



(11) **EP 1 559 478 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.06.2010 Patentblatt 2010/24

(51) Int Cl.:
B01L 3/00 (2006.01) B01L 7/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04001498.7**

(22) Anmeldetag: **23.01.2004**

(54) **Kontaminationsbarriere**

Contamination shield

Barrière contre contamination

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.08.2005 Patentblatt 2005/31

(73) Patentinhaber: **QIAGEN GmbH
40724 Hilden (DE)**

(72) Erfinder:
• **Rothmann, Thomas
40764 Langenfeld (DE)**
• **Sprenger-Hausseis
42697 Solingen (DE)**

• **Benkel, Petra
42781 Haan (DE)**
• **Baumann, Sabine
40724 Hilden (DE)**

(74) Vertreter: **Steglich, Gregor et al
Banse & Pucknus
Patent- und Rechtsanwaltskanzlei
Partnerschaft
Herzog-Heinrich-Straße 23
80336 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 805 345 US-A- 5 721 136

EP 1 559 478 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kontaminationsbarriere sowie ein Verfahren zur Vermeidung von Verunreinigungen wässriger Lösungen, welche durch Verschleppungen und/oder Aerosolbildung beim Pipettieren auf offenen Systemen entstehen.

[0002] Gerade im Bereich der Biotechnologie wurde in den letzten Jahren verstärkt nach Automationslösungen, zum sicheren und effizienten Abarbeiten, insbesondere bei einer großen Anzahl von Proben, wie sie beispielsweise beim HIV-Virus-Monitoring anfallen, gesucht. Vorzugsweise sind hierbei mehr und mehr vollautomatische Hochdurchsatz-Arbeitsstationen gefragt, die in kürzester Zeit eine sehr hohe Probenanzahl abarbeiten, wobei zudem immer mehr auf einen zusätzlichen manuellen Einsatz verzichtet wird, zugleich aber auch geringste Mengen an biologischem Material nachgewiesen werden sollen.

[0003] Derzeit gängige Robotersysteme weisen jedoch beim Arbeiten mit biologischem Material speziell im Bereich der Molekularbiologie und/oder der Diagnostik ein grundlegendes Problem auf. Da die Proben üblicherweise in einem plattenförmigen Körper (wie beispielsweise einem Rack) aufgearbeitet werden, wobei die einzelnen Probengefäße offen nebeneinander stehen, kommt es, vornehmlich durch Aerosolbildung, aber auch immer wieder durch mechanische Verschleppung von Probenmaterial, bei der Bearbeitung zu Kontaminationen vorwiegend benachbarter Proben.

[0004] Zur Vermeidung derartiger (Kreuz-) Kontaminationen sind im Stand der Technik bereits einige Zusatzmodule und/oder Verbrauchsmaterialien für Robotersysteme bekannt. So werden beispielsweise Hauben oder, wie in der Gebrauchsmusterschrift DE 200 06 546 U1 dargestellt, Abdeckmatten zum Schutz mehrerer in einem plattenförmigen Körper ausgebildeter und nach oben offener Reaktionsgefäße offenbart. Diese Art der Abdeckung schützt jedoch nur die Proben eines Racks beispielsweise beim Transport- und/oder im Lagerzustand. Bei der Bearbeitung der einzelnen Proben auf dem Rack treten jedoch weiterhin Kontaminationen auf.

[0005] Ferner kann auch durch die im Stand der Technik bekannte Verwendung von sterilem Verbrauchsmaterial wie beispielsweise speziell beschichteten Einmalpipetten und/oder Einmalfiltertips die Kreuzkontaminationsrate nur reduziert, nicht jedoch vollständig beseitigt werden. So sind Kontaminationen vor allem im ppm-Bereich auch weiterhin (zum Beispiel im Bereich der PCR-Diagnostik, wo Einzelmoleküle nachgewiesen werden) ein grundlegendes Problem.

[0006] Des weiteren sind Verfahren bekannt, bei denen, wie beispielsweise in der europäischen Patentschrift EP 0011327 B1 dargestellt, der wässrigen Lösung wasserlösliche Verbindungen zur Vermeidung von Aerosolbildung einverleibt werden. Da diese sich jedoch mit der Probenflüssigkeit vermischen und diese gegebenenfalls sogar verändern bzw. zu unerwünschten Nebenreaktionen führen könnten, ist deren Einsatz äußerst nachteilig und insbesondere in der PCR-Diagnostik nicht denkbar.

[0007] Weiterhin wurden zum Schutz vor Kontamination der Proben die unterschiedlichsten Verschlussmöglichkeiten, wie beispielsweise verschiedene Deckel, Septen und/oder Filter etc. für einzelne oder mehrere Probengefäße entwickelt. Diese weisen jedoch Nachteile im Handling, insbesondere im Bereich der Automatisierung auf, da beispielsweise das Öffnen und Schließen von Verschlussdeckeln etc., insbesondere einzelner Proben, sehr zeitaufwendig und je nach Verschlusssystem maschinell kaum realisierbar ist. Zudem besteht weiterhin die Gefahr, dass die im Probengefäß entstandenen Aerosole beim Bearbeiten entweichen und dadurch im nachfolgenden Schritt beim Öffnen des nebenstehenden Probengefäßes dessen Probe mit Probenmaterial kontaminiert werden kann.

