



(11) **EP 4 063 013 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**04.12.2024 Patentblatt 2024/49**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B01L 3/02<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **21165248.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B01L 3/0279; B01L 2200/087; B01L 2300/0858**

(22) Anmeldetag: **26.03.2021**

(54) **PIPETTENSPIITZE**

PIPETTE TIP

POINTE DE PIPETTE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.09.2022 Patentblatt 2022/39**

(73) Patentinhaber: **Eppendorf SE**  
**22339 Hamburg (DE)**

(72) Erfinder: **BRABETZ, Vito**  
**DE-22926 Ahrensburg (DE)**

(74) Vertreter: **Hauck Patentanwaltspartnerschaft mbB**  
**Postfach 11 31 53**  
**20431 Hamburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 3 575 000 US-A1- 2008 286 157**  
**US-B1- 7 335 337**

**EP 4 063 013 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 Erfindung bezieht sich auf eine Pipettenspitze.

**[0002]** Pipettenspitzen werden zusammen mit Pipetten und anderen Dosiervorrichtungen insbesondere in medizinischen, biologischen, biochemischen und chemischen Laboratorien zum Dosieren von Flüssigkeiten verwendet. Nachfolgend werden Pipetten und andere Dosiervorrichtungen zusammenfassend als "Pipettier Vorrichtungen" bezeichnet. Pipettenspitzen haben einen länglichen, rohrförmigen Körper, der an dem unteren Ende eine untere Öffnung für den Durchgang von Flüssigkeit und an dem oberen Ende eine obere Öffnung zum Aufklemmen auf den Ansatz einer Pipettier Vorrichtung hat. Pipettenspitzen haben meist eine im Allgemeinen konische Form, deren Querschnitt sich von der unteren Öffnung zur oberen Öffnung hin vergrößert. Bekannt sind standardisierte konische bzw. kegelstumpfförmige Ansätze (Arbeitskonus) mit einer Standardgeometrie, die von vielen Herstellern einheitlich verwendet wird und die für jede Pipettenspitzengröße durch einen spezifischen mittleren Durchmesser und durch einen spezifischen Konuswinkel des konischen Ansatzes gekennzeichnet ist.

**[0003]** Mehrkanal-Pipettier Vorrichtungen dienen dazu, gleichzeitig Flüssigkeit aus einem oder mehreren Gefäßen aufzunehmen bzw. in ein oder mehrere Gefäße abzugeben. Sie werden vielfach für die Bearbeitung von Mikrotiterplatten benutzt, die in matrixartiger Anordnung eine Vielzahl Gefäße aufweisen. Hierfür haben Mehrkanal-Pipettier Vorrichtungen mehrere, in einer oder mehreren parallelen Reihen parallel nebeneinander angeordnete konische Ansätze, auf die Pipettenspitzen aufklemmbar sind. In Anpassung an ein häufig benutztes Format von Mikrotiterplatten mit 96 (8×12) oder 384 (16 × 24) Gefäßen (Näpfchen) gemäß ANSI-Standard sind Mehrkanalpipetten mit 8, 12, 16 oder 24 Ansätzen in einer Reihe bekannt. Bekannt sind auch Mehrkanal-Dosiervorrichtungen mit einem Dosierkopf, der 96 oder 384 Ansätze aufweist. Entsprechend dem Abstand benachbarter Gefäße von Mikrotiterplatten mit 96 oder 384 Gefäßen weisen benachbarte Ansätze einen Abstand von 9 mm oder 4,5 mm voneinander auf.

**[0004]** Bei Ausführung als Luftpolster-Pipettier Vorrichtung weist die Pipettier Vorrichtung mindestens eine Verdrängungseinrichtung für Luft auf, die kommunizierend mit einem Durchgangsloch mindestens eines Ansatzes verbunden ist. Mittels der Verdrängungseinrichtung ist ein Luftpolster verlagerbar, um Flüssigkeit in eine auf den Ansatz aufgeklemmte Pipettenspitze einzusaugen und daraus auszustoßen. Die Verdrängungseinrichtung ist meistens als Zylinder mit darin verschieblichem Kolben ausgeführt. Bekannt sind aber auch Verdrängungseinrichtungen mit einer Verdrängungskammer und mindestens einer verformbaren Wand, wobei eine Verformung der Wand die Verdrängung des Luftpolsters bewirkt.

**[0005]** Bei der Ausführung als Direktverdränger-Pipettier Vorrichtung ist in der Pipettenspitze ein kleiner Kolben angeordnet, der beim Aufstecken der Pipettenspitze auf einen Ansatz mit einem Kopplungselement eines Kolbenantriebs der Pipettier Vorrichtung gekoppelt wird, das in einem Durchgangsloch des Ansatzes verlagerbar ist.

**[0006]** Die Aufnahme der Flüssigkeit in die Pipettenspitze erfolgt bevorzugt in einem einzigen Schritt oder in mehreren kleinen Schritten. Die Abgabe der Flüssigkeit erfolgt beim Pipettieren in einem einzigen Schritt und beim Dispensieren in mehreren kleinen Schritten.

**[0007]** Pipettier Vorrichtungen haben meist einen Abwerfer, der auf den oberen Rand der Pipettenspitze wirkt, um diese vom Ansatz abzudrücken. Bei Mehrkanal-Pipettier Vorrichtungen ist der Abwerfer gleichzeitig gegen die oberen Ränder mehrerer Pipettenspitzen drückbar. Mittels des Abwerfers kann der Anwender die mit Flüssigkeit kontaminierten Pipettenspitzen vom Ansatz trennen, ohne diese anzufassen.

**[0008]** Die Pipettier Vorrichtung kann eine Handpipette sein, die der Anwender mit nur einer Hand halten und betätigen kann. Sie kann auch eine Dosierstation ("Pipettierstation") oder ein Dosierautomat ("Pipettierautomat") sein, bei dem ein Dosierkopf mit einem oder mehreren Ansätzen an einem Roboterarm oder an einem anderen Übertragungssystem oberhalb einer Arbeitsfläche verlagerbar ist. Die Pipettier Vorrichtung kann auch Bestandteil eines Laborautomaten ("Workstation") sein, der außer dem Dosieren weitere Behandlungen von Flüssigkeiten (z.B. Mischen, Temperieren, Analysieren) durchführen kann.

**[0009]** Zur Vermeidung von Fehldosierungen muss die Pipettenspitze hinreichend fest bzw. abdichtend auf den Ansatz aufgeklemmt sein. Außerdem dürfen die Kräfte für das Aufstecken und das Abwerfen der Pipettenspitze von dem Ansatz nicht zu hoch sein. Herkömmliche Pipettenspitzen sind im Kontaktbereich mit dem konischen Ansatz dickwandig und starr. Beim Aufstecken werden die Pipettenspitzen am Umfang durch den Ansatz elastisch aufgeweitet. Die Federkennlinie ist steil, sodass hohe Aufsteckkräfte aufzubringen sind. Nach dem Aufstecken wirkt eine entsprechend hohe Haftreibung zwischen dem Ansatz und der Pipettenspitze, die beim Abwerfen überwunden werden muss. Der Anwender wird durch die hohen Kräfte für das Aufstecken und Abwerfen der Pipettenspitze belastet. Hierdurch können Krankheiten ausgelöst werden, die unter dem Begriff "cumulative trauma disorders" (CTD) zusammengefasst werden. Soweit das Aufstecken und Abwerfen mittels motorischer Antriebe erfolgt, müssen diese entsprechend leistungsfähig sein und haben einen hohen Stromverbrauch.

**[0010]** Die US 6,197,259 beschreibt eine Pipettenspitze, die durch Anwendung von relativ geringen axialen Aufsteckkräften von sechs Pfund (26,7 N) fest auf einen Ansatz einer Pipette aufsteckbar und durch Anwendung von relativ geringen Abwurfkräften von drei Pfund (13,3 N) von diesem abwerfbar ist. Die Pipettenspitze weist ein konisches oberes

Ende mit einem inneren Durchmesser am oberen Ende auf, der größer als der Durchmesser des Ansatzes der Pipette ist, auf den die Pipettenspitze aufzustecken ist. Ferner hat die Pipettenspitze einen hohlen Mittelabschnitt und einen kreisringförmigen Dichtbereich an der Verbindung zwischen dem oberen Ende und dem Mittelabschnitt. Der Mittelabschnitt weist an und neben dem Dichtbereich eine Seitenwand mit einer Wandstärke zwischen 0,2 und 0,5 mm auf. Der kreisringförmige Dichtbereich hat einen inneren Durchmesser, der kleiner als ein Wert "x" ist, und ist ausgelegt, sodass er mit dem unteren Ende einer Dichtzone des Ansatzes in Eingriff kommt, um radial aufgeweitet zu werden, wenn der Ansatz eingeführt ist. Hierdurch wird eine flüssigkeitsdichte Abdichtung zwischen der Dichtzone des Ansatzes und dem Dichtbereich der Pipettenspitze erzeugt. Ferner weist die Pipettenspitze an der Innenseite neben dem Dichtbereich seitliche Stabilisierungsmittel auf, die mit der äußeren Oberfläche des Ansatzes in Eingriff kommen, um die Pipettenspitze auf dem Ansatz zu stabilisieren. Die seitlichen Stabilisierungsmittel weisen zumindest drei in Umfangsrichtung voneinander beabstandete Kontakte auf, die sich von der inneren Oberfläche der Pipettenspitze aus nach innen erstrecken. Der diametrale Abstand der Kontakte ist so bemessen, dass sie leicht mit dem unteren Ende des Ansatzes in Eingriff kommen und ein Vorbeigleiten des unteren Endes ermöglichen, ohne dass die Seitenwände der Pipettenspitze aufgeweitet werden, auf denen die Kontakte angeordnet sind. Wenn das untere Ende der Dichtzone des Ansatzes in Eingriff mit dem Dichtbereich der Pipettenspitze kommt, wird die Pipettenspitze im Dichtbereich und unmittelbar daneben gedehnt. Wenn die Kontakte die Pipettenspitze auf dem Ansatz führen, verformt sich die Seitenwand der Pipettenspitze zwischen den Kontakten nach innen und wird nicht aufgeweitet, wodurch die für das Eindringen des Ansatzes aufzubringende Kraft gering gehalten wird. Der Ansatz ist mit anwachsender Aufsteckkraft tiefer in die Pipettenspitze einpressbar. Dementsprechend hohe Abwurfkräfte sind für das Lösen der Pipettenspitze vom Ansatz aufzubringen. Die Konstruktion eignet sich aufgrund der nach innen vorstehenden Kontakte nur für verhältnismäßig große Pipettenspitzen.

**[0011]** Die US 6,568,288 beschreibt eine Pipettenspitze, die axial voneinander beabstandete kreisringförmige Dicht- und im Wesentlichen zylindrische seitliche Führungsbereiche aufweist, wobei der Dichtbereich hinreichend dünn ist, um beim Eindringen eines Ansatzes einer Pipette mit axial voneinander beabstandeten kreisringförmigen Dicht- und zylindrischen seitlichen Führungszonen einen Presssitz und luftdichte Abdichtung zwischen einer Dichtfläche der Dichtzone und dem Dichtbereich zu bilden. Die Wandstärke im Dichtbereich beträgt bevorzugt zwischen 0,2 und 0,5 mm. Die Dichtfläche ist die Außenfläche eines kreisringförmigen, radial nach außen vorspringenden Vorsprunges neben dem unteren Ende des Ansatzes. Die Pipettenspitze weist eine kreisringförmige, nach oben gewandte und nach innen gerichtete Schulter am Innenumfang auf, um das Aufstecken auf den Ansatz zu begrenzen. Die Kraft für das Aufstecken soll ungefähr zwei Pfund (8,9 N) und für das Abwerfen ungefähr ein Pfund (4,45 N) betragen. Durch den Tiefenanschlag kann es zu einem unvollständigen Eintauchen beim gleichzeitigen Aufnehmen mehrerer Pipettenspitzen von einem Tray oder Rack mittels einer Mehrkanal-Pipettiervorrichtung kommen. Wenn sich das Tray oder Rack zwischen seitlichen Rändern leicht nach unten durchbiegt, kann das Aufsetzen der beiden äußeren Ansätze auf den Schultern der beiden äußeren Pipettenspitzen zu einem unzureichenden Eintauchen der weiteren Ansätze in die dazwischen angeordneten Pipettenspitzen führen.

**[0012]** Die US 6,967,004 B2 beschreibt eine Pipettenspitze, die einen kreisringförmigen Dichtbereich mit einer inneren Dichtfläche auf einer Seitenwand aufweist, die im Dichtbereich hinreichend dünn ist, um sich geringfügig auszudehnen und einen Presssitz und eine luftdichte Abdichtung zwischen der Dichtfläche und einer Dichtzone eines in die Pipettenspitze eingesetzten Ansatzes der Pipette zu bilden. Die Pipettenspitze hat eine kreisringförmige, nach innen und nach oben gerichtete Schulter, die das Einstecken des Ansatzes begrenzt. Der Ansatz weist zwei Zylinderabschnitte mit unterschiedlichem Durchmesser auf. Seine kreisringförmige Dichtzone schließt eine Dichtkante an einer Verbindung des unteren Endes eines Zylinderabschnittes und dem äußersten Rand eines radial erstreckten Überganges des Ansatzes ein. Vorzugsweise betragen die Kräfte zum Einsetzen und Abwerfen der Pipettenspitze weniger als zwei Pfund (8,9 N). Der Tiefenanschlag kann beim gleichzeitigen Aufnehmen von mehreren Pipettenspitzen mittels einer Mehrkanal-Pipettiervorrichtung zu einem unzureichenden Eintauchen von Ansätzen führen.

