

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Verschlussvorrichtung zum Verschließen einer Öffnung eines Sicherheitsbehälters einer Kernkraftanlage, insbesondere einer Siedewasserreaktor (SWR) – Anlage.

Stand der Technik

[0002] Derartige Kernkraftanlagen sind zum Beispiel aus der DE 198 53 618 C1 oder der DE 195 38 009 A1 bekannt. Der Innenraum des Sicherheitsbehälters einer solchen Kernkraftanlage ist durch mehrere Innenwände und Zwischendecken in verschiedene Teilräume unterteilt und weist einen dicht verschließbaren Ladedeckel auf. Im zentralen Innenbereich ist der Reaktor Druckbehälter (RDB) angeordnet, der in seinem unteren Bereich einen Reaktorkern, in dem die Brennelemente angeordnet sind, und oben eine durch einen Deckel dicht verschließbare Öffnung aufweist. Die Außenräume des Sicherheitsbehälters dienen als Kondensationskammern und Flutbecken zur Kühlung des Reaktor Druckbehälters und sind über verschiedene Leitungen mit diesem verbunden.

[0003] Für verschiedene Prozesse wie beispielsweise das Austauschen der Brennelemente ist es erforderlich, sowohl den RDB-Deckel als auch den Ladedeckel des Sicherheitsbehälters zu öffnen bzw. zu entfernen. Zur Realisierung eines sicheren und dichten Verschlusses der Öffnung des Sicherheitsbehälters durch einen Ladedeckel sind aus dem Stand der Technik bereits verschiedene Verschlussvorrichtungen bekannt.

[0004] Eine technisch einfache Lösung besteht zum Beispiel darin, auf dem unteren Flansch, der die zu verschließende Öffnung des Sicherheitsbehälters umgibt, eine Vielzahl von aufstehenden Gewindebolzen vorzusehen. Diese Gewindebolzen ragen bei auf die Öffnung aufgesetztem Ladedeckel durch entsprechende Schraubenlöcher im oberen Flansch am Umfang des Ladedeckels und werden über Muttern über dem oberen Flansch verschraubt. Zum Entfernen des Ladedeckels müssen diese Muttern zum Beispiel mittels Hydraulik-Spannzylindern gelöst und anschließend entfernt werden, um dann den oberen Flansch über die am unteren Flansch verbleibenden Gewindebolzen abzuheben. Nachteilig an diesem System ist insbesondere die sehr große Anzahl der erforderlichen Gewindebolzen und die damit verbundene lange Zeitdauer, die für ein Öffnen und Verschließen der Öffnung des Sicherheitsbehälters benötigt wird.

[0005] Eine weitere Möglichkeit einer Verschlussvorrichtung verwendet sogenannte Klammerschrauben der Firma Walter G. Rathmann, Koblenz, Deutschland. Diese Klammerschrauben sind am oberen Flansch des Ladedeckels angeschweißt und können mit ihrem hakenförmigen Ende unter den un-

teren Flansch der Öffnung des Sicherheitsbehälters greifen. Zum Entfernen des Ladedeckels werden die Muttern der Klammerschrauben zum Beispiel mittels Hydraulik-Spannzylindern gelöst, wodurch sich die oberen Elemente der Klammerschrauben nach innen und das untere hakenförmige Ende der Klammerschrauben nach außen neigt, so dass der komplette Ladedeckel mit allen am oberen Flansch befestigten Klammerschrauben abgehoben werden kann. Auch bei dieser Konstruktion ist eine sehr große Anzahl an Verschlusselementen erforderlich, was zu längeren Öffnungs- und Schließzeiten führt. Außerdem sind die Klammerschrauben im Vergleich zu den oben beschriebenen Gewindebolzen in ihrer Herstellung teurer. Ein weiterer Nachteil liegt am Platzbedarf der Klammerschrauben, der die Anzahl der einzusetzenden Klammerschrauben und damit auch den Auslegungsdruck der Verschlussvorrichtung begrenzt.

[0006] Schließlich ist zum Beispiel aus der DE 195 38 009 A1 ein Verriegelungssystem für einen Ladedeckel eines Sicherheitsbehälters bekannt, bei dem beispielsweise mehr als 50 Riegeelemente entlang des Umfangs der zu verschließenden Öffnung angeordnet sind. Die Riegeelemente sind jeweils in eine den Deckel verriegelnde Verriegelungsposition hinein und aus dieser heraus verschiebbar. Diese Konstruktion ist für Überdrücke von bis zu 10 bar ausgelegt, allerdings bedingt auch in diesem Fall die große Anzahl der Verschlusselemente relativ lange Öffnungs- und Schließzeiten.

Aufgabenstellung

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Verschlussvorrichtung zum Verschließen einer Öffnung eines Sicherheitsbehälters einer Kernkraftanlage vorzusehen, die deutlich kürzere Öffnungs- und Schließzeiten bei gleichzeitig geringem Personalaufwand ermöglicht.

[0008] Diese Aufgabe wird für eine Verschlussvorrichtung mit einem unteren Flansch entlang des Umfangs der zu verschließenden Öffnung; einem Deckel zum Verschließen der Öffnung; und einem oberen Flansch, der entlang des Umfangs des Deckels vorgesehen und fest mit diesem verbunden ist, wobei der obere Flansch dem unteren Flansch zugewandt ist und die beiden Flansche bei mit dem Deckel verschlossener Öffnung aneinander angrenzend angeordnet sind, erfindungsgemäß durch eine Feststellvorrichtung gelöst, die den oberen und den unteren Flansch bei mit dem Deckel verschlossener Öffnung zumindest teilweise umgreift und die zwischen einer ersten (Verschluss-)Stellung, in der sie die beiden Flansche zusammenhält, und einer zweiten (Öffnungs-)Stellung, in der sie ein Abheben des oberen Flansches vom unteren Flansch ermöglicht, bewegbar ist.

[0009] Die Konstruktion dieser Verschlussvorrichtung entspricht im wesentlichen dem an sich bekannten Prinzip eines sogenannten Bajonettverschlusses.

Ein derartiger Bajonettverschluss ermöglicht insbesondere kurze Öffnungs- und Schließzeiten und gewährt gleichzeitig eine verlässliche Verschlussmechanik und reproduzierbare Verschlussbedingungen. Die Verschlussvorrichtung kann problemlos für Überdrücke von 6,5 bar und mehr ausgelegt werden, so dass auch bei schweren Störfällen der Kernkraftanlagen ein sicherer Verschluss des Sicherheitsbehälters sichergestellt ist. Ein weiterer Vorteil der Verschlussvorrichtung besteht in dem relativ geringen Personalbedarf für den Öffnungs- und Schließvorgang, so dass insgesamt auch die Strahlenbelastung für das Personal reduziert wird. Die Verschlussvorrichtung ist außerdem gut zugänglich für wiederkehrende Prüfungen und leicht dekontaminierbar.

[0010] In besonders vorteilhafter Weise ist die Feststellvorrichtung in der Form eines den Umfang des oberen und des unteren Flansches umgreifenden Ringes ausgebildet, der die beiden Flansche bei mit dem Deckel verschlossener Öffnung umgreift. Für das Umgreifen der Flansche weist die Feststellvorrichtung vorzugsweise eine den oberen Flansch des Deckels übergreifende obere Stirnfläche und eine den unteren Flansch der Öffnung untergreifende untere Stirnfläche auf.

[0011] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen der obere Flansch des Deckels und der untere Flansch der Öffnung jeweils mehrere am Umfang des Flansches abwechselnd angeordnete Aussparungen und Vorsprünge auf, wobei die Aussparungen des oberen Flansches bei mit dem Deckel verschlossener Öffnung den Aussparungen des unteren Flansches deckungsgleich zugewandt, d.h. genau übereinander angeordnet sind. Die untere Stirnfläche der Feststellvorrichtung ist mit mehreren Aussparungen und Vorsprüngen versehen, während die obere Stirnfläche der Feststellvorrichtung durchgehend geschlossen ist, wobei die Breite der Vorsprünge der unteren Stirnfläche der Feststellvorrichtung kleiner als die Breite der Aussparungen des unteren und des oberen Flansches ist und die Anzahl der Vorsprünge der unteren Stirnfläche der Feststellvorrichtung gleich der Aussparungen des unteren und des oberen Flansches ist. Bei dieser Konstruktion kann die Feststellvorrichtung in der zweiten Öffnungsstellung, in der die Vorsprünge der unteren Stirnfläche der Feststellvorrichtung genau den Aussparungen der beiden Flansche entsprechen, zusammen mit dem Ladedeckel von dem unteren Flansch abgehoben werden.

