer Probe sicher erfasst werden kann. Eine exakte Positionierung des Testelementes innerhalb des Analysegerätes kann folglich gewährleistet werden, ohne dass hohe
30 Anforderungen an die Herstellungstoleranzen eines Analysegerätes sowie eines Testelementes gestellt werden. Wird darüber hinaus von einer zusätzlichen Markierung auf dem Testelement Gebrauch gemacht, ergeben sich hieraus zusätzliche vergrößerte Toleranzen sowohl für die Positionierung einer oder mehrere Detektionseinheiten sowie anderer

Gerätebauteile innerhalb des Analysegerätes als auch bei der Testelementproduktion selber. Insbesondere bei Testelemente, die als Einmalartikel in hoher Stückzahl produziert werden, erlaubt eine größere Herstellungstoleranz, eine erheblich Vereinfachung des Produktionsverfahrens und somit eine kostengünstige Herstellung. Toleranzunterschiede, die aufgrund des Herstellungsprozesses bedingt sind, können durch die erfindungsgemäße Steuerung des Teststreifentransportes direkt während des Messverfahrens ausgeglichen werden. Deutliche Kosteneinsparungen insbesondere der Einmalartikel können somit erzielt werden.

Zusätzlich zu einer Detektion des Testelementes an einem Ort im Analysesystem ist es weiterhin denkbar, dass eine Halterung im Analysesystem den Transportvorgang des Testelementes stoppt. Eine derartige Haltevorrichtung kann zum Beispiel durch eine einfache mechanische Barriere in Form eines Anschlages verwirklicht werden. Weiterhin ist es auch denkbar, dass der Transportvorgang nach einer vorbestimmten Zeit gestoppt wird. Hierbei wird aufgrund der piezoelektrischen Transporteinheit eine exakte Berechnung der Transportstrecke pro Zeit erleichtert, so dass nach einer definierten Betriebszeit der Transporteinheit ebenfalls eine exakte Positionierung des Testelements möglich ist.

Eine Aktivierung der Transporteinheit kann beispielsweise durch ein Kontaktelement verwirklicht werden, dass bei Kontakt des Testelementes mit der Kontaktfläche der Transporteinheit die Transporteinheit aktiviert. Es sind natürlich auch jegliche anderen Aktivierungsmechanismen denkbar, wie zum Beispiel ein separates Einschalten der Transporteinheit mittels eines Bedienungsknopfes. Weiterhin beinhaltet die Erfindung ein Verfahren zum Transport eines Testelementes in einem Analysesystem. Hierbei wird der Träger eines Testelementes mit einer Kontaktfläche, einer Transporteinheit in einem Analysesystem in Kontakt gebracht. Mittels eines piezoelektrischen Elementes der Transporteinheit wird die Kontaktfläche der Transporteinheit in Schwingung versetzt. Ist eine Kontaktierung des Trägers des Testelementes mit der Kontaktfläche erfolgt, wird das Testelement entlang einer vorbestimmten Transportstrecke im Analysesystem transportiert. An einem vorbestimmten Ort, an dem das Testelement positioniert werden soll, wird der Transportvorgang des Testelementes gestoppt, so dass eine Positionierung des Testelementes erfolgt.

Bevorzugte Ausführungsformen des Verfahrens ergeben sich wie bereits beschrieben.

Beispielhaft werden nachfolgend einige Figuren zur Veranschaulichung der Erfindung beschrieben.

- 18 -

Figur 1: Balkenförmiges Antriebselement mit zwei piezoelektrischen Elementen

Figur 2: Röhrenförmiges piezoelektrisches Antriebselement

Figur 3: Piezoaktives Element mit Abtriebsstößel

Figur 4: Analysesystem mit piezoelektrischem Motor und Testelementen

5 Figur 5: Trommelförmiges Teststreifenmagazin mit Piezomotor

Figur 6: Teststreifenband

Figur 7: Remissionsabfall während eines Teststreifentransportes bei 452 nm

Figur 8: Remissionsabfall während eines Teststreifentransportes bei Detektion eines schwarzen Balkens

10 Figur 9: Teststreifen mit verschiedenen Beleuchtungszonen

Figur 1 zeigt wesentliche Bestandteile einer Transporteinheit (1). Die Transporteinheit beinhaltet einen Balken aus Messing (4), an dessen Ende jeweils ein Stapel aus Piezokeramikplatten (2) angebracht ist. Die jeweiligen Piezokeramikplatten verfügen über einen separaten elektrischen Anschluss (3). Weiterhin sind die Keramikplatten in der Weise am jeweiligen Ende des Balkens (4) angeordnet, dass sich bei Beaufschlagung einer Wechselspannung an einem der beiden Piezo-Stapel eine stehende Welle aus einer Längsschwingung im Balken bildet, wobei die Bereiche (4a) des Balkens, die jenseits des Piezo-Stapel liegen, solange gewählt werden, dass die Piezostapel im zu erzielenden Wellenbauch der stehenden Welle liegen. Aufgrund der mit der Längsschwingung verbundene Querkontraktion des Balkens führt ein Punkt auf der Oberfläche des Balkens einer elliptischen Bahn einer Trajektorie aus. Wird der zweite Piezostapel nun ebenfalls bestromt, so kann sich die Welle des Balkens nicht mehr über den zweiten Piezostapel hinaus erstrecken in den Bereich 4a. Durch die Bestromung des zweiten Piezostapels verhält sich der Balken nunmehr so, als ob eine effektive Einspannung des Balkens im Analysesystem an den Piezokeramikplatten erfolgt. Werden die beiden Piezostapel im Gleichtakt mit Spannung gespeist, so bilden Punkte auf der Oberfläche des Balkens, eine linksdrehende Trajektorie. Wird der zweite Piezostapel hingegen im Gegentakt bestromt, so wird die sich ausbildende stehende Welle um eine halbe Wellenlänge verschoben. Ein Punkt auf der Oberfläche, der zuvor eine linksdrehende Trajektorie ausgebildet hat, bildet nun eine rechtsdrehende Trajektorie, wodurch sich die För-

derrichtung eines durch die Reibung an den Punkt beförderten Testelement umkehrt. Es ist folglich möglich, durch eine separate Stromversorgung der Piezoelemente sowie durch eine geeignete Wahl der Bestromung, die Förderrichtung entlang des Balkens (4) zu verändern. Ein Analysesystem kann somit beispielhaft ein Testelement von einer Auflagefläche zu der Messtechnik hintransportieren und nach der Messung den Transportvorgang umkehren, so dass das Testelement wieder an einer für den Benutzer leicht zugänglichen Stelle entnehmbar ist.

Figur 2 (a-c) zeigt einen zylindrischen Stab aus Piezokeramik (4), der mit vier Elektroden (2) belegt ist. Die Elektroden umfassen jeweils ca. $\frac{1}{4}$ des Umfangs des zylindrischen Stabs und erstrecken sich über die ganze Länge des Stabes. Die Elektroden werden über die Anschlüsse (3) elektrisch kontaktiert. Bei einer elektrischen Kontaktierung - wie in Figur 2a dargestellt - ergibt sich eine Polarisierung der Keramik, die anhand der gestrichelten Pfeile verdeutlicht wird. Werden jeweils zwei gegenüberliegende Elektroden mit Wechselspannung beaufschlagt, so führt der Stab eine Biegeschwingung aus (s. Abbildung 2c).

Während die beiden anderen Elektroden mit um 90° phasenversetzter Wechselspannung gleicher Frequenz gespeist, so vollführt der Stab eine umlaufende Biegeschwingung, die an der Oberfläche des Stabes im Bereich des Schwingungsbauches zu einer elliptischen Trajektorie eines Oberflächenpunktes führt.

Ein Gegenstand der an diesem Punkt des Stabes angepresst wird, wird wie bereits beschrieben, aufgrund der wirkenden Reibungskräfte mitgenommen. Die Veränderungen des Phasenversatzes zwischen den Spannungen von $+90^\circ$ auf -90° wird die Förderrichtung umgekehrt.

Figur 3 a zeigt eine Transporteinheit (1) mit Abtriebsstößel. Das piezoaktive Element (2) ist mit einem Balken (4) kontaktiert. Auf dem Balken (4) sind Stößel (7) positioniert, die eine verbesserte Transporteigenschaft der Transporteinheit bewirken. Wird der Balken (4) durch das piezoaktive Element in Schwingung versetzt, führt der Balken eine Biegeschwingung aus und eine Biegestehwelle (8), wie sie in Fig. 3 b dargestellt ist, wird im Balken angeregt. Wie bereits beschrieben, bewirkt die Schwingung (9) des Balkens (4), dass Kontaktpunkte der Oberfläche eine elliptische Bewegung ausführen. Befinden sich an den Kontaktpunkten der Oberfläche Abtriebsstößel (7), wird in Abhängigkeit von der Länge der Abtriebsstößel (7) eine Vergrößerung der Bahnkurve der Kontaktpunkte, die sich nun auf der Oberfläche des Antriebsstößels befinden, bedingt. Aufgrund der vergrößerten Trajektorie der Kontaktpunkte wird ein verbesserter Transport eines zu transportierenden Elementes

(10), das auf den Abtriebsstößeln aufliegt, ermöglicht. Beispielsweise kann eine derartige Transporteinheit Kräfte im Bereich von 5 Newton und eine Geschwindigkeit von 80 mm/s bei einer Resonanzfrequenz von 22,31 kHz leisten. Ein Wechsel der Bewegungsrichtung erfolgt hierbei durch Beaufschlagung einer geänderten Resonanzfrequenz.