**[0013]** Die EP 2 138 234 A1 beschreibt eine Pipettenspitze, die zum lösbaren Verbinden mit dem Ansatz einer Pipettiervorrichtung am oberen Ende eines länglichen rohrförmigen Abschnittes einen flexiblen, rohrförmigen Verbindungsabschnitt mit einer im Querschnitt wellenförmigen Kontur aufweist, welche die Dehnbarkeit des Sitzbereiches erhöht. Der Sitzbereich ist beim Aufstecken auf den Ansatz um mehr als 20 % reversibel dehnbar. Für einen abdichtenden Sitz muss die wellenförmige Kontur auf dem Ansatz glattgezogen werden, wodurch die weitere Dehnbarkeit nur noch gering ist. Infolgedessen erfordert die Pipettenspitze eine genaue Fertigung. Ferner ist zwischen Sitzbereich und rohrförmigem Bereich eine nach innen radial vorspringende Schulter vorhanden, die einen Tiefenanschlag für den Ansatz bewirkt, der beim Aufnehmen von Pipettenspitzen mittels einer Mehrkanal-Pipettiervorrichtung zu einem unzureichenden Eintauchen von Ansätzen führen kann.

**[0014]** Die EP 2 606 977 A1 beschreibt eine Pipettenspitze mit der Form eines länglichen Röhrchens mit einer unteren Öffnung an dem unteren Ende für den Durchgang von Flüssigkeit und einer oberen Öffnung an dem oberen Ende, wobei neben der oberen Öffnung am inneren Umfang ein Sitzbereich vorhanden ist, der zum Aufstecken auf einen standardisierten konischen Ansatz einer Pipettiervorrichtung dient. Der Sitzbereich weist einen Haltebereich mit radial nach innen vorstehenden, axial erstreckten Rippen und unterhalb des Haltebereiches einen Dichtbereich mit einem am Umfang

umlaufenden, nach innen vorstehenden Dichtvorsprung auf. Der Sitzbereich ist so ausgebildet, dass beim Aufstecken auf den Ansatz mit einer Aufsteckkraft, die ein Halten und Abdichten der Pipettenspitze auf dem Ansatz gewährleistet, die Rippen teilweise plastisch verformt werden und außerhalb der Rippen im Sitzbereich eine elastische Verformung eintritt. Unter dem Dichtbereich hat sie einen konisch sich zu oberen Öffnung hin erweiternden Bremsbereich zum Begrenzen des Aufsteckens. Hierdurch wird eine sichere Abdichtung auf dem Ansatz einer Pipettiervorrichtung gewährleistet und die zum Abwerfen aufzubringende Abwerfkraft wesentlich verringert. Die Konstruktion eignet sich besonders für verhältnismäßig große Pipettenspitzen mit 2,5, 5,0 und 10 mL Nennvolumen. Für kleinere Pipettenspitzen ist sie aufgrund der schwierigen Herstellung der filigranen Rippen weniger gut geeignet.

**[0015]** Die EP 3 115 110 A1 beschreibt eine Pipettenspitze mit einem röhrenförmigen Körper und einen Sitzbereich zum Aufstecken auf einen konischen Ansatz einer Pipettiervorrichtung, der am inneren Umfang in einem Abstand von der oberen Öffnung einen umlaufenden, nach innen vorstehenden Dichtvorsprung, unterhalb des Dichtvorsprungs einen umlaufenden, sich nach unten stärker als der Ansatz verjüngenden Bremsbereich und oberhalb des Dichtvorsprungs einen umlaufenden, nach innen vorstehenden Stützvorsprung aufweist. Der Dichtvorsprung ist unter elastischer Verformung abdichtend auf den Ansatz aufklemmbar, wobei der Bremsbereich weiter unten am Ansatz anliegt und der Stützvorsprung weiter oben ohne Vorspannung am Ansatz anliegt oder durch einen umlaufenden Spalt vom Ansatz beabstandet ist. Die Pipettenspitze ist gut abdichtend und sicher auf dem Ansatz einer Pipettiervorrichtung aufklemmbar, mit reduziertem Kraftaufwand vom Ansatz abwerfbar und eignet sich auch gut für kleinere Pipettenspitzenengrößen. Nachteilig ist der immer noch hohe Kraftaufwand beim Aufklemmen auf den Ansatz und beim Abstreifen vom Ansatz.

**[0016]** Die WO 2011/091308 A2 beschreibt eine Pipettenspitze, die am proximalen Ende eines proximalen Abschnittes einen kreisringförmigen Flansch und im proximalen Abschnitt axial gerichtete Rippen aufweist, die in Umfangsrichtung voneinander beanstandet sind. Der Flansch soll die Steifigkeit der Pipettenspitze erhöhen und die Ausrichtung des Dispensers auf die Pipettenspitze erleichtern. Die Rippen sollen die axiale Aufweitbarkeit der Pipettenspitze im proximalen Bereich begrenzen. Die Aufsteckkräfte der Pipettenspitzen mit 200 µl und 1000 µl Füllvolumen auf fünf verschiedene Pipetten betragen über 1000 g (10 N) und erreichen bis zu 2.000 g (20N).

**[0017]** Aus der US 7 335 337 B1 ist eine ergonomisch optimierte Pipettenspitze bekannt, welche betriebssicher auf einer Pipette fixiert werden kann, bei der die Aufsteckkräfte und Abwurfkräfte reduziert sind. Die Pipettenspitze weist elastische Expansionselemente auf, über welche die axiale Aufsteckkraft und Abwurfkraft reduziert werden. Die elastischen Expansionselemente sind in einem oberen Abschnitt der Pipettenspitze oberhalb eines am Innenumfang umlaufenden Dichtringes angeordnet. Sie sind durch nach außen gewölbte Bereiche verringerter Wandstärke zwischen zylindrischen oder kegelförmigen Segmenten der Pipettenspitze gebildet. Beim Einsetzen eines Ansatzes einer Pipette in die obere Öffnung der Pipettenspitze werden die Expansionselemente flachgezogen und weiten sich die segmentierten Wandabschnitte auf. Durch Rippen an der Innenseite der Wandsegmente wird die Pipettenspitze auf dem Ansatz geführt und ausgerichtet. Die Aufsteckkräfte sind jedoch immer noch hoch, weil die Pipettenspitze im Bereich des umlaufenden Dichtringes eine große Wandstärke aufweist und sich nur geringfügig dehnen kann, und steigen stark an, wenn die Expansionselemente flachgezogen sind.

**[0018]** Die WO 2018/213196 A1 beschreibt eine Pipettenspitze mit einem proximalen Abschnitt mit einander abwechselnden, längsgerichteten Rillen und Paneelen, die ausgebildet sind, das Aufweiten und das Komprimieren der Wand zu erleichtern, wenn die Pipettenspitze an einer entsprechend ausgebildeten Abgabevorrichtung angebracht ist und damit abdichtend in Eingriff steht. Durch diese Maßnahmen wird die Axialkraft zum Aufklemmen einer Pipettenspitze auf eine Abgabevorrichtung und Lösen einer Pipettenspitze von einer Abgabevorrichtung für Flüssigkeit verringert. Die Rillen sind abgestuft, V- oder U-förmig ausgebildet. Eine Vielzahl von Rillen und Paneelen sind abwechselnd am Umfang des proximalen Abschnittes angeordnet. Zum Ausbilden der Rillen müssen beim Spritzgießen im Spritzwerkzeug Engstellen und die Ecken den an annähernd rechten Winkeln zwischen Rillen und Paneelen mit plastifizierter Kunststoffmasse gefüllt werden. Hierdurch wird die Ausbringung limitiert und die Maßhaltigkeit und Festigkeit der Pipettenspitze vermindert. Auch besteht die Gefahr, dass die Pipettenspitze beim Aufklemmen auf dem Ansatz am Grund der Rillen aufreißt und nicht abdichtend auf dem Ansatz sitzt. Durch die starke Strukturierung des proximalen Abschnittes der Pipettenspitze wird zudem eine Kennzeichnung der Pipettenspitze erschwert.

**[0019]** EP 3 575 000 A1 offenbart in Abb. 5a-b eine Pipettenspitze aus Kunststoff (vgl. [0045]), wobei neben der oberen Öffnung am inneren Umfang des rohrförmigen Körpers ein Sitzbereich für den Ansatz vorhanden ist.

**[0020]** Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Pipettenspitze zur Verfügung zu stellen, die mit verringerter Aufsteckkraft und Abwurfkraft hinreichend fest und abdichtend auf einen Ansatz einer Pipettiervorrichtung aufklemmbar ist, günstigere Herstellungseigenschaften bei verbesserter Maßhaltigkeit und Festigkeit aufweist und sich besser für Kennzeichnung verschiedener Pipettenspitzen typen eignet.

**[0021]** Die Aufgabe wird durch eine Pipettenspitze mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsarten der Pipettenspitze sind in Unteransprüchen angegeben.

**[0022]** Die erfindungsgemäße Pipettenspitze aus Kunststoff umfasst einen länglichen, rohrförmigen Körper mit einer unteren Öffnung an einem unteren Ende des rohrförmigen Körpers für den Durchgang von Flüssigkeit und einer oberen Öffnung an einem oberen Ende des rohrförmigen Körpers zum Aufklemmen auf einen Ansatz einer Pipettiervorrichtung,

wobei neben der oberen Öffnung am inneren Umfang des rohrförmigen Körpers ein Sitzbereich für den Ansatz vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, dass der rohrförmige Körper am äußeren Umfang neben der oberen Öffnung mehrere in Axialrichtung erstreckte Abflachungen aufweist und der rohrförmige Körper in einem Querschnitt durch die Abflachungen am äußeren Umfang die Kontur eines Bogenpolygons hat.

**[0023]** Die erfindungsgemäße Pipettenspitze weist im Bereich der Abflachungen eine geringere Wandstärke als an den beiden seitlichen Rändern der Abflachungen auf. Hierdurch wird die Verformbarkeit der Pipettenspitze beim Aufklemmen auf einen Ansatz einer Pipettiervorrichtung verbessert, sodass auch bei vergleichsweise geringen Aufsteckkräften eine sichere Abdichtung der Pipettenspitze auf dem Ansatz erzielt werden kann. Die Pipettenspitze kann so ausgebildet werden, dass sie beim Aufklemmen mit einer bestimmten Kraft auf einen definierten Ansatz einer Pipettiervorrichtung ausschließlich elastisch verformt wird. Sie kann aber auch so ausgebildet werden, dass sie beim Aufklemmen mit einer bestimmten Kraft auf einen definierten Ansatz einer Pipettiervorrichtung plastisch verformt wird. Bei der elastischen Verformung steigt die Aufsteckkraft proportional zur Verformung an. Die elastische Verformung kann nach dem Lösen der Pipettenspitze vom Ansatz vollständig zurückgebildet werden. Wenn die Elastizitätsgrenze überschritten wird, tritt die plastische Verformung ein. Die plastische Verformung ist eine irreversible Verformung, die sich nach dem Lösen der Pipettenspitze vom Ansatz nicht selbst zurückbildet. Bei der plastischen Verformung steigt die Aufsteckkraft nicht mehr oder nur noch geringfügig mit der Verformung an. Die elastische oder plastische Verformung findet bevorzugt im Bereich der Abflachungen statt, da die Pipettenspitze neben der oberen Öffnung im Bereich der Abflachungen die geringste Wandstärke aufweist. Hierdurch kann der Kraftaufwand für das abdichtende Aufklemmen der Pipettenspitze auf den Ansatz gering gehalten werden. Im Falle der plastischen Verformung kann die Aufsteckkraft auf einen vorgegebenen Grenzwert begrenzt werden.

**[0024]** In dem Querschnitt durch den rohrförmigen Körper definieren die Abflachungen mit ihrem jeweils bogenförmig gekrümmtem Profil einen äußeren Umfang des rohrförmigen Körpers in Form eines Bogenpolygons. Bei einem Bogenpolygon sind die Seiten durch Bögen gebildet, die sich zwischen jeweils zwei benachbarten Eckpunkten erstrecken. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsart ist das Bogenpolygon ein regelmäßiges Bogenpolygon, wie zum Beispiel das Reuleaux-Polygon. Einem Bogenpolygon liegt jeweils ein Vieleck (Polygon) zugrunde, dessen Seiten durch Kreisbögen zwischen jeweils zwei benachbarten Eckpunkten ersetzt werden, deren Mittelpunkt der gegenüberliegende Eckpunkt ist. Der Durchschnitt (die gemeinschaftliche Fläche) der Kreise bildet das Bogenpolygon. Das zugrunde liegende Vieleck muss konvex und darf nicht überschlagen sein. Einem regelmäßigen Bogenpolygon liegt ein regelmäßiges Polygon zugrunde, das sowohl gleich lange Seiten als auch gleich große Innenwinkel aufweist. Ein Sonderfall sind Gleichdicke, deren zugrunde liegende Vielecke eine ungerade Anzahl an Ecken besitzen, sodass jeder mögliche Durchmesser des Körpers denselben Betrag hat (konstante Breite).

**[0025]** Von Vorteil ist insbesondere das gute Verhältnis zwischen den dickwandigen und dünnwandigen Bereichen des Querschnitts. Die dünnwandigen Bereiche bewirken eine Reduzierung der benötigten Kraft zum Dehnen der Pipettenspitze beim Aufklemmen auf einen Ansatz und dadurch auch eine verminderte Aufsteckkraft.