[0012] Alternativ kann auch die obere Stirnfläche der Feststellvorrichtung mehrere Aussparungen und Vorsprünge aufweisen, während die untere Stirnfläche der Feststellvorrichtung durchgehend geschlossen ist. In diesem Fall verbleibt die Feststellvorrichtung in der zweiten Öffnungsstellung, in der die Vorsprünge der oberen Stirnfläche der Feststellvorrichtung genau den Aussparungen der beiden Flansche entsprechen, beim Abheben des Ladedeckels am unteren Flansch der Öffnung.

[0013] Zum Bewegen zwischen der Öffnungsstellung und der Schließstellung kann die Feststellvorrichtung zwischen der ersten und der zweiten Stellung in der Umfangsrichtung des oberen und des unteren Flansches beispielsweise mittels mehrerer Hydraulik-Zylinder drehbar sein.

[0014] Um die Relativbewegungen zwischen der Feststellvorrichtung und den beiden Flanschen zu erleichtern, ist zwischen dem oberen Flansch des Deckels und der oberen Stirnfläche der Feststellvorrichtung vorteilhafterweise eine Gleitplatte vorgesehen, und dass zwischen dem unteren Flansch der Öffnung und der unteren Stirnfläche der Feststellvorrichtung kann ebenfalls eine Gleitplatte oder eine Gleitplatte und ein Gleitschuh vorgesehen sein.

[0015] Vorteilhafterweise sind die Gleitplatte und der Gleitschuh in Umfangsrichtung des unteren Flansches konisch ausgebildet sind, wobei die Konizität der Gleitplatte der Konizität des Gleitschuhs gegenläufig ist und beispielsweise einen Neigungswinkel von etwa 2° aufweist, um ein gegenseitiges Verkeilen des Gleitschuhs und der Gleitplatte in der Verschlussstellung zu bewirken.

[0016] Zwischen dem oberen Flansch des Ladedeckels und dem unteren Flansch der Öffnung ist üblicherweise wenigstens eine Dichtung vorgesehen.

[0017] Aufgrund der Dimensionen üblicher Kernkraftanlagen, bei denen die Durchmesser der Öffnungen der Sicherheitsbehälter bis zu 10 m betragen, können der untere Flansch, der obere Flansch und die Feststellvorrichtung aus mehreren Segmenten zusammengebaut sein.

[0018] Die mit der vorliegenden Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch die Verschlussvorrichtung nach dem Grundprinzip eines Bajonettverschlusses sehr kurze Öffnungs- und Schließzeiten erzielt werden, was dementsprechend zu einer Kostenreduzierung des Betriebs der Kernkraftanlage führt. Außerdem kann durch die Verschlussvorrichtung der Erfindung der für die Öffnungs- und Schließvorgänge benötigte Personalaufwand gering gehalten werden, was zudem die Strahlenbelastung für das Personal verringert. Weiterhin ist die Verschlussvorrichtung für wiederkehrende Prüfungen gut zugänglich, leicht dekontaminierbar, und sie gewährleistet zuverlässige und reproduzierbare Verschlussbedingungen, die auch schweren Störfällen der Kernkraftanlagen mit entsprechend hohen Überdrücken standhalten können.

Ausführungsbeispiel

[0019] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

[0020] **Fig. 1** eine schematische Darstellung eines Sicherheitsbehälters mit darin eingebautem Reaktor-druckbehälter für eine Kernkraftanlage, bei dem die vorliegende Erfindung eingesetzt werden kann;

[0021] **Fig. 2** eine Schnittdarstellung eines Ladede-

ckels zum Verschließen einer Öffnung eines Sicherheitsbehälters mit einer Verschlussvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung gemäß Linie B1-B2-B3-B4 in **Fig. 6**;

[0022] **Fig. 3** eine Schnittdarstellung der Verschlussvorrichtung von **Fig. 2** gemäß Linie C-C in **Fig. 2**;

[0023] **Fig. 4** eine Schnittdarstellung der in **Fig. 2** dargestellten Verschlussvorrichtung gemäß Linie D-D in **Fig. 2**;

[0024] **Fig. 5** eine Schnittdarstellung der in **Fig. 2** dargestellten Verschlussvorrichtung gemäß Linie E-E in **Fig. 2**;

[0025] **Fig. 6** eine Draufsicht eines Ladedeckels zum Verschließen einer Öffnung eines Sicherheitsbehälters mit einer Verschlussvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0026] **Fig. 7** eine Schnittdarstellung eines Hydraulik-Zylinders zum Verstellen der Verschlussvorrichtung von **Fig. 6** gemäß Linie G-G in **Fig. 6**;

[0027] **Fig. 8** eine Schnittdarstellung der in **Fig. 6** dargestellten Verschlussvorrichtung gemäß Ansicht H in **Fig. 6**;

[0028] **Fig. 9** eine stark vergrößerte Schnittdarstellung der Einzelheit J der Verschlussvorrichtung von **Fig. 2**;

[0029] **Fig. 10** eine Schnittdarstellung der Verschlussvorrichtung von **Fig. 2** gemäß Linie L-L in **Fig. 9**; und

[0030] **Fig. 11** eine Schnittdarstellung der Verschlussvorrichtung von **Fig. 2** gemäß Linie M-M in **Fig. 9**.

[0031] In **Fig. 1** ist ein Sicherheitsbehälter **10** einer Siedewasserreaktoranlage (SWR-Anlage) skizziert. Der Innenraum des Sicherheitsbehälters **10** ist durch einen Innenzylinder **12** und eine Zwischendecke **14** in verschiedene Teilräume unterteilt, wobei der Aufbau des Sicherheitsbehälters **10** insgesamt im wesentlichen rotationssymmetrisch zur Mittellängsachse **16** ist. In der Decke **18** ist eine zentrale Öffnung **20** vorgesehen, die durch einen kuppelförmigen Ladendeckel **22** mittels einer Verschlussvorrichtung **24** dicht verschließbar ist. Oberhalb der Decke **18** befindet ein Flutbecken **26**, das bei Betrieb der Kernkraftanlage mit vollentsalztem Wasser geflutet ist. Sämtliche Wände und Zwischenwände des Sicherheitsbehälters **10** sind vorzugsweise aus Beton.

[0032] Im vom Innenzylinder **12** umgebenen zentralen Reaktorraum **28** ist ein Reaktordruckbehälter (RDB) **30** angeordnet, der sich über eine Zarge **32** am Innenzylinder **12** abstützt. Der Reaktordruckbehälter **30** weist in seinem unteren Bereich den Reaktorkern **34** auf, in dem die (nicht dargestellten) Brennelemente angeordnet sind. Zur Leistungssteuerung werden in den Reaktorkern **34** mittels eines Steuerstabantriebs **36**, der am unteren Ende außerhalb des Reaktordruckbehälters **30** angeordnet ist, Steuerstäbe eingefahren. Steuerstabführungsrohre **38** reichen vom Steuerstabantrieb **36** durch die Wandung des Reaktordruckbehälters **30** hindurch in den Reaktor-

kern **34**.

[0033] Der Reaktordruckbehälter **30** weist an seinem oberen Ende eine Öffnung **40** auf, die mittels eines Deckels **42** dicht und drucksicher verschließbar ist. Der Reaktordruckbehälter **30** und dessen Deckel **42** sind vollständig von einer Isolierhülle **44** umgeben. Die den Reaktordruckbehälter **30** umgebende Isolierhülle **44** ist mit einer Vielzahl von Abstandshaltern **46** am Innenzylinder **12** befestigt und unter Bildung eines Zwischenraums **48** vom Reaktordruckbehälter **30** beabstandet, damit dieser von außen für Wartungszwecke zugänglich ist. Die Isolierhüllen **44** dienen der thermischen Isolation des Reaktordruckbehälters **30**, so dass die Temperatur im Zwischenraum **48** bei Betrieb des Reaktors bei etwa 275°C und damit im Bereich der Betriebstemperatur innerhalb des Reaktordruckbehälters **30** gehalten werden kann. Außerhalb der Isolierhülle **44** beträgt die Temperatur typischerweise nur etwa 50°C, wozu von unten her ein Kühlluftstrom **50** zwischen der Isolierhülle **44** und dem Innenzylinder **12** vorgesehen ist.