[0008] Zudem sind Probengefäße mit Septen und/oder dünnen Filtermaterialien nicht in jedem Roboter- beziehungsweise automatischen Pipetiersystem variabel einsetzbar, da sich nur wenige Pipettenspitzen und/oder Pipettennadeln für den Gebrauch derartiger Probengefäße eignen.

[0009] Da der Stand der Technik keine bekannten Vorrichtungen und/oder kein bekanntes Verfahren, die/das in befriedigender Weise zur Vermeidung von Kontaminationen, insbesondere im Bereich der automatisierten PCR-Diagnostik, eingesetzt werden könnte, offenbart und sich eine solche Vorrichtung beziehungsweise ein solches Verfahren auch nicht daraus herleiten lässt, liegt der vorliegenden Erfindung die **Aufgabe** zugrunde, eine effiziente und reproduzierbare Abarbeitung einer hohen Probenanzahl unter Vermeidung von Kontaminationen in den zu analysierenden Lösungen in offenen und/oder automatisierten Systemen zu ermöglichen.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 zur Vermeidung von Verunreinigungen wässriger Lösungen in offenen und automatisierten Systemen gelöst, die zumindest einen mit Wasser nicht mischbaren Kohlenwasserstoff und/oder ein Kohlenwasserstoffgemisch aufweist. Mithin wird die Aufgabe der vorliegenden Erfindung durch die Bereitstellung eines Verfahrens zur Vermeidung von Kontaminationen dadurch gelöst, dass zur Bearbeitung wässriger Lösungen in offenen und/oder automatisierten Systemen, diese mit zumindest einem mit Wasser nicht mischbaren Kohlenwasserstoff oder einem Kohlenwasserstoffgemisch überschichtet werden, wobei als Kohlenwasserstoff ein verzweigtes oder unverzweigtes Alkan mit 6 bis 16 Kohlenstoffatomen eingesetzt wird.

[0011] Die Kontaminationsbarriere zeichnet sich insbesondere durch ihren flexiblen Einsatz in den unterschiedlichsten Probengefäßen aus. Besonders vorteilhaft ist, dass die Kontaminationsbarriere einfach und schnell auch in sehr kleinen Probengefäßen ausgebildet und wieder entfernt werden kann. Insbesondere kann auf einen erhöhten zeit- und kostenintensiven, manuellen oder gar maschinellen Einsatz von Verschlusskappen und/oder Septen etc. verzichtet werden.

Ein weiterer Vorteil der Kontaminationsbarriere ist deren flexible Einbringung in das Probengefäß, wodurch im Gegensatz zum Einsatz von Septen und/oder Filtermaterialien, die fest im Probengefäß angeordnet sind, das Volumen der wässrigen Lösung jederzeit variiert werden kann, ohne dass sich ein Hohlraum bildet, in dem es zu einer kontaminationsbedingenden Aerosolbildung kommt. Ganz besonders vorteilhaft ist auch der Einsatz bei sehr kleinen Volumina der wässrigen Lösungen (z. B. im ppm-Bereich und kleiner).

[0012] Ferner ergibt sich für die Übersichtung der Kontaminationsbarriere aufgrund der mit Wasser nicht mischbaren Kohlenwasserstoffe oder Kohlenwasserstoffgemische ein vorteilhaftes Einsatzgebiet auf nahezu jeglichen wässrigen Lösungen.

[0013] Um bei der Bearbeitung wässriger Lösungen in offenen und automatisierten Systemen Kontaminationen zu vermeiden wird auf die zu analysierende Lösung zumindest ein mit Wasser nicht mischbarer Kohlenwasserstoff, durch Übersichtung aufgebracht. Die derart auf die wässrige Lösung aufgebrachte erfindungsgemäß hergestellte Kontaminationsbarriere legt sich wie ein Film vollständig auf die wässrige Lösung und verhindert somit das Durchdringen sowie die Bildung von wässrigen Aerosolen. Vorteilhafterweise weist die Kontaminationsbarriere vorzugsweise zumindest einen verzweigten oder unverzweigten Kohlenwasserstoff auf. Des weiteren kann die Kontaminationsbarriere aus einem cyclischen, Kohlenwasserstoff (wie z. B. Cyclohexan etc.) bestehen beziehungsweise gebildet werden, wobei jedoch ausschließlich solche Kohlenwasserstoffe verwendet werden, die nicht mit Wasser mischbar sind.

[0014] Alle vorgenannten (Kohlenwasserstoff-) Verbindungen können einzeln oder auch in Mischungen (z. B. ein Kohlenwasserstoffgemisch wie Mineralöl) vorliegen.

[0015] Unter Mineralöl im Sinne der vorliegenden Erfindung werden die aus mineralischen Rohstoffen, wie beispielsweise Erdöl, Braun- und Steinkohlen, Holz oder Torf gewonnenen flüssigen Destillationsprodukte verstanden, die im wesentlichen aus Gemischen aus langkettigen, aliphatischen und gesättigten Kohlenwasserstoffen bestehen. Besonders geeignet sind Destillationsprodukte beziehungsweise Kohlenwasserstoffgemische, wie beispielsweise Weißöl und/oder andere Paraffinöle, die hauptsächlich langkettige Alkane, mit vorzugsweise 14 bis 16 Kohlenstoffatome enthalten.

[0016] Unter Kohlenwasserstoffen werden im Sinne der Erfindung verzweigte oder unverzweigte Alkane verstanden, die 6 bis 16, besonders bevorzugt 8 bis 12 Kohlenstoffatome aufweisen. Ganz besonders bevorzugt werden verzweigte oder unverzweigte Alkane mit 8 bis 12 Kohlenstoffatomen verwendet, worunter wiederum Oktan, Nonan, Dekan und/oder Dodekan sowie Mischungen daraus besonders bevorzugt werden.