**[0026]** Aufgrund der erhöhten Flexibilität kann die Pipettenspitze besser mit Ansätzen mit unterschiedlichen Formen und/oder Abmessungen verwendet werden. Die dickwandigen Bereiche sind auch vorteilhaft als Auflagefläche für den Abwerfer einer Pipette nutzbar, um die Pipettenspitze sicher von einem Ansatz zu lösen. Je nach Konstruktion der Pipettenspitze können die verdickten Bereiche auch für eine gute Auflage im Tray (Halter für Pipettenspitzen) genutzt werden, das Löcher aufweist, in die die Pipettenspitzen eingesetzt sind und an deren oberen Rand sie sich mit den verdickten Bereichen abstützen. Somit ist das Verhältnis der dickwandigen und dünnwandigen Bereiche des Querschnittes in Kombination mit der verringerten Dehnungskraft besonders vorteilhaft. Zudem kann durch die Außenkontur des rohrförmigen Körpers in Form eines Bogenpolygons die Querschnittsfläche und damit das Gewicht der Pipettenspitze und das für die Herstellung benötigte Kunststoffmaterial verringert werden. Ein weiterer Vorteil ist, dass durch das besondere äußere Erscheinungsbild der Pipettenspitzen mit der Außenkontur in Form eines Bogenpolygons eine Unterscheidung von Pipettenspitzentypen ermöglicht wird.

**[0027]** Ein Simulationsvergleich einer Pipettenspitze mit der Außenkontur in Form eines Bogenpolygons mit einer herkömmlichen hohlzylindrischen Pipettenspitze hat gezeigt, dass die beim Aufstecken auf den Ansatz aufzubringende Dehnungskraft um bis zu ca. 35% reduziert werden kann.

**[0028]** Für die Herstellung durch Spritzgießen ist von Vorteil, dass die Kunststoffmasse die Kavität im Spritzgießwerkzeug im Bereich der Abflachungen aufgrund der geringeren Druckverluste an der Abflachung besser auffüllen kann als im Bereich der Rillen bei den herkömmlichen Pipettenspitzen. Hierdurch können auch Bindenähte reduziert und maßhaltigere und festere Pipettenspitzen erreicht werden. Durch die erhöhte Festigkeit kann verhindert werden, dass die Pipettenspitzen an den Stellen der geringsten Wandstärke durch die Aufsteckkräfte aufreißen.

**[0029]** Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Abflachungen zur Kennzeichnung der Pipettenspitzen genutzt werden können. Insbesondere können auf den Abflachungen beim Spritzgießen Angaben über die Pipettenspitze und/oder über deren Herstellung angebracht werden, beispielsweise über die Pipettenspitzengröße, das Material oder den Reinheitsgrad der Pipettenspitze, den Hersteller, die Marke und/oder das für die Herstellung verwendete Produktionswerkzeug. Bei der Pipettenspitzengröße handelt es sich um das größte Volumen, das mit der Pipettenspitze dosiert werden

kann. Pipettenspitzen, die sich durch mindestens eines der vorgenannten Kriterien voneinander unterscheiden, werden in dieser Anmeldung auch als "Pipettenspitzen unterschiedlichen Pipettenspitzentyps" bezeichnet. Die Kennzeichnung kann beim Spritzgießen in Form von erhabenen oder vertieften Buchstaben, Zahlen, Zeichen oder Symbolen erzeugt oder später aufgedruckt werden. Ferner kommt eine Kennzeichnung durch den Anwender in Betracht, z.B. durch Bedrucken, Beschriften mittels eines Schreibwerkzeugs oder Aufkleben eines Etiketts. Zudem können die Abflachungen an sich als Erkennungsmerkmal genutzt werden, um verschiedene Pipettenspitzentypen voneinander zu unterscheiden.

**[0030]** Auch können die Abflachungen als Rollschutz dienen, um zu verhindern, dass eine auf einer Arbeitsfläche oder sonstige Fläche abgelegte Pipettenspitze weggrollt.

**[0031]** Gemäß einer Ausführungsart betrifft die Erfindung ausschließlich Pipettenspitzen, bei denen die Seiten des Bogenpolygons nach außen gekrümmt sind, sodass die Abflachungen in einem Querschnitt durch den rohrförmigen Körper ein nach außen (konvex) gekrümmtes Profil aufweisen. Gemäß einer anderen Ausführungsart betrifft die Erfindung zusätzlich zu den vorgenannten Pipettenspitzen solche, bei denen die Seiten des Bogenpolygons nach innen gekrümmt sind, sodass die Abflachungen in einem Querschnitt durch den rohrförmigen Körper ein nach innen (konkav) gekrümmtes Profil aufweisen. Gemäß einer weiteren Ausführungsart ist das Profil der Abflachungen weitestgehend oder ausschließlich nach außen gekrümmt oder weitestgehend oder ausschließlich nach innen gekrümmt. Gemäß einer Ausführungsart der Erfindung ist der Krümmungsradius entlang des jeweiligen Profils konstant. Gemäß einer anderen Ausführungsart variiert der Krümmungsradius entlang des jeweiligen Profils oder eines Teils desselben. Gemäß einer anderen Ausführungsart ist das Profil der Abflachungen abschnittsweise gleich oder unterschiedlich gekrümmt. Beispielsweise ist das Profil der Abflachungen an den beiden Rändern nach außen gekrümmt oder geradlinig und dazwischen nach außen gekrümmt oder nach innen gekrümmt, sodass es insgesamt annähernd V-förmig ist. Gemäß einer anderen Ausführungsart ist das Profil der Abflachungen abschnittsweise unterschiedlich gekrümmt. Bei der unterschiedlichen Krümmung kann es sich um Krümmungen mit unterschiedlichen Krümmungsradien oder um Krümmungen nach außen und nach innen mit gleichen oder unterschiedlichen Krümmungsradien handeln.

**[0032]** Mit der Krümmung ist der Kehrwert des Krümmungsradius des jeweiligen Profils bezeichnet.

**[0033]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart weist der rohrförmige Körper in sämtlichen Querschnitten durch die Abflachungen in den Abflachungen ausschließlich ein mit demselben Krümmungsradius gekrümmtes Profil oder in verschiedenen Querschnitten ein mit unterschiedlichem Krümmungsradius gekrümmtes Profil auf, wobei sich die Krümmung des Profils von Querschnitt zu Querschnitt vorzugsweise allmählich ändert. Gemäß einer weiteren Ausführungsart weisen die Abflachungen in verschiedenen Querschnitten ein nach außen gekrümmtes Profil und ein nach innen gekrümmtes Profil auf, wobei sich die Krümmung des Profils von Querschnitt zu Querschnitt vorzugsweise allmählich ändert.

**[0034]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart verringert sich die Wandstärke des rohrförmigen Körpers in einem Querschnitt durch den rohrförmigen Körper jeweils ausgehend von einem der beiden Randbereiche jeder Abflachung in der Abflachung zu deren Zentralbereich hin allmählich. Durch die allmähliche Abnahme der Wandstärke wird ein gleichmäßiges Auffüllen der Kavität im Spritzgießwerkzeug begünstigt und überhöhte Spannungen beim Aufkleben der Pipettenspitze auf einen Ansatz vermieden.

**[0035]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart erstrecken sich die Abflachungen nach oben bis auf einen Abstand vom oberen Ende des rohrförmigen Körpers. Hierdurch kann am oberen Ende der Pipettenspitze ein mit gleichmäßiger Wandstärke umlaufender oberer Rand erreicht werden, der vorteilhaft für das Abwerfen einer Pipettenspitze vom Ansatz mittels einer Abwurfeinrichtung der Pipettiereinrichtung ist. Gemäß einer weiteren Ausführungsart ist der obere Rand der Pipettenspitze ein umlaufender Flansch. Der Flansch kann zum Halten einer Pipettenspitze in einem Loch eines Halters für Pipettenspitzen (*rack*) genutzt werden.

**[0036]** Gemäß einer anderen Ausführungsart erstrecken sich die Abflachungen bis zum oberen Ende des rohrförmigen Körpers. Die Erstreckung der Abflachungen bis zum oberen Ende ist vorteilhaft für die Verformung der Pipettenspitze unter vermindertem Kraftaufwand.

**[0037]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart weist der rohrförmige Körper am äußeren Umfang eine Schulter auf. Mit der Schulter kann die Pipettenspitze in einem Loch eines Halters für Pipettenspitzen abgestützt werden. Gemäß einer weiteren Ausführungsart erstrecken sich die Abflachungen nach unten zumindest bis zu der Schulter oder darüber hinaus.

**[0038]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart weist der rohrförmige Körper am Umfang drei bis zehn, vorzugsweise drei, vier oder fünf Abflachungen auf. Durch die mehreren Abflachungen kann der Kraftaufwand für die Verformung der Pipettenspitzen weiter reduziert werden. Ferner können durch Pipettenspitzen mit unterschiedlicher Anzahl und/oder Abmessungen (z.B. mit unterschiedlicher Breite und/oder Krümmung) der Abflachungen unterschiedliche Pipettenspitzentypen unterschiedlich gekennzeichnet werden.

**[0039]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart sind sämtliche Abflachungen gleich breit und gleich gekrümmt.

**[0040]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart verlaufen die Abflachungen parallel zur Mittelachse des rohrförmigen Körpers oder schraubenlinienförmig um die Mittelachse des rohrförmigen Körpers herum. Bei einem schraubenlinienförmigen Verlauf erstreckt sich beispielsweise jede Abflachung nur über einen Bruchteil des Umfangs des rohrförmigen Körpers oder einmal oder mehr als einmal um den Umfang des rohrförmigen Körpers herum.

**[0041]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart ist der Sitzbereich konisch und/oder zylindrisch.

**[0042]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart weist der rohrförmige Körper am inneren Umfang des Sitzbereichs mindestens eine nach innen vorspringende, in Umfangsrichtung umlaufende Dichtstruktur und/oder mindestens eine nach innen vorspringende, in Umfangsrichtung umlaufende oder mehrere voneinander beabstandete Abschnitte aufweisende Führungsstruktur und/oder mindestens eine nach innen vorspringende, in Umfangsrichtung umlaufende oder mehrere voneinander beabstandete Abschnitte aufweisende Bremsstruktur auf. Gemäß einer weiteren Ausführungsart handelt es sich bei der Dichtstruktur um einen Dichtwulst und/oder bei der Führungsstruktur um einen Führungswulst und/oder eine Führungsrippe und/oder noppen- oder warzenförmige Führungsvorsprünge und/oder bei der Bremsstruktur um einen Bremswulst und/oder einen konischen Bremsbereich.

**[0043]** Die Dichtstruktur bewirkt eine Ringauflage zwischen dem Ansatz der Pipettiovorrichtung und der Pipettenspitze und somit eine gute Abdichtung bei geringen Reibkräften beim Aufstecken der Pipettenspitze auf den Ansatz. Anstatt einer nach innen vorspringenden Dichtstruktur kann der Sitzbereich eine Flächendichtung aufweisen, die beispielsweise durch eine konische oder zylindrische oder eine abschnittsweise konische und abschnittsweise zylindrische Fläche gebildet ist.

**[0044]** Die Führungsstruktur bewirkt eine Ringauflage oder mehrere in Umfangsrichtung voneinander beabstandete, ringbogenförmige Auflagen und/oder mehrere in Umfangsrichtung voneinander beabstandete, annähernd punktförmige Auflagen zwischen dem Ansatz der Pipettiovorrichtung und der Pipettenspitze und somit eine gute Führung bei geringen Reibkräften beim Aufstecken der Pipettenspitze auf den Ansatz. Durch die Führungsstruktur wird die Pipettenspitze stabil am Ansatz gehalten, auch wenn bei Wandabgabe (Flüssigkeitsabgabe an einer Gefäßwand) eine Kraft von der Seite in das untere Ende der Pipettenspitze eingeleitet wird.

**[0045]** Die Bremsstruktur bewirkt eine Ringauflage oder eine ringbogenförmige Auflage oder eine rampenförmige Auflage zwischen dem Ansatz und der Pipettenspitze und bremst die Einsetzbewegung des Ansatzes in die Pipettenspitze ab. Die Bremswirkung wird durch die Geometrie der Bremsstruktur und des Ansatzes und die Materialeigenschaften (insbesondere Elastizität und Rauigkeit) von Pipettenspitze und Ansatz bestimmt.

**[0046]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart ist die Führungsstruktur oberhalb der Dichtstruktur und/oder die Bremsstruktur unterhalb der Dichtstruktur angeordnet. Gemäß einer weiteren Ausführungsart fällt die Führungsstruktur mit der Dichtstruktur zusammen und/oder fällt die Dichtstruktur mit der Bremsstruktur zusammen. Hierfür kann ein Führungswulst zugleich als Dichtwulst ausgebildet sein und/oder ein Dichtwulst zugleich als Reibwulst.

**[0047]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart weist der rohrförmige Körper am inneren Umfang mehrere Dichtstrukturen und/oder Führungsstrukturen und/oder Reibstrukturen auf, die in einem Längsschnitt durch den rohrförmigen Körper eine wellenförmige Kontur aufweisen.

**[0048]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart weist der rohrförmige Körper an der oberen Öffnung eine Aufweitung und/oder am inneren Umfang eine Einführschräge auf. Durch die Aufweitung und/oder Einführschräge wird das Einführen eines Ansatzes einer Pipettiovorrichtung in die Pipettenspitze erleichtert.

**[0049]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart besteht die Pipettenspitze ausschließlich aus dem rohrförmigen Körper. Gemäß einer weiteren Ausführungsart ist die Pipettenspitze eine Luftpolster-Pipettenspitze, d.h. sie ist ausgebildet, mit einer Luftpolster-Pipettiovorrichtung verwendet zu werden. Gemäß einer weiteren Ausführungsart besteht die Luftpolster-Pipettenspitze ausschließlich aus dem rohrförmigen Körper.

**[0050]** Gemäß einer anderen Ausführungsart besteht die Pipettenspitze aus dem rohrförmigen Körper und aus einem weiteren Bauteil. Das weitere Bauteil ist beispielsweise ein kleiner Kolben, der innerhalb des rohrförmigen Körpers angeordnet und in diesem verlagerbar ist. Hierbei handelt es sich um eine Direktverdränger-Pipettenspitze, d.h. um eine Pipettenspitze, die mit einer Direktverdränger-Pipettiovorrichtung verwendet werden kann.