- 5 Figur 4 zeigt ein Analysesystem mit einer Transporteinheit, bei der ein Teststreifen direkt von piezoelektrischen Elementen angetrieben wird.

Hierfür wird zunächst ein Teststreifen (15) aus einem Magazin (11) mittels eines Stößels (12) entlang der Bewegungsrichtung (14) hinausgeschoben, bis der Teststreifen (15) die Transporteinheit kontaktiert. Die Transporteinheit ist im wesentlichen analog zu der

10 Transporteinheit in Fig. 3a ausgebildet und verfügt über zwei Balken(4), die mit Abtriebsstößel (7) ausgestattet sind. Die Balken (4) sind mit piezoaktiven Elementen (2) verbunden und werden durch diese in Schwingung versetzt, sobald die Transporteinheit aktiviert wird. Die Balken (4) bzw. die piezoaktiven Elemente (2) werden durch Federelemente (16) gegeneinander gespannt und positioniert. Kommt der Teststreifen (15) mit der Transport-

15 einheit (1) in Kontakt, wird der Streifen von den Abtriebsstößeln (7) erfasst. Angeregt durch die Piezoelemente (2) auf den Außenseiten der Balken (4) geraten die Abtriebsstößel so in Schwingung, dass Kontaktpunkte auf der Oberfläche der Abtriebsstößel eine elliptische Bewegungen ausführen, wodurch das Testelement (15) entlang der Transportstrecke bewegt wird. Prinzipiell kann der Transport des Streifen an beliebigen Stellen im Analyse-

20 system gestoppt werden. Im dargestellten Beispiel wird zur Steuerung der Transporteinheit ein Testbezirk (15a) des Testelementes (15) an einem Ort im Analysesystem erfasst und die Transporteinheit gestoppt, sobald eine Detektion des Testbezirk (15a) erfolgt ist. Zur Detektion des Testbezirk (15a) wird eine Detektionseinrichtung (17) verwendet, die ebenfalls zur optischen Analyse des Testbezirks (15a) dient. Wird der Transport des Teststreifen

25 nach der Detektion des Testbezirks (15a) unmittelbar gestoppt, wird somit gewährleistet, dass der Testbezirk (15a) relativ zur Detektionseinrichtung (17) richtig positioniert vorliegt. Fehler bei der Analyse einer Probe im Testbezirk, die aufgrund einer fehlerhaften Positionierung des Streifen verursacht werden, können somit vermieden werden. Die Detektionseinrichtung (17) verfügt im wesentlichen über eine Lichtquelle (18) zur Bestrahlung

30 des Testbezirks und einen Sensor (19), der die vom Testbezirk reflektierte Strahlung detektiert. Wird der Transport des Testelementes gestoppt, gewährleisten neben der wirkenden Haftreibungskraft zwischen Kontaktfläche der Antriebseinheit und dem Teststreifen die Federelemente (16) eine exakte Positionierung des Streifens am Zielort. Wird die Frequenz, die an den piezoaktiven Elementen (2) anliegt, geändert, kann die Förderrichtung des Test-

elementes umgekehrt werden, so dass ein rückwärtiger Transport des Streifen erfolgt. Eine Rekassettierung des Teststreifens in das Magazin (11) ist hierdurch realisierbar.

Neben der Beförderung eines streifenförmigen Testelements ist es weiterhin auch denkbar, dass Streifenkassetten, die zur Magazinierung von Teststreifen dienen, selbst durch die
5 Transporteinheit bewegt werden. Beispielhaft kann eine zylindrische Teststreifenkassette aufgrund des Antriebes eine Rotation ausführen, so dass sukzessive Teststreifen aus der Kassette entnommen werden können und ein Weitertakten eines Teststreifenmagazins verwirklicht werden kann. Dabei erweist es sich als vorteilhaft, das Magazin nicht direkt mit der Kontaktfläche der Transporteinheit zu kontaktieren, da das Magazingehäuse häufig
10 aufgrund von Handhabungsschritten Verunreinigungen, wie z. B. Fette, aufweist. Bedingt durch derartige Verunreinigungen können Reibungsmomente zwischen Kontaktfläche und Gehäuse so stark verändern werden, dass die Funktionstüchtigkeit des Piezomotors beeinträchtigt wird. Es erweist sich deshalb als vorteilhaft, das Magazingehäuse mittels eines zusätzlichen Gerätebauteils anzutreiben, das im Piezomotor die Funktion eines Transportschlittens erfüllt.
15

Wird ein Teststreifen anstelle eines Magazingehäuses direkt transportiert, kann häufig auf einen zusätzlichen Transportschlitten verzichtet werden, da das Testelement aufgrund von Herstellungsprozessen staub- und fettfrei aus einer Kassette entnommen werden kann. Wird kein automatisches Handling der Testelemente vom Analysesystem geleistet, so dass
20 der Benutzer das Testelement händig in das Gerät einführen muss, kann sich auch hier u. U. die Verwendung eines Transportschlittens als vorteilhaft erweisen.

Figur 5 zeigt einen Antrieb für ein trommelförmiges Teststreifenmagazin, wie es im Stand der Technik bekannt ist, und von der Firma Roche im Analysesystem AkkuChek® Compact eingesetzt wird. Das Magazin (11) verfügt über eine Mehrzahl von Testelementen (nicht
25 gezeigt), die in einzelnen Kammern des Magazins gelagert werden. Um die Qualität der Testelemente nicht zu beeinträchtigen ist das Magazin mit einer Folie an den Trommelenden versiegelt. Des weiteren verfügt das Magazin in seinem oberen Bereich über eine zusätzliche Trommel (21), die das Magazin am oberen Ende ausschließlich oder zusätzlich zu einer Folie verschließt. Um eine kompakte Bauweise des Analysegerätes zu erzielen ist der
30 Piezomotor zum Weitertakten des Magazins in die Trommel (21) integriert. Die Trommel und somit das Magazin wird mittig auf einer Achse (25) im Analysesystem gelagert und positioniert. Im Trommelinneren ist ein Ring (2) aus piezoelektrischen Material positioniert, der mit Lamellen (23) verbunden ist, die die Kontaktfläche der Transporteinheit ausbilden.

Durch Eigenelastizität der Lamellen (23) sind die Lamellen vorgespannt, so dass ein Kontakt der Transportfläche zur Innenseite (21a) der Trommel (21) sicher gestellt werden kann. Die Lamellen (23) sind dabei so gebogen, dass die Lamellen halbtangential in eine Drehrichtung weisen. Wird der piezoelektrische Ring (2) mit Wechselfspannung beaufschlagt, werden die Lamellen in Schwingung versetzt. Wird die Frequenz entsprechend der Resonanzfrequenz der Lamellen ausgewählt, bilden Kontaktpunkte auf der Oberfläche der Lamellen, die mit der Trommelinnenseite (21a) kontaktiert sind, eine elliptische Trajektorie aus. Entsprechend dem bereits allgemein dargestellten Prinzip findet hierdurch ein Trommeltransport statt, so dass das Magazingehäuse um seine Achse (25) gedreht wird. Im Trommelinneren sind weiterhin Haltestrukturen (24) positioniert, so dass die Lamellen (23) und der Piezoring (2) selbst gegen Drehung gesichert sind. Zum Austreiben der Testelemente aus der Trommel ist eine Schubstange (12) vorhanden, die ein Außengewinde trägt. Auf diese Gewinde aufgeschraubt sitzt ein Rotor (27), der von einem weiteren Piezomotor (28) angetrieben wird. Der Piezomotor (28) ist rohrförmig ausgebildet und ist im Rohrinne mit einer Masseelektrode kontaktiert. An der Rohraußenwand des Piezomotors (28) sind drei Arbeitselektroden angebracht (nicht gezeigt). Werden die Elektroden mit drei Phasen Wechselfspannung beaufschlagt, wird hierdurch eine Dehnungsschwingung induziert, die an den Stirnflächen (Kontaktfläche) des rohrförmigen Motors eine umlaufende Wellenbewegung erzeugt, durch die der Rotor (27) mitgenommen wird. Dabei wird die Schubstange (12) vorwärts geschraubt, so dass sie durch das Loch (29) im Trommelboden in das Magazin eindringen kann. Bei Phasenumkehr der Wechselfspannung kehrt sich die Drehrichtung um und die Schubstange wird zurückgezogen.