[0034] Durch den Innenzylinder **12** ist im Innenraum des Sicherheitsbehälters **10** weiter ein ringförmiger Außenraum gebildet, der durch die Zwischendecke **14** in einen oberen und einen unteren Außenraum aufgeteilt ist. Der untere ringförmige Außenraum bildet eine Kondensationskammer **52** und der obere ringförmige Außenraum bildet ein Flutbecken **54**, die beide eine Kühlflüssigkeit **56**, insbesondere Kühlwasser, enthalten. Flutbecken **54** und Kondensationskammer **52** dienen zur Kühlung des Reaktordruckbehälters **30**, wenn in diesem oder im Reaktorraum **28** ein kritischer Druck überschritten wird. Hierzu sind zudem mehrere Kühlleitungen und Kühleinrichtungen (nicht dargestellt) zwischen dem Reaktordruckbehälter **30** und dem Flutbecken **54** bzw. der Kondensationskammer **52** vorhanden.

[0035] Zur Kühlung des Reaktordruckbehälters **30** ist u.a. eine Außenkühlung oder Außenflutung des Reaktordruckbehälters **30** vorgesehen, bei der die Kühlflüssigkeit **56** aus dem Flutbecken **54** beispielsweise durch eine Flutleitung **58** in den Zwischenraum **48** einströmt, so dass die Kühlflüssigkeit **56** mit der Außenwand des Reaktordruckbehälters **30** in Kontakt kommt. Bei der Außenflutung wird die Kühlflüssigkeit **56** durch den heißen Reaktordruckbehälter **30** erhitzt, wodurch im Zwischenraum **48** Dampf entsteht, der über einen (nicht dargestellten) Strömungsweg aus dem Zwischenraum **48** in den oberen Bereich des Flutbeckens **54** gelangen kann. Im oberen Bereich des Flutbeckens **54** ist ein Kondensator **60** angeordnet, an dem der Dampf kondensiert, wodurch der Druck im Sicherheitsbehälter **10** abgebaut werden kann.

[0036] Der Ladendeckel **22** bildet den oberen Abschluss des Sicherheitsbehälters **10** und verschließt die Zugangsöffnung **20**. Bei Betrieb der Kernkraftanlage ist der Ladendeckel **22** mit vollentsalztem Wasser im Flutbecken **26** überflutet. Zum Entfernen des Ladedeckels **22** wird das Wasser abgelassen und der

Ladedeckel dann mit geeigneten Hebevorrichtungen herausgenommen und außerhalb des Flutbeckens **26** gelagert. Nachdem auch der Deckel **42** des Reaktordruckbehälters **30** entfernt ist, wird zum Beispiel für einen Brennelementwechsel der Flutraum **26** mit dem darunter liegenden Reaktorraum **28** wieder mit vollentsalztem Wasser geflutet. Das Verschließen der beiden Öffnungen **40** und **20** erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

[0037] Da bei Kernkraftanlagen neben der Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen auch die Einhaltung eines knappen Terminpfades entscheidend ist, muss für den Ladedeckel **20** eine Verschlussvorrichtung **24** vorhanden sein, die einerseits einen sicheren und dichten Verschluss der Öffnung **20** des Sicherheitsbehälters **10** gewährleistet und andererseits möglichst kurze Schließ- und Öffnungszeiten des Ladedeckels **22** ermöglicht.

[0038] Eine Verschlussvorrichtung **24** gemäß der vorliegenden Erfindung, die hierzu in der Lage ist, wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Fig. 2 bis 11 im Detail beschrieben.

[0039] Bezug nehmend zunächst auf die Fig. 2 und 6 wird durch den Ladedeckel **22** eine Öffnung **20** in der Decke **18** des Sicherheitsbehälters **10** mit einem Durchmesser von etwa 9,0 m verschlossen. Der Durchmesser d_1 des Ladedeckels **22** selbst entspricht ebenfalls diesem Maß. Die Herstellung des Ladedeckels **22** erfolgt aus mehreren gepressten Segmentblechen, die miteinander verschweißt werden.

[0040] An der Unterseite des Ladedeckels **22** ist mit diesem fest verbunden, beispielsweise verschweißt, ein oberer Flansch **62** vorgesehen, dessen Außendurchmesser d_2 beispielsweise etwa 9,5 m beträgt, so dass sein Umfang in radialer Richtung über den Umfang der zu verschließenden Öffnung **20** übersteht. Der obere Flansch **62** ist zuvor ebenfalls aus mehreren geschmiedeten Segmenten zusammengesetzt.

[0041] Weiter ist ein unterer Flansch **64** über ein (nicht dargestelltes) Anschlusselement mit dem Umfang der zu verschließenden Öffnung **20**, d.h. mit der Decke **18** des Sicherheitsbehälters **10** verbunden, vorzugsweise verschweißt, wobei auch der untere Flansch **64** zuvor aus mehreren geschmiedeten Segmenten zusammengesetzt worden ist. Der Außendurchmesser d_2 des unteren Flansches **64** ist exakt so groß wie der Außendurchmesser des oberen Flansches **62**, beträgt im dargestellten Ausführungsbeispiel also ebenfalls etwa 9,5 m, so dass die beiden Flansche **62**, **64** zur Deckung gebracht werden können.

[0042] Die Verbindungsstelle der beiden Flansche **62**, **64** liegt dabei zum Beispiel etwa 45 cm oberhalb der Decke **18** des Sicherheitsbehälters **10**, wobei die Dicke der Flansche jeweils etwa 39 cm beträgt. Sowohl die Flansche **62**, **64** als auch der Ladedeckel **22** werden vorzugsweise aus einem austenitischen Ma-

terial, besonders bevorzugt aus Stahl mit der DIN-Werkstoff-Nr. 1.4462 bzw. der DIN-Kurzbezeichnung X2CrNiMoN **22 5** bzw. dem Handelsnamen „REMANIT 4462“ gefertigt.

[0043] Der Außenumfang der beiden Flansche **62**, **64** ist von einer Feststellvorrichtung **66** umgeben, die im bevorzugten Ausführungsbeispiel in Form eines Ringes ausgebildet ist, wie in den Figuren dargestellt. Der Außendurchmesser d_3 der Feststellvorrichtung **66** beträgt zum Beispiel etwa 9,84 m. Die Feststellvorrichtung **66** wird ebenfalls aus mehreren Schmiedeteilen zusammengesetzt und besteht bevorzugt aus austenitischem Stahl mit der DIN-Werkstoff-Nr. 1.4462 bzw. der DIN-Kurzbezeichnung X2CrNiMoN **22 5** bzw. dem Handelsnamen „REMANIT 4462“. Bei der in den Figuren dargestellten Größe ergibt sich ein Gesamtgewicht für die Feststellvorrichtung von etwa 36 t.

[0044] Die Feststellvorrichtung **66** weist im wesentlichen eine Außenwand **68**, eine obere Stirnfläche **70** und eine untere Stirnfläche **72** auf, die am oberen bzw. unteren Ende der Außenwand **68** radial nach innen ragen. Während die obere Stirnfläche **70** der Feststellvorrichtung **66** durchgehend geschlossen ausgebildet ist, weist die untere Stirnfläche **72** mehrere Vorsprünge und dazwischen liegende Aussparungen auf. Dieser Aufbau der Feststellvorrichtung **66** ist speziell in den Fig. 8 und 9 dargestellt.

[0045] Der obere Flansch **62** des Ladedeckels **22** weist an seinem Umfang mehrere Vorsprünge **74** auf, deren Dicke nur etwa halb so stark wie die Gesamtdicke des oberen Flansches **62** ist, die fluchtend mit der Unterkante des oberen Flansches **62** ausgebildet sind und die radial nach außen ragen. Zwischen den Vorsprüngen **74** sind entsprechende Aussparungen **76** vorhanden. Die Konstruktion des oberen Flansches **62** mit den Vorsprüngen **74** und Aussparungen **76** ist insbesondere in den Fig. 5 und 9 zu erkennen. Der untere Flansch **64** der Öffnung **20** weist an seinem Umfang ebenfalls mehrere Vorsprünge **78** auf, deren Dicke nur etwa halb so stark wie die Gesamtdicke des unteren Flansches **64** ist, die fluchtend mit der Oberkante des unteren Flansches **64** ausgebildet sind und die radial nach außen ragen. Zwischen den Vorsprüngen **78** sind entsprechende Aussparungen **80** vorhanden. Die Konstruktion des unteren Flansches **64** mit den Vorsprüngen **78** und Aussparungen **80** ist insbesondere in den Fig. 4 und 9 zu erkennen.

