



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer: 9590/80

⑳ Anmeldungsdatum: 24.12.1980

⑳ Priorität(en): 09.08.1980 DE 3030227

㉔ Patent erteilt: 15.08.1985

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 15.08.1985

⑦③ Inhaber:
Helmut Fischer GmbH & Co. Institut für
Elektronik und Messtechnik, Sindelfingen (DE)

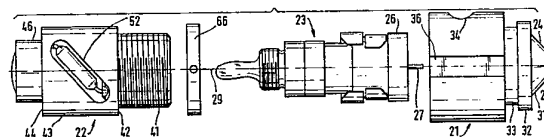
⑦② Erfinder:
Fischer, Helmut, Gechingen (DE)
Steggmüller, Willi, Rottenburg/Neckar (DE)
Volz, Werner, Sindelfingen 6 (DE)

⑦④ Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

⑤④ **Vorrichtung zum Messen dünner Schichten mittels Betastrahlen.**

⑤⑦ Die Vorrichtung hat einen eine sehr kleine Blendenöffnung aufweisenden Blending (21) mit einer zur Blendenöffnung coaxialen Punktquelle (27) eines Betastrahlers, die hinter der Blendenöffnung liegt, eine Trägervorrichtung für die Punktquelle (27), ein hinter der Trägervorrichtung angeordnetes Geiger-Müller-Rohr (23), und eine Halterungsvorrichtung für das Geiger-Müller-Rohr. Es ist eine zwei Teiltuben (21, 22) aufweisende Tubusvorrichtung vorgesehen. Die Teiltuben (21, 22) sind durch eine Feineinstellvorrichtung (41) verstellbar. In den Teiltuben (21, 22) sind die Punktquelle (27) und das GM-Rohr (23) angeordnet und die Teiltuben (21, 22) sind mit je einer Baueinheit Blending (24)/Punktquelle (27)/GM-Rohr (23) verbunden. Die Teiltuben (22) sind galvanisch leitend mit der Anode bzw. mit der Kathode verbunden.

Es entsteht ein kompaktes Messelement, das leicht ausgewechselt werden kann. Die Vorrichtung kann auf kleinste Messunsicherheit eingestellt werden. Man kann bei gleicher Genauigkeit mit kleineren Blenden arbeiten, so dass die Blendenzahl in der Praxis auf zwei Messelemente herabgesetzt werden kann, wodurch sich erfahrungsgemäss 95% aller Anwendungen abdecken lassen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Messen dünner Schichten mittels Betastrahlen, mit einem Blending, der eine sehr kleine Blendenöffnung aufweist, mit einer zur Blendenöffnung koaxialen Punktquelle eines Beta-Strahlers, die hinter der Blendenöffnung liegt und zu ihr einen Abstand hat, mit einer Trägervorrichtung für die Punktquelle, mit einem hinter der Trägervorrichtung angeordneten, koaxialen Zählrohr, mit einer Haltevorrichtung für das Zählrohr, mit einer Kontaktvorrichtung für die Anode des Zählrohres und mit einer Kontaktvorrichtung für die Kathode des Zählrohres, dadurch gekennzeichnet, dass eine mindestens einen ersten Teiltubus (21) und einen zweiten Teiltubus (22) aufweisende Tubusvorrichtung vorgesehen ist, bei der die Teiltuben (21, 22) koaxial zueinander durch mindestens eine Feineinstellvorrichtung (39, 41) verstellbar sind, dass in den Teiltuben (21, 22) koaxial die Punktquelle (27) und das Zählrohr (23) vorgesehen sind, dass die Teiltuben (21, 22) mit je einem oder zweien der Baueinheiten Blending (24) / Punktquelle (27) / Zählrohr (23) verbunden sind, dass mindestens eine, die Feineinstellvorrichtung (39, 41) blockierende Blockiervorrichtung (66) vorgesehen ist und dass je einer der Teiltuben (22) galvanisch leitend mit der Anode (72) und einer der Teiltuben (21) galvanisch leitend mit der Kathode (67) verbunden ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Zählrohr (23) ein Geiger-Müller-Rohr ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Teiltuben (21, 22) vorgesehen sind, von denen der eine (22) zwei, in starrer Geometrie miteinander verbundene Baueinheiten Blending/Punktquelle oder GM-Rohr (23) / Punktquelle (27) und der andere die andere Baueinheit GM-Rohr oder Blending (24) trägt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teiltubus (21) die Baueinheit Blending (24) trägt und dass der zweite Teiltubus (22) die Baueinheiten Punktquelle (27)/GM-Rohr (23) trägt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Feineinstellvorrichtung (39, 41) ein Feingewinde mit einer Steigung von 0,5 mm bis 1 mm pro Umdrehung, vorzugsweise um 0,75 mm ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teiltubus (21) eine Hülsenmutter mit Innengewinde (39) ist, dass der zweite Teiltubus (22) ein Rohr ist, in das das GM-Rohr (23) mit einer Schraubvorrichtung (82, 83) hineingeschraubt ist, der in seinem vorderen Bereich ein in das Innengewinde (39) passendes Aussengewinde (41) aufweist und dass auf dem Aussengewinde (41) ein Kontergewinding (66) als Blockiervorrichtung sitzt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Teiltubus (21) aus Metall ist und durch eine Ringfeder (103, 104) galvanisch mit der Kathode (67) verbunden ist, dass der Schraubsockel (79) in einen koaxialen metallenen Innenring (53) des als Isolator ausgebildeten zweiten Teiltubus (22) eingeschraubt ist und dass ein Innenring (53) galvanisch leitend mit einer Metallplatte (59) verbunden ist, die sich koaxial im Boden (47) des zweiten Teiltubus (22) befindet.
8. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Teiltubus (22) eine Ausnehmung (52) aufweist, in der der Arbeitswiderstand (61) des GM-Rohrs (23) liegt, dessen einer Draht (62) galvanisch mit der Anode (72) und dessen anderer Draht (64) mit einer Ableitung (59) galvanisch verbunden ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägervorrichtung (26) einen Mantelring (88) aufweist, dessen Speichen (92) die Punktquelle (27) tragen und dass die hintere Stirnfläche (89) des Mantelrings (88) fest,

