

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 2058619 C3

⑤① Int. Cl. 3:
G21C7/08

⑲ Aktenzeichen: P 20 58 619.0-33
⑳ Anmeldetag: 28. 11. 70
㉓ Offenlegungstag: 31. 5. 72
㉔ Bekanntmachungstag: 16. 4. 81
㉕ Veröffentlichungstag: 21. 1. 82

⑦③ Patentinhaber:
Interatom Internationale Atomreaktorbau GmbH, 5060
Bergisch Gladbach, DE

⑦② Erfinder:
Krüger, Horst, 5060 Bensberg-Herkenrath, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE-PS 11 00 831
DE-PS 10 92 572
DE-AS 12 78 617
DE-AS 12 54 778
DE-OS 18 16 287
US 32 61 635

⑤④ Senkrechter Steuerstab zur schnellen und sicheren Abschaltung von Kernreaktoren

DE 2058619 C3

DE 2058619 C3

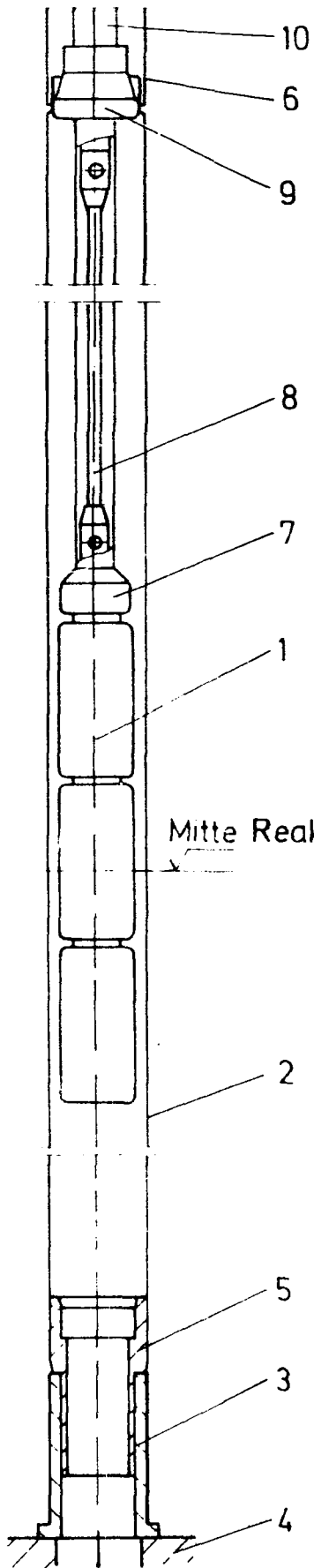


Fig. 1

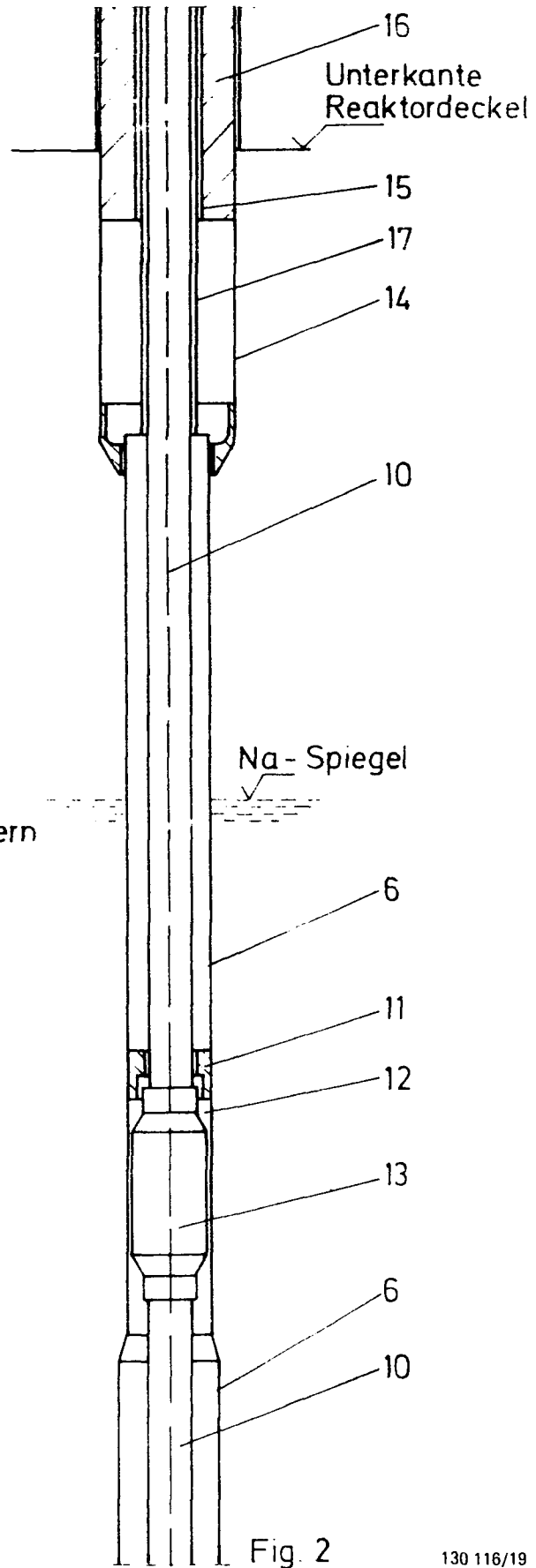


Fig. 2

Patentansprüche:

1. Senkrechter Steuerstab zur schnellen und sicheren Abschaltung von Kernreaktoren, der nach oben aus dem Reaktor ausbaubar angeordnet ist, bestehend aus einem, in einem Rohr geführten flexiblen Absorber, einer Beschleunigungsfeder, einem Antrieb zum Spannen dieser Feder und einer Haltevorrichtung für die gespannte Feder, dadurch gekennzeichnet, daß der aus mehreren, gegeneinander beweglichen Gliedern bestehende Absorber (1) in einem vom Kühlmittel durchströmbarcn Führungsrohr (2) geführt