[0017] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird die erfindungsgemäß hergestellte Kontaminationsbarriere vorzugsweise zur Übersichtung von wässrigen Lösungen in offenen und automatisierten Systemen mit biologischem Probenmaterial verwendet. Unter biologischem Probenmaterial werden im Sinne der vorliegenden Erfindung Biopolymere verstanden, welche zum einen natürlich vorkommende Makromoleküle, wie beispielsweise Nukleinsäuren, Proteine oder Polysaccharide, zum anderen aber auch synthetisch hergestellte Polymere sein können, solange diese die gleichen oder ähnliche Bausteine enthalten, wie die natürlichen Makromoleküle.

[0018] Überraschenderweise stellte sich heraus, dass durch eine Übersichtung wässriger Lösungen, welche vorzugsweise biologisches Probenmaterial enthalten, mit Kohlenwasserstoffen der vorgenannten Art, insbesondere in Form der Kontaminationsbarriere, speziell in offenen, automatisierten Systemen eine effiziente und reproduzierbare Vermeidung von vor allem aerosolbedingten Kontaminationen erfolgt.

[0019] Nachfolgend soll nun die vorliegende Erfindung anhand von beigefügten Zeichnungen sowie Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

[0020] Es zeigt:

Fig. 1 die Bildung von Aerosolen aus einer wässrigen Lösung bei im Stand der Technik bekannten offenen Probengefäßen;

Fig. 2 eine in einem erfindungsgemäßen Verfahren auf eine wässrige Lösung überschichtete Kontaminationsbarriere in einem offenen Probengefäß;

Fig. 3 einen schematischen aus dem Stand der Technik bekannten Pipetivorgang aus einem offenen Probengefäß, bei dem ein Teil einer wässrigen Lösung unter Aerosolbildung entnommen wird;

Fig. 4 einen schematischen Pipetivorgang aus einem offenen Probengefäß, bei dem ein Teil einer wässrigen Lösung unterhalb einer in einem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugten Kontaminationsbarriere ohne Aerosolbildung entnommen wird;

Fig. 5 einen schematischen Pipetivorgang aus einem offenen Probengefäß, bei dem einer wässrigen Lösung unterhalb einer in einem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugten Kontaminationsbarriere ohne Aerosolbildung ein weiterer wasserlöslicher Teil hinzugegeben wird.

[0021] Dem in Fig. 1 und Fig. 3 dargestellten Stand der Technik ist deutlich zu entnehmen, dass sich durch mechanische Einwirkung beim Pipetiervorgängen und/oder Mixen der Probe etc., beispielsweise mittels einer Pipetiervorrichtung 6 o. ä., in einem handelsüblichen Reaktionsgefäß 1 auf einer Pipetierplatte 2 (wie beispielsweise einer Mikrotiterplatte etc.) auf einer biologisches Probenmaterial aufweisenden, wässrigen Lösung 3, die Aerosole 4 bilden. Eine derartige Aerosolbildung kann, sobald das Aerosol 4 aus dem Reaktionsgefäß 1 ausströmt, leicht zu Kontaminationen benachbarter Reaktionsgefäße führen.

[0022] Durch die in den Fig. 2, 4 und 5 dargestellte erfindungsgemäß hergestellte Kontaminationsbarriere 5 wird eine derartige kontaminationsbedingende Aerosolbildung vermieden, da die wässrigen Aerosole 4 die Kontaminationsbarriere 5 nicht durchdringen können. Die wasserunlösliche Kontaminationsbarriere 5 liegt hierbei im Reaktionsgefäß 1 wie ein Film auf der wässrigen Lösung 3 in der sich das biologische Probenmaterial in gelöster Form befindet.

[0023] Beim Pipetiervorgang wird, wie in Fig. 4 und 5 gezeigt, die im Reaktionsgefäß 1 befindliche wässrige Lösung 3 beziehungsweise die Probe jeweils unter der Kontaminationsbarriere 5 bearbeitet. Durch die wasserunlösliche Zusammensetzung der Kontaminationsbarriere 5 wird die Bildung von Aerosolen 4 sowohl beim Eintauchen und Zurückziehen der Pipetiervorrichtung 6 aus der wässrigen Lösung 3 als auch beim Mischen ausgeschlossen.

[0024] Auch beim in Fig. 5 dargestellten Hinzufügen einer weiteren wässrigen Lösung zur Probe, kommt es beim Mischen der vorgelegten wässrigen Lösung 3 mit der zusätzlichen Lösung aufgrund der erfindungsgemäß hergestellten Kontaminationsbarriere 5 nicht zur Aerosolbildung der wässrigen Mischung 7.

[0025] Da die Kontaminationsbarriere 5, im Gegensatz zu fest in Reaktionsgefäßen eingebrachten Filtern und/oder Septen, zudem sehr flexibel ist, können jederzeit mittels einer Pipetiervorrichtung 6 dem Reaktionsgefäß 1 variable Mengen an wässriger Lösung 3 entnommen oder hinzugefügt werden, ohne dass sich zwischen der Oberfläche der wässrigen Lösung 3 und der Kontaminationsbarriere 5 ein Hohlraum ausbildet, wodurch zusätzlich die Bildung von Aerosolen 4 vermieden wird.