**[0051]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart ist die Pipettenspitze aus mindestens einem Thermoplasten, vorzugsweise aus mindestens einem Polyolefin, vorzugsweise aus mindestens einem Polypropylen und/oder Polyethylen hergestellt.

**[0052]** Gemäß einer weiteren Ausführungsart weist die Pipettenspitze eines oder mehrere der folgenden Merkmale auf:

- die Wandstärke des rohrförmigen Körpers an den Ecken des Bogenpolygons fällt in den Bereich von 0,3 bis 1 mm,
- der Sitzbereich ist innen konisch mit nach unten sich verringerndem Durchmesser, wobei der Konuswinkel des Sitzbereiches ausgewählt ist aus dem Bereich von 1° bis 6°, vorzugsweise von 1,5° bis 2,5°,
- der Sitzbereich ist ausgebildet, auf einen Ansatz aufgesteckt zu werden, wobei der Konuswinkel des konischen Ansatzes oder des konischen Abschnittes des Ansatzes ausgewählt ist aus dem Bereich von 1,0° bis 10°, vorzugsweise aus dem Bereich von 1,3° bis 7°, weiterhin vorzugsweise aus dem Bereich von 1,5° bis 3°,
- die Dichtstruktur und/oder Führungsstruktur und/oder Bremsstruktur sind in Längsrichtung des rohrförmigen Körpers über den Sitzbereich verteilt,
- die Wandstärke des rohrförmigen Körpers beträgt im Bereich der Abflachungen (außerhalb der Dichtstruktur und/oder Führungsstruktur und/oder Bremsstruktur) an den dünnsten Stellen maximal 0,3 mm,
- die Wandstärke des rohrförmigen Körpers beträgt im Bereich der Abflachungen (außerhalb der Dichtstruktur

- und/oder Führungsstruktur und/oder Bremsstruktur) an den dünnsten Stellen mindestens 0,1 mm,
- die Abflachungen erstrecken sich in Längsrichtung des rohrförmigen Körpers über eine Länge von mindestens 4 mm,
- die Abflachungen erstrecken sich in Längsrichtung des rohrförmigen Körpers mindestens über zwei Dichtstrukturen und/oder Führungsstrukturen und/oder Bremsstrukturen hinweg.

**[0053]** Ferner betrifft die Erfindung ein Pipettenspitzensystem umfassend mehrere Pipettenspitzen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 oder einer der vorstehenden Ausführungsarten, wobei Pipettenspitzen unterschiedlichen Pipettenspitzentyps unterschiedlich ausgebildete Abflachungen und/oder unterschiedliche Kennzeichnungen auf den Abflachungen aufweisen.

**[0054]** Ferner betrifft die Erfindung ein Pipettiersystem mindestens eine Pipettenspitze gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 oder einer der vorstehenden Ausführungsarten und eine Einkanal-Pipettiervorrichtung mit einem einzigen Ansatz zum Aufstecken einer Pipettenspitze und/oder eine Mehrkanal-Pipettiervorrichtung mit mehreren Ansätzen zum gleichzeitigen Aufstecken mehrerer Pipettenspitzen.

**[0055]** In der vorliegenden Anmeldung beziehen sich die Angaben "vertikal" und "horizontal", "oben" und "unten" sowie davon abgeleitete Angaben wie "oberhalb" und "unterhalb" auf eine Anordnung der Pipettenspitze mit vertikal ausgerichteter Mittelachse des rohrförmigen Körpers, wobei sich die obere Öffnung oben und die untere Öffnung unten befindet.

**[0056]** In der vorliegenden Anmeldung ist jeder Querschnitt durch den rohrförmigen Körper eine Ebene, die senkrecht zur Mittelachse des rohrförmigen Körpers ausgerichtet ist. Jeder Längsschnitt durch den rohrförmigen Körper ist eine Ebene, in der sich die Mittelachse des rohrförmigen Körpers erstreckt.

**[0057]** Ferner ist mit dem Zentralbereich der Abflachung eine Linie oder eine streifenförmige Zone bezeichnet, die zwischen den beiden seitlichen Rändern der Abflachung verläuft, wobei die Linie oder Zone dieselben Abstände von den beiden seitlichen Rändern der Abflachung aufweisen kann oder unterschiedliche Abstände von den beiden seitlichen Rändern der Abflachung aufweisen kann.

**[0058]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand der anliegenden Zeichnung von Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1a-g eine Pipettenspitze mit einer dreieckigen Bogenpolygonkontur in einer Seitenansicht (Fig. 1a), einer um 90° gedrehten Seitenansicht (Fig. 1b), einem Schnitt entlang der Linie C-C von Fig. 1b (Fig. 1c), einer Unteransicht (Fig. 1d), einer Draufsicht (Fig. 1e), einer Perspektivansicht schräg von unten und von der Seite (Fig. 1f) und einer Perspektivansicht schräg von oben und von der Seite (Fig. 1g);

Fig. 2a-g eine Pipettenspitze mit einer dreieckigen Bogenpolygonkontur mit abgerundeten Ecken in einer Seitenansicht (Fig. 2a), einer um 90° gedrehten Seitenansicht (Fig. 2b), einem Schnitt entlang der Linie C-C von Fig. 2b (Fig. 2c), einer Unteransicht (Fig. 2d), einer Draufsicht (Fig. 2e), einer Perspektivansicht schräg von unten und von der Seite (Fig. 2f) und einer Perspektivansicht schräg von oben und von der Seite (Fig. 2g);

Fig. 3a-g eine Pipettenspitze mit einer viereckigen Bogenpolygonkontur in einer Seitenansicht (Fig. 3a), einer um 90° gedrehten Seitenansicht (Fig. 3b), einem Schnitt entlang der Linie C-C von Fig. 3b (Fig. 3c), einer Unteransicht (Fig. 3d), einer Draufsicht (Fig. 3e), einer Perspektivansicht schräg von unten und von der Seite (Fig. 3f) und einer Perspektivansicht schräg von oben und von der Seite (Fig. 3g);

Fig. 4a-g eine weitere Pipettenspitze mit einer dreieckigen Bogenpolygonkontur in einer Seitenansicht (Fig. 4a), einer um 90° gedrehten Seitenansicht (Fig. 4b), einem Schnitt entlang der Linie C-C von Fig. 4b (Fig. 4c), einer Unteransicht (Fig. 4d), einer Draufsicht (Fig. 4e), einer Perspektivansicht schräg von unten und von der Seite (Fig. 4f) und einer Perspektivansicht schräg von oben und von der Seite (Fig. 4g);

Fig. 5 übereinander gelagerte Querschnitte durch den Sitzbereich von Pipettenspitzen mit kreisringförmigem Querschnitt, Abflachungen mit geradem Profil, Abflachungen mit nach innen gekrümmtem Profil und Abflachungen mit der Kontur eines Reuleaux-Bogenpolygons;

Fig. 6 Simulation der Gesamtverformung bei einer radialen Verschiebung am Innenumfang für Pipettenspitzen mit verschiedenen Geometrien.

**[0059]** Bei der nachfolgenden Erläuterung verschiedener Ausführungsbeispiele sind die mit denselben Bezeichnungen bezeichneten Strukturen und Bauteile mit denselben Bezugsziffern versehen.

**[0060]** Gemäß Fig. 1 hat eine Pipettenspitze 1 einen länglichen, rohrförmigen Körper 2, der am unteren Ende 3 eine untere Öffnung 4 und am oberen Ende 5 eine obere Öffnung 6 aufweist. Die untere Öffnung 4 ist kleiner als die obere Öffnung 6.

**[0061]** Generell nimmt der innere und der äußere Durchmesser des rohrförmigen Körpers 2 von der unteren Öffnung 4 zu der oberen Öffnung 6 hin zu. Der rohrförmige Körper 2 hat unten einen konischen Abschnitt 7 und darüber einen Kopfabschnitt 8, der in einem unteren Kopfabschnittsteil 8.1 schwach konisch und in einem oberen Kopfabschnittsteil 8.2 stärker konisch ist (Fig. 1a, 1f). Angrenzend an den konischen Abschnitt 7 läuft an der Unterseite des Kopfabschnittes 8 am äußeren Umfang 9 des rohrförmigen Körpers 2 eine nach unten gerichtete äußere Schulter 10 um.



**[0062]** Der Kopfabchnitt 8 des rohrförmigen Körpers 2 ist im Querschnitt dreieckig und weist zwischen jeweils zwei benachbarten Ecken 11 eine Abflachung 12 mit einem bogenförmig nach außen gekrümmtem Profil 13 auf (Fig. 1d). Insgesamt weist somit der rohrförmige Körper 2 in einem Querschnitt durch den Kopfabchnitt 8 eine Außenkontur 14 in Form eines regelmäßigen dreieckigen Bogenpolygons 15 auf, das auch als Reuleaux-Dreieck bezeichnet wird. Aufgrund der Außenkontur 14 in Form eines Bogenpolygons 15 und seiner kreisförmigen Innenkontur 16 weist der Kopfabchnitt 8 an den Ecken 11 des Bogenpolygons 15 die dickwandigsten Stellen 17 und in der Mitte zwischen den Ecken die dünnwandigsten Stellen 18 auf, wobei seine Wandstärke den dickwandigsten Stellen 17 bis zu den dünnwandigsten Stellen 18 allmählich abnimmt.

**[0063]** Oben weist der rohrförmige Körper 2 einen umlaufenden Rand 19 mit einem entsprechenden Verlauf der Wandstärke auf (Fig. 1g).

**[0064]** Am oberen Ende 5 weist der rohrförmige Körper 2 am inneren Umfang 20 eine Aufweitung 21 mit einer Einführschräge 22 auf. Dies ist insbesondere in Fig. 1c gezeigt.

**[0065]** Neben der oberen Öffnung 6 weist der rohrförmigen Körper 2 am inneren Umfang 20 einen im Wesentlichen konischen Sitzbereich 23 für einen konischen Ansatz 24 einer Pipettiervorrichtung 25 auf. Der Sitzbereich 23 erstreckt sich in den Kopfabchnitt 8 hinein und hat einen Konuswinkel von z.B. 2° bis 6°. Der Sitzbereich 23 bildet eine Flächenabdichtung für einen abdichtenden Sitz der Pipettenspitze 1 auf dem Ansatz 24.

**[0066]** Der rohrförmige Körper 2 hat am inneren Umfang 20 unterhalb des Sitzbereiches 23 eine umlaufende Ringnut 26 zum Halten auf dem Kern eines Spritzgießwerkzeugs bei der Herstellung der Pipettenspitzen (Fig. 1c).

**[0067]** Am unteren Ende des Kopfabchnittes 8 geht die Innenkontur des rohrförmigen Körpers 2 glatt in den nach unten sich verjüngenden konischen Abschnitt 7 über (Fig. 1c).

**[0068]** Zum Aufklemmen auf den Ansatz 24 einer Pipettiervorrichtung 25 können eine oder mehrere Pipettenspitzen 1 in Löchern eines Halters für Pipettenspitzen bereitgehalten werden, wobei sie sich mit der Schulter 10 auf dem Rand der Löcher abstützen. Gemäß Fig. 1c ist der Ansatz 24 einer Pipettiervorrichtung 25 leicht durch die Aufweitung 21 mit der Einführschräge 22 an der oberen Öffnung 6 hindurch in die Pipettenspitze 1 einführbar. Beim Aufklemmen auf den Ansatz 24 kann die Pipettenspitze 1 im Bereich der Abflachungen 12 elastisch und/oder plastisch verformt werden, wodurch die Aufsteckkräfte verringert werden und mit verhältnismäßig geringeren Aufsteckkräften ein sicher abdichtender Sitz des Ansatzes 24 im Sitzbereich 22 erreicht wird. Die dünnwandigen Bereiche zwischen den Ecken 11 führen zu einer Reduzierung der benötigten Dehnungskraft beim Aufstecken der Pipettenspitze 1 auf einen Ansatz 24 einer Pipettiervorrichtung 25 sowie zu einer entsprechend verminderten Aufsteckkraft und einer erhöhten Flexibilität bei der Verwendung der Pipettenspitze 1 mit Pipettiervorrichtung 25, die Ansätze 23 mit unterschiedlichen Geometrien aufweisen.

**[0069]** Nach dem Pipettieren von Flüssigkeit kann die Pipettenspitze 1 leicht vom Ansatz 24 abgeworfen werden, da auch die zum Abwerfen aufzubringenden Abwurfkräfte reduziert sind. Zum Abwerfen wird eine auf dem Ansatz 24 geführte Abwurfhülse der Pipettiervorrichtung 25 gegen den umlaufenden Rand 19 am oberen Ende 5 der Pipettenspitze 1 gedrückt und die Pipettenspitze 1 vom Ansatz 24 abgestreift. Die dickwandigen Bereiche an den Ecken 11 ermöglichen ein sicheres Abwerfen der Pipettenspitze 1, da sie am oberen Rand 19 eine große Auflagefläche für das Aufsetzen eines Abwerfers bieten. Da die dickwandigen Bereiche auch auf der Schulter 10 an der Unterseite des Kopfabchnittes 8 ausgebildet sind, bewirken Sie zudem eine gute Auflage auf den Randbereichen von Löchern in einem Halter für Pipettenspitzen. Zudem begünstigt die Querschnittsform eine gleichmäßige Spannungsverteilung beim Aufstecken auf den Ansatz 24, wodurch ein Aufreißen der Pipettenspitze 1 im Kopfabchnitt 8 vermieden wird. Schließlich ist die Querschnittsform im Kopfabchnitt 8 auch vorteilhaft für das gleichmäßige Auffüllen der Spritzgießform mit plastifizierter Kunststoffmasse beim Spritzgießen der Pipettenspitze 1.