während des Reaktorbetriebes unterhalb des Reaktorkerns an einer über den Reaktordeckel hinausragenden Zugvorrichtung (7 bis 10, 29, 34) hängend angeordnet ist, daß diese an ihrem oberen Ende mit einem Rohr (43) verbunden ist, in dem ein mittels eines Spindeltriebes (39, 40, 50 bis 52) der Höhe nach verfahrbarer Elektromagnet (44) gleitend angeordnet ist, daß ein durch diesen anziehbarer, mit dem Rohr (43) fest verbundener Anker (45) das obere Widerlager der koaxial um das Rohr (43) angeordneten Beschleunigungsfeder (38) bildet, deren unteres Widerlager (37) ortsfest ist und daß der Hub des Ankers (45) nach oben durch einen Anschlag (48) begrenzt ist.

2. Steuerstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Absorber (1) bei gleichzeitiger Verriegelung in Abschaltstellung von seiner Zugvorrichtung (7 bis 10, 29, 34) abtrennbar angeordnet ist.

3. Steuerstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Absorber (1) mittels der Antriebsvorrichtung (50 bis 52) unabhängig von der Beschleunigungsfeder (38) in die Abschaltstellung verfahrbar angeordnet ist.

4. Steuerstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugvorrichtung (7 bis 10, 29, 34) als Hohlkörper ausgebildet ist, der ein an beiden Enden befestigtes Drahtseil enthält.