Bezugszeichenliste

[0026]

- 1 offenes Reaktionsgefäß
- 2 Pipetierplatte
- 3 wässrige Lösung
- 4 Aerosolmoleküle
- 5 Kontaminationsbarriere
- 6 Pipetiervorrichtung
- 7 wässrige Mischung (aus vorgelegter und hinzugefügter Probenlösung)

Ausführungsbeispiele

[0027] Anhand der nachstehenden Versuchsdurchführungen werden die wesentlichen Kontaminationsquellen (KQ) offener, automatisierter Pipetiersysteme, insbesondere in vollautomatischen Hochdurchsatz-Arbeitsstationen, sog. Robotersystemen (wie z. B. BioRobot Mdx/ QIAGEN GmbH), aufgezeigt und Kontaminationen (K), die vornehmlich durch Aerosolbildung, aber auch immer wieder durch mechanische Verschleppung von Probenmaterial entstehen, nachgewiesen sowie die deutliche Verringerung derartiger Kontaminationen durch den Einsatz der erfindungsgemäß hergestellten Kontaminationsbarriere dargestellt.

[0028] Zum Nachweis wurden Kreuzkontaminationstests anhand von Proben mit biologischem Probenmaterial im ppm-Bereich und kleiner, wie sie in gängigen Verfahren im Bereich der PCR-Diagnostik verwendet werden, durchgeführt. Die Versuche basierten hierbei auf einem gängigen im Stand der Technik bekannten Verfahren zur Isolierung und Aufreinigung von Nukleinsäuren, insbesondere von viraler RNA (verwendetes Protokoll: QIAamp 96 Virus Mdx V1.1/QIAGEN GmbH).

[0029] Als Systemzubehör, Reagenzien, Verbrauchsmaterial etc. wurden ebenfalls handelsübliche Kits (z. B. QIAamp 96 Virus BioRobot Kit / QIAGEN GmbH) etc., die sich besonders für den Einsatz in Robotersystemen eignen, verwendet.

[0030] Für die Versuchsdurchführung mit Alkanvorlage (Beispiele 1b und 2b) wurde in gängigen 96-well-Deepwellplatten (im Folgenden S-Blocks genannt) manuell jeweils 100 µl Dodekan vorgelegt.

[0031] Der Nachweis erfolgte nicht nur durch bloße Beobachtungen während der einzelnen Pipetierschritte im Aufreinigungsprozess, sondern ebenso durch die zusätzliche Bestimmung von tatsächlichen Nukleinsäure-Verunreinigungen in den Negativproben in einer anschließenden Downstream-Analyse (z. B. PCR, RT-PCR etc.). Neben den wesentlichen Kontaminationsquellen derartiger Systeme zeigen die nachstehenden Beispiele anhand der ermittelten Kontaminationsraten (KR) deutlich die Wirksamkeit der erfindungsgemäß hergestellten Kontaminationsbarriere.

Beispiel 1:**[0032]** Kreuzkontaminationstests, durchgeführt

- a) mit einem Probenvolumen von 285 µl ohne Alkanvorlage und
b) mit einem Probenvolumen von 285 µl mit Alkanvorlage.

[0033] Der automatisierte Prozess wurde mit der Identifizierung der Proben, dem sog. Loadcheck, gestartet. Als positives Probenmaterial (PP) wurde Hepatitis-C-Virenmaterial (arHCV) mit einer durchschnittlichen Konzentration von 10^8 - 10^9 RNA copies/ ml und als negatives Probenmaterial (NP) Negativplasma (z. B. Citratplasma / Breitscheid) eingesetzt. Nach dem Loadcheck wurden jeweils 40 µl einer handelsüblichen Protease (z. B. QIAGEN Protease/QIAGEN GmbH) in den S-Block pipettiert, und das System auf 56°C hochgeheizt.

[0034] Die Zugabe von jeweils 285 µl Probenmaterial erfolgte, wie nachfolgend schematisch dargestellt, im "Schachbrett-Muster". Neben jeder PP (+) wurde alternierend eine NP (-) in den S-Block pipettiert (KQ 1!).

Tabelle 1: Schematische Darstellung der Auftragung der PP und NP im Schachbrett-Muster / S-Block

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
B	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
C	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
D	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
E	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
F	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+
G	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
H	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+

[0035] Nachfolgend wurden den einzelnen Reaktionslösungen 305 µl eines handelsüblichen Lysepuffers (z. B. Lysis Buffer AL / QIAGEN GmbH) zugegeben, diese dann durch auf und ab pipettieren gemischt (KQ 2!) und nachfolgend für 10 Minuten inkubiert. Abschließend wurden im Abstand von ca. einer Minute pro Reihe jeder Reaktionslösung jeweils zweimal 360 µl Ethanol (p.a. oder min. 96 %) zu pipettiert (KQ 3!).

[0036] Zur Trennung bzw. Aufreinigung der so isolierten Nukleinsäuren wurden jeweils 910 µl Lysat automatisch in entsprechende Filtersysteme (z. B. QIAamp 96 plate/ QIAGEN GmbH) überführt (KQ 4!) und unter Vakuum 5 Minuten bei 25°C filtriert (KQ 5!).