vorzugsweise durch Klebmasse, mit der vorderen Stirnfläche (68) des Mantels (67) des GM-Rohrs (23) verbunden ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das GM-Rohr (23) vorn einen kreiszylindrischen Mantelring (89) aufweist, dass hierauf ein Keramik-Mittelteil (76) folgt und hierauf ein Schraubsockel (79) folgt und durch den Schraubsockel (79) hindurch ein Abpumpstutzen (87) tritt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das GM-Rohr (23) einen Durchmesser von 0,5–1,3 cm, vorzugsweise um 0,8 cm hat und mit einem Glimmerfenster (69) mit einem Gewicht von 1,5–0,7 mg/cm², vorzugsweise um 1 mg/cm² verschlossen ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Blending (111) als gesondertes Bauteil ausgebildet ist und koaxial positioniert am zugehörigen Teiltubus (107) gehalten ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Punktquelle (27) und dem Blending (111), unter dem Blending (111) eine Punktquellenabdeckung (108) vorgesehen ist, die koaxial ein Loch (109) zum ungestörten Durchtritt der Betastrahlen der Punktquelle (27) hat.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäss dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs 1.

Bei solchen Vorrichtungen kann man dann optimal messen, wenn der Abstand Punktquelle/Blende optimal ist. Die Entfernungen liegen hier grössenordnungsmässig im Bereich von 0,1 bis 1 mm, so dass Änderungen des Abstands die einmal eingestellte Optimierung sehr verschlechtern. Solche Abstandsänderungen können entweder willkürlich oder unwillkürlich auf der Benutzerseite eintreten.

Nachteilig an den seitherigen Vorrichtungen ist auch, dass nach dem Anlegen der Gleichspannung an das Geiger-Müller-Rohr die Eigenschaften der Vorrichtung sich noch eine Zeitlang ändern. Einen «eingeschwungenen» Zustand hat man erst nach längerer Zeit. Dies ist in der vorliegenden Technik deshalb nachteilig, weil ja Betastrahlen ohnehin nur statistisch erfassbare Messergebnisse zur Folge haben, so dass sich die Statistik noch mit einem anderen zeitabhängigen Vorgang überlagert. Ausserdem haben die seitherigen Vorrichtungen den Nachteil, dass sie nur zeitraubend umzurüsten sind. Es gibt unterschiedliche Messprobleme (unterschiedliche Stoffe auf unterschiedlichen Schichten, unterschiedliche Dicken, unterschiedliche Blenden für unterschiedlich gekrümmte Messgegenstände usw.) Manchmal eignet sich Promethium besser als Strahler, manchmal Tallium, manchmal Strontium.

Schliesslich berücksichtigen die bekannten Vorrichtungen auch nicht, dass jeder Strahler ein Individuum hinsichtlich des strahlenden Isotopes ist und dass jede Vorrichtung auf dieses Individuum abgestimmt werden muss.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung anzugeben, die auf wirtschaftliche Weise sämtliche oben genannten Nachteile vermeidet.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 aufgeführten Merkmale gelöst.

Damit erhält man mindestens folgende Vorteile:

- Es entsteht ein kompaktes Messelement, das ähnlich wie eine Sicherung oder ein Tubus eines Mikroskops oder eine Glühbirne leicht ausgewechselt werden kann.
- Es ist auf einfache Weise möglich, die Vorrichtung auf kleinste Messunsicherheit einzustellen.
- Da die Bauweise optimiert ist, kann man bei gleicher Genauigkeit mit kleineren Blenden arbeiten, so dass es z.B.

möglich ist, die Blendenvielzahl in der Praxis auf zwei Mess-elemente herabzusetzen, wodurch sich erfahrungsgemäss 95% aller Anwendungen abdecken lassen.

d) Im Falle einer Reparatur lässt sich im Herstellerwerk die Konterung lösen, und es können dort die notwendigen Arbeiten durchgeführt werden. Der Kunde erhält dann die komplette, wiedereingestellte Vorrichtung.

e) Da man nunmehr eine Einheit geschaffen hat, kann man diese in eine Warteposition in einem Ständer ähnlich einem Batterieladeständer oder einem Reagenzglasständer unter Spannung halten, das Messelement behält seine Eigenschaften bei und die im Messgerät im Rechner gespeicherten Konstanten behalten unverändert ihre Gültigkeit.

Durch die Merkmale des Anspruchs 3 erreicht man, dass man durch eine einzige Einstellung die Vorrichtung justieren kann, denn man braucht dann nur noch die zwei Teiltuben gegeneinander zu verschieben.

Durch die Merkmale des Anspruchs 4 erreicht man eine besonders günstige Zuordnung der Baueinheiten, obwohl eine andere Zuordnung ebenfalls möglich wäre.

Durch die Merkmale des Anspruchs 5 erreicht man eine besonders einfache Feineinstellvorrichtung, die die Koaxialität stets beibehält und mit der man z.B. eine 3°-Umdrehung ohne weiteres realisieren kann und entsprechend feine Abstandsveränderungen erhält.

Durch die Merkmale des Anspruchs 6 erreicht man, dass man einerseits das GM-Rohr lagerichtig im hinteren Teiltubus und auf einfache Weise positionieren kann und andererseits den vorderen Teiltubus mit der ihm zugeordneten Baueinheit auf einfache Weise positionieren und in der richtigen Lage kontern kann.