Figur 6a und b zeigt ein Analysegerät, in dem eine Vielzahl von Testelementen auf einen Teststreifenband angeordnet sind. Eine Magazinierung der Testelemente erfolgt hierbei durch eine Spule, auf der das Teststreifenband aufgewickelt vorliegt. Nach dem Gebrauch eines Testelementes wird der benutzte Teil des Bandes auf einer weiteren Spule aufgerollt, gemäß dem im Stand der Technik bekannten Prinzip, wie es z. B. auch bei Tonbandkassetten Anwendung findet. Eine Remagazinierung von bereits gebrauchten Testelementen kann somit verwirklicht werden. Analysegeräte, die Testelemente, wie beschrieben, verwenden, sind z. B. in den Dokumenten WO US 02/18159 und EP 02 026 242.4 beschrieben.

- 23 -

In dem Kassettengehäuse (31) werden die Spulen (32 und 33) des Testbandes auf einem Wickelkern gelagert. Der Kern für die Abfallspule(33) hat eine Mitnehmerstruktur, in die der Mitnehmer (34) seitens des Gerätes eingreift. Die Unterseite des Mitnehmers (34) ist als hohle Trommel (21) ausgebildet, in der beispielsweise ein Piezomotor, bestehend aus
5 einem Piezoring (2) und Lamellen (23), eingespannt ist. Die Lamellen (23) sind in einer Drehrichtung verbogen, so dass eine Federklemmung in der Trommel gewährleistet wird. Wird der Piezoring (2) mit Wechselfspannung beaufschlagt, so werden die Lamellen (23) in Schwingungen versetzt, analog dem Prinzip, wie es bereits in Figur 5 Anwendung findet. Auf diese Weise wird eine Rotation des Mitnehmers (34) bewirkt, wobei sich die
10 Abfallspule (33) im Uhrzeigersinn dreht. Um eine Drehung des Piezomotors selbst zu vermeiden sind ebenfalls Haltestrukturen (24) vorgesehen. Prinzipiell ist natürlich auch die Verwendung von Elektromotoren etc. vorstellbar. Hierbei müssen jedoch Größe und Kosten des Motortyps jeweils für das Anwendungsgebiet überprüft werden. Ebenso sollte darauf geachtet werden, dass es aufgrund von Schmiermitteln oder anders bedingten
15 Ablagerungen des jeweiligen Motors zu keinen Verunreinigungen des Testelementes kommt,

Zur Beförderung der Testelemente im Analysesystem bewirkt nun der Piezomotor eine Drehbewegung des Mitnehmers, so dass die Abfallspule (33) und hierdurch bedingt die
20 Bandspule (38) rotiert und das Teststreifenband (32) um einen definierten Betrag auf die Spule (33) aufgewickelt wird. Hierbei erfolgt der Teststreifentransport, in der Weise, dass ein Testfeld auf dem Teststreifenband oberhalb einer im Gerät befindlichen Optik (37) positioniert wird. Eine exakte Positionierung des Testfeldes relativ zur Optik wird dabei, wie bereits beschrieben, durch eine wirkende Haftreibungskraft zwischen Lamellen und
25 Mitnehmer gewährleistet. Zusätzlich sorgen Umlenkrollen (35) und eine passive Bremse der Bandspule (38) (nicht dargestellt) für eine sichere und feste Führung des Bandes. Die Steuerung der Transporteinheit wird vorzugsweise durch die im Gerät befindliche Optik realisiert. Ein Transportstopp erfolgt z. B. sobald das Testfeld von der Optik erfasst werden kann. Natürlich sind auch Ausführungsformen mit Merkmalskombination, wie bereits
30 geschildert, denkbar, so dass z. B. eine zusätzliche Optik verwendet wird, oder zusätzliche Markierungen auf den Teststreifenband vorgesehen sind. Wird eine Probe (39) auf das so positionierte Testfeld aufgegeben, kann eine optische Bestimmung mittels der Optik (37) eines Analyten in der Probe erfolgen. Anschließend wird das benutzte Testfeld durch einen Weitertransport des Bandes auf die Abfallspule aufgewickelt und somit remagaziniert. Ein

komfortables Abfallhandling von gebrauchten Testelementen wird auf diese Weise verwirklicht.

Des weiteren ist eine kompakte Bauweise eines Analysesystems möglich, da der Piezomotor
5 in unmittelbarer Nähe zu den Testelementen angeordnet ist.

Figur 7 zeigt beispielhaft den Kurvenverlauf gemessener Remissionswerte während eines Teststreifentransportes vor Probenaufgabe. Hierbei wird die Transportstrecke [mm] gegen den detektierten Remissionswert aufgetragen (die Remission wurde auf den Remissionswert der Farbe Weiß normiert, sodass ein relativer Remissionswert in den
10 Grafiken dargestellt wird.). Ein Transport des Teststreifens erfolgt beispielsweise mittels eines Piezoelektrischen Motors. Es sind jedoch auch jegliche andere Formen von Antriebseinheiten, z. B. Elektromotoren, wie sie im Stand der Technik hinlänglich bekannt sind, denkbar. Zur Bestrahlung des Testelementes wurde als Lichtquelle ein LED verwendet, das im Bereich von 452 nm Licht emittiert. Das LED wird zusätzlich zu der
15 ersten Detektionseinheit zur Auswertung des Testfeldes in das Analysesystem integriert und dient ausschließlich zur Positionserkennung des Testfeldes. Hierfür emittiert die LED Strahlung in einen Wellenbereich, der nicht zur Vermessung eines Analyten vorgesehen ist. Das vom Testfeld reflektierte Licht wird jedoch von einem Detektor der Detektionseinheit erfasst, so dass auf einen zusätzlichen Detektor verzichtet werden kann. Wird das
20 Testelement entlang der Transportstrecke zu der Detektionseinheit zur Vermessung des Testfeldes transportiert, wird zunächst der Träger des Testelementes von der zusätzlichen Lichtquelle im Analysesystem bestrahlt. Im gezeigten Beispiel beinhaltet das Testelement eine weiße Trägerfolie, die das Licht nahezu vollständig reflektiert. Es ergibt sich ein Remissionswert von der von der Trägerfolie reflektierten Strahlung von 1 in einem ersten
25 Bereich (46) der Kurve. Nach dem Transport des Testelementes um 1,5 mm fällt der detektierte Remissionswert in einen zweiten Bereich (47) der Kurve ab und erreicht ein Minimum von ca. 0,25. In dieser Position befindet sich das Testfeld des Testelementes oberhalb der Detektionseinheit im Analysegerät, wobei der gemessene Remissionswert durch die Erfassung des Testfeldes selber generiert wird. In eine vorteilhafte
30 Ausführungsform wird der Teststreifentransport in diese Position gestoppt, wobei eine Platzierung des Testfeldes oberhalb der Detektionseinheit resultiert. Beispielsweise kann ein unmittelbarer Transportstopp ausgelöst werden, wenn der Remissionswert einen Schwellenwert von $< 0,6$ unterschreitet.

- Darüber hinaus ist es denkbar, dass neben der Steuerung des Testelementtransportes über einen Schwellenwert auch komplexe Steuermechanismen eingesetzt werden, die z. B. zunächst eine Verlangsamung des Teststreifentransportes bei einem ersten Remissionsabfall bewirken. Erst wenn ein weiterer vordefinierter Remissionswert detektiert wird erfolgt schließlich ein Transportstopp. Durch einen zunächst verlangsamten Transport, wie beschrieben, wird eine hochpräzise Steuerung des Testelementtransportes möglich und folglich eine exakte Positionierung des Testfeldes relativ zur Detektionseinheit, ohne dass hohe Anforderungen an die Herstellungstoleranzen des Testelementes oder an das Analysegerät gestellt werden.
- Figur 8 zeigt im Remissionsverlauf während eines Teststreifentransportes gemäß dem im Figur 7 gezeigten Beispiel bei einer Wellenlänge von 452 nm sowie 525 nm. Der Kurvenverlauf bei den unterschiedlichen Wellenlängen verhält sich qualitativ identisch, so dass zunächst bei der Detektion der weißen Trägerfolie eines Testelementes von einer 100%igen Remission ausgegangen wird. Aufgrund der Detektion des Testfeldes erfolgt ein Remissionsabfall, der bei einer Wellenlänge von 452 nm einen Plateauwert von ca. 0,25 aufweist, so dass ein maximaler Remissionshub von 0,75 zwischen der Trägerfolie des Testelementes und des Testfeldes erzielt werden kann. Wird bei einer Wellenlänge von 525 nm gemessen, wird ein Plateauwert bei der Detektion des Testfeldes von 0,6 erzielt, wobei sich ein Remissionshub von 0,4 ergibt. Dieser Plateauwert wird bereits bei einer Transportstrecke von ca. 2,5 mm erzielt. Im gezeigten Beispiel erfolgt nach Detektion des Testfeldes kein Stopp des Transportvorganges, so dass der Testelementtransport zunächst fortgesetzt wird bis die Detektion eines zweiten Remissionshubes, der durch einen Schwarzbalken auf den Teststreifen bedingt wird, in einen dritten Bereich (48) des Kurvenverlaufes erfolgt. Aufgrund der schwarzen Markierung fällt die Remission auf einen Wert von 0,1 ab, wobei ein Transportstopp initiiert werden kann, sobald ein Schwellenwert von 0,15 unterschritten wird. Ein Remissionshub gegenüber der Detektion des Testfeldes ergibt sich entsprechend und beträgt bei einer Messung bei 525 nm ca. 0,5. Die beschriebenen Kurvenverläufe verdeutlichen beispielhaft die unterschiedlichen Möglichkeiten, die sich in Abhängigkeit des Testelementes bzw. des Analysegerätes für das erfindungsgemäße Verfahren ergeben. Erfolgt eine Vermessung des Teststreifens bei 525 nm resultiert bei der Verwendung einer schwarzen Markierung auf dem Testelement ein deutlicher Remissionshub zwischen Testfeld und Markierung, sodass die Verwendung eines schwarzen Balkens in dem genannten Wellenlängenbereich zu empfehlen ist. Erfolgt hingegen die Messung bei 452 nm kann auf die zusätzliche Markierung verzichtet werden,