[0037] Gemäß dem Versuchsprotokoll (s.o.) wurden die mit der Nukleinsäure beladenen Filter nachfolgend unter Vakuum mit jeweils 800 µl eines handelsüblichen Waschpuffers (z. B. Wash Buffer AW2 / QIAGEN GmbH) (KQ 6!) und dann in einem zweiten Waschschrift mit 930 µl Ethanol (p.a. oder min. 96 %) (KQ 7!) gewaschen und anschließend die Membranen zur Beseitigung von Ethanol unter Vakuum und 60°C in einer automatisierten Vakuumvorrichtung (z. B. RoboVac/ QIAGEN GmbH) getrocknet (KQ 8!).

[0038] Die aufgereinigte Nukleinsäure wurde abschließend unter Vakuum eine Minute lang einmal mit 50 µl und einmal mit 100 µl mindestens eines kommerziell erhältlichen Elutionspuffers (z. B. Elution Buffer AVE / QIAGEN GmbH) vom Filtersystem eluiert (KQ 9!). Das aufgefangene Eluat wurde für den nachfolgenden Amplifikationsprozess außerhalb des automatisierten Pipetiersystems aufbereitet. Dem für die RT-PCR aufbereiteten Eluat wurde ein handelsüblicher Enzymmix (z. B. Mastermix / QIAGEN GmbH) hinzu pipettiert (KQ 10!), zur Bestimmung der Nukleinsäure-Kontaminationen eine RT-PCR durchgeführt und die Ergebnisse ausgewertet.

[0039] Die zwei Versuchsdurchläufe (Lauf 1al und 1all) ohne Vorlage von Dodekan wurden mit folgender ar HCV-Verdünnung durchgeführt:

$$1 \times 10^{11} \text{ IU/ml} + 148,5 \text{ ml NP} = 1 \times 10^9 \text{ IU/ml}$$

[0040] Bis hin zur Zugabe des Elutionspuffers konnten weder im Lauf 1al noch im Lauf 1all Beobachtungen gemacht werden, die insbesondere an den Kontaminationsquellen (KQ) 1-4 auf Kontaminationen hingewiesen hätten.

Erst im Verlauf der Elution (KQ 7) konnten diesbezüglich Beobachtungen gemacht werden. So war beispielsweise eine deutliche Blasenbildung bei der Zugabe des Elutionspuffers insbesondere in Reihe 12 zu beobachten. Teilweise zer-

platzten die Blasen beim Eintauchen und Herausziehen der Pipettenspitzen.

Nach der Elution waren in Reihe 1 bei den NP-Positionen B, D, F (sowie im Lauf 1al auch H) die Auslassöffnungen des Filtersystems (Nozzles) ebenso gelb wie die der PP.

[0041] Nach Durchführung der RT-PCR wurden folgende Kreuzkontaminationen ermittelt:

Lauf 1al: 9 K/48 NP $\Rightarrow$ $KR_{\text{Lauf 1al}} = 18,75 \%$

Lauf 1all: 2 K/48 NP $\Rightarrow$ $KR_{\text{Lauf 1all}} = 4,17 \%$

[0042] Das ergibt eine durchschnittliche Kontaminationsrate (KR) von 11,46 %.

[0043] Die drei Versuchsdurchläufe (Lauf 1bl, 1bll und 1blll) mit Vorlage von Dodekan wurden ebenfalls mit der vorgenannten ar HCV-Verdünnung durchgeführt:

1×10^{11} IU/ml + 148,5 ml NP = 1×10^9 IU/ml

[0044] Lauf 1blll wurde nachgeschaltet, nachdem in Lauf 1bll die Reihe B aufgrund der fehlenden PP-Aufgabe nicht mitgewertet werden konnte. Während der Versuchsdurchführung konnten jedoch keine besonderen Vorkommnisse, die auf Verschleppung von Probenmaterial während der Pipetervorgänge oder Aerosolbildung hinweisen, beobachtet werden.

[0045] Nach Durchführung der RT-PCR wurden folgende Kreuzkontaminationen ermittelt:

Lauf 1 bl: 1 K/42 NP $\Rightarrow$ $KR_{\text{Lauf 1bl}} = 2,38 \%$

Lauf 1 bll: 3 K /48 NP $\Rightarrow$ $KR_{\text{Lauf 1bll}} = 6,25 \%$

Lauf 1blll: 3 K/48 NP $\Rightarrow$ $KR_{\text{Lauf 1blll}} = 6,25 \%$

[0046] Das ergibt eine durchschnittliche Kontaminationsrate (KR) von 4,96 %.

[0047] Nach dem Vergleich der ermittelten Kontaminationsraten konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz von Dodekan die Kreuzkontaminationsrate für das gesamte Isolierungs- und Trennungsverfahren um mehr als das Doppelte (Faktor 2,3) verringert werden kann.

Beispiel 2:

[0048] Kreuzkontaminationstests, durchgeführt

a) mit einem Probenvolumen von 570 μ l ohne Alkanvorlage und

b) mit einem Probenvolumen von 570 μ l mit Alkanvorlage.

[0049] Der automatisierte Prozess wurde mit der Identifizierung der Proben, dem sog. Loadcheck, gestartet. Als positives Probenmaterial (PP) wurde Hepatitis-C-Virenmaterial (arHCV) mit einer durchschnittlichen Konzentration von 10^8 - 10^9 RNA copies/ ml und als negatives Probenmaterial (NP) Negativplasma (Citratplasma / Breitscheid) eingesetzt.

Nach dem Loadcheck wurden jeweils 80 μ l einer handelsüblichen Protease (z. B. QIAGEN Protease /QIAGEN GmbH) in den S-Block pipettiert, und das System auf 56°C hochgeheizt.