Durch die Merkmale des Anspruchs 7 bekommt man eine einfache Kontaktierung, kann den vorderen Teiltubus zugleich als Halterungsmittel in einem Messtisch verwenden, hat eine niedrige Streukapazität und gelangt dementsprechend in hohe Zählraten und hat so einfache Kontaktierungsmöglichkeiten wie z.B. bei einer Batterie.

Durch die Merkmale des Anspruchs 8 gelingt es, der Vorrichtung auch zugleich den Arbeitswiderstand sehr kapazitätsarm zu geben.

Durch die Merkmale des Anspruchs 9 kann man die Trägervorrichtung einfach auf das GM-Rohr aufsetzen und sie einfach mit diesem verbinden, ohne dass ins Gewicht fallende Abschattungen der zurückgestreuten Betastrahlen auftritt.

Durch die Merkmale des Anspruchs 10 erreicht man einen patronenartigen, sehr kapazitätsarmen Einsatz.

Ein GM-Rohr gemäss den Ansprüchen 11 hat sich sehr bewährt im Hinblick auf optimales Erfassen energiearmer rückgestreuter Strahlung, Grösse der Strahlung auffangenden Fläche und der Notwendigkeit, im Inneren eines GM-Rohrs einen Unterdruck zu schaffen.

Durch die Merkmale des Anspruchs 12 erreicht man, dass man den Blendring auswechseln kann und die gleiche Vorrichtung mit unterschiedlichen Blendringen sehr vielseitig einsetzen kann, falls auf beste Optimierung (Minimierung der statistischen Fehler) verzichtet werden kann.

Durch die Merkmale des Anspruchs 13 erreicht man, dass die Punktquelle beim Auswechseln der Blendringe nicht beschädigt wird.

Bei der Vorrichtung waren auch noch folgende Dinge zu berücksichtigen:

1. An sich kann man GM-Rohre mit Unterdruck herstellen oder sie mit Gas füllen, das Unterdruck hat. Im vorliegenden Fall wurden gasgefüllte GM-Rohre verwendet, da sie einen grösseren Ausgangsimpuls abgeben.

2. Bei entsprechend nachgeschalteten Verstärkern können Proportionalzählrohre wie GM-Zählrohre verwendet werden.

3. Es gibt auch Ionisationskammern als Kernstrahlungsdetektoren. Deren Wirkungsgrad steigt jedoch mit dem Kammerolumen, während es ja gerade Sinn der Erfindung ist, verhältnismässig kleine Vorrichtungen zu schaffen.

4. Derzeitig bekannte Halbleiterdetektoren entfallen, da sie keine bis heute zu GM-Rohren äquivalente Eigenschaften haben, noch sehr tief gekühlt werden müssen und die Kühlungsapparatur die Austauschbarkeit der Vorrichtungen praktisch unmöglich macht.

5. Es entfallen auch die Szintillationsrohre. Diese benötigen ein Fotomultiplier, welches letzteres die Vorrichtung teuer, voluminös, kompliziert und umfangreich machen würde.

Die Erfindung wird nunmehr anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht der Vorrichtung,

Fig. 2 eine explodierte Darstellung der Vorrichtung nach Figur 2, bei der sich jedoch die Kontaktfeder auf der Kathode befindet,

Fig. 3 eine Ansicht gemäss dem Pfeil A in Figur 1,

Fig. 4 eine Ansicht antiparallel zum Pfeil A in den vorderen Teiltubus hinein,

Fig. 5 die Stirnansicht der Trägervorrichtung, wie sie auf dem GM-Rohr sitzt,

Fig. 6 einen Schnitt längs der Linie 6-6 von Figur 5 in nochmals vergrösserter Darstellung,

Fig. 7 eine Seitenansicht der Kontaktfeder,

Fig. 8 eine Axialansicht der Kontaktfeder,

Fig. 9 eine Axialansicht des Konterings,

Fig. 10 eine nochmals vergrösserte Schnittansicht durch das GM-Rohr,

Fig. 11 eine Axialansicht in den hinteren Teiltubus hinein,

Fig. 12 eine Ansicht gemäss dem Pfeil B in Figur 1,

Fig. 13 die Anordnung des Schraubbrings im hinteren Teiltubus, die räumliche Lage des Arbeitswiderstands und der Kontaktplatte mit gestrichelt angedeutetem hinteren Teil des GM-Rohrs,

Fig. 14 einen Radialschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel im Bereich des Blendrings,

Fig. 15 eine Radialansicht eines Werkzeugs für die Vorrichtung samt der Vorrichtung, beide zusammen eingesetzt in einem Bereitstellungsständer.

Soweit nicht anderes angegeben, sind die Figuren dreifach vergrösserte Darstellungen des Originals. In Wirklichkeit ist die Vorrichtung also nicht einmal daumengross.

Die Erfindung umfasst einen ersten Teiltubus 21, einen zweiten Teiltubus 22, ein GM-Rohr 23 sowie einen Blendring 24 und eine Trägervorrichtung 26 für eine Punktquelle 27.

Die Erfindung wird nunmehr vom ausgehend beschrieben. Ein Lagerstein 28 entsprechend der DE-PS 20 13 270 (US-PS 3 714 436, GB-PS 1 323 906) ist koaxial zu einer geometrischen Längsachse 29 angeordnet. Der Lagerstein hat eine durch ihn hindurchgehende Blendenöffnung 30, die mindestens in Teilbereichen koaxial ist und im vorliegenden Fall die Gestalt eines Radialschlitzes hat. Der Lagerstein 28 ist im Blendring 24 gefasst, der einen Kegelstumpfmantel 31 umfasst, der koaxial angeordnet ist. Er geht in einen Ringansatz 32 über, hinter den eine eingestochene Ringnut 33 folgt. Von dort aus geht der Blendring 24, zu dem die oben bezeichneten Teile gehören, in den Teiltubus 21 über, der koaxial angeordnet ist und die Gestalt einer weitgehend kreiszylindrischen Mutter hat. Um in einer nicht dargestellten Messanordnung einen Halt zu finden, ist eine Quernut 34 als Sekante in den Mantel des Teiltubus 21 eingeschnitten. Ausserdem ist in den Mantel des Teiltubus 21 eine achsparallele Längsnut 36 eingeschnitten, die von vorne achsparallel zugänglich ist, so dass dort ein Mitnahmewerkzeug eingesetzt werden kann. Hinten hat der Teiltubus 21 eine radiale Stirnfläche 37, die einen Ring bildet. Innen hat der Teiltubus 21 einen koaxialen kreis-