da sich in diesem Wellenlängenbereich bereits ein hinreichend ausgeprägter Remissionshub zwischen Trägerfolie und Testfeld zeigt. Ebenso wird jedoch auch deutlich, dass die Vermessung eines analytspezifischen Signals bei 452 nm vermutlich kaum ein zufriedenstellendes Ergebnis liefern wird. Eine analytspezifische Absorption des Lichtes kann sich ausschließlich innerhalb eines Remissionshubes von max. 0,2 abbilden. Die Auswertung einer Analytkonzentration auf Basis eines derartig geringen Remissionshubes erweist sich jedoch häufig als fehlerhaft und sollte deshalb vermieden werden. Wird das Testfeld hingegen mit einer Wellenlänge von 525 nm bestrahlt, verbleibt ein Remissionshub von 0,6, der zur Auswertung eines analytspezifischen Signals ggf. als hinreichend angesehen werden kann. Wird bei einer Wellenlänge von 525 nm zur Positionserkennung des Testelementes jedoch ein Remissionsunterschied zwischen der Trägerfolie des Testelementes und dem Testfeld als nicht hinreichend groß angesehen, kann von einer zusätzlichen schwarzen Markierung wie im Beispiel beschriebenen Gebrauch gemacht werden. Auf diese Weise liefert die Verwendung einer einzigen Lichtquelle mit hinreichender Genauigkeit gleichzeitig die Erfassung des Testelementes zur Lageerkennung im Analysegerät, als auch eine Analyse einer Probe. Auf eine zusätzliche Lichtquelle im Analysegerät kann somit verzichtet werden.

Figur 9a-9d zeigt beispielhaft verschiedene Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens / Systems anhand verschieden angeordneter Beleuchtungszonen auf einem Teststreifen. Die hieraus resultierenden Anordnungen von Lichtsendern ist beispielhaft gewählt und zeigt nur einige mögliche Ausführungsform. Prinzipiell sind natürlich jegliche Anordnungen denkbar, die eine optische detektierbare Veränderung während des Teststreifentransportes erzeugen, so dass eine Steuerung der Transporteinheit entsprechend erfolgen kann.

Der in Figur 9a gezeigte Teststreifen verfügt über eine weiße Trägerfolie und ein hiervon farblich unterschiedliches Testfeld (45). Die eingezeichneten Zonen 41, 42 und 43 geben die Bereiche auf dem Testelement wieder, die von drei verschiedenen Lichtquellen im Analysesystem bestrahlt und entsprechend vermessen werden. Im Rahmen der Erfindung werden diese Bereiche als Beleuchtungszonen bezeichnet. Die mit 42 und 43 gekennzeichneten Bereiche des Testelementes dienen hierbei zur Vermessung des im Testfeld enthaltenen Analyten und sind mittig im Testfeld positioniert, wo der Auswertungsbereich des Testfeldes definiert wird. In dem mit 41 gekennzeichneten Bereich wird zusätzlich eine Messung zur Unterdosierungserkennung, wie sie im Stand der Technik hinlänglich bekannt sind und z. B. in DE 10248555.0 beschrieben werden, realisiert.

- Prinzipiell kann das System um Lehrwert-, Weißwert- oder Schwarzwertmessung, wie sie im Stand der Technik ebenfalls u.a. in DE 10163775.6 beschrieben werden je nach Bedarf ergänzt werden. Der Bereich 41 ist folglich in bekannter Weise, wie er in herkömmlichen Systemen Verwendung finden, auf dem Testfeld (45) angeordnet und steht beispielhaft für
- 5 mögliche Ausführungsformen, die zur Auswertung eines Testelementes üblicherweise benutzt werden. Die erfindungsgemäße Steuerung des Teststreifentransportes erfolgt jedoch unabhängig von derartigen Ausführungsformen, so dass zur Verdeutlichung der Erfindung in den Abbildungen 9a-d lediglich die Beleuchtungszone 44 variiert werden, die erfindungsgemäß zur Steuerung der Transporteinheit Verwendung finden.
- 10 In den in Figur 9a dargestellten Beleuchtungszone 44 werden sowohl Bereiche des Testfeldes als auch der Trägerfolie des Teststreifens erfasst. Eine Vermessung des gekennzeichneten Bereiches bedingt folglich eine Remissionsänderung, die sowohl auf der von der Trägerfolie als auch vom Testfeld reflektierte Strahlung basiert. Ein Schwellenwert zur Steuerung des Transportprozesses wird entsprechend den so erhaltenen
- 15 Remissionsunterschieden angepasst. Ein Stopp des Teststreifentransportes wird unmittelbar bei der Unterschreitung eines hierdurch definierten Schwellenwertes initiiert. Nach dem Transportstopp des Teststreifens liegt das Testelement in einer entsprechenden Position vor, so dass der Auswertebereich 41 des Teststreifens vollständig von der Detektionseinheit erfasst werden kann.
- 20 In Figur 9b ist die Beleuchtungszone 44 entsprechend zu Figur 9a angeordnet, so dass sowohl Bereiche der Trägerfolie, als auch des Testfeldes erfasst werden. Hierbei ist jedoch die Beleuchtungszone an einem äußeren Rand des Testelementes positioniert. Auf diese Weise können Störungen durch eine auf dem Testfeld aufgegebene Blutprobe verhindert werden, die einen nicht reproduzierbaren Remissionshub verursachen würden. Hierbei macht man
- 25 sich zunutze, dass in dem gezeigten Beispiel die Blutabgabe in einem vorderen Bereich 50 des Testelementes erfolgt und die Probe mittels eines Kapillarspalts ausschließlich in die Mitte des Testfeldes geleitet wird. Der Randbereich des Testfeldes, in dem die Beleuchtungszone 44 platziert ist, kommt somit nicht mit der Probe in Kontakt. Die Erfassung eines vorbestimmten Remissionshubs wird folglich auf einfache Weise
- 30 reproduzierbar gewährleistet, ohne dass mit störenden Einflüssen durch die Probenaufgabe gerechnet werden muss.

In Figur 9c sind die entsprechenden Beleuchtungszone 44 innerhalb des Testfeldes in einem Randbereich, der nicht bei einer Probenaufgabe kontaminiert wird, angeordnet. Im

Vergleich zur Figur 9b weist das Testfeld zwei Beleuchtungszonen 44, auf, die von zwei LEDs im Analysesystem bestrahlt werden. Da beide Beleuchtungszonen innerhalb des Testfeldes liegen, wird ein Remissionswert des vom Testfeld reflektierten Lichtes, entsprechend den in Figur 7 und 8 dargestellten Werten in Abhängigkeit der verwendeten Wellenlänge erfasst. Dabei werden die jeweiligen Schwellenwerte zur Steuerung des Teststreifentransportes entsprechend ausgewählt. Hierbei macht man sich die Anordnung zweier Beleuchtungszonen zu nutze. Bei dem Transport des Teststreifens wird zunächst ein erster Remissionshub durch Bestrahlen des ersten Bereiches 44 des Testfeldes detektiert. Hierdurch bedingt erfolgt zunächst eine Verlangsamung des Testelementtransportes. Wird ein zweiter Remissionshub durch die Bestrahlung der zweiten Beleuchtungszone im Testfeld erfasst, wird der Testelementtransport gestoppt. Die Position der beiden Beleuchtungszonen 44 innerhalb des Testfeldes sind dabei so gewählt, dass der Auswertungsbereich des Testfeldes zwischen den beiden Beleuchtungszonen liegt, so dass eine vollständige Erfassung des Auswertungsbereiches (42, 43) sicher gewährleistet werden kann.