Die Zugabe von jeweils 570 μ l Probenmaterial erfolgte, wie vorstehend in der Tabelle 1 bereits schematisch dargestellt, im "Schachbrett-Muster". Neben jeder PP (+) wurde alternierend eine NP (-) in den S-Block pipettiert (KQ 1!).

[0050] Nachfolgend wurden den einzelnen Reaktionslösungen 610 μ l eines handelsüblichen Lysepuffers (z. B. Lysis Buffer AL / QIAGEN GmbH) zugegeben, diese dann durch auf und ab pipettieren gemischt (KQ 2!) und nachfolgend für 10 Minuten inkubiert. Abschließend wurden im Abstand von einer Minute pro Reihe jeder Reaktionslösung jeweils zweimal 720 μ l Ethanol (p.a oder min. 96%) zu pipettiert (KQ 3!).

[0051] Zur Trennung bzw. Aufreinigung der so isolierten Nukleinsäuren wurden jeweils zwei mal 910 μ l Lysat automatisch in entsprechende Filtersysteme (z. B QIAamp 96 plate/ QIAGEN GmbH) überführt (KQ 4!) und unter Vakuum 5 Minuten bei 25°C filtriert (KQ 5!).

Gemäß dem Versuchsprotokoll (s.o.) wurden die mit der Nukleinsäure beladene Filter nachfolgend unter Vakuum jeweils mit 800 μ l eines handelsüblichen Waschpuffers (z. B. Wash Buffer AW2 / QIAGEN GmbH) (KQ 6!) und dann in einem zweiten Waschschrift mit 930 μ l Ethanol (p.a. oder min. 96 %) (KQ 7!) gewaschen und anschließend die Membranen zur Beseitigung von Ethanol unter Vakuum und 60°C in einer automatisierten Vakuumvorrichtung (z. B. RoboVac/ QIAGEN GmbH) getrocknet (KQ 8!).

Die aufgereinigte Nukleinsäure wurde abschließend unter Vakuum eine Minute lang einmal mit 50 μ l und einmal mit 100 μ l mindestens eines Elutionspuffers (z. B. Elution Buffer AVE /QIAGEN GmbH) vom Filtersystem eluiert (KQ 9!). Das aufgefangene Eluat wurde für den nachfolgenden Amplifikationsprozess außerhalb des automatisierten Pipetier-

systems aufbereitet. Dem für die RT-PCR aufbereiteten Eluat wurde ein handelsüblicher Enzymmix (z. B. Mastermix / QIAGEN GmbH) hinzu pipettiert (KQ 10!), zur Bestimmung der Nukleinsäure-Kontaminationen eine RT-PCR durchgeführt und die Ergebnisse ausgewertet.

[0052] Die zwei Versuchsdurchläufe (Lauf 2al und 2all) ohne Vorlage von Dodekan wurden mit folgender ar HCV-Verdünnung durchgeführt:

$$15\text{ml } 1 \times 10^9 \text{ IU/ml} + 22,5 \text{ ml NP} = 4 \times 10^8 \text{ IU/ml}$$

[0053] Schon bei der Zugabe des Lysepuffers in den S-Block türmen sich bereits die Blasen bis zur Oberkante der einzelnen Reaktionsgefäße auf. Zudem führen die Pipetierspitzen (Tips) so schnell wieder aus den Reaktionsgefäßen heraus, dass teilweise die entstandenen Blasen platzen (besonders in Position H5 und H10). Auch beim der zweiten Zugabe des Lysats entstanden beim Mischen im S-Block vermehrt Blasen, die beim Herausfahren der Tips mit hochgezogen wurden und/oder zerplatzten.

[0054] Auch bei der Zugabe des Elutionspuffers konnten sowohl im Lauf 2al als auch im Lauf 2all Beobachtungen hinsichtlich Kontaminationen gemacht werden. So war beispielsweise eine deutliche Blasenbildung während und nach der Zugabe des Elutionspuffers insbesondere in Reihe G sowie auf der Position H6 zu sehen. Teilweise zerplatzten auch hier die Blasen beim Eintauchen und/oder Herausziehen der Tips. Nach der Elution waren in Reihe 1 bei den NP-Positionen B, D, F und H die Nozzles unter der QIAPlate ebenfalls gelb wie bei den PP.

[0055] Nach Durchführung der RT-PCR wurden folgende Kreuzkontaminationen ermittelt:

$$\text{Lauf 2al: } 31 \text{ K} / 48 \text{ NP} \Rightarrow \text{KR}_{\text{Lauf 2al}} = 64,58 \%$$

$$\text{Lauf 2all: } 34 \text{ K} / 48 \text{ NP} \Rightarrow \text{KR}_{\text{Lauf 2all}} = 70,08 \%$$

[0056] Das ergibt eine durchschnittliche Kontaminationsrate (KR) von 67,33 %.

[0057] An dieser Stelle zeigt sich deutlich, dass die Pipetierschritte mit steigendem Probevolumen wesentlich anfälliger für Kreuzkontaminationen sind, da hier das S-Block-Volumen vollständig ausgenutzt wird.

[0058] Die zwei Versuchsdurchläufe (Lauf 2bl und 2bll) mit Vorlage von Dodekan wurden ebenfalls mit der vorgeannten ar HCV-Verdünnung durchgeführt:

$$15\text{ml } 1 \times 10^9 \text{ IU/ml} + 22,5 \text{ ml NP} = 4 \times 10^8 \text{ IU/ml}$$

[0059] Um die Wirkung der Dodekan-Überschichtung in bezug auf eine Verminderung bzw. Verhinderung von Blasenbildungen etc. besser beobachten zu können, wurde das eingesetzte Dodekan vorher mit Sudanschwarz eingefärbt.