5. Steuerstab nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das unterste Absorberglied während des Reaktorbetriebes im unteren Endstück (5) des Führungsrohres (2) den Führungsspalt außen abdichtend angeordnet ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft einen senkrechten Steuerstab zur schnellen und sicheren Abschaltung von Kernreaktoren, der nach oben aus dem Reaktor ausbaubar angeordnet ist, bestehend aus einem in einem Rohr geführten flexiblen Absorber, einer Beschleunigungsfeder, einem Antrieb zum Spannen dieser Feder und einer Haltevorrichtung für die gespannte Feder.

Flexible Absorber sollen, insbesondere bei sehr langen Steuerstäben ein gefährliches Verklemmen der Absorber in ihrer Führung vermeiden und sind beispielsweise aus den DE-PS 10 92 572 und 11 00 831 bekannt. Bei diesen und anderen Abschaltvorrichtungen hängen die flexiblen Absorber während des Reaktorbetriebes an einer Haltevorrichtung oberhalb des Reaktorkerns und fallen im Abschaltfalle durch Schwerkraft beschleunigt in den Reaktorkern. Abschaltvorrichtungen dieser Art sind sehr zuverlässig, ihre Abschaltgeschwindigkeit und die zur Überwindung von Widerständen vorhandene Kraft ist aber begrenzt. Aus der DE-OS

18 16 287 ist ein Steuerstabantrieb für natriumgekühlte Kernreaktoren bekannt, bei dem der Steuerstab während des normalen Betriebes an einer elektromagnetischen Kupplung hängend angeordnet ist; im Abschaltfalle wird die Kupplung stromlos und der Absorber fällt über die Wirkung der Schwerkraft hinaus durch eine Feder beschleunigt in den Reaktorkern. Diese Schiebewegung vergrößert die Gefahr des Verklemmens des Absorbers in seinem Führungsrohr. Hieran ändert sich auch nicht, wenn wie in der DE-AS 12 78 617 vorgeschlagen, der Absorber während des Betriebes unterhalb des Reaktorkerns angeordnet ist und zum Abschalten desselben durch die Kraft einer sich entspannenden Feder in die Abschaltstellung hochgeschoben wird. Aus der DE-AS 12 54 778 ist darüberhinaus eine Vorrichtung zur Leistungsregelung eines Kernreaktors bekannt, die einen kettenförmigen Absorber verwendet, der bei Nichtgebrauch in einem Behälter unterhalb des Reaktorkerns lagert und für die Regelung mittels eines Kettenrades mehr oder weniger weit in den Reaktorkern hochgezogen wird. Diese Vorrichtung läßt jedoch nur Regelgeschwindigkeiten zu, wie sie für den Normalbetrieb ausreichen. Um eine Schnellabschaltung zu bewirken, macht auch diese Vorrichtung von einem von oben in den Reaktorkern hineinfallenden Absorber Gebrauch.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist die Aufgabe der Erfindung, einen senkrechten Steuerstab zur schnellen und sicheren Abschaltung von Kernreaktoren zu schaffen, bei dem im Abschaltfalle der Absorber durch Federkraft beschleunigt von unten in den Reaktorkern gezogen wird und mit dem ein Verklemmen des Absorbers in seinem Führungsrohr auch dann ausgeschlossen sein soll, wenn bei einem Schadensfall im Reaktor eine Verformung des Führungsrohres nicht ausgeschlossen werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird vorgeschlagen, daß der aus mehreren, gegeneinander beweglichen Gliedern bestehende Absorber in einem vom Kühlmittel durchströmbarcn Führungsrohr geführt während des Reaktorbetriebes unterhalb des Reaktorkerns an einer über den Reaktordeckel hinausragenden Zugvorrichtung hängend angeordnet ist, daß diese an ihrem oberen Ende mit einem Rohr verbunden ist, in dem ein mittels eines Spindeltriebes der Höhe nach verfahrbarer Elektromagnet gleitend angeordnet ist, daß ein durch diesen anziehbarer, mit dem Rohr fest verbundener Anker das obere Widerlager der koaxial um das Rohr angeordneten Beschleunigungsfeder bildet, deren unteres Widerlager ortsfest ist und daß der Hub des Ankers nach oben durch einen Anschlag begrenzt ist. Mit dieser Lösung wird erreicht, daß der flexible Absorber nur auf Zug beansprucht wird und damit ein Verklemmen in der Führung vermieden wird.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß der Absorber bei gleichzeitiger Verriegelung in Abschaltstellung von seiner Zugvorrichtung abtrennbar angeordnet ist. Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß der gesamte Steuerstab mit Ausnahme des Absorberteils ausgewechselt werden kann, ohne die Abschaltwirkung zu beeinträchtigen. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß der Absorber mittels der Antriebsvorrichtung unabhängig von der Beschleunigungsfeder in die Abschaltstellung verfahrbar angeordnet ist. Mit dieser Anordnung wird bei Verzicht auf die Schnelligkeit der Abschaltung, jedoch mit erhöhter Sicherheit erreicht, daß der Absorber beispielsweise beim Ausfall der