Figur 9d zeigt ein Testelement mit einer zusätzlichen Markierung 51 zur Steuerung des Teststreifentransportes, die sich in Form eines schwarzen Balkens über die Breite des Testelements vollständig erstreckt. Gemäß Figur 8 erfolgt ein Teststreifentransportstopp, sobald ein Remissionshub, der durch die Detektion der Markierung bedingt wird, erfasst werden kann. Aufgrund der räumlichen Trennung des Testfeldes und der Markierung sind in einem Analysesystem zur Vermessung des in Figur 9d gezeigten Streifens zwei Detektionseinheiten integriert. Die Markierung auf dem Testelement so wie die Detektionseinheiten, sind dabei so zueinander orientiert, dass der Auswertungsbereich des Testfeldes oberhalb der Messoptik der ersten Detektionseinheit positioniert ist, sobald die von der Markierung reflektierte Strahlung von der zweiten Detektionseinheit erfasst wird. Ein sofortiger Transportstopp des Testelementes führt dann zu einer exakten Positionierung des Testfeldes relativ zur ersten Detektionseinheit.

Prinzipiell sind vielfältige Möglichkeiten denkbar, eine Beleuchtungszone 44 zur Steuerung des Teststreifentransportes auf einem Teststreifen anzuordnen. Die angeführten Beispiele zeigen nur einige Ausführungsformen, die beispielhaft die vielfältigen Möglichkeiten veranschaulichen, wobei die Beleuchtungszonen, der Auswertebereich des Testfeldes, sowie der oder die Lichtsender sowie Detektoren entsprechend aufeinander angepasst werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Analysesystem zur Bestimmung eines Analyten in einer Probe, beinhaltend
 - eine Detektionseinheit zur Detektion mindestens eines Signals, das durch einen Analyten in einer Probe verändert wurde, sowie
 - eine Auswertungseinheit zur Bestimmung mindestens eines Analyten in der Probe auf Basis des mindestens einen Signals, und
 - eine Transporteinheit mit einer Kontaktfläche, wobei
 - die Kontaktfläche zur direkten oder indirekten Kontaktierung des Analysesystems mit einem Testelement, auf dem eine Probe aufgebracht werden kann, geeignet ist und
 - die Transporteinheit mindestens ein piezoelektrisches Element beinhaltet, das die Kontaktfläche der Transporteinheit in Schwingung versetzt, wobei
 - ein Testelement entlang einer definierten Transportstrecke im Analysesystem transportiert wird, sobald die Kontaktfläche der Transporteinheit mit einem Testelement direkt oder indirekt kontaktiert wird und durch das mindestens eine piezoelektrische Element die Kontaktfläche in Schwingung versetzt ist.
2. Analysesystem gemäß Anspruch 1,
das zur Analyse eines Testelementes verwendet wird, wobei das Testelement einen Träger und einen Auswertebereich, auf dem eine Probe aufgebracht wird, beinhaltet.
3. Analysesystem gemäß Anspruch 1 oder 2,
bei dem das Testelement in einem Magazingehäuse vorliegt.
4. Analysesystem gemäß Anspruch 1 oder 2,
bei dem die Transportstrecke entlang einer Detektionsstelle im Analysesystem angeordnet ist.
5. Analysesystem gemäß Anspruch 1 oder 2,
mit mindestens zwei piezoelektrischen Elementen, die unabhängig voneinander elektronisch angesteuert werden.

- 30 -

6. Analysesystem gemäß Anspruch 1 oder 2,
bei dem das piezoelektrische Element mit einem Detektor kontaktiert ist, und der
Detektor zur Steuerung des mindestens einen piezoelektrischen Elementes dient.
- 5 7. Analysesystem gemäß Anspruch 6,
bei dem der Detektor Bestandteil der Detektionseinheit ist.
8. Analysesystem gemäß Anspruch 6 oder 7,
bei dem der Detektor den Auswertebereich eines Testelementes erfasst.
- 10 9. Analysesystem gemäß Anspruch 2,
bei dem die Kontaktfläche der Transporteinheit und der Träger des Testelementes so
beschaffen sind, dass im Ruhezustand der Transporteinheit Haftreibungskräfte zwi-
schen Kontaktfläche und Träger in dem Maße wirken, dass das Testelement relativ zur
15 Transporteinheit ortsfest positioniert wird.
10. Analysesystem gemäß Anspruch 1 oder 2,
bei dem die Transporteinheit ein Kontaktsensor beinhaltet, der durch einen Kontakt
eines Testelementes mit der Kontaktfläche der Transporteinheit die Transporteinheit
20 aktiviert.
11. Analysesystem gemäß Anspruch 1 oder 2,
bei dem die Transporteinheit die Rotation eines Mitnehmers bewirkt, der zur Lage-
rung und Positionierung einer Spule geeignet ist.
- 25 12. Analysesystem gemäß Anspruch 11,
das zur Verwendung eines auf einer Spule aufgewickelten Teststreifenbandes geeignet
ist.

13. Verfahren zum Transport eines Testelementes in einem Analysesystem, beinhaltend
- Kontaktieren eines Testelementes direkt oder indirekt mit einer Kontaktfläche einer Transporteinheit in einem Analysesystem, davor oder anschließend
- 5
- Aktivierung eines piezoelektrischen Elementes der Transporteinheit, so dass die Kontaktfläche der Transporteinheit in Schwingung versetzt wird,
 - Transport des Testelementes aufgrund der in Schwingung versetzten Kontaktfläche entlang einer vorbestimmten Transportstrecke im Analysesystem,
 - Stoppen des Transportvorganges des Testelementes, so dass das Testelement an
- 10
- einem vorbestimmten Ort im Analysesystem positioniert wird.
14. Verfahren gemäß Anspruch 13,
bei dem das Testelement relativ zu einer Detektionsstelle einer Detektionseinheit positioniert wird.
- 15
15. Verfahren gemäß Anspruch 13,
bei dem das Testelement in einem Magazin remagaziniert wird.
16. Verfahren gemäß Anspruch 13,
20 bei dem ein Analysesystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 verwendet wird.
17. Analysesystem gemäß Anspruch 1,
bei dem ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 13 bis 15 verwendet wird.

18. Verfahren zur Steuerung einer Transporteinheit in einem Analysesystem, beinhaltend
- Kontaktierung eines Testelementes direkt oder indirekt mittels eines Testelementträgers mit einer Transporteinheit eines Analysesystems, wobei die Transporteinheit zum Transport des Testelementes entlang einer Transportstrecke im Analysesystem befähigt ist, sowie
 - Transport des Testelementes entlang der Transportstrecke,
 - Bestrahlung des Testelementes oder des Testelementträgers in einem ersten Wellenlängenbereich mit einer Lichtquelle, die entlang der Transportstrecke angeordnet ist, und
 - Detektion einer optischen Veränderung die durch das Testelement oder den Testelementträger bedingt ist, wobei
 - eine Steuerung der Transporteinheit im Analysesystem auf der Basis der detektierten optischen Veränderung erfolgt.
19. Verfahren gemäß Anspruch 18,
bei dem die Steuerung der Transporteinheit durch einen Vergleich des erfassten Detektionswertes mit mindestens einem vorgegebenen Detektionswert erfolgt.
20. Verfahren gemäß Anspruch 19,
bei dem der Testelementtransport gestoppt wird, sobald ein erfasster Detektionswert den vorgegebenen Wert über- oder unterschreitet.
21. Verfahren gemäß Anspruch 19,
bei dem mindestens zwei Detektionswerte vorgegeben werden, die mit dem erfassten Detektionswert verglichen werden.
22. Verfahren gemäß Anspruch 18,
bei dem der Testelementtransport zunächst verlangsamt wird, bevor ein Transportstopp erfolgt.
23. Verfahren gemäß Anspruch 18,
bei dem die Lichtquelle Licht < 600 nm emittiert.
24. Verfahren gemäß Anspruch 18,

bei dem der Transport des Testelementes auf der Basis des erfassten Detektionswertes initiiert oder gestoppt wird.