[0046] Bezüglich der Vorsprünge und Aussparungen sind der obere und der untere Flansch **62**, **64** einander entsprechend ausgebildet. Mit anderen Worten liegen bei einer durch den Ladedeckel **22** verschlossenen Öffnung **20** die Vorsprünge **74** bzw. die Aussparungen **76** des oberen Flansches **62** exakt gegenüber den Vorsprüngen **78** bzw. Aussparungen **80** des unteren Flansches **64**. Weiter ist die Breite der Vorsprünge der unteren Stirnfläche **72** der Feststellvorrichtung **66** etwas kleiner bemessen als die Breite der Aussparungen **76**, **80** des oberen bzw. unteren Flansches **62**, **64**, und die Anzahl der Vorsprünge der

unteren Stirnfläche **72** ist höchstens so groß wie die Anzahl der Aussparungen **76**, **80** des oberen bzw. unteren Flansches **62**, **64**. Beispielsweise sind über den Umfang gleichmäßig jeweils 60 Vorsprünge und Aussparungen an den Flanschen **62**, **64** und der unteren Stirnfläche **72** mit einer gleichmäßigen Breite von etwa 23 cm vorgesehen.

[0047] Wie in **Fig. 3** dargestellt, ergibt sich bei dieser Konstruktion der Flansche **62**, **64** und der Feststellvorrichtung **66** folgendes Zusammenspiel. Die Feststellvorrichtung **66** ist zwischen einer ersten (Schließ-)Stellung und einer zweiten (Öffnungs-)Stellung bewegbar, insbesondere drehbar. In der Schließstellung sind die Vorsprünge der unteren Stirnfläche **72** der Feststellvorrichtung **66** unterhalb der Vorsprünge **74**, **78** der beiden Flansche **62**, **64** angeordnet, so dass die beiden Flansche durch die untere Stirnfläche **72**, welche den unteren Flansch **64** untergreift, und die obere Stirnfläche **70**, welche den oberen Flansch **62** übergreift, zusammengehalten werden, d.h. der Ladedeckel **22** in seiner die Öffnung **20** verschließenden Stellung festgehalten wird. Wird die Feststellvorrichtung **66** in **Fig. 3** um einen Winkel nach rechts gedreht, der der Breite eines Vorsprungs **74**, **78** entspricht, so liegen die Vorsprünge der unteren Stirnfläche **72** genau unter den Aussparungen **76**, **80** der beiden Flansche **62**, **64**, so dass der Ladedeckel **22** mit dem oberen Flansch **62** und der Feststellvorrichtung **66** von dem unteren Flansch **64** abgehoben und dann von der Öffnung **20** entfernt werden kann.

[0048] Das Verschließen der Öffnung **20** geschieht in der umgekehrten Reihenfolge. Zunächst wird der Ladedeckel **20** mit dem oberen Flansch **62** und der Feststellvorrichtung **66** in einer solchen Position auf den unteren Flansch **64** aufgesetzt, dass die Vorsprünge der unteren Stirnfläche **72** der Feststellvorrichtung **66** den Aussparungen **80** des unteren Flansches **64** gegenüberliegen. Anschließend wird die Feststellvorrichtung **66** von dieser Öffnungsstellung in die Schließstellung gedreht, so dass ihre untere Stirnfläche **72** unter die Vorsprünge **78** des unteren Flansches **64** greift und damit die beiden Flansche **62**, **64** zusammenhält.

[0049] Grundsätzlich ist es auch möglich, den oberen Flansch **62** ohne Aussparungen **76** mit einem durchgehenden Vorsprung **74** auszubilden. Der Vorteil der in den Figuren dargestellten Ausführungsform liegt in der Baugleichheit des oberen und des unteren Flansches **62**, **64**, die eine kostengünstigere Herstellung ermöglicht.

[0050] Außerdem ist es alternativ möglich, die untere Stirnfläche **72** der Feststellvorrichtung **66** durchgehend geschlossen auszubilden, während die obere Stirnfläche **74** Vorsprünge und Aussparungen aufweist. In diesem Fall muss dann der obere Flansch **62** zwingend Vorsprünge **74** und Aussparungen **76** aufweisen. Bei dieser Konstruktion der Verschließvorrichtung verbleibt die Feststellvorrichtung **66** beim Abheben des Ladedeckels **22** mit dem oberen

Flansch **62** aufgrund der geschlossenen unteren Stirnfläche **72** am unteren Flansch **64** zurück.

[0051] Die (Dreh-)Bewegung der Feststellvorrichtung **66** zwischen der ersten Schließstellung und der zweiten Öffnungsstellung erfolgt bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel mittels sechs Hydraulik-Zylinder **82**, die in einem Winkelabstand von jeweils 60° gleichmäßig in tangentialer Ausrichtung um die ringförmige Feststellvorrichtung **66** herum angeordnet sind.

[0052] Die Hydraulik-Zylinder **82** werden vor einem Öffnungs- und/oder Schließvorgang in Zylinderaufnahmehalterungen **84** eingesetzt, die auf Ankerplatten **86** auf der Unterkante des Flutbeckens **26** bzw. auf der Decke **18** des Sicherheitsbehälters **10** angeschweißt sind. Die Stellzylinderkräfte werden über Laschen **88**, die am Außenumfang der Feststellvorrichtung **66** angebracht sind, auf die Feststellvorrichtung **66** übertragen.

[0053] Die Stellkräfte der Hydraulik-Zylinder **82** betragen in einem typischen Ausführungsbeispiel etwa 2.600 t, so dass auf jeden Stellzylinder etwa 435 t entfallen. Der Arbeitsdruck der Hydraulik-Zylinder **82** beträgt zum Beispiel etwa 200 bar, und der dem Verfahrweg der Feststellvorrichtung entsprechende Arbeitshub der Hydraulik-Zylinder **82** liegt im Bereich von 20 bis 30 cm.

[0054] Weiterhin sind, wie dies in den **Fig. 9** und **10** dargestellt ist, zwischen der Oberkante der Vorsprünge **74** des oberen Flansches **62** und der Unterkante der oberen Stirnfläche **70** der Feststellvorrichtung **66** Gleitplatten **84** vorgesehen. Die Gleitplatten **84** bieten eine glatte Gegenfläche für die Feststellvorrichtung **66** dar und sind mit den Vorsprüngen **74** des oberen Flansches **62** mittels versenkter Schrauben **86** fest verschraubt. Als Trägerwerkstoff für die Gleitplatten ist zum Beispiel ein Stahl mit der DIN-Werkstoff-Nr. 1.4122 bzw. der DIN-Kurzbezeichnung X35CrMo **17** geeignet.

[0055] Zwischen der Unterkante des unteren Flansches **64** und der Oberkante der unteren Stirnfläche **72** der Feststellvorrichtung **66** sind jeweils eine Gleitplatte **88** und ein Gleitschuh **90** vorgesehen, wie dies in den **Fig. 9** und **11** veranschaulicht ist. Als Trägerwerkstoff sowohl für die Gleitplatten **88** als auch die Gleitschuhe **90** ist ebenfalls zum Beispiel ein Stahl mit der DIN-Werkstoff-Nr. 1.4122 bzw. der DIN-Kurzbezeichnung X35CrMo **17** geeignet. Während die Gleitplatten **88** mittels versenkter Schrauben **92** an den Vorsprüngen **78** des unteren Flansches **64** verschraubt sind, sind die Gleitschuhe **90** mittels versenkter Schrauben **94** an den Vorsprüngen der unteren Stirnfläche **72** der Feststellvorrichtung **66** verschraubt.