zylindrischen Hohlraum 38, der in den entsprechenden inneren Hohlraum des Blendrings 24 übergeht. Die Innenwand des Teiltubus 21 ist mit einem Feingewinde 39 versehen, das an der Stirnfläche 37 beginnt und sich nahezu über die ganze Länge des Teiltubus 21 erstreckt. Mit Ausnahme des Lagersteins 28 sind die bislang beschriebenen Teile metallisch.

Der Teiltubus 22 besteht aus Resitex als Isolationsmaterial und ist ein Dielektrikum. Er ist koaxial zur Längsachse 29 angeordnet. Mit seinem Aussen-Feingewinde 41 kann er in das Innen-Feingewinde 39 eingeschraubt werden. Diese Paarung Metall/Kunststoff hat einen niederen Reibungswiderstand, so dass die Teiltuben 21, 22 feinfühlig gegeneinander verdreht werden können.

Das Feingewinde 41 geht hinten in einen kreisringförmigen, radialen Ansatz 42 über, so dass ein Zylinderkörper 43 etwas grösseren Durchmessers folgt. Nach einer kreisringförmigen Stufe 44 folgt ein im Durchmesser wesentlich kleinerer Sockel 46. In seinem Boden 47 ist eine Einsenkung 48 vorgesehen, die wie der Sockel 46 koaxial ist. Der Teiltubus 22 hat innen ein koaxiales kreiszylindrisches Sackloch 49. Von ihm aus führt eine Durchgangsbohrung 51 in die Einsenkung 48.

Im Zylinderkörper 43 ist gemäss Figur 2 und indirekt auch aus Figur 13 hervorgehend ein Langloch 52 vorgesehen, das durch die Wand des Zylinderkörpers 43 vollständig hindurchgeht, etwa die Länge eines 1/10 Watt-Widerstands hat und in der Ansicht von Fig. 2 etwa unter 45° liegt.

Ein Messing-Ring 53 ist koaxial angeordnet. Mit seiner kreiszylindrischen Aussenumfangsfläche 54 ist er an die Wand des Sacklochs 49 angeklebt, und zwar in einer solchen axialen Lage, dass die Aussenumfangsfläche 54 mit einem entsprechenden Teilbereich 56 im gemäss Fig. 2 rechten Endbereich des Langlochs 52 erscheint. Der Messingring 53 hat ein Innengewinde 57 sowie gemäss Fig. 13 rechts eine radiale Stirnfläche 58. Der Messing-Ring 53 ist nur wenige Millimeter lang, dünn, damit massearm und stellt damit nur eine geringe Kapazität gegenüber der Erde dar. In die Einsenkung 48 ist eine metallene Kontaktscheibe 59 eingeklebt, die dort zwar geschützt ist, jedoch den Sockel 46 nach hinten etwas überragt.

Im Langloch 52 liegt ein 1/10 Watt-Widerstand 61 als Arbeitswiderstand des GM-Rohrs 23. Da der Zylinderkörper 43 dicker ist als der Durchmesser des Widerstands 61, liegt der Widerstand 61 geschützt im Langloch 52 und kann dort gegebenenfalls auch vergossen sein. Sein rechtes Bein 62 ist mit einem Lötspunkt 63 am Teilbereich 56 angelötet. Dies kann mit Hilfe heutiger FeinlötKolben durch das an sich kleine Langloch 52 hindurch geschehen. Das linke Bein 64 ist zweimal rechtwinklig abgelenkt, verläuft teilweise im Aussenbereich des Sacklochs 49, durchquert die Durchgangsbohrung 51 und ist an die Kontaktscheibe 59 angelötet.

Auf dem Feingewinde 41 sitzt ein schmaler Konterring 66 mit entsprechendem Innenfeingewinde, dessen Aussendurchmesser wenig grösser als der Aussendurchmesser des Zylinderkörpers 43 ist. Wenn man bei rotatorisch festgehaltenen Teiltuben 21, 22 den Konterring 66 fest gegen die Stirnfläche 37 dreht und gegebenenfalls zusätzlich mit Lack oder einer Madenschraube sichert, verbleiben die Teiltuben 21, 22 zueinander in axial unveränderlicher Lage.

Das GM-Rohr 23 umfasst eine metallene kreiszylinderförmige Kathode 67, die einen Kreisringmantel darstellt, dessen Aussendurchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser des Feingewindes 39. Mit einem Abstand von der vorderen kreisringförmigen Stirnfläche 68 ist ein kreisförmiges Glimmerfenster 69 eingeschmolzen. Die Kathode 67 ist koaxial angeordnet. Im Ionisationsraum 71 ist koaxial eine Anode 72 vorgesehen, bestehend aus einem Draht 73, an dessen freiem Ende direkt hinter dem Glimmerfenster 69 eine rotationssymmetrische, im Querschnitt etwa elliptische Verdickung 74 sich

befindet. Von rückwärts ist in dem Ionisationsraum 71 ein Keramikkörper 76 luftdicht eingeklebt. Er ist kreiszylindrisch und hat in seinem hinteren Endbereich einen kleinen Flansch 77. Ferner hat er eine koaxiale Durchgangsbohrung 78, durch die hindurch sich der Draht 73 erstreckt.