**[0070]** Die Pipettenspitze 1 von Fig. 2 unterscheidet sich von der Pipettenspitze von Fig. 1 dadurch, dass sie in einem Querschnitt durch den Kopfabchnitt 8 drei abgerundete Ecken 11, d.h. Ecken 11 mit einem Radius 27 aufweist. Der Radius 27 ist kleiner als der Krümmungsradius der Abflachungen 12.

**[0071]** Die Pipettenspitze 1 von Fig. 3 unterscheidet sich von der Pipettenspitze von Fig. 1 dadurch, dass in einen Querschnitt durch den Kopfabchnitt 9 vier Abflachungen 12 mit bogenförmig nach außen gekrümmtem Profil 13 aufweist, wobei die Profile 13 an vier Ecken 11 aneinanderstoßen. Die Außenkontur dieser Pipettenspitze 1 hat die Form eines regelmäßigen viereckigen Bogenpolygons 15 nach Reuleaux.

**[0072]** Die vorteilhaften Wirkungen der Pipettenspitze von Fig. 1 kommen der Pipettenspitze von Fig. 3 aufgrund der erhöhten Anzahl Ecken 11 und Abflachungen 12 in verstärktem Maße zu.

**[0073]** Die Pipettenspitze 1 von Fig. 4 ist vorzugsweise für das Pipettieren kleinerer Füllvolumen (z.B. 10 µl) als die Pipettenspitzen 1 von Fig. 1 bis 3 (z.B. 200 µl) ausgelegt. Die Pipettenspitze 1 von Fig. 4 unterscheidet sich von den oben beschriebenen insbesondere dadurch, dass der längliche, rohrförmige Körper 2 über dem konischen Abschnitt 7 einen konischen Mittelabschnitt 28, darüber einen konischen Übergangsabschnitt 29 und darüber einen konischen Kopfabchnitt 8 mit einem umlaufenden, radial nach außen vorspringenden Flansch 30 am oberen Ende 5 aufweist. Die vorbezeichneten Abschnitte 7, 28, 29 und der Flansch 30 schließen sich direkt aneinander an. Der Außendurchmesser des rohrförmigen Körpers 2 vergrößert sich grundsätzlich allmählich vom unteren Ende 3 bis zum Flansch 30. Im

Mittelabschnitt weist er kleine Durchmessersprünge 31 auf, die Füllstandsmarkierungen bilden. Der Innendurchmesser des rohrförmigen Körpers 2 vergrößert sich grundsätzlich ebenfalls allmählich vom unteren Ende 3 bis zum oberen Ende 5 des rohrförmigen Körpers 2.

**[0074]** Der rohrförmige Körper 2 weist am inneren Umfang 20 im Sitzbereich 23 Dichtstrukturen 32 in Form von zwei nach innen vorspringenden, geschlossen umlaufenden Dichtwulsten 33 auf, die voneinander in axialer Richtung beabstandet sind. Der untere Dichtwulst 33 ist zugleich eine Bremsstruktur 34 in Form eines Bremswulstes 34, der die Funktion hat, das Einsetzen eines Ansatzes 24 einer Pipettiervorrichtung 25 abzustoppen. Hierfür hat der untere Dichtwulst 33 einen geringeren Innendurchmesser als der obere Dichtwulst 33. Oberhalb der Dichtwulste 33 weist der Sitzbereich 23 eine Führungsstruktur 36 in Form von mehreren (z.B. 3) am inneren Umfang gleichmäßig auf demselben Querschnitt verteilten Führungsnoppen 37 oder Führungswarzen auf. Am oberen Ende 5 weist der rohrförmige Körper 2 am inneren Umfang 20 eine Aufweitung 21 mit einer Einführschräge 22 auf, die oberhalb der Führungsstruktur 36 endet.

**[0075]** Der Flansch 30 weist an der Unterseite nach unten vorstehenden Rippen 38 auf, die sich von Kopfabschnitt 8 ausgehend radial nach außen erstrecken.

**[0076]** Auch diese Pipettenspitze 1 weist drei abgerundete Ecken 11 mit Radien 27 und drei Abflachungen 12 mit bogenförmig nach außen gekrümmtem Profil 13 zwischen den Ecken 11 auf. Die Abflachungen 12 erstrecken sich ausgehend von der Unterseite des Flansches 30 in Axialrichtung des rohrförmigen Körpers 2 bis auf den oberen Randbereich des Übergangsabschnittes 29.

**[0077]** Eine oder mehrere Pipettenspitzen 1 gemäß Fig. 4 können in einem Halter für Pipettenspitzen bereitgestellt werden. Dabei sind sie in Löcher des Halters eingesetzt und mit den Rippen 38 an der Unterseite des Flansches 30 auf dem Rand der Löcher abgestützt. Gemäß Fig. 4c ist der Ansatz 24 nur teilweise bis in die Führungsstruktur 36 in die Pipettenspitze 1 eingeschoben. Der Ansatz 24 wird bis zum Dicht- und Bremswulst 33, 35 vorgeschoben, sodass die Pipettenspitze 1 ausgerichtet und abdichtend auf den Ansatz 24 aufgeklemt ist.

**[0078]** In Fig. 5 sind im Vergleich die Querschnitte durch den Sitzbereich 23 einer hohlzylindrischen Pipettenspitze 1.1, einer Pipettenspitze 1 mit Abflachungen 12 mit nach außen gekrümmtem Profil 13 zwischen angrenzenden zylindrischen Bereichen 39, einer Pipettenspitze 1.3 mit Abflachungen 12 mit geradlinigem Profil 40 zwischen angrenzenden zylindrischen Bereichen 39 und einer Pipettenspitze 1.4 mit der Außenkontur eines gleichmäßigen dreieckigen Bogenpolygons 15 gezeigt.

**[0079]** Sämtliche Pipettenspitzen 1.1 bis 1.4 weisen denselben maximalen Außendurchmesser und denselben Innendurchmesser auf.

**[0080]** Die Pipettenspitze 1.2 mit nach außen gekrümmten Abflachungen 12 hat im Vergleich zu der hohlzylindrischen Pipettenspitze 1.1 eine deutlich verringerte Querschnittsfläche und an den dünnwandigsten Stellen 17 eine deutlich verringerte Wandstärke.

**[0081]** Die Pipettenspitze 1.3 mit den geradlinigen Abflachungen 12 hat im Vergleich zu der Pipettenspitze 1.2 mit den nach außen gekrümmten Abflachungen 12 eine noch weiter verringerte Querschnittsfläche und noch weiter reduzierte Wandstärke an den dünnwandigsten Stellen 17.

**[0082]** Die Pipettenspitze 1.4 mit der Außenkontur eines Bogenpolygons 15 hat die geringste Querschnittsfläche und die geringste Wandstärke an den dünnwandigsten Stellen 17.

**[0083]** In der nachfolgenden Tabelle sind für Pipettenspitzen mit verschiedener Außenkontur in einem Querschnitt durch den Sitzbereich die Querschnittsflächen und die gemäß einer Simulation für eine Dehnung am Innenumfang um 0,1 mm erforderlichen radialen Dehnungskräfte angegeben. Ferner ist in der Tabelle für jede Querschnittsform die relative Krafteinsparung für die Dehnung bezogen auf die in der zweiten Zeile angegebene Pipettenspitze mit kreisförmigem Querschnitt angegeben.

Nr.	Cross-section shape	Crosssection area	Dehnungskraft	relative Krafteinsparung
1	Kreisring dünn (t= 0,25 mm)	3,89 mm <sup>2</sup>	(1,668 N)	0,4914 / 49,14%
2	Kreisring dick (t= 0,6 mm)	9,99 mm <sup>2</sup>	(3,394 N)	1,0000 / 100,00%
3	Kreisring mit 1x Nut	9,74 mm <sup>2</sup>	(3,242 N)	0,9554 / 95,54%
4	Kreisring mit 3x Nut	9,23 mm <sup>2</sup>	(2,940 N)	0,8664 / 86,64%
5	Kreisring mit 10x Nut	7,46 mm <sup>2</sup>	(2,174 N)	0,6408 / 64,08%
6	"Triangle Tip"	8,01 mm <sup>2</sup>	(2,682 N)	0,7904 / 79,04%
7	Releaux Dreieck	5,89 mm <sup>2</sup>	(2,207 N)	0,6504 / 65,04%
8	Viereck nach Releaux	5,84 mm <sup>2</sup>	(2,162 N)	0,6370 / 63,70%
9	Releaux Pentagon	5,82 mm <sup>2</sup>	(2,125 N)	0,6224 / 62,24%

**[0084]** In der Fig. 6 sind die durch eine Simulation ermittelten Verformungen (elastische Vergleichsdehnung) der

Querschnitte der verschiedenen Pipettenspitzen dargestellt. Das Ausmaß der Verformung ist entsprechend der Grauton durch unterschiedliche Grautöne angegeben.

**[0085]** Die in der Zeile 1 angeführte Pipettenspitze weist die geringste Querschnittsfläche auf und erfordert für eine radiale Dehnung von 0,1 mm die geringste Dehnungskraft, sodass die größte relative Krafteinsparung erzielt wird. Gemäß Fig. treten jedoch bei dieser Querschnittsform die größten Verformungen (maximale Vergleichsdehnung: 0,77 = 77 %) auf, sodass diese Pipettenspitze leicht reißt.

**[0086]** Die Pipettenspitze von Zeile 2 der Tabelle mit dem dicken kreisringförmigen Querschnitt weist die größte Querschnittsfläche und die höchsten Dehnungskräfte auf. Gemäß Fig. 6 ist die Verformung vergleichsweise gering (maximale Vergleichsdehnung: 0,60).

**[0087]** Gemäß den Zeilen 3 bis 5 der Tabelle weisen die Pipettenspitzen mit kreisringförmigem Querschnitt mit 1, 3 oder 10 Nuten entsprechend verringerte Querschnittsflächen und erforderliche Dehnungskräfte auf, sodass eine gewisse relative Krafteinsparung erreicht wird. Fig. 6 zeigt, dass in den Nuten verhältnismäßig große Verformungen (maximale Vergleichsdehnung: 0,162; 0,160; 0,139) und Spannungen eintreten, sodass die Pipettenspitzen dort leicht einreißen.

**[0088]** Bei der Pipettenspitze mit geradlinigen Abflachungen von Zeile 6 wird eine deutlich größere Verringerung der Querschnittsfläche sowie der erforderlichen Dehnungskraft und eine entsprechende relative Krafteinsparung erzielt. Fig. 6 zeigt, dass die elastischen Verformungen (elastische Vergleichsdehnung: 0,105) und Spannungen vergleichsweise gering sind, wodurch diese Pipettenspitze gegen ein Reißen im Sitzbereich geschützt ist.

**[0089]** Gemäß den Zeilen 7 bis 9 der Tabelle weisen die Pipettenspitzen mit der Außenkontur in Form eines Bogenpolygons noch weiter verringerte Querschnittsflächen und reduzierte Dehnungskräfte sowie eine noch stärkere relative Krafteinsparung auf. Gemäß Fig. 6 sind die Verformungen (elastische Vergleichsdehnung: 0,83) und Spannungen im Querschnitt noch weiter vermindert, sodass ein noch besserer Schutz gegen Einreißen gegeben ist.

## Bezugszeichenliste

**[0090]**

- 1 Pipettenspitze
- 2 rohrförmiger Körper
- 3 unteres Ende
- 4 untere Öffnung
- 5 oberes Ende
- 6 obere Öffnung
- 7 konischer Abschnitt
- 8 Kopfabschnitt
- 9 äußerer Umfang
- 10 Schulter
- 11 Ecke
- 12 Abflachung
- 13 gekrümmtes Profil
- 14 Außenkontur
- 15 Bogenpolygon
- 16 Innenkontur
- 17 dickwandigste Stelle
- 18 dünnwandigste Stelle
- 19 umlaufender Rand
- 20 innerer Umfang
- 21 Aufweitung
- 22 Einführschräge
- 23 Sitzbereich
- 24 Ansatz
- 25 Pipettiervorrichtung
- 26 Ringnut
- 27 Radius
- 28 Mittelabschnitt
- 29 Übergangsabschnitt
- 30 Flansch
- 31 Durchmesservorsprung
- 32 Dichtstruktur

- 33 Dichtwulst
- 34 Bremsstruktur
- 35 Bremswulst
- 36 Führungsstruktur
- 5 37 Führungsrippen
- 38 Rippe