25. System zur Steuerung eines Testelementtransportes, beinhaltend
- 5 - eine Transporteinheit, die befähigt ist, ein Testelement entlang einer Transportstrecke innerhalb eines Analysesystems direkt oder indirekt mittels eines Testelementträgers zu transportieren,
- eine Lichtquelle, die im Analysesystem entlang der Transportstrecke angeordnet ist, so dass ein Testelement oder ein Testelementträger, welche entlang der Transportstrecke
- 10 transportiert werden, in einem ersten Wellenlängenbereich bestrahlt werden, sowie
- einen Detektor zur Detektion einer optischen Veränderung, die durch das Testelement oder den Testelementträger bedingt wird, wobei
- die Transporteinheit mit dem Detektor kontaktiert ist und in Abhängigkeit des vom Detektor detektierten Signals eine Steuerung der Transporteinheit erfolgt.
- 15
26. System gemäß Anspruch 25,
bei dem die Transporteinheit über eine Steuereinheit mit dem Detektor kontaktiert ist.
27. System gemäß Anspruch 26,
- 20 bei dem die Steuereinheit eine Speichereinheit beinhaltet, in der mindestens ein vorgegebener Detektionswert gespeichert ist, und eine Steuerung der Transporteinheit durch einen Vergleich des erfassten Detektionswertes mit dem vorgegebenen Detektionswert erfolgt.
- 25 28. System gemäß Anspruch 25,
das zur Auswertung eines Testfeldes eines Testelementes geeignet ist.
29. System gemäß Anspruch 28,
bei dem eine optische Auswertung eines Testfeldes mit dem Detektor und / oder der
- 30 Lichtquelle, die zur Steuerung der Transporteinheit vorgesehen sind, erfolgt.
30. System gemäß Anspruch 25 oder 29,
mit einem Testelement, das ein Testfeld für eine Analytbestimmung aufweist, wobei das Testfeld zur Steuerung der Transporteinheit erfasst wird.
- 35

- 34 -

31. System gemäß Anspruch 25 oder 30,
mit einem Testelement, das eine Markierung aufweist, die zur Steuerung der Trans-
porteinheit detektiert wird.
- 5 32. System gemäß Anspruch 31,
bei dem die Markierung einen auf Weiß normierten Remissionswert von im
wesentlichen $< 0,2$ aufweist.
- 10 33. System gemäß Anspruch 31,
bei dem die Markierung durch eine Ausnehmung im Testelement gebildet wird.

Fig. 1

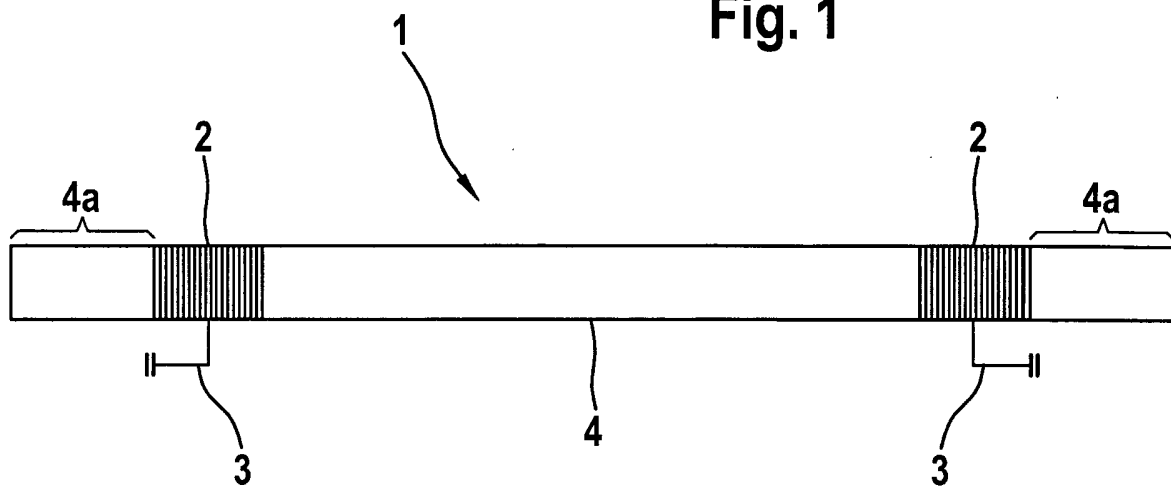


Fig. 2

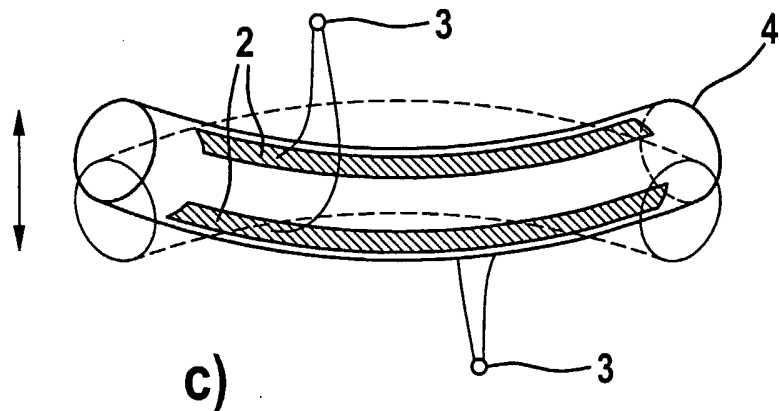
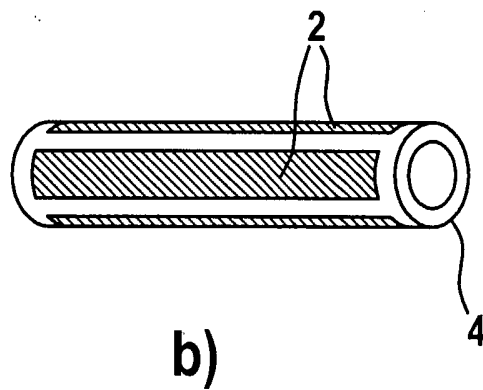
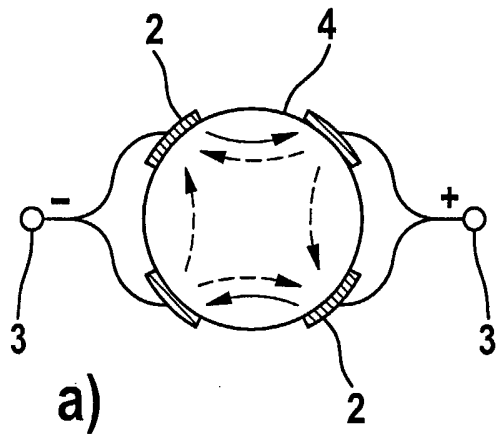
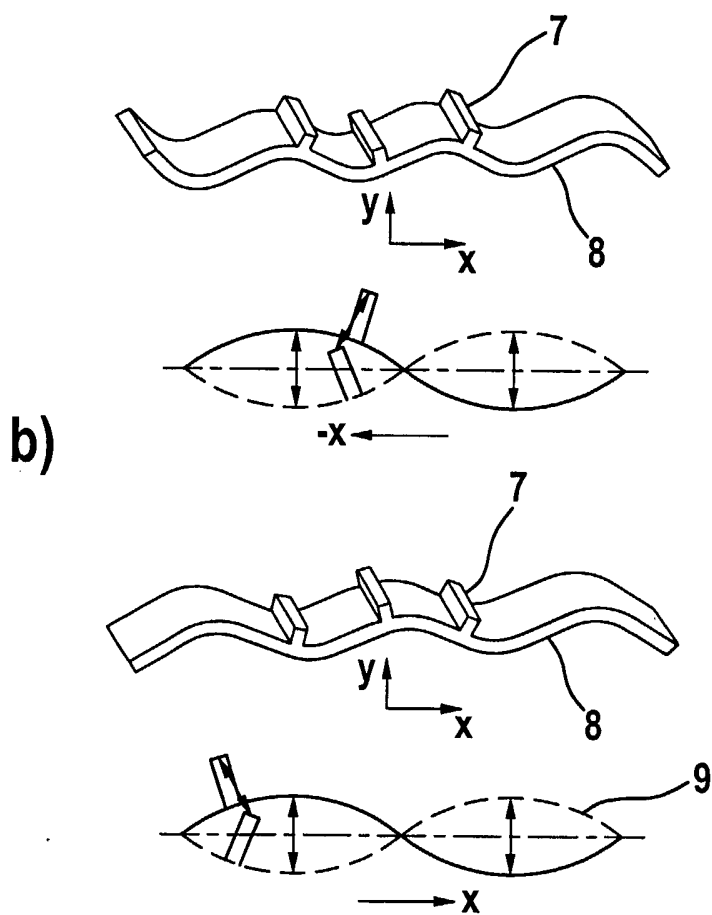
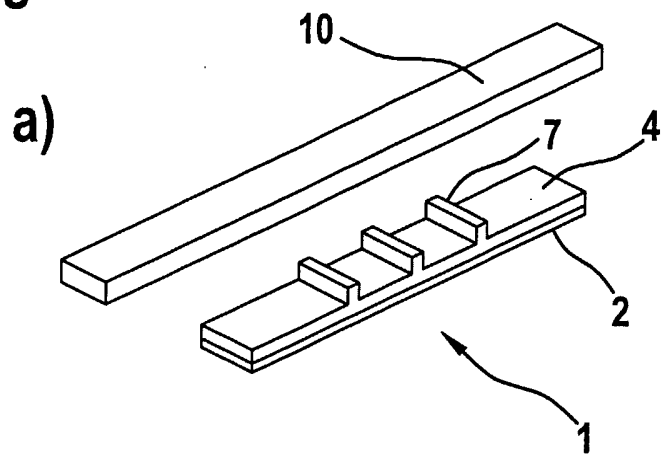
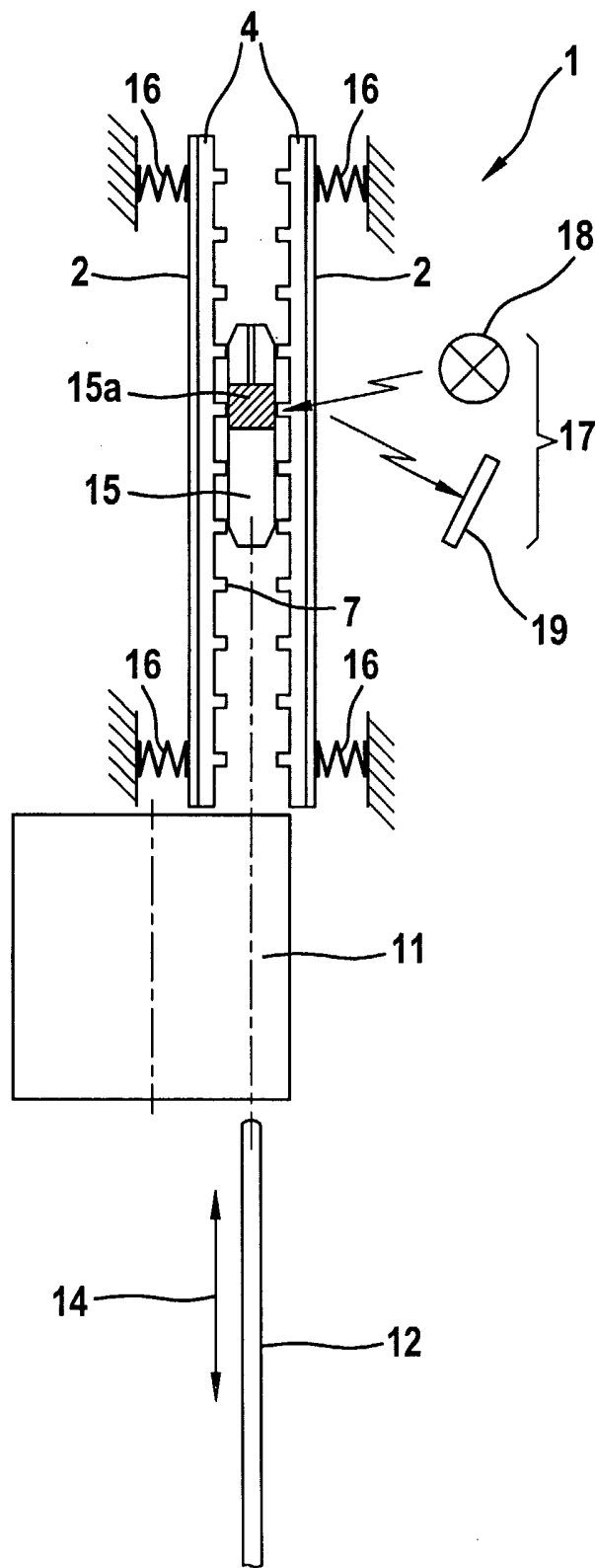