Von rückwärts ist auf den Flansch 77 luftdicht ein Schraubsockel 79 geklebt, der aus Metall besteht, einen zum Flansch 77 passenden Anschlussflansch 81 aufweist, der wie der Flansch 77 einen Aussendurchmesser hat, der kleiner ist als der Durchmesser des Sacklochs 49.

Der Anschlussflansch 81 geht nach einer radialen, kreisringförmigen, nach innen springenden Stirnfläche 82 in ein Aussengewinde 83 über. Der Schraubsockel 79 hat eine koaxiale Durchgangsbohrung 84, in der sich der Draht 73 weiterhin erstreckt und galvanisch leitend mit dem Schraubsockel 79 verbunden ist. Auf die hintere Radialfläche 86 ist ein aus Glas bestehender Abpumpstutzen 87 aufgeschmolzen, durch den vor dem Abschmelzen im Ionisationsraum 71 über die Durchgangsbohrungen 78, 84 ein genügender Unterdruck geschaffen werden kann. Das GM-Rohr 23 ist mit seinem Schraubsockel 79 fest in den Messingring 53 eingeschraubt, so dass die Stirnflächen 58 und 82 fest aneinander liegen und keine nachträgliche Verdrehung zugelassen wird. Im montierten Zustand ragt damit der Abpumpstutzen 87 geschützt in den hinteren Bereich des Sacklochs 49, ohne den Boden 47 zu berühren. Der Abpumpstutzen 87 berührt auch nicht den Widerstand 61 noch das Bein 64, da diese radial weiter aussen liegen.

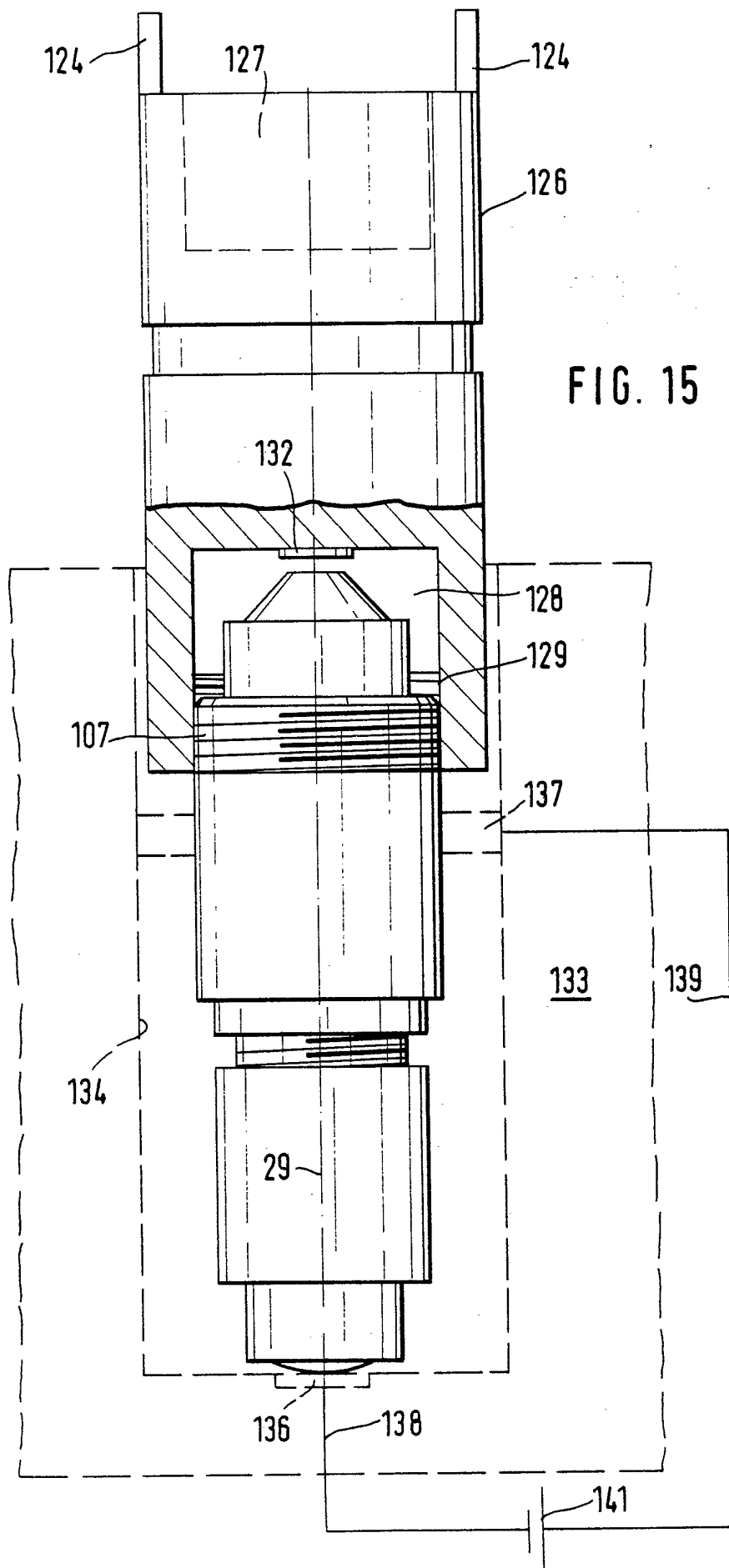
Ist das GM-Rohr 23 in den Teiltubus 22 hineingeschraubt, dann schaut nur etwa die Hälfte des Keramikkörpers 76 nach vorne über den Teiltubus 22 hinaus.