## Patentansprüche

- 10 1. Pipettenspitze aus Kunststoff mit einem länglichen, rohrförmigen Körper (2) mit einer unteren Öffnung (4) an einem unteren Ende (3) für den Durchgang von Flüssigkeit und einer oberen Öffnung (6) an einem oberen Ende (5) zum Aufklemmen auf einen Ansatz (24) einer Pipettiervorrichtung, wobei neben der oberen Öffnung (6) am inneren Umfang des rohrförmigen Körpers (2) ein Sitzbereich (23) für den Ansatz (24) vorhanden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der rohrförmige Körper (2) am äußeren Umfang (9) neben der oberen Öffnung (6) mehrere in Axialrichtung erstreckte Abflachungen (12) aufweist und der rohrförmige Körper (2) in einem Querschnitt durch die Abflachungen am äußeren Umfang die Kontur eines Bogenpolygons hat.
- 15 2. Pipettenspitze nach Anspruch 1, bei der sich die Abflachungen (12) in axialer Richtung zumindest über einen Teil des Sitzbereiches (23) erstrecken.
- 20 3. Pipettenspitze nach Anspruch 1 oder 2, bei der sich die Abflachungen (12) nach oben bis auf einen Abstand vom oberen Ende (5) des rohrförmigen Körpers (2) erstrecken.
- 25 4. Pipettenspitze nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der sich die Abflachungen (12) bis zum oberen Ende (5) des rohrförmigen Körpers (2) erstrecken.
- 30 5. Pipettenspitze nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der sich die Abflachungen (12) nach unten bis zu einer Schulter (10) am äußeren Umfang (11) des rohrförmigen Körpers (9) oder darüber hinaus erstrecken.
- 35 6. Pipettenspitze nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der der rohrförmige Körper (2) am Umfang drei bis zehn, vorzugsweise drei, vier oder fünf Abflachungen (12) aufweist.
7. Pipettenspitze nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der die Abflachungen (12) in einem Querschnitt durch den rohrförmigen Körper gleich breit und/oder gleich gekrümmt sind.
8. Pipettenspitze nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem der rohrförmige Körper (2) in dem Querschnitt durch die Abflachungen die Kontur eines regelmäßigen Bogenpolygons (15) aufweist.
- 40 9. Pipettenspitze nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der die Abflachungen (12) parallel zur Mittelachse des rohrförmigen Körpers (2) oder schraubenlinienförmig um die Mittelachse des rohrförmigen Körpers (2) herum verlaufen.
- 45 10. Pipettenspitze nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der der rohrförmige Körper (2) in dem Querschnitt durch die Abflachungen (12) am inneren Umfang (20) eine kreisförmige Kontur hat.
- 50 11. Pipettenspitze nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der der rohrförmige Körper (2) am inneren Umfang (20) des Sitzbereiches (23) mindestens eine nach innen vorspringende, in Umfangsrichtung umlaufende Dichtstruktur (32) und/oder mindestens eine nach innen vorspringende, in Umfangsrichtung umlaufende oder mehrere voneinander beabstandete Abschnitte aufweisende Führungsstruktur (36) und/oder mindestens eine nach innen vorspringende, in Umfangsrichtung umlaufende oder mehrere voneinander beabstandete Abschnitte aufweisende Bremsstruktur (34) aufweist.
- 55 12. Pipettenspitze nach Anspruch 11, bei der der rohrförmige Körper (2) am inneren Umfang (20) mehrere Dichtstrukturen (32) und/oder Führungsstrukturen (36) und/oder Bremsstrukturen (34) aufweist, die in einem Längsschnitt durch den rohrförmigen Körper (2) eine wellenförmige Kontur aufweisen.
13. Pipettenspitze nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der der rohrförmige Körper (2) an der oberen Öffnung (6) eine Aufweitung (21) und/oder eine Einführschräge (22) aufweist.

14. Pipettenspitze nach einem der Ansprüche 1 bis 13, die aus mindestens einem Thermoplasten, vorzugsweise aus mindestens einem Polyolefin, vorzugsweise aus mindestens einem Polypropylen und/oder Ethylen hergestellt ist.

15. Pipettenspitze nach einem der Ansprüche 1 bis 14 mit einem oder mehreren der folgenden Merkmale:

- die Wandstärke des rohrförmigen Körpers (2) an den Ecken des Bogenpolygons (15) fällt in den Bereich von 0,3 bis 1 mm,
- der Sitzbereich (23) ist innen konisch mit nach unten sich verringerndem Durchmesser, wobei der Konuswinkel des Sitzbereiches ausgewählt ist aus dem Bereich von 1° bis 6°, vorzugsweise von 1,5° bis 2,5°,
- der Sitzbereich (23) ist ausgebildet, auf einen Ansatz aufgesteckt zu werden, wobei der Konuswinkel des konischen Ansatzes (24) oder des konischen Abschnittes des Ansatzes ausgewählt ist aus dem Bereich von 1,0° bis 10°, vorzugsweise aus dem Bereich von 1,3° bis 7°, weiterhin vorzugsweise aus dem Bereich von 1,5° bis 3°,
- die Dichtstruktur (32) und/oder Führungsstruktur (36) und/oder Bremsstruktur (34) sind in Längsrichtung des rohrförmigen Körpers (2) über den Sitzbereich (23) verteilt,
- die Wandstärke des rohrförmigen Körpers (2) beträgt im Bereich der Abflachungen (12) (außerhalb der Dichtstruktur und/oder Führungsstruktur und/oder Bremsstruktur (34)) an den dünnsten Stellen maximal 0,3 mm,
- die Wandstärke des rohrförmigen Körpers (2) beträgt im Bereich der Abflachungen (12) (außerhalb der Dichtstruktur und/oder Führungsstruktur und/oder Bremsstruktur) an den dünnsten Stellen mindestens 0,1 mm,
- die Abflachungen (12) erstrecken sich in Längsrichtung des rohrförmigen Körpers (2) über eine Länge von mindestens 4 mm,
- die Abflachungen (12) erstrecken sich in Längsrichtung des rohrförmigen Körpers (2) mindestens über zwei Dichtstrukturen (32) und/oder Führungsstrukturen (36) und/oder Bremsstrukturen (34) hinweg.

16. Pipettenspitzensystem umfassend mehrere Pipettenspitzen (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 oder einer der vorstehenden Ausführungsarten, wobei Pipettenspitzen unterschiedlichen Pipettenspitzentyps unterschiedlich ausgebildete Abflachungen (12) und/oder unterschiedliche Kennzeichnungen auf den Abflachungen (12) aufweisen.

17. Pipettiersystem umfassend mindestens eine Pipettenspitze gemäß einem der Ansprüche 1 bis 15 und eine Einkanal-Pipettier Vorrichtung (25) mit einem einzigen Ansatz (24) zum Aufstecken einer Pipettenspitze (1) und/oder eine Mehrkanal-Pipettier Vorrichtung mit mehreren Ansätzen (24) zum gleichzeitigen Aufstecken mehrerer Pipettenspitzen (1).

## Claims

1. A pipette tip consisting of plastics material having an elongate, tubular body (2) having a lower opening (4) at a lower end (3) for the passage of liquid and an upper opening (6) at an upper end (5) for being clamped onto an attachment (24) of a pipetting device, wherein a seat region (23) is provided for the attachment (24) next to the upper opening (6) on the inner periphery of the tubular body (2), **characterized in that** the tubular body (2) comprises multiple flattened portions (12) that extend in the axial direction on the outer periphery (9) next to the upper opening (6) and the tubular body (2) has the contour of a curved polygon on the outer periphery in a cross-section through the flattened portions.
2. The pipette tip according to claim 1, wherein the flattened portions (12) extend in the axial direction at least over part of the seat region (23).
3. The pipette tip according to claim 1 or 2, wherein the flattened portions (12) extend upwards up to a distance from the upper end (5) of the tubular body (2).
4. The pipette tip according to any one of claims 1 to 3, wherein the flattened portions (12) extend up to the upper end (5) of the tubular body (2).
5. The pipette tip according to any one of claims 1 to 4, wherein the flattened portions (12) extend downwards down to a shoulder (10) on the outer periphery (11) of the tubular body (9) or therebeyond.
6. The pipette tip according to any one of claims 1 to 5, wherein the tubular body (2) comprises three to ten, preferably three, four or five flattened portions (12) on the periphery.

7. The pipette tip according to any one of claims 1 to 6, wherein the flattened portions (12) have the same width and/or the same curvature in a cross-section through the tubular body.
- 5 8. The pipette tip according to any one of claims 1 to 7, wherein the tubular body (2) has the contour of a regular curved polygon (15) in the cross-section through the flattened portions.
9. The pipette tip according to any one of claims 1 to 8, wherein the flattened portions (12) extend in parallel with the center axis of the tubular body (2) or in a helical manner around the center axis of the tubular body (2).
- 10 10. The pipette tip according to any one of claims 1 to 9, wherein the tubular body (2) has a circular contour on the inner periphery (20) in the cross-section through the flattened portions (12).
11. The pipette tip according to any one of claims 1 to 10, wherein the tubular body (2), on the inner periphery (20) of the seat region (23), comprises at least one inwardly projecting sealing structure (32) that extends circumferentially in the peripheral direction and/or at least one inwardly projecting guide structure (36) that extends circumferentially or comprises multiple mutually spaced portions in the peripheral direction, and/or at least one inwardly projecting brake structure (34) that extends circumferentially or comprises multiple mutually spaced portions in the peripheral direction.
- 15 12. The pipette tip according to claim 11, wherein the tubular body (2) comprises multiple sealing structures (32) and/or guide structures (36) and/or brake structures (34) on the inner periphery (20) which have an undulating contour in a longitudinal section through the tubular body (2).
13. The pipette tip according to any one of claims 1 to 12, wherein the tubular body (2) comprises a widened portion (21) and/or an insertion slope (22) at the upper opening (6).
- 25 14. The pipette tip according to any one of claims 1 to 13, which is manufactured from at least one thermoplastic material, preferably at least one polyolefin, preferably at least one polypropylene and/or ethylene.
- 30 15. The pipette tip according to any one of claims 1 to 14, having one or more of the following features:
  - the wall thickness of the tubular body (2) at the corners of the arc polygon (15) falls in the range of from 0.3 to 1 mm,
  - the seat region (23) is conical on the inside with a downwardly tapering diameter, wherein the cone angle of the seat region is selected from the range of from 1° to 6°, preferably 1.5° to 2.5°,
  - 35 • the seat region (23) is designed to be fitted on an attachment, wherein the cone angle of the conical attachment (24) or of the conical portion of the attachment is selected from the range of from 1.0° to 10°, preferably from the range of from 1.3° to 7°, more preferably from the range of from 1.5° to 3°,
  - the sealing structure (32) and/or guide structure (36) and/or brake structure (34) are distributed over the seat region (23) in the longitudinal direction of the tubular body (2),
  - 40 • the wall thickness of the tubular body (2) in the region of the flattened portions (12) (outside the sealing structure and/or guide structure and/or brake structure (34)) is at most 0.3 mm at the thinnest points,
  - the wall thickness of the tubular body (2) in the region of the flattened portions (12) (outside the sealing structure and/or guide structure and/or brake structure) is at least 0.1 mm at the thinnest points,
  - 45 • the flattened portions (12) extend in the longitudinal direction of the tubular body (2) over a length of at least 4 mm,
  - the flattened portions (12) extend in the longitudinal direction of the tubular body (2) at least over two sealing structures (32) and/or guide structures (36) and/or brake structures (34).
16. A pipette tip system comprising multiple pipette tips (1) according to any one of claims 1 to 15 or any one of the preceding embodiments, wherein pipette tips of a different pipette tip type have differently designed flattened portions (12) and/or different markings on the flattened portions (12).
- 50 17. A pipetting system comprising at least one pipette tip according to any one of claims 1 to 15 and a single-channel pipetting device (25) having a single attachment (24) for fitting a pipette tip (1) and/or a multichannel pipetting device having multiple attachments (24) for simultaneously fitting multiple pipette tips (1).
- 55