Beschleunigungsfeder dennoch in die Abschaltstellung gefahren wird.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß die Zugvorrichtung als Hohlkörper ausgebildet ist, der ein an beiden Enden befestigtes Drahtseil enthält. Diese Anordnung stellt eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme dar und gewährleistet eine zugfeste Verbindung zwischen Absorber und Antrieb, auch wenn die Zugvorrichtung selbst brechen sollte.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, daß das unterste Absorberglied während des Reaktorbetriebes im unteren Endstück des Führungsrohres den Führungsspalt außen abdichtend angeordnet ist. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß im Abschaltfalle der Absorber durch einen Kühlmittelstrom zwischen Absorber und Führungsrohr ausreichend gekühlt wird, aber während des Reaktorbetriebes durch das Führungsrohr keine größeren Kühlmittelmengen hindurchströmen können, die nur wenig zur Kühlung des Reaktorkerns beitragen.

Die Fig. 1 bis 4 zeigen ein Ausführungsbeispiel des Steuerstabs nach der Erfindung. Die Fig. 1 bis 4 zeigen fortlaufend von unten nach oben einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Steuerstab in abgeschalteter Stellung.

Die Fig. 1 zeigt einen dreigliedrigen Absorber (1), der in einem Führungsrohr (2) geführt wird, das an seinem unteren Ende in der Hülse (3) gehalten ist, die auf der Gitterplatte (4) befestigt ist. Beim Betrieb des Reaktors liegt der Absorber (1) mit seinem unteren Ende dichtend in dem entsprechend geformten Endstück (5) des Führungsrohres (2) und verhindert dadurch weitgehend den Eintritt des Kühlmittels in das Führungsrohr (2). Dieses Rohr ist an seinem oberen Ende in dem Zentrierrohr (6) gehalten. Der Absorber (1) ist über die nicht näher beschriebene Vorrichtung (7) mit der Zugstange (8) verbunden, die mit ihrem anderen Ende am unteren Teil der nicht näher beschriebenen Bajonettkupplung (9) befestigt ist. Diese wiederum ist mit ihrem oberen Teil mit der Stange (10) verbunden. Ein Drehen dieser Stange bewirkt ein Lösen der Bajonettkupplung (9), wonach die gesamte Vorrichtung nach oben weggezogen werden kann und nur die Teile 1 bis 5, 7 und 8 im Reaktor in Abschaltstellung verbleiben.

In Fig. 2 bildet das verjüngte Zentrierrohr (6) mit dem Führungslager (11) den Dämpfungszyylinder (12), in dem die Stange (10) den auf ihr sitzenden Dämpfungskolben (13) bewegt, der die Bewegung des Absorbermechanismus beim Hochschnellen in die gezeichnete Abschaltlage vor Erreichen der Endlage abbremst. Das Zentrierrohr (6) ist in dem Rohr (14) gelagert. In dem Zwischenraum zwischen diesem Rohr und dem konzentrisch dazu gelagerten Rohr (15) ist die Abschirmung (16) untergebracht. Das Rohr (15) umschließt seinerseits ein inneres Rohr (17).