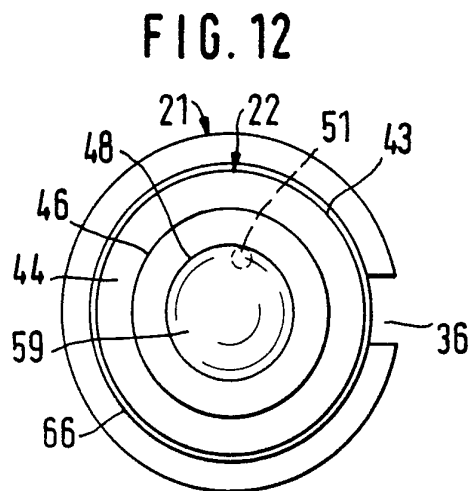
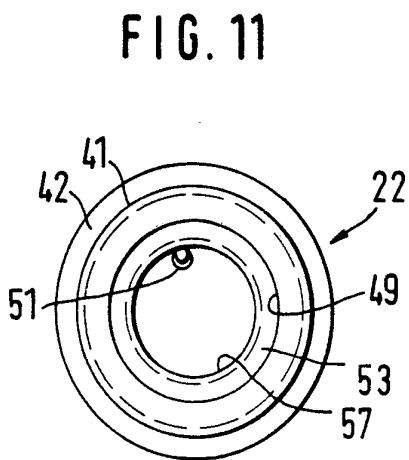
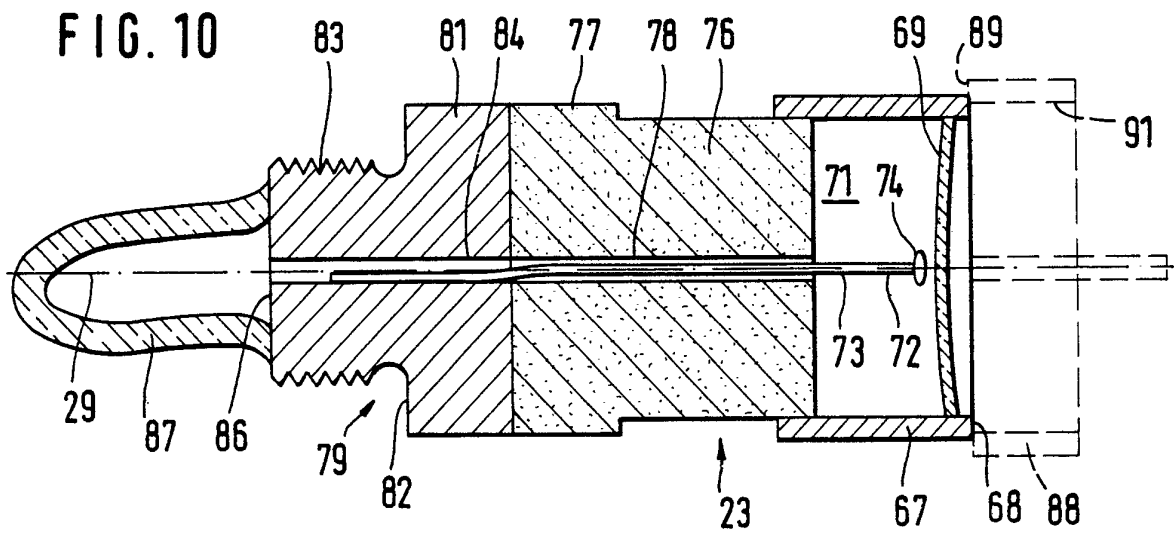
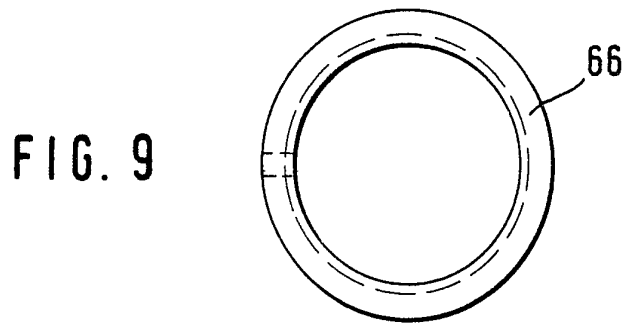
Die Trägervorrichtung 26 umfasst einen kreiszylindrischen, koaxialen Ring 88 aus Metall, der einen etwas grösseren Aussendurchmesser als die Kathode 67 hat. Der Ring 88 passt jedoch mit wenig Spiel – so dass sich eine Hilfs-Montageführung ergibt – in den Innendurchmesser des Feingewindes 39. Der Ring 88 ist mit seiner hinteren Stirnfläche 89 auf der ebenfalls radialen Stirnfläche 68 festgeklebt. Die Aussenwand des Rings 88 ragt also etwas über die Anode radial hinaus. Die Innenwand 91 des Rings 88 ist etwas nach aussen gegenüber der Innenwand der Kathode 67 versetzt und schattet daher den Ionisationsraum 71 nicht ab. Die Innenwand 91 geht an zwei 180° gegeneinander versetzten Stellen in eine radiale Speiche 92 über, die in Abschattungsrichtung dünn ist und in der Mitte koaxial eine ringförmige Verdickung 93 aufweist. Die Verdickung 93 hat ein koaxiales Durchgangsloch 94, in das die Punktquelle 27 von rückwärts bündig eingeklebt ist. Die Punktquelle 27 besteht aus einem Röhrchen 96 von 0,2 mm Aussendurchmesser, das aus Betastrahlen absorbierendem Material besteht. Obwohl eingangs auf den Massstab der Zeichnungen hingewiesen worden ist, soll trotzdem nochmals zum Grössenvergleich auf dieses Röhrchenmass hingewiesen werden, da eventuell die notwendige Vergrösserung die Wertschätzung für die Erfindung verfälschen kann.