[0060] Während der gesamten Versuchsdurchführung konnten jedoch keine besonderen Vorkommnisse hinsichtlich Kontaminationen beobachtet werden. Auch wiesen die Nozzles an der QIAPlate wie schon unter Beispiel 1b) aufgeführt nach der Elution keine Rückstände bzw. Verfärbungen auf.

[0061] Nach Durchführung der RT-PCR wurden folgende Kreuzkontaminationen ermittelt:

$$\text{Lauf 2bl: } 6 \text{ K} / 48 \text{ NP} \Rightarrow \text{KR}_{\text{Lauf 2bl}} = 12,50 \%$$

$$\text{Lauf 2bll: } 10 \text{ K} / 48 \text{ NP} \Rightarrow \text{KR}_{\text{Lauf 2bll}} = 20,83 \%$$

[0062] Das ergibt eine durchschnittliche Kontaminationsrate (KR) von 16,67 %

[0063] Nach dem Vergleich der ermittelten Kontaminationsraten konnte somit gezeigt werden, dass durch den Einsatz von Dodekan die Kreuzkontaminationsrate für das gesamte Isolierungs- und Trennungsverfahren mit höheren Proben- und Reaktionsvolumina sogar um mindestens den Faktor 4 verringert werden kann.

[0064] Wie bereits vorstehend aufgeführt, weist ein derartiges Gesamtverfahren jedoch etliche Fehler- bzw. Kontaminationsquellen auf. Um nun die Wirkung der erfindungsgemäß hergestellten Kontaminationsbarriere für einen einzelnen Pipetierschritt zu bestimmen, wurden im Laufe dieser Versuchsreihen einzelne Proben (vorzugsweise NP) entnommen und mittels RT-PCR analysiert. Ausgehend von den in den Beispielen 1b und 2b gemachten Beobachtungen, dass durch die Überschichtung mit Dodekan die Bildung von Blasen beziehungsweise Aerosolen insbesondere in den ersten Prozessschritten (im Bereich der Kontaminationsquellen 1 bis 4) durch das Eintauchen und Herausziehen der Pipetierspitzen verhindert wurde, wurden an diesen Stellen des Gesamtverfahrens Proben entnommen und analysiert. Keine dieser Proben wies Nukleinsäure-Verunreinigungen auf. Für einzelne Prozessschritte können somit durch den Einsatz von Dodekan (Kreuz-) Kontaminationen sogar ganz vermieden werden.

[0065] Weitere Versuche zeigten, dass durch den Einsatz von Dodekan auch in den Pipetierschritten der Downstream-Analysen (wie z. B. der RT-PCR) gute Erfolge bei der Verminderung von (Kreuz-) Kontaminationen erzielt werden können. So wurden beispielsweise in weiteren Kreuzkontaminationstests die für eine RT-PCR notwendige handelsüblich Enzymmischung (z. B. Mastermix / QIAGEN GmbH) einer mit Dodekan überschichteten Probe zugegeben. Auch hier

wiesen die Negativproben in den Versuchsreihen mit der erfindungsgemäß hergestellten Kontaminationsbarriere deutlich weniger bis gar keine Kontaminationen auf.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zur Vermeidung von Kontaminationen wässriger Lösungen in offenen und automatisierten Systemen, die durch Verschleppungen und/oder Aerosolbildung beim Pipettieren entstehen, wobei die wässrigen Lösungen mit zumindest einem mit Wasser nicht mischbaren Kohlenwasserstoff oder einem Kohlenwasserstoffgemisch überschichtet werden, wobei als Kohlenwasserstoff ein verzweigtes oder unverzweigtes Alkan mit 6 bis 16 Kohlenstoffatomen eingesetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Alkan Oktan, Nonan, Dekan und/oder Dodekan sowie Mischungen daraus eingesetzt werden.

Claims

1. A method for preventing contaminations of aqueous solutions in open and automated systems, that arise from carry-over and/or aerosol formation during pipetting, wherein said aqueous solutions are covered with at least one water immiscible hydrocarbon or a hydrocarbon mixture, wherein branched or unbranched alkanes having 6 to 16 carbon atoms are employed as the hydrocarbon.
2. The method of claim 1, **characterized in that** said alkane is selected from octane, nonane, decane and/or dodecane and mixtures thereof.

Revendications

1. Procédé pour éviter des contaminations de solutions aqueuses dans des systèmes ouverts et automatisés, lesquelles seraient dues à des transferts et/ou à des formations d'aérosols lors de l'introduction à la pipette, les solutions aqueuses étant recouvertes d'une couche au moins d'un hydrocarbure non miscible à l'eau ou d'un mélange d'hydrocarbures, un alcane ramifié ou non ramifié avec 6 à 16 atomes de carbone étant utilisé comme hydrocarbure.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** de l'octane, du nonane, du décane et/ou du dodécane ainsi que des mélanges de ceux-ci sont utilisés comme alcane.