In Fig. 3 stützt sich das Rohr (14) mit einer Stufe in dem Reaktordeckel ab. Der auf dem Rohr (15) sitzende Deckel (18) schließt die Abschirmung (16) nach oben ab. Auf diesem Deckel liegt, mit dem inneren Rohr (17) verbunden, die mit Außengewinde und einem Dichtungskegel (19) versehene Hülse (20). Beim Drehen des Rohres (23), in dem die Mutter (21) sitzt, schraubt sich die Hülse (20) in diese ein, bis der Dichtungskegel (19) an den entsprechend geformten Innenkegel (22) zu liegen kommt und das Entweichen von Gas aus dem Reaktor durch die Dichtung (53) verhindert wird. Gleichzeitig wird über das innere Rohr (17) das Zentrierrohr (6) soweit angehoben, daß an dem Stoß zwischen diesem

und dem Führungsrohr (2), siehe Fig. 1, eine Lücke entsteht und somit gestattet, den Reaktordeckel für Brennelementwechselforgänge zu verdrehen. Das Rohr (23) ist durch eine Zahnkupplung (24) mit der Hülse (25) verbunden, die an ihrem oberen Ende mit einem Zahnrad (26) versehen ist, in das das Ritzel (27) eingreift, das auf der Gelenkwelle (28) sitzt. Die Zahnkupplung (24) ist erforderlich, damit beim Lösen der nicht näher beschriebenen Greifkupplung (29) das Rohr (23) von dem übergeschobenen Gehäuse (30) getrennt werden kann. In diesem Gehäuse ist die Gelenkwelle (28) mit ihrem Ritzel (27) geführt, gleichfalls die Gelenkwelle (31) mit dem auf ihr befestigten Ritzel (32), das in ein Zahnrad (33) eingreift, das auf der Welle (34) befestigt ist, die über die Greifkupplung (29) mit der Stange (10) verbunden ist. Beim Lösen der Greifkupplung (29) können die mit dem Kühlmittel in Berührung gekommenen Teile der Vorrichtung von den anderen Teilen getrennt werden, auch erleichtert die Kupplung die Montage der Vorrichtung. Das Gehäuse (30) ist über ein Zwischenstück (35) mit dem Rohr (36) verbunden.

Die Fig. 4 zeigt das Rohr (36), in dem eine Halteplatte (37) befestigt ist, auf der sich eine Schraubenfeder (38) abstützt. Beim Drehen der Schraubenspindel (39), deren Drehung durch die Mutter (40) in eine axiale Bewegung umgeändert wird, gleitet die Scheibe (41), die mit der Mutter (40) fest verbunden ist und durch die Nutenführung (42) an der Innenseite des Rohres (43) am Mitdrehen verhindert wird, nach unten. Auf der Scheibe (41) ist ein ringförmiger Elektromagnet (44) befestigt, dessen Stromzufuhr hier nicht dargestellt ist. Dieser Elektromagnet nimmt in erregtem Zustand den anliegenden Anker (45) mit, der in den Nutenführungen (46) an der Innenseite des Rohres (36) gleitet. Dadurch wird die Schraubenfeder (38) gespannt und das Rohr (43), das mit dem Anker (45) fest verbunden ist, gleitet tiefer und senkt dadurch die in der Halterung (47) hängende Welle (34), die durch die Schwerkraft des mit ihr durch die Teile 29, 10, 9, 8 und 7 verbundenen Absorbers (1) nach unten gezogen wird. Der Anschlag (48) begrenzt den Weg des Ankers (45) nach oben beim Abschalten. Eine Sperrgasdichtung (49) verhindert den Austritt von radioaktiv verseuchten Gasen aus dem Reaktor. Die Drehung der Schraubenspindel (39) wird durch einen Elektromotor (52) bewirkt, der über ein Untersetzungsgetriebe (50) und eine Überlastkupplung (51) arbeitet, Teile, die hier nicht näher beschrieben werden. Die Überlastkupplung verhindert, daß der Antrieb bei einem Verklemmen des Gestänges beschädigt wird. Die Gelenkwellen (28 und 31) sind an ihrem oberen Ende so gestaltet, daß sie, beispielsweise mit Hilfe eines Schraubenschlüssels, gedreht werden können. Der obere Teil der gesamten Vorrichtung ist in der Halteplatte (54) befestigt.