## Revendications

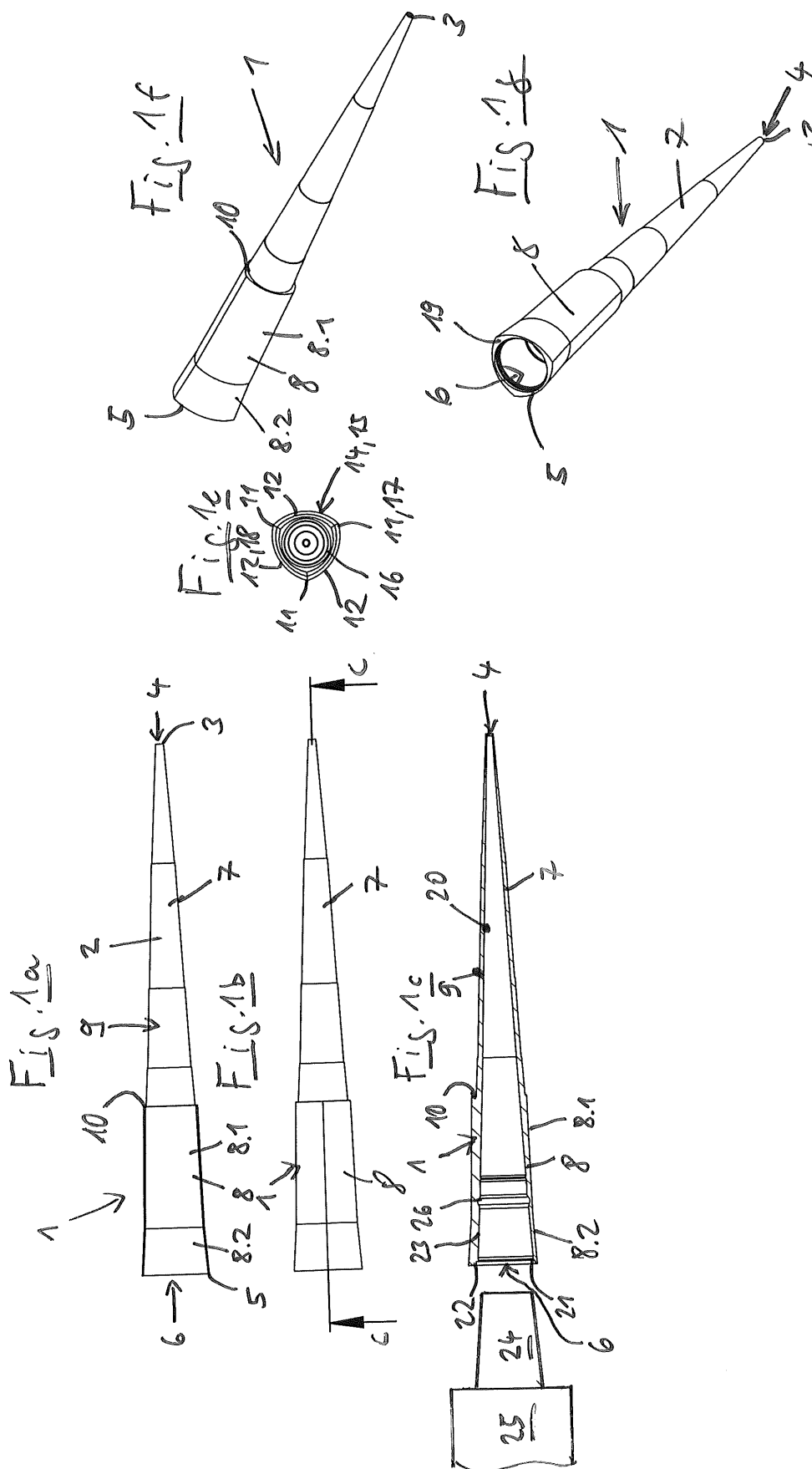
- 5 1. Pointe de pipette en plastique dotée d'un corps tubulaire allongé (2) comprenant une ouverture inférieure (4) à une extrémité inférieure (3) pour le passage de liquide et une ouverture supérieure (6) à une extrémité supérieure (5) pour le serrage sur un embout (24) d'un dispositif de pipetage, dans laquelle, à côté de l'ouverture supérieure (6) sur la circonférence intérieure du corps tubulaire (2), il est prévu une région de siège (23) pour l'embout (24), **caractérisée en ce que** le corps tubulaire (2) présente plusieurs méplats (12) s'étendant dans la direction axiale sur la circonférence extérieure (9) à côté de l'ouverture supérieure (6) et le corps tubulaire (2) présente le contour d'un polygone arqué dans une section transversale du fait des méplats sur la circonférence extérieure.
- 10 2. Pointe de pipette selon la revendication 1, dans laquelle les méplats (12) s'étendent au moins sur une partie de la région de siège (23) dans la direction axiale.
- 15 3. Pointe de pipette selon la revendication 1 ou 2, dans laquelle les méplats (12) s'étendent vers le haut jusqu'à une distance de l'extrémité supérieure (5) du corps tubulaire (2).
4. Pointe de pipette selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle les méplats (12) s'étendent jusqu'à l'extrémité supérieures (5) du corps tubulaire (2).
- 20 5. Pointe de pipette selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle les méplats (12) s'étendent vers le bas jusqu'à un épaulement (10) sur la circonférence extérieure (11) du corps tubulaire (2) ou au-delà.
- 25 6. Pointe de pipette selon l'une des revendications 1 à 5, dans laquelle le corps tubulaire (2) présente de trois à dix, de préférence trois, quatre ou cinq méplats (12) sur la circonférence.
7. Pointe de pipette selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle les méplats (12) sont de largeur égale et/ou incurvés de façon égale dans une section transversale à travers le corps tubulaire.
- 30 8. Pointe de pipette selon l'une des revendications 1 à 7, dans laquelle le corps tubulaire (2) présente le contour d'un polygone arqué régulier (15) dans la section transversale à travers les méplats.
9. Pointe de pipette selon l'une des revendications 1 à 8, dans laquelle les méplats (12) évoluent parallèlement à l'axe central du corps tubulaire (2) ou de façon hélicoïdale autour de l'axe central du corps tubulaire (2).
- 35 10. Pointe de pipette selon l'une des revendications 1 à 9, dans laquelle le corps tubulaire (2) présente un contour circulaire dans la section transversale à travers les méplats (12) sur la circonférence intérieure (20).
- 40 11. Pointe de pipette selon l'une des revendications 1 à 10, dans laquelle, sur la circonférence intérieure (20) de la région de siège (23), le corps tubulaire (2) présente au moins une structure d'étanchéité (32) faisant saillie vers l'intérieur, s'étendant dans la direction circonférentielle et/ou au moins une structure de guidage (36) faisant saillie vers l'intérieur, s'étendant dans la direction circonférentielle ou présentant plusieurs sections espacées les unes des autres et/ou au moins une structure de freinage (34) faisant saillie vers l'intérieur, s'étendant dans la direction circonférentielle ou présentant plusieurs sections espacées les unes des autres.
- 45 12. Pointe de pipette selon la revendication 11, dans laquelle, sur la circonférence intérieure (20), le corps tubulaire (2) présente plusieurs structures d'étanchéité (32) et/ou structures de guidage (36) et/ou structures de freinage (34), lesquelles présentent un contour ondulé dans une section transversale à travers le corps tubulaire (2).
- 50 13. Pointe de pipette selon l'une des revendications 1 à 12, dans laquelle le corps tubulaire (2) présente un élargissement (21) et/ou un chanfrein d'introduction (22) au niveau de l'ouverture supérieure (6).
14. Pointe de pipette selon l'une des revendications 1 à 13, constituée d'au moins un thermoplaste, de préférence d'au moins un polyoléfine, de préférence d'au moins un polypropylène et/ou éthylène.
- 55 15. Pointe de pipette selon l'une des revendications 1 à 14, comprenant l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :
  - l'épaisseur de paroi du corps tubulaire (2) au niveau des coins du polygone arqué (15) est comprise dans la plage de 0,3 à 1 mm,

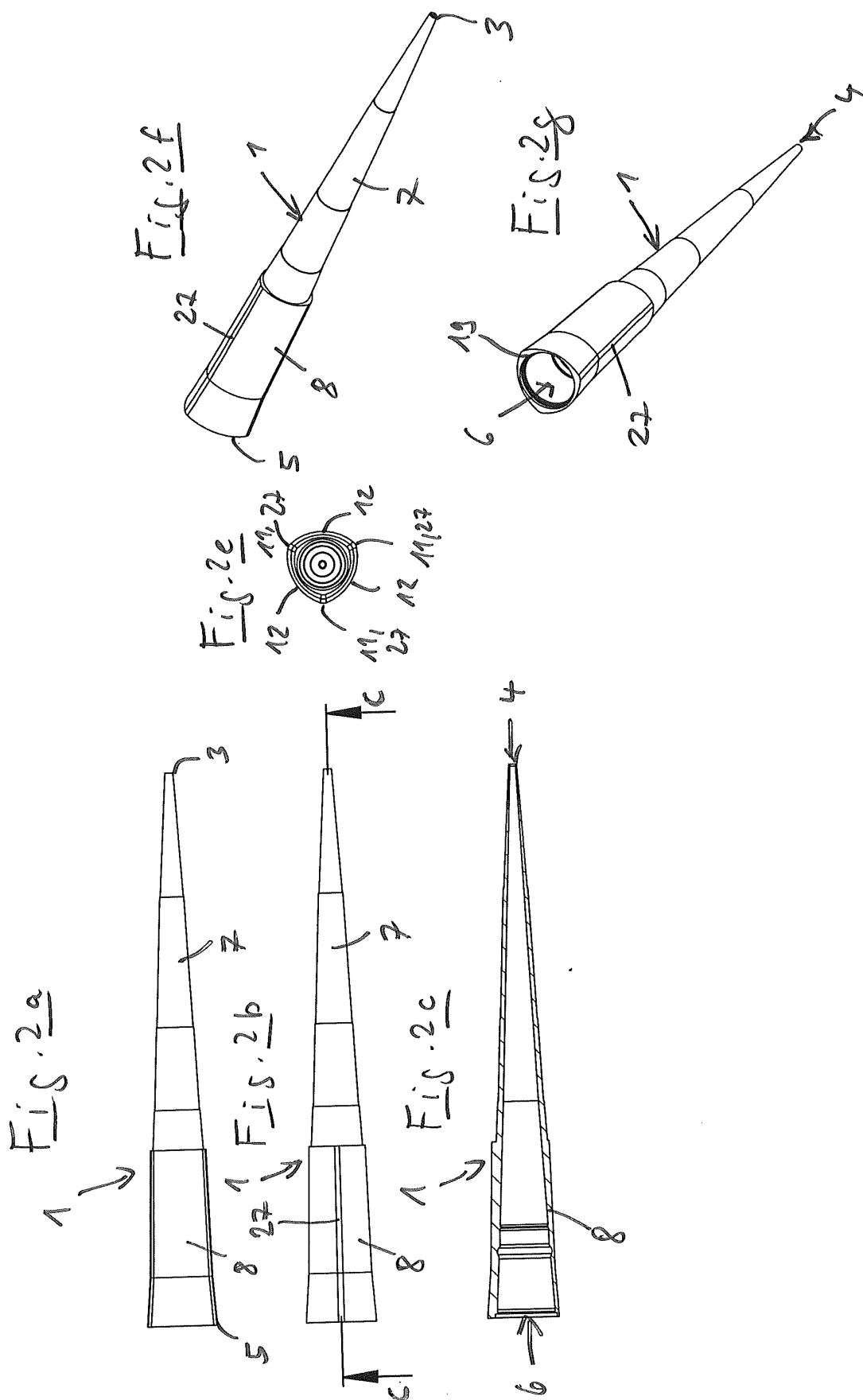
- la région de siège (23) est intérieurement conique avec un diamètre diminuant vers le bas, l'angle de conicité de la région de siège étant sélectionné dans la plage de 1° à 6°, de préférence de 1,5° à 2,5°,
- la région de siège (23) est conçue pour être enfichée sur un embout, l'angle de conicité de l'embout conique (24) ou de la section conique de l'embout étant sélectionné dans la plage de 1,0° à 10°, de préférence dans la plage de 1,3° à 7°, de manière plus préférée dans la plage de 1,5° à 3°,
- la structure d'étanchéité (32) et/ou la structure de guidage (36) et/ou la structure de freinage (34) sont réparties sur la région de siège (23) dans la direction longitudinale du corps tubulaire (2),
- dans la région des méplats (12) (en dehors de la structure d'étanchéité et/ou de la structure de guidage et/ou de la structure de freinage (34)), l'épaisseur de paroi du corps tubulaire (2) mesure au maximum 0,3 mm aux endroits les plus minces,
- dans la région des méplats (12) (en dehors de la structure d'étanchéité et/ou de la structure de guidage et/ou de la structure de freinage), l'épaisseur de paroi du corps tubulaire (2) mesure au moins 0,1 mm aux endroits les plus minces,
- les méplats (12) s'étendent sur une longueur d'au moins 4 mm dans la direction longitudinale du corps tubulaire (2),
- les méplats (12) s'étendent au-delà d'au moins deux structures d'étanchéité (32) et/ou structures de guidage (36) et/ou structures de freinage (34) dans la direction longitudinale du corps tubulaire (2).

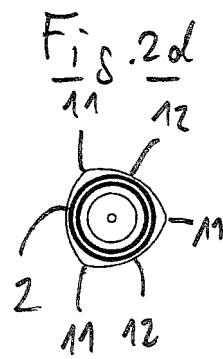
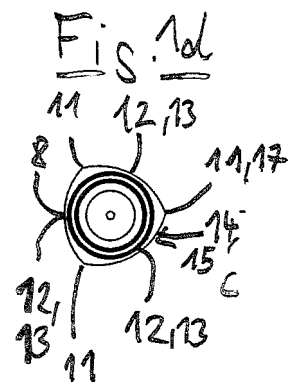
**16.** Système de pointes de pipette comportant plusieurs pointes de pipette (1) selon l'une des revendications 1 à 15 ou selon l'un des modes de réalisation ci-dessus, dans lequel des pointes de pipette de différents types de pointe de pipette présentent des méplats (12) conçus différemment et/ou différents marquages sur les méplats (12).

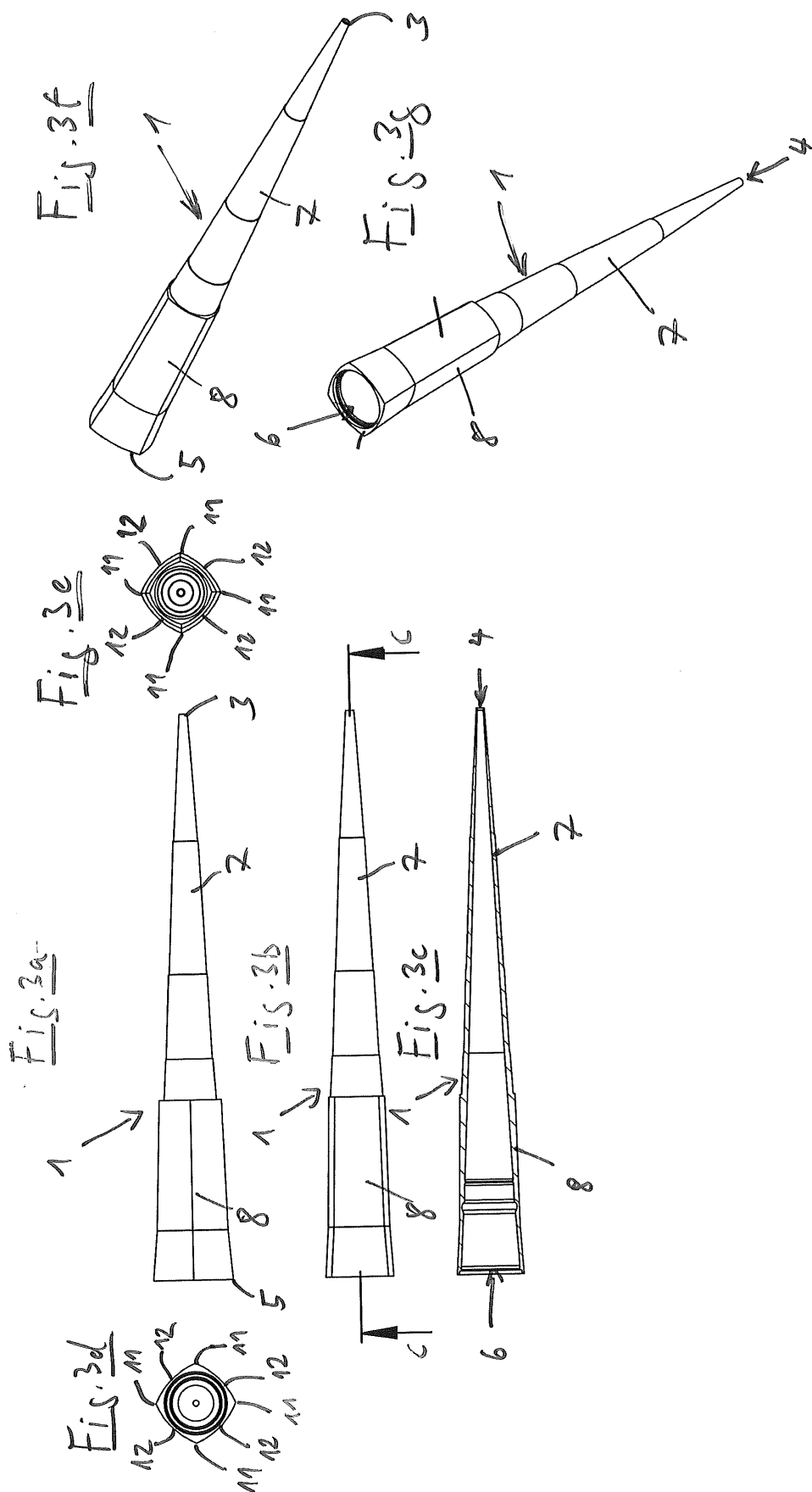
**17.** Système de pointes de pipette comportant au moins une pointe de pipette selon l'une des revendications 1 à 15 et un dispositif de pipetage à un canal (25) avec un seul embout (24) pour l'enfichage d'une pointe de pipette (1) et/ou un dispositif de pipetage à plusieurs canaux avec plusieurs embouts (24) pour l'enfichage simultané de plusieurs pointes de pipette (1).