[0056] Wie insbesondere in **Fig. 11** zu erkennen, sind die einander zugewandten Seiten der Gleitplatten **88** und der Gleitschuhe **90** konisch ausgebildet. Die Konizität ist dabei in Umfangsrichtung des unteren Flansches **64** bzw. der Feststellvorrichtung **66** und an Gleitplatten **88** und Gleitschuhen **90** in zuein-

ander entgegengesetzter Richtung vorgesehen. Die Konizität beträgt beispielsweise jeweils etwa 2°. Auf diese Weise werden die Feststellvorrichtung **66** und der untere Flansch **64** in der Schließstellung der Feststellvorrichtung miteinander verkeilt und bewirken eine Spannkraft auf die beiden Flansche, um diese fest zusammenzuhalten. Bei der Wahl des kleinen Winkels von 2° ist außerdem eine Selbsthemmung gewährleistet, weil der Neigungswinkel kleiner als das doppelte des Reibungswinkels ist.

[0057] Zur Erhöhung der Spannkraft können zwischen den Gleitschuhen **90** und der Oberkante der unteren Stirnfläche **72** der Feststellvorrichtung Ausgleichsplatten **96** aus Aluminium vorgesehen, die etwaige Unregelmäßigkeiten der Flächen kompensieren sollen.

[0058] Weiterhin sind zwischen den beiden Flanschen **62**, **64** in üblicher Weise Dichtungen (nicht dargestellt) angeordnet. Zum Beispiel sind vier EPDM- oder CR-Dichtungen vorgesehen, die für die Verwendung mit vollentsalztem Wasser geeignet sind.

[0059] Die oben beschriebene Verschlussvorrichtung, bestehend im wesentlichen aus den beiden Flanschen **62**, **64** und der Feststellvorrichtung **66** ist grundsätzlich wartungsfrei. Es müssen lediglich nach jeder Entfernung des Ladedeckels **22** die Dichtungen zwischen den Flanschen **62**, **64** ausgetauscht werden. Gegebenenfalls müssen auch die Gleitschuhe **90** gelegentlich ausgetauscht werden.

[0060] Da sämtliche Teile der Verschlussvorrichtung gut zugänglich sind, sind sie gut dekontaminierbar. Auch die innen liegenden Flächen der Feststellvorrichtung **66** sind gut dekontaminierbar, da die Feststellvorrichtung **66** abnehmbar ist.

[0061] Die hier beschriebene Verschlussvorrichtung ist selbst für Überdrücke über 6,5 bar und somit auch für schwere Störfälle geeignet.

[0062] Aufgrund des Aufbaus der Verschlussvorrichtung nach dem Grundprinzip eines Bajonettverschlusses kann diese mit Hilfe weniger Hydraulik-Zylinder ohne großen Zeit- und Personalaufwand betätigt werden, was zu wesentlich kürzeren Öffnungs- und Schließzeiten der Ladedeckel von Sicherheitsbehältern der Kernkraftanlagen führt.

Bezugszeichenliste

10	Sicherheitsbehälter
12	Innenzylinder
14	Zwischendecke
16	Mittellängsachse
18	Decke
20	Öffnung
22	Ladedeckel
24	Verschlussvorrichtung
26	Flutbecken
28	Reaktorraum
30	Reaktordruckbehälter (RDB)
32	Zarge
34	Reaktorkern
36	Steuerstabantrieb
38	Steuerstabführungsrohre
40	RDB-Öffnung
42	RDB-Deckel
44	Isolierhülle
46	Abstandshalter
48	Zwischenraum
50	Kühlluftstrom
52	Kondensationskammer
54	Flutbecken
56	Kühlflüssigkeit
58	Flutleitung
60	Kondensator
62	oberer Flansch (Ladedeckel 22)
64	unterer Flansch (Öffnung 20)
66	Feststellvorrichtung
68	Außenwand von 66
70	obere Stirnfläche von 66
72	untere Stirnfläche von 66
74	Vorsprünge von 62
76	Aussparungen von 62
78	Vorsprünge von 64
80	Aussparungen von 64
82	Hydraulik-Zylinder
84	Gleitplatten
86	Schrauben
88	Gleitplatten
90	Gleitschuhe
92	Schrauben
94	Schrauben
96	Ausgleichsplatten

Patentansprüche

1. Verschlussvorrichtung zum Verschließen einer Öffnung eines Sicherheitsbehälters einer Kernkraftanlage, mit einem unteren Flansch (**64**) entlang des Umfangs der zu verschließenden Öffnung (**20**); einem Deckel (**22**) zum Verschließen der Öffnung; einem oberen Flansch (**62**), der entlang des Umfangs des Deckels vorgesehen und fest mit diesem verbunden ist, wobei der obere Flansch dem unteren Flansch zugewandt ist und die beiden Flansche bei mit dem Deckel verschlossener Öffnung aneinander angrenzend angeordnet sind; und einer Feststellvor-

richtung (66), die den oberen und den unteren Flansch bei mit dem Deckel verschlossener Öffnung zumindest teilweise umgreift und die zwischen einer ersten Stellung, in der sie die beiden Flansche zusammenhält, und einer zweiten Stellung, in der sie ein Abheben des oberen Flansches vom unteren Flansch ermöglicht, bewegbar ist.

2. Verschlussvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Feststellvorrichtung (66) in der Form eines den Umfang der Flansche (62, 64) umgreifenden Ringes ausgebildet ist, der den oberen und den unteren Flansch bei mit dem Deckel verschlossener Öffnung umgreift.

3. Verschlussvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Feststellvorrichtung (66) eine den oberen Flansch (62) des Deckels übergreifende obere Stirnfläche (70) und eine den unteren Flansch (64) der Öffnung untergreifende untere Stirnfläche (72) aufweist.

4. Verschlussvorrichtung nach Anspruch 3, bei der der obere Flansch (62) des Deckels (22) und der untere Flansch (64) der Öffnung (20) jeweils mehrere am Umfang des Flansches abwechselnd angeordnete Aussparungen (76, 80) und Vorsprünge (74, 78) aufweisen, wobei die Aussparungen (76) des oberen Flansches (62) bei mit dem Deckel verschlossener Öffnung den Aussparungen (78) des unteren Flansches (64) deckungsgleich zugewandt sind; und dass die untere Stirnfläche (72) der Feststellvorrichtung (66) mehrere Aussparungen und Vorsprünge aufweist, während die obere Stirnfläche (70) der Feststellvorrichtung durchgehend geschlossen ist, wobei die Breite der Vorsprünge der unteren Stirnfläche der Feststellvorrichtung kleiner als die Breite der Aussparungen des unteren und des oberen Flansches ist und die Anzahl der Vorsprünge der unteren Stirnfläche der Feststellvorrichtung gleich der Aussparungen des unteren und des oberen Flansches ist.

5. Verschlussvorrichtung nach Anspruch 3, bei der der obere Flansch (62) des Deckels und der untere Flansch (64) der Öffnung jeweils mehrere am Umfang des Flansches abwechselnd angeordnete Aussparungen (76, 80) und Vorsprünge (74, 80) aufweisen, wobei die Aussparungen (76) des oberen Flansches (62) bei mit dem Deckel verschlossener Öffnung den Aussparungen (80) des unteren Flansches (64) deckungsgleich zugewandt sind; und dass die untere Stirnfläche (70) der Feststellvorrichtung (66) mehrere Aussparungen und Vorsprünge aufweist, während die obere Stirnfläche (72) der Feststellvorrichtung durchgehend geschlossen ist, wobei die Breite der Vorsprünge der unteren Stirnfläche der Feststellvorrichtung kleiner als die Breite der Aussparungen des unteren und des oberen Flansches ist und die Anzahl der Vorsprünge der unteren

Stirnfläche der Feststellvorrichtung gleich der Aussparungen des unteren und des oberen Flansches ist.

6. Verschlussvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Feststellvorrichtung (66) zwischen der ersten und der zweiten Stellung in der Umfangsrichtung des oberen und des unteren Flansches drehbar ist.

7. Verschlussvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Feststellvorrichtung (66) zwischen der ersten und der zweiten Stellung mittels wenigstens eines Hydraulik-Zylinders (82) bewegbar ist.

8. Verschlussvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, bei der zwischen dem oberen Flansch (62) des Deckels und der oberen Stirnfläche (70) der Feststellvorrichtung (66) eine Gleitplatte (84) vorgesehen ist.

9. Verschlussvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, bei der zwischen dem unteren Flansch (64) der Öffnung und der unteren Stirnfläche (72) der Feststellvorrichtung (66) eine Gleitplatte (88) vorgesehen ist.

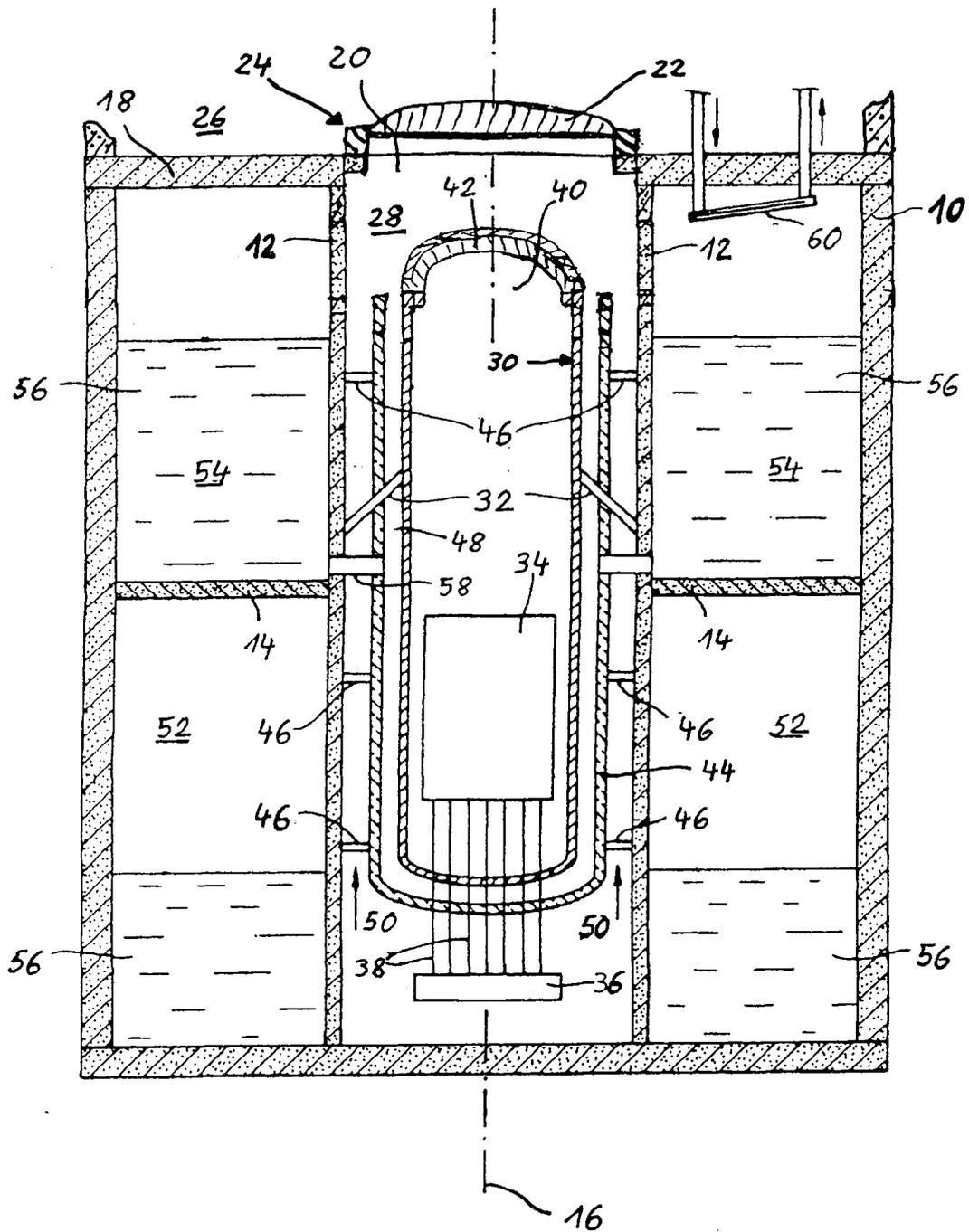
10. Verschlussvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, bei der zwischen dem unteren Flansch (64) der Öffnung und der unteren Stirnfläche (72) der Feststellvorrichtung (66) eine Gleitplatte (88) und ein Gleitschuh (90) vorgesehen sind.

11. Verschlussvorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Gleitplatte (88) und der Gleitschuh (90) in Umfangsrichtung des unteren Flansches konisch ausgebildet sind, wobei die Konizität der Gleitplatte der Konizität des Gleitschuhs gegenläufig ist, um ein gegenseitiges Verkeilen des Gleitschuhs und der Gleitplatte zu ermöglichen.

12. Verschlussvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der zwischen dem oberen und dem unteren Flansch (62, 64) wenigstens eine Dichtung vorgesehen ist.

13. Verschlussvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der untere Flansch (64) und/oder der obere Flansch (62) und/oder die Feststellvorrichtung (66) aus mehreren Segmenten zusammengesetzt sind.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen



Schnitt B1 - B2 - B3 - B4

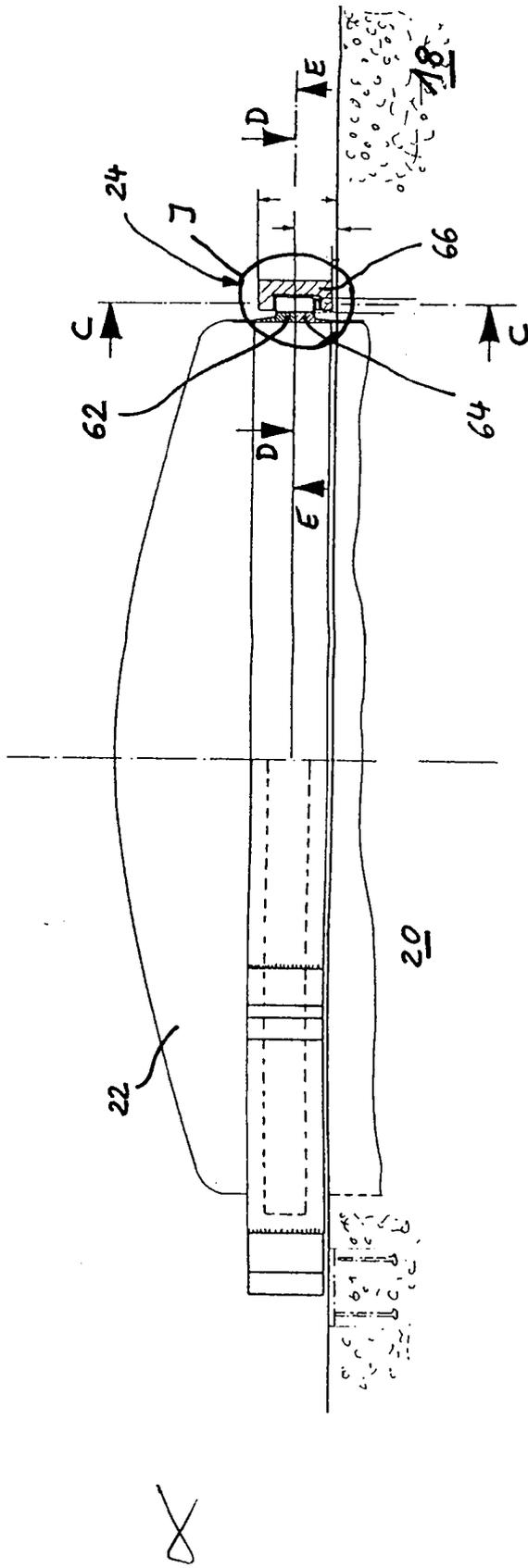


FIG 2

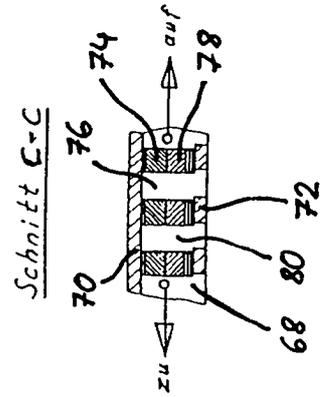


FIG 3

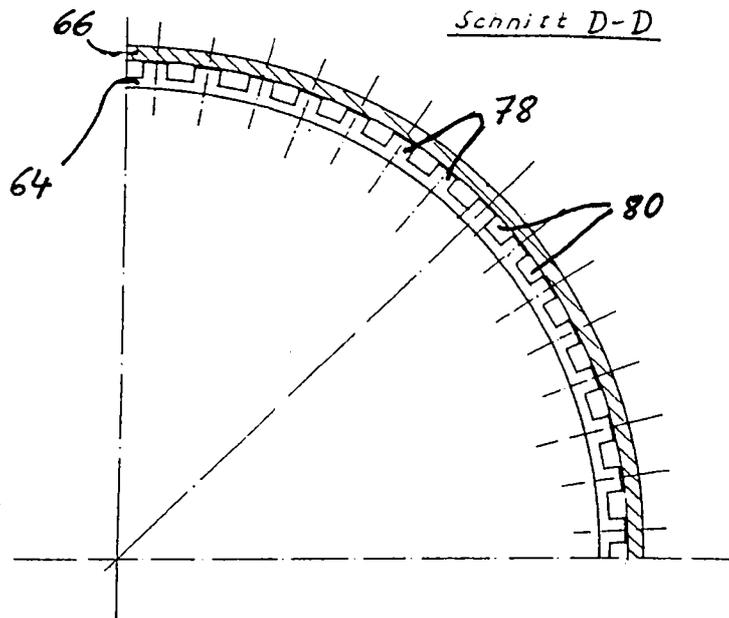


FIG 4

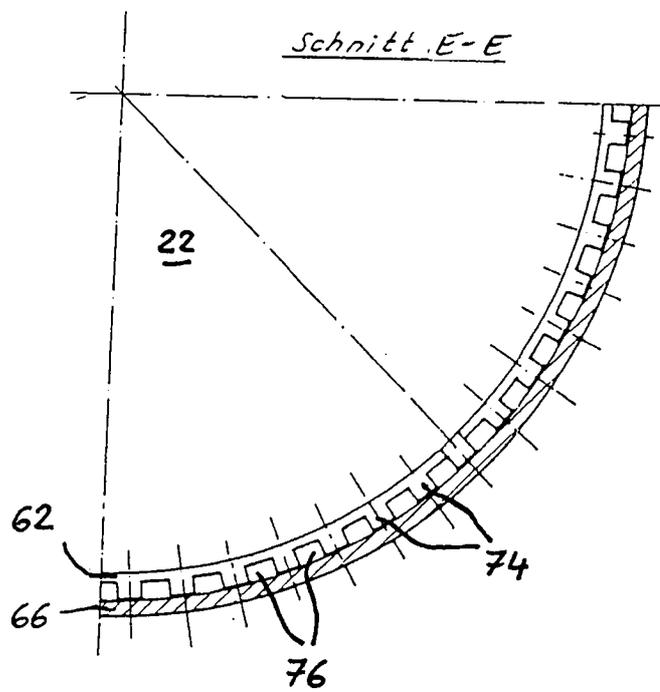


FIG 5

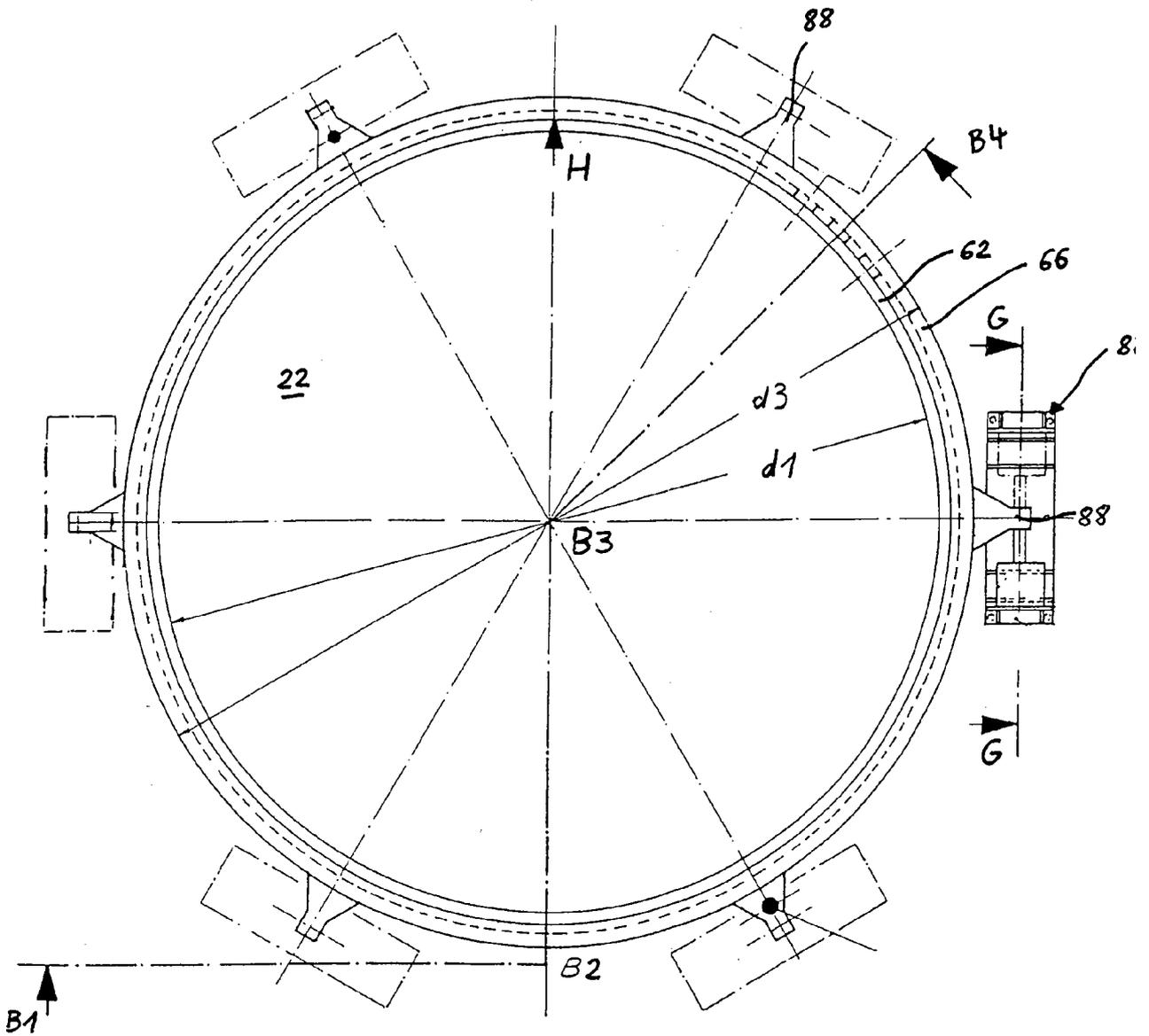