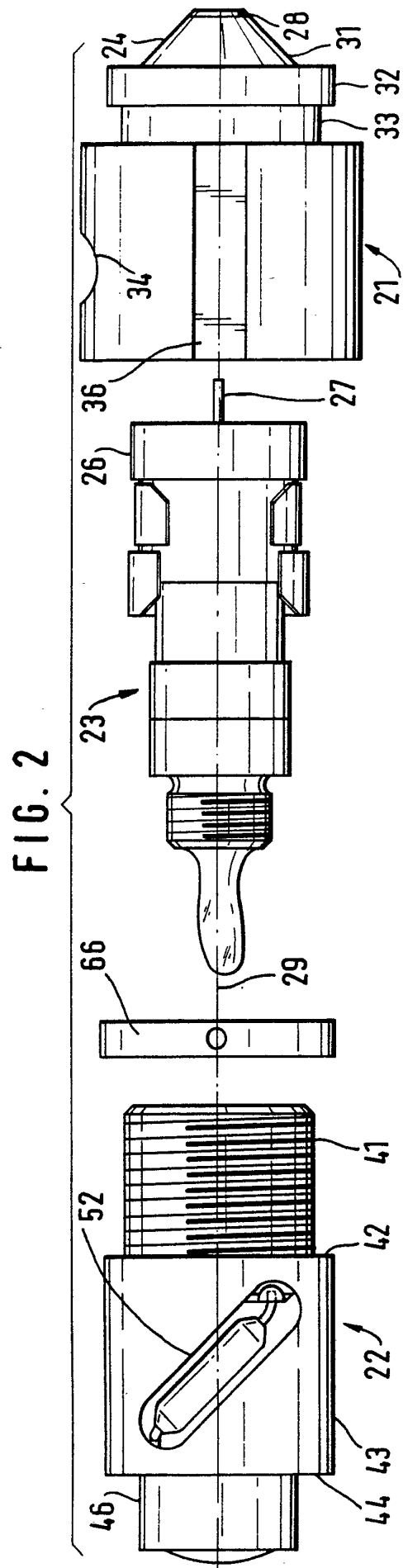
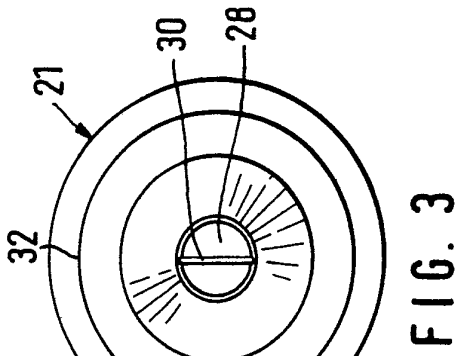
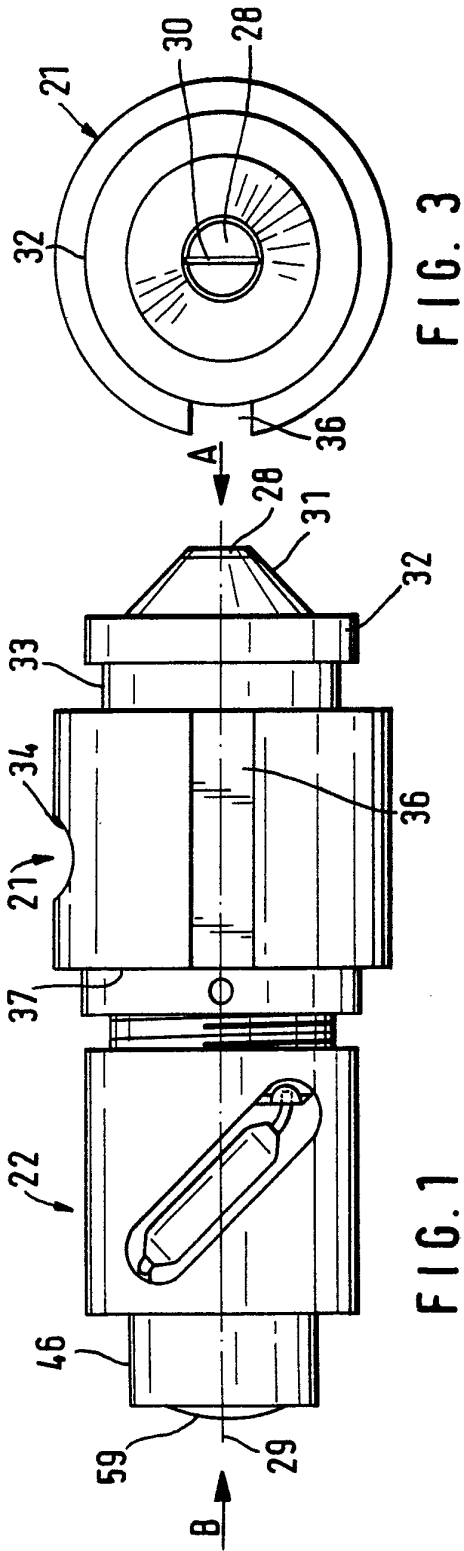
Das Röhrchen 96 enthält koaxial einen Draht 97, der es nach rückwärts auf dem allergrössten Teil seiner Länge abschliesst und der auf seiner vorderen Stirnfläche 98 ein Strahler-Kügelchen 99 trägt. Das vordere Ende des Röhrchens 96 ist mit einer 10 µm dicken Titanfolie 101 verschlossen. Der Abstand des Strahlerkügelchens 99 von der Titanfolie 101 liegt bei 0,1 bis 0,2 mm, falls das Strahlerkügelchen 99 aus Promethium, Thallium, Strontium ist.

Der Abstand ist etwas grösser, wenn man einen Cadmiumstrahler hat. Obwohl damit das Strahlerkügelchen 99 weit vorne liegt, kann man das ganze als Punktquelle betrachten.