Das Betätigen der Vorrichtung geht so vor sich: Beim Auslösen der Schnellabschaltung wird der Elektromagnet (44) stromlos und gibt den Anker (45) frei, der von der gespannten Schraubenfeder (38) bis zum Anschlag (48) hochgedrückt wird und dabei das Rohr (43) mitnimmt. Die in der Halterung (47) hängende Welle (34) wird zwangsläufig ebenfalls hochgezogen, die ihrerseits die Greifkupplung (29), die Stange (10), die Bajonettkupplung (9), die Zugstange (8) und die Befestigungsvorrichtung (7) hochzieht und damit den Absorber (1) in den Kernbereich zieht. Gleichzeitig wird der Elektromotor (52) gestartet, der über das Untersetzungsgetriebe (50), die Überlastkupplung (51) und die Schraubenspindel (39) die Scheibe (41) hochzieht und

dabei zwangsläufig den Anker (45) mitnimmt, wenn dieser nicht bis in seine obere Ruhelage hochgeschwungen sein sollte.

Nach Beseitigung der Reaktorstörung, die die beschriebene Schnellabschaltung ausgelöst hat, wird die Betriebsbereitschaft der Vorrichtung wie folgt wiederhergestellt:

Der Elektromotor (52) wird in entgegengesetzter Drehrichtung betrieben und bewirkt über die Schraubenspindel (39) ein Hinabschrauben der Mutter (40), der Scheibe (41) und des Elektromagneten (44), der gleichzeitig erregt wird und dadurch den Anker (45) entgegen der Kraft der Schraubenfeder (38) nach unten mitnimmt. Das Rohr (43) und die mit ihm verbundene Halterung (47) werden dadurch nach unten bewegt, so daß infolge der Schwerkraft der Absorber (1), der über die Teile 34, 29, 10, 9, 8 und 7 an dieser hängt, nach unten aus dem Bereich des Reaktorkerns gleitet, bis sein unterstes Glied in dem Endstück (5) des Führungsrohres (2) aufliegt, dadurch die Abschaltung des Reaktors

aufhebend.

Zum Entkuppeln der Bajonettkupplung (9) wird die Gelenkwelle (31) gedreht, die ihre Drehung über das Ritzel (32) dem Zahnrad (35) und mit diesem der Welle (34) mitteilt, die ihrerseits über die Greifkupplung (29) die Stange (10) in Drehung versetzt und damit den Kupplungsvorgang auslöst.

Ein Drehen der Gelenkwelle (23) bewirkt über das Ritzel (27) und das Zahnrad (26) ein Drehen der Hülse (25), die über die Zahnkupplung (24) das Rohr (23) und die in ihm befestigte Mutter (21) dreht, in die sich die Hülse (20) schraubt. Das hiermit verbundene innere Rohr (17) hebt sich und nimmt das Zentrierrohr (6) mit, wodurch dessen Verbindung mit dem Führungsrohr (2) gelöst und eine Lücke zwischen diesen beiden Rohren hergestellt wird. Nunmehr kann nach dem Lösen der Bajonettkupplung (9) der Reaktordeckel mit den in ihm eingebauten Teilen der Vorrichtung gedreht werden, während die Teile 1 bis 5, 7 und 8 ortsfest im Reaktor verbleiben.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