Fig. 3



3/8

Fig. 4



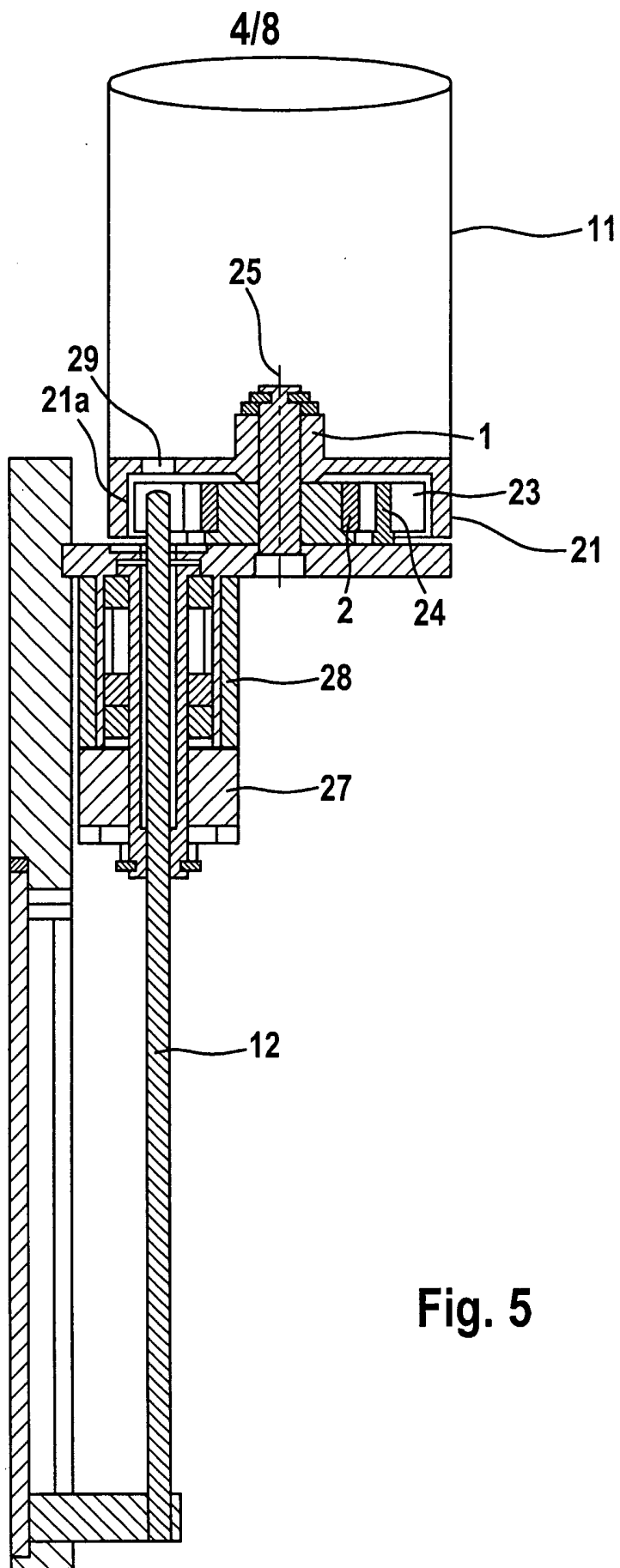
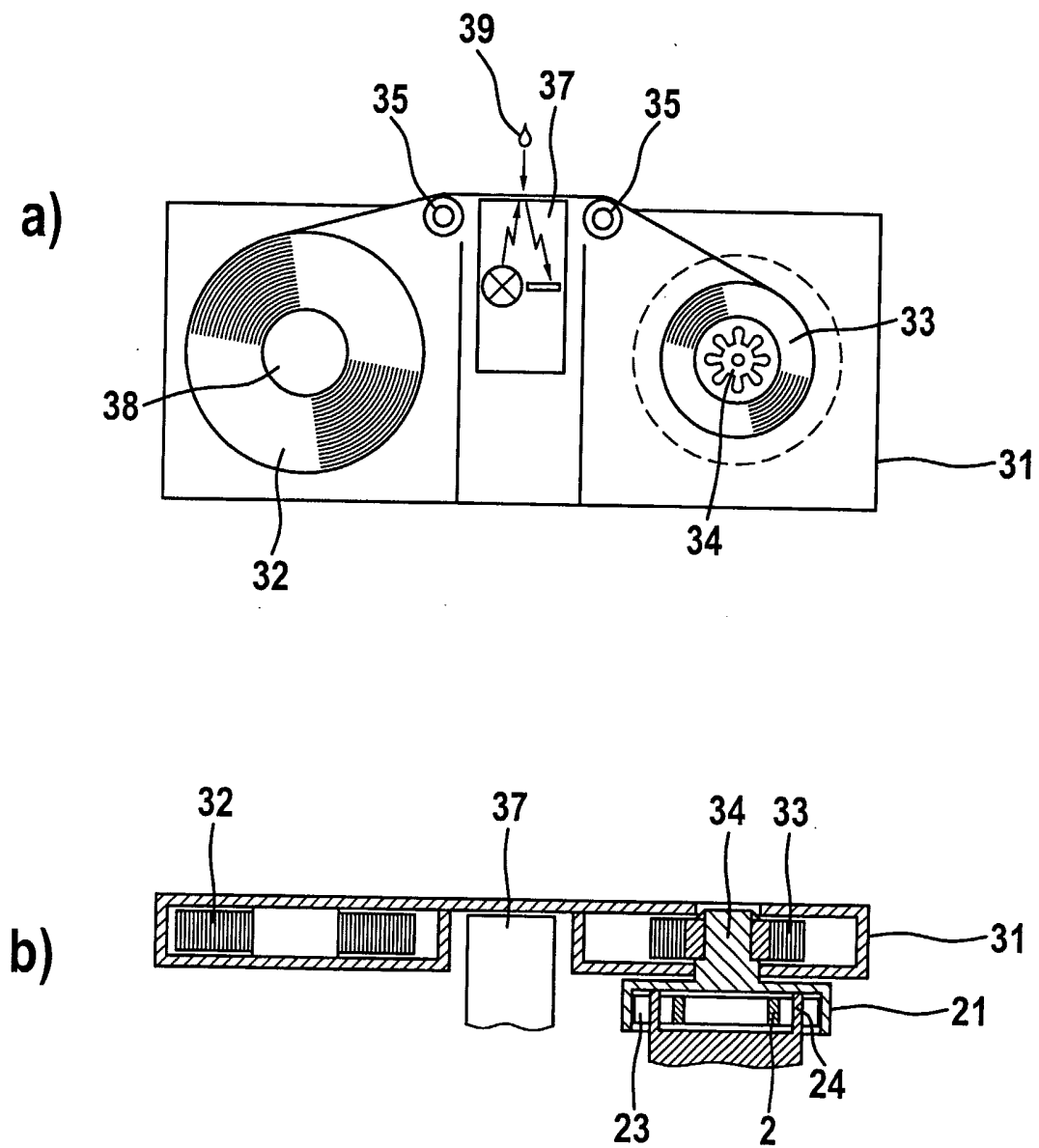