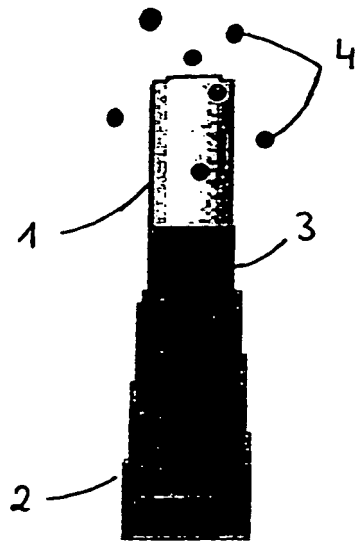


Fig. 1

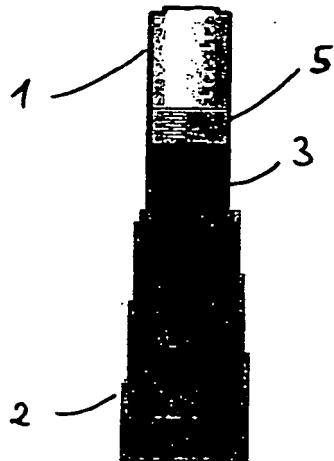


Fig. 2

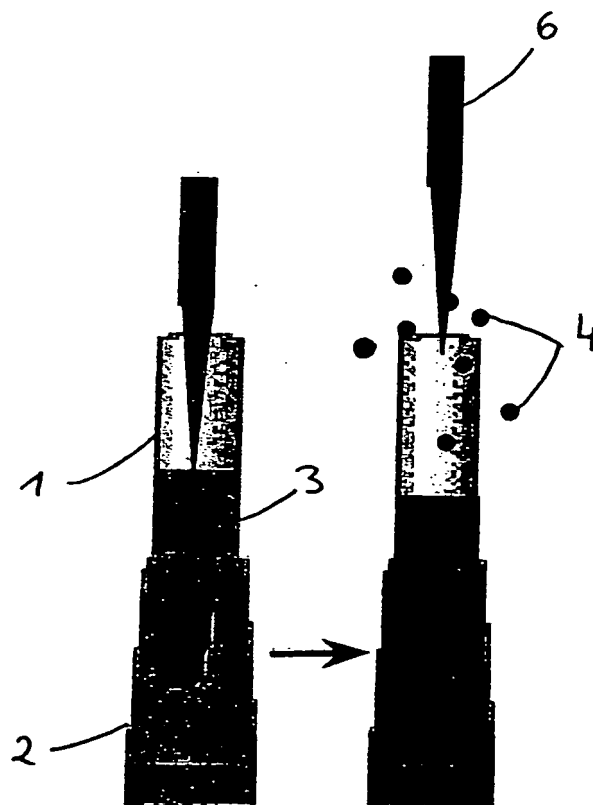


fig. 3

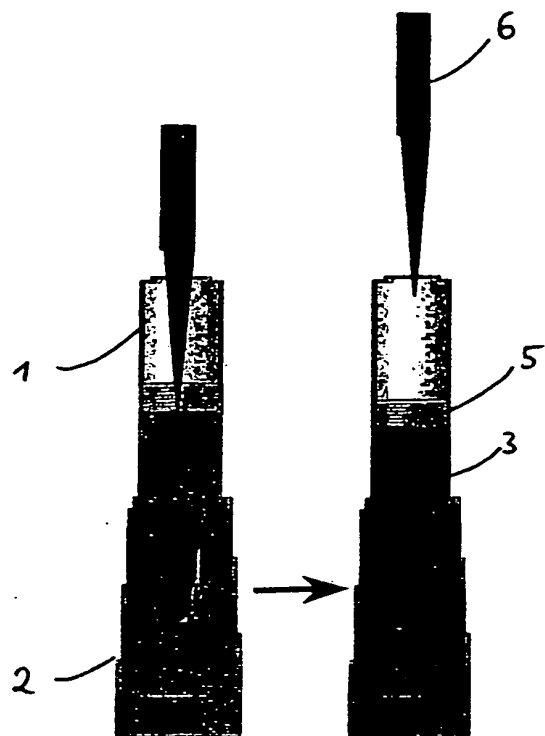


Fig. 4

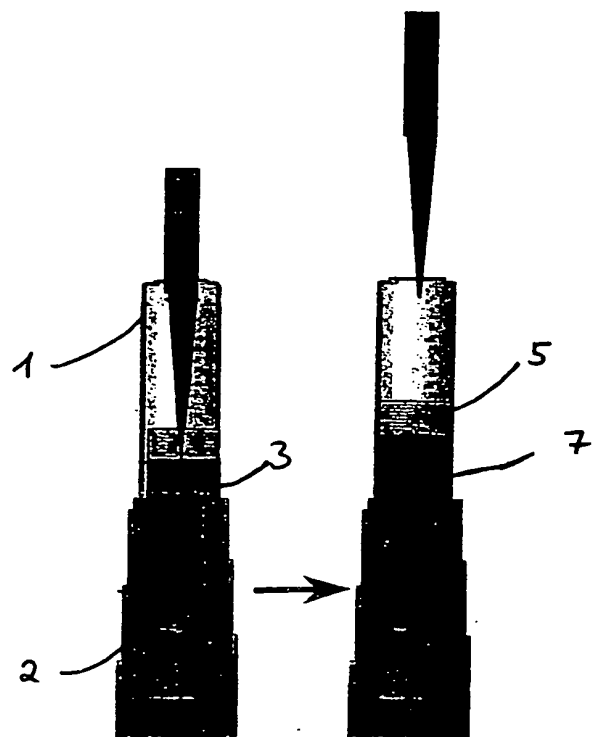


Fig. 5

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 20006546 U1 [0004]
- EP 0011327 B1 [0006]