Im fertig montierten Zustand befindet sich die Titanfolie 101 von der Vorderseite des Lagersteins 28 in einem Abstand von ungefähr 0,1 bis 0,8 mm. Ersteres Mass gilt natürlich nur,







wenn der Lagerstein 28 rückseitig eine so gestaltete koaxiale Öffnung hat, dass das vordere Ende des Röhrchens 96 mindestens teilweise in den Lagerstein 28 eintauchen kann.

Eine in den Figuren 7 und 8 im einzelnen dargestellte Kontaktfeder 102 besteht aus am Rücken zusammenhängenden Lappenpaaren 103 und 104. Im entspannten Zustand hat gemäss Fig. 8 das Lappenpaar 103 einen etwas kleineren Durchmesser als das Lappenpaar 104. Das Lappenpaar 103 dient dazu, die Kontaktfeder 102 mechanisch klemmend und elektrisch leitend auf der Kathode 67 festzuklemmen, wobei das Lappenpaar 103 soweit vorgeschoben werden kann, dass es an der Stirnfläche 89 anschliesst. Dabei ragt es nach aussen nicht über den Ring 88 hinaus, so dass die Einheit insoweit trotzdem in das Feingewinde 39 eingeschoben werden kann.

Das Lappenpaar 104 ist über den Rücken galvanisch leitend mit dem Lappenpaar 103 verbunden und ragt zumindest mit Teilbereichen soweit von der geometrischen Längsachse 29 weg, dass es beim Einschrauben in den Teiltubus 21 mit dem zahlreiche Punktkontakte bildenden Feingewinde 39 Kontakt machen kann. Dabei sitzt das Lappenpaar 104 teilweise ebenfalls auf der Kathode 67 und kann nicht zu weit auf den Umfang des Keramikkörpers 76 abgedrängt werden. Die Kontaktfeder 102 stellt also eine galvanisch leitende Verbindung zwischen der Kathode 67 und dem Teiltubus 21 dar.

Figur 14 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel, das einerseits die filigrane Punktquelle 27 schützt und andererseits es gestattet, den Blendring 24 auszuwechseln, so dass man sich an unterschiedliche Messprobleme anpassen kann. Hierzu geht von einer Stirnfläche 106 des Teiltubus 107 koaxial eine Schutzwand 108 aus, die sich kegelstumpfförmig erstreckt und eine Innenöffnung 109 hat, die die Betastrahlen mit Sicherheit nicht behindert, in die die Titanfolie 101 gegebenenfalls sogar eintreten kann, aber auf jeden Fall zuverlässig verhindert, dass man beim Überstreichen der Innenöffnung 109 mit dem Finger z.B. die Punktquelle 27 verbiegen kann, so dass die einmal eingestellte Justierung nicht mehr stimmt.

Von vorne her ist auf den Teiltubus 107 als getrenntes Bauelement ein Blendring 111 aufgesetzt, der einen koaxialen Aussenflansch 112 hat, der mit seiner Innenfläche 113 an einer kurzen, stirnseitig vorgesehenen koaxialen Aussen-Ringfläche 114 positionierend anliegt. Nach hinten wird der Blendring 111 durch eine Überwurfmutter 116 gezogen, die

ein Innengewinde 117 hat, das auf ein entsprechendes Aussen-gewinde des Teiltubus 107 aufgeschraubt ist. Mit einem Innenflansch 118 zieht die Überwurfmutter 116 den Aussenflansch 112 gegen eine Kreisschulter 119, so dass axiale Bewegungen unmöglich sind. Der Blendring 111 besitzt analog der Schutzwand 108 einen etwa zu dieser parallel verlaufenden Kegelstumpf 121, der den Lagerstein 122 trägt.

Von der Stirnseite her und von aussen zugänglich sind in der Überwurfmutter 116 um 180° versetzt zwei Aussparungen 123 vorgesehen.

In diese können Zapfen 124 eines Vielfachwerkzeugs 126 eingesetzt werden. Dieses Vielfachwerkzeug 126 hat an seiner einen Stirnseite eine Vertiefung 127, in die beim Abschrauben der Überwurfmutter 116 der Kegelstumpf 121 und der Lagerstein 122 eintauchen können.

Hat man die Überwurfmutter 116 abgeschraubt, dann kann man auch den Dämpfring 111 wegnehmen und ihn durch einen anderen ersetzen und dann wieder mit Hilfe des Vielfachwerkzeugs 126 die gleiche Überwurfmutter 116 aufschrauben.

Soll die Einheit jedoch nicht verwendet werden, weil man z.B. einen anderen Strahler braucht, dann bedient man sich ebenfalls des Vielfachwerkzeugs 126. Hierzu hat dieses von der anderen Stirnseite her ein koaxiales Sackloch 128, das ein Innengewinde 129 aufweist, das auf das Aussengewinde 131 des Teiltubus 107 passt. Das Vielfachwerkzeug 126 ist aus Betastrahlen absorbierendem Material und für diese unendlich dick (z.B. Aluminium). Im Boden des Sackloches 128 ist eine Schicht 132 aufgebracht, die bekannte Rückstreuadaten hat.

Das Vielfachwerkzeug 126 zusammen mit der erfindungsgemässen Einheit kann in einen Ständer 133 eingesetzt werden, der eine entsprechend grosse, senkrecht nach oben offene Ausnehmung 134 hat. An ihrem Boden befindet sich eine Kontaktplatte 136 und in einer gewissen Höhe befindet sich ein nicht näher dargestellter federnder Ringkontakt 137. Letzterer kontaktiert den Teiltubus 21 und damit die Kathode 67. Die Kontaktplatte 136 kontaktiert die Kontaktscheibe 59 und damit die Anode 72. Damit die Einheit stets unter Betriebsspannung steht, sind Zuleitungen 138 und 139 zu einer Hochspannungsquelle 141 vorgesehen. In dieser Masche liegt auch ein nichtdargestelltes Zählgerät, so dass man stets die rückgestreuten Betateilchen zählen kann.