Fig. 6



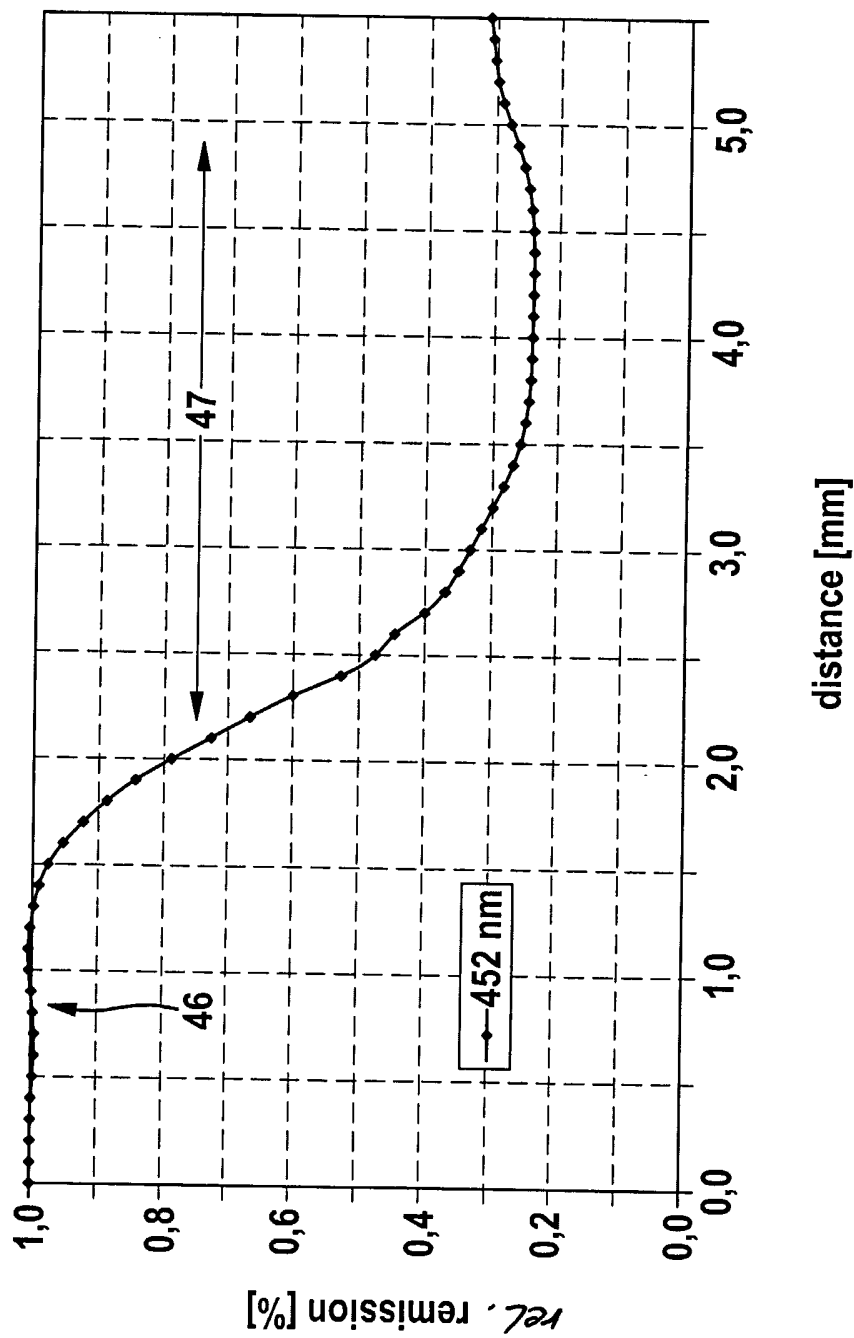


Fig. 7

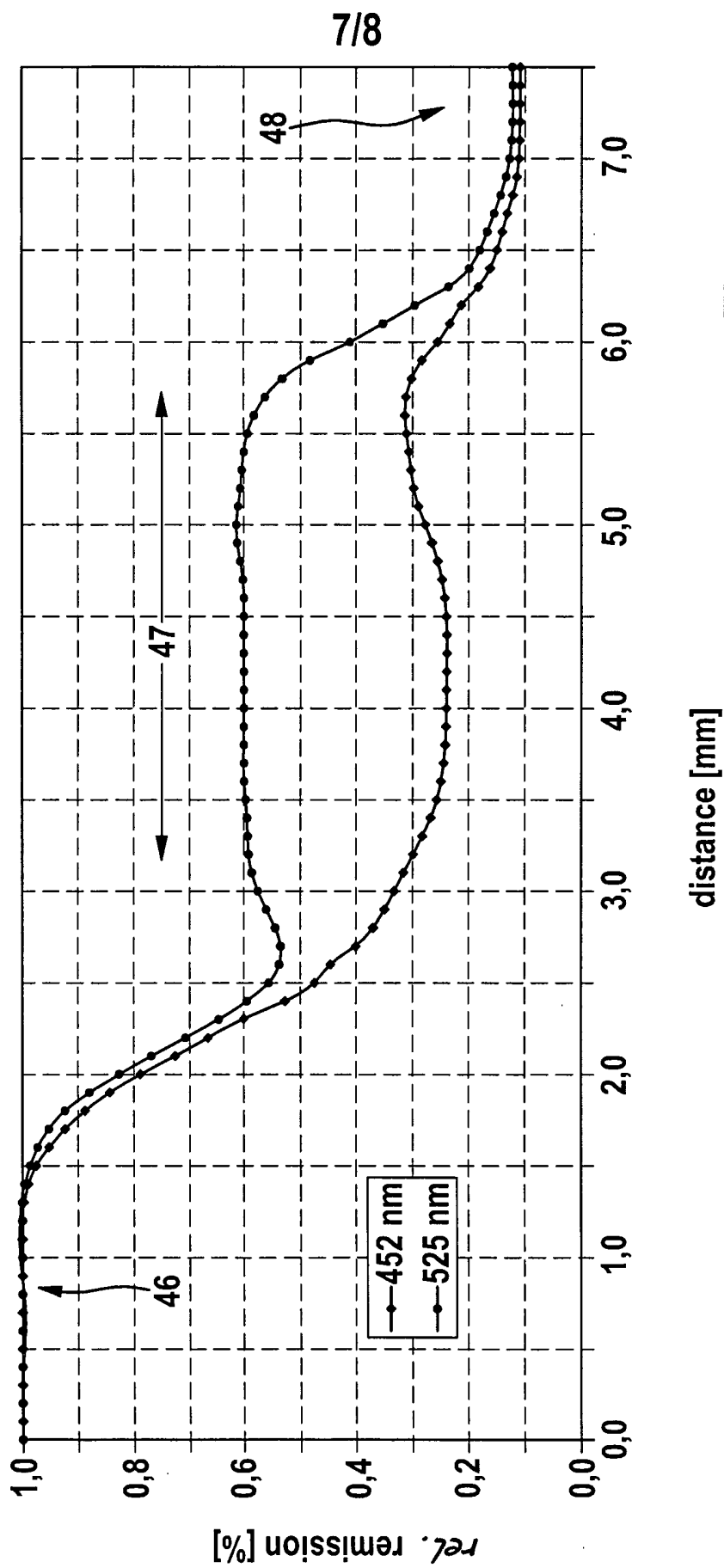


Fig. 8

Fig. 9