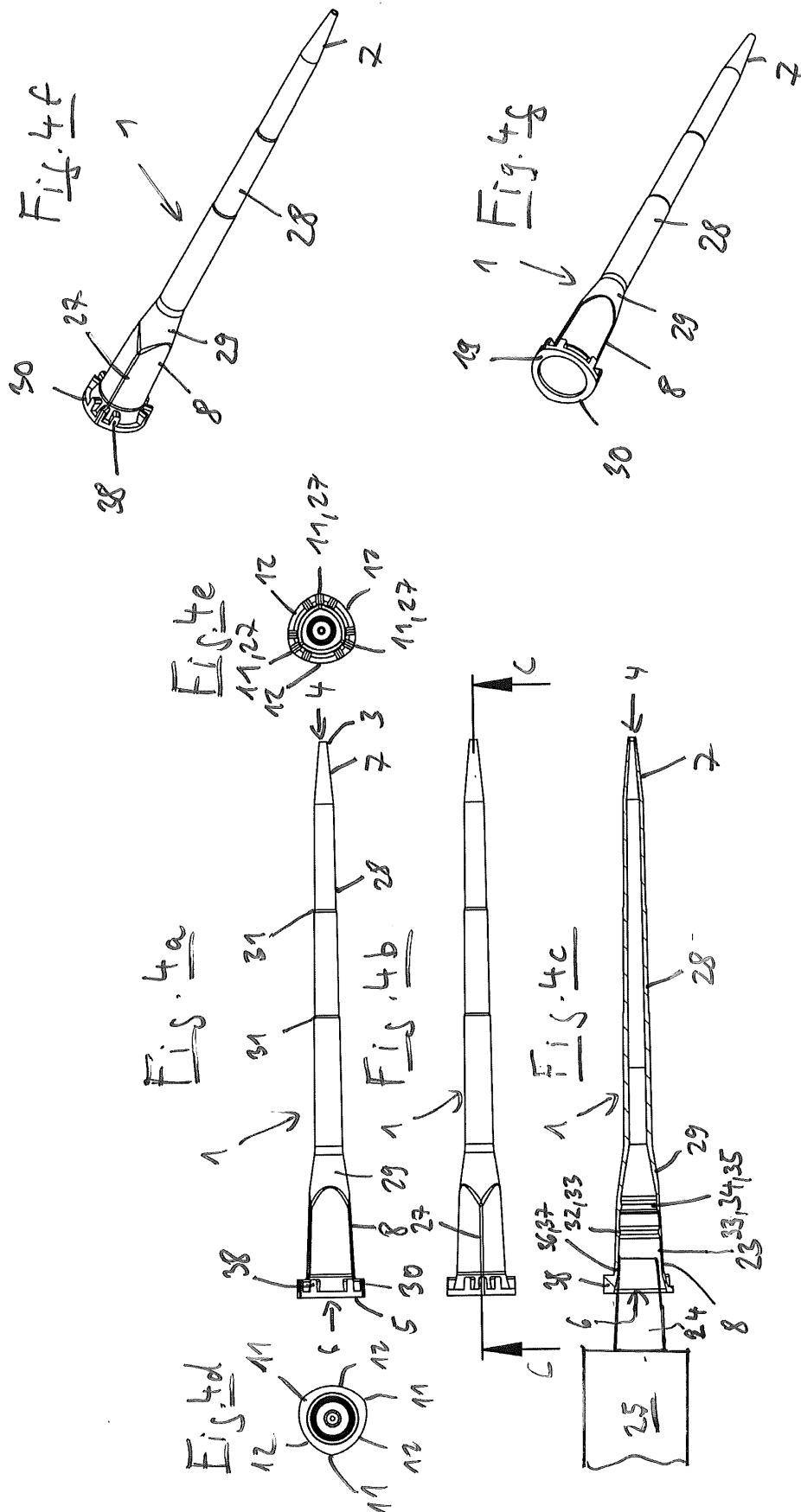


Fig. 5

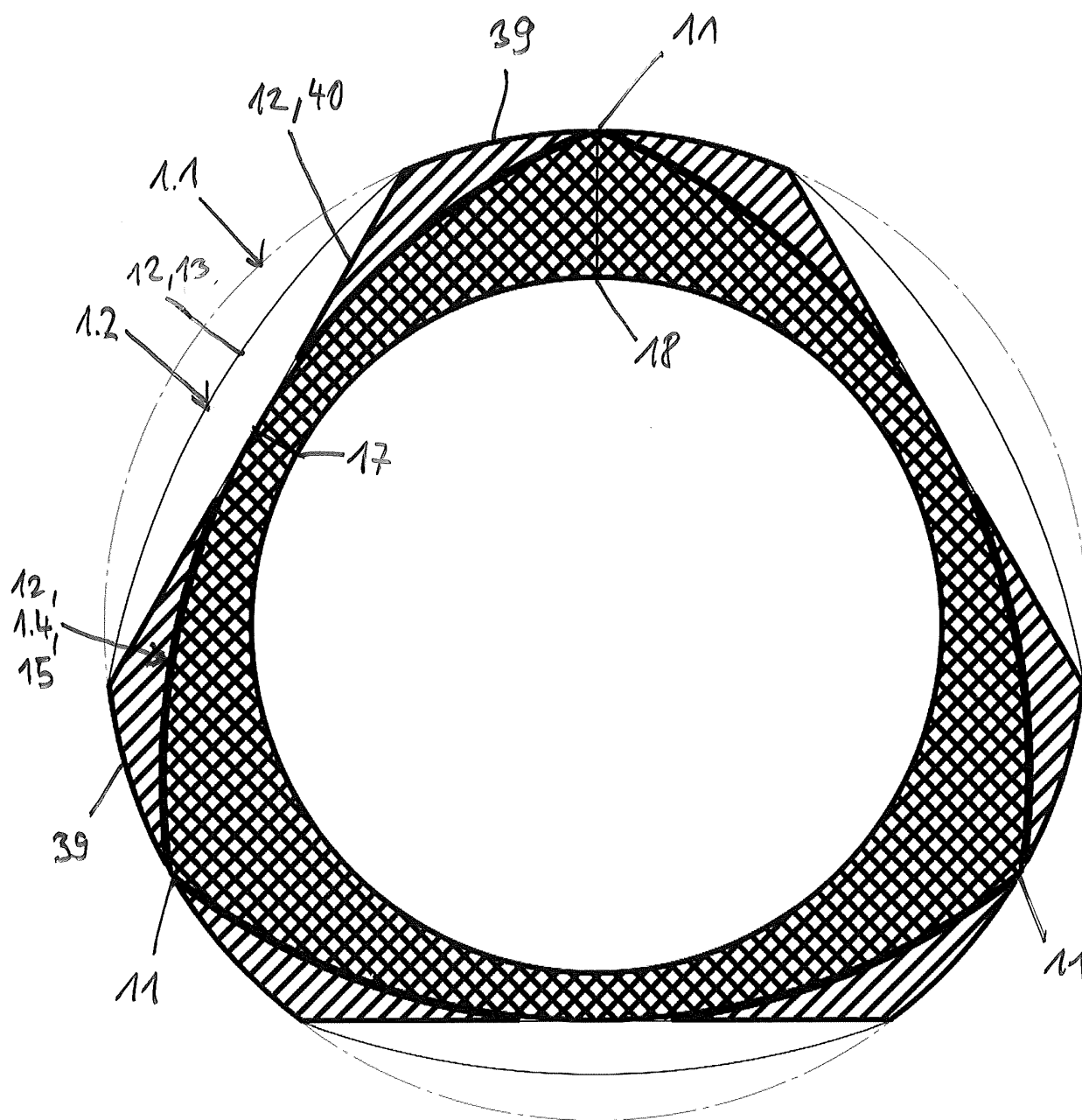
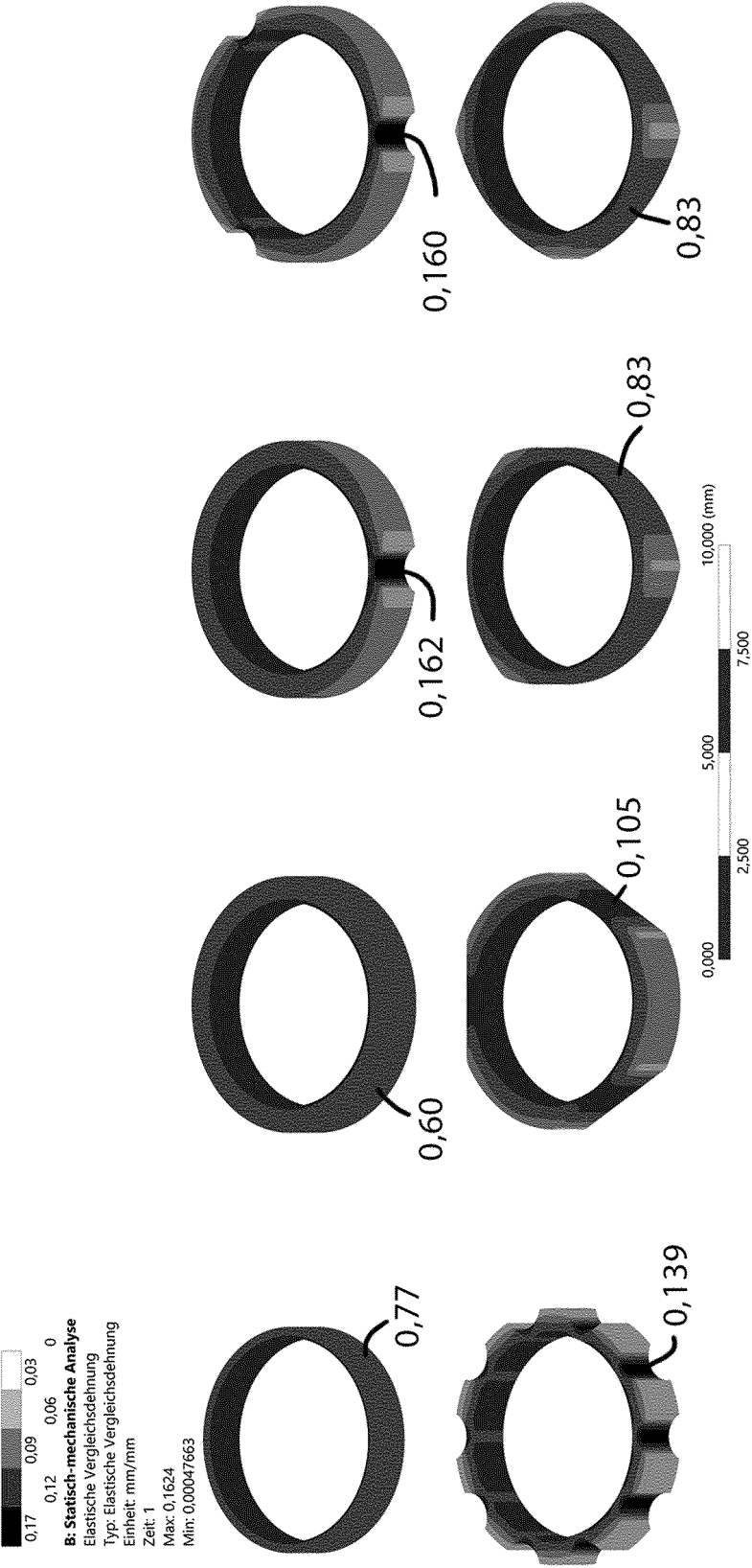


Fig. 6



**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**

- US 6197259 B **[0010]**
- US 6568288 B **[0011]**
- US 6967004 B2 **[0012]**
- EP 2138234 A1 **[0013]**
- EP 2606977 A1 **[0014]**
- EP 3115110 A1 **[0015]**
- WO 2011091308 A2 **[0016]**
- US 7335337 B1 **[0017]**
- WO 2018213196 A1 **[0018]**
- EP 3575000 A1 **[0019]**