FIG 6

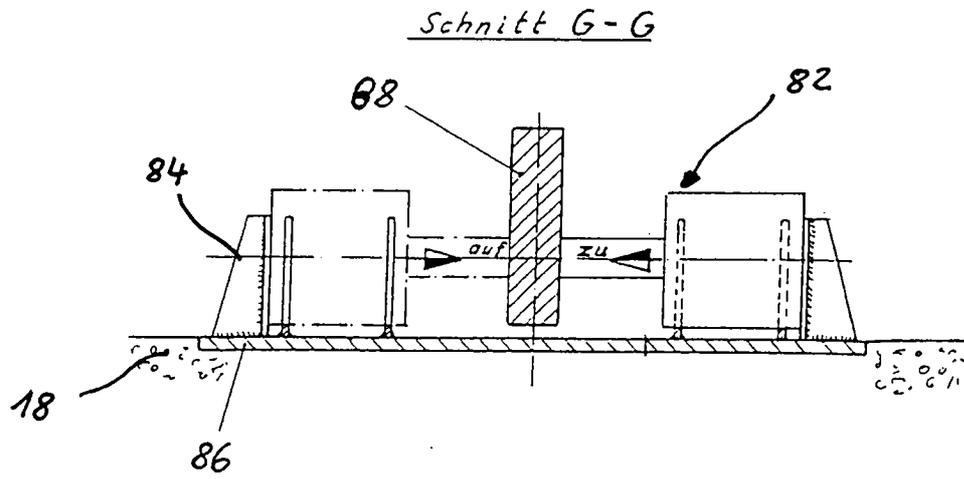


FIG 7

Ansicht H

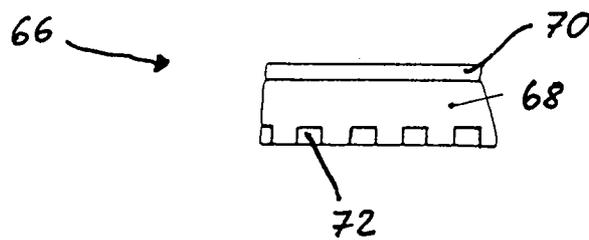


FIG 8

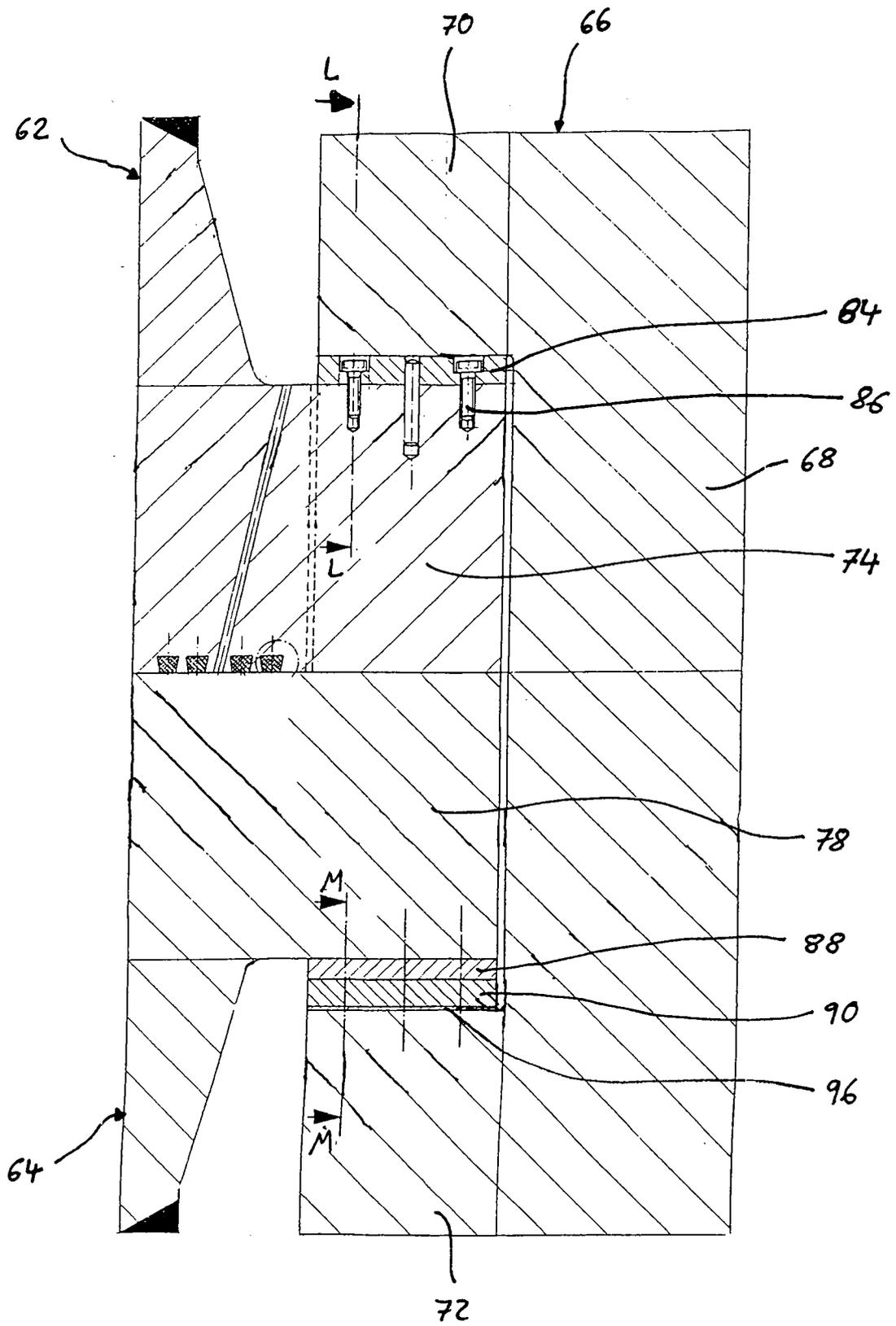


FIG 9

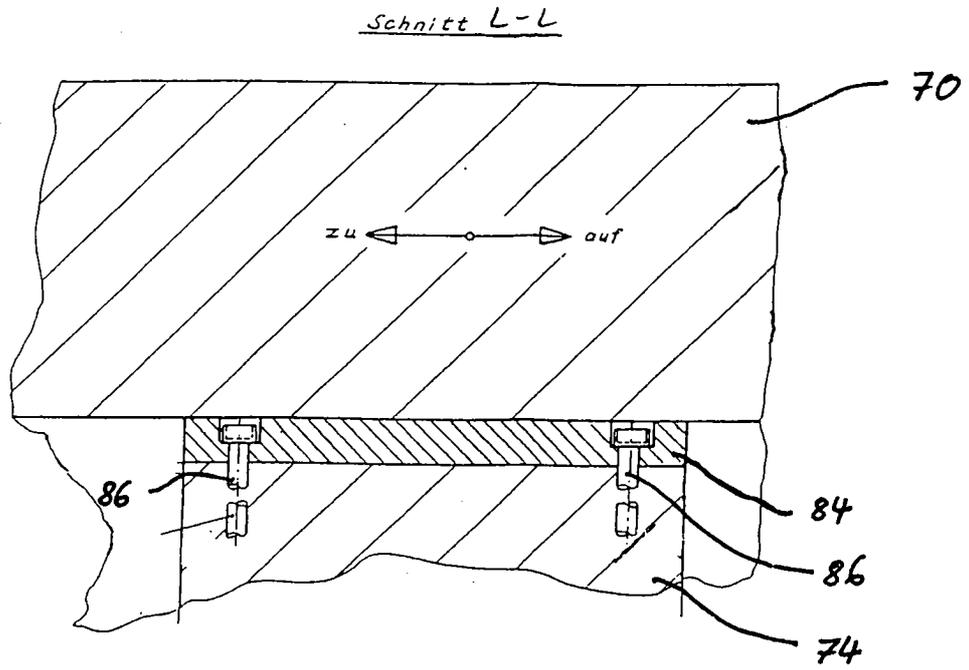


FIG 10

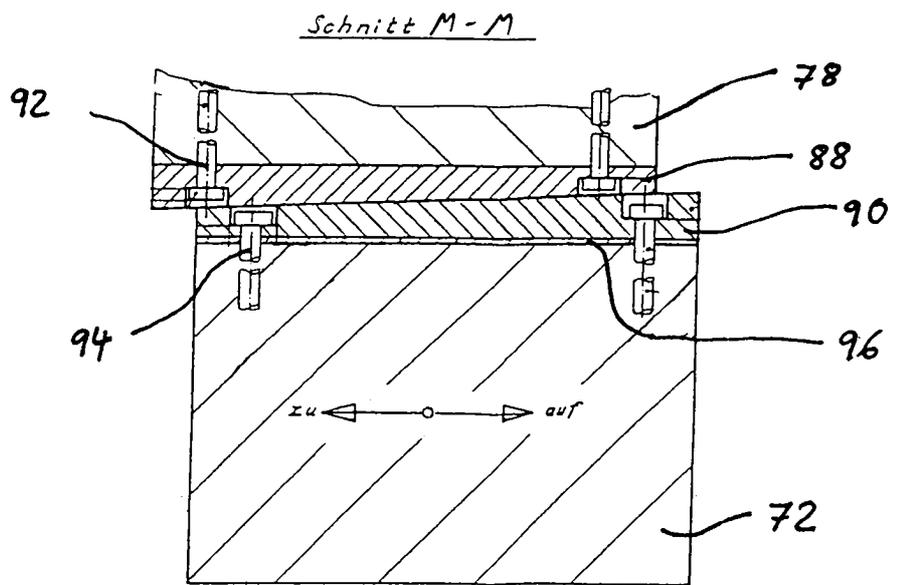


FIG 11