



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

**PATENTSCHRIFT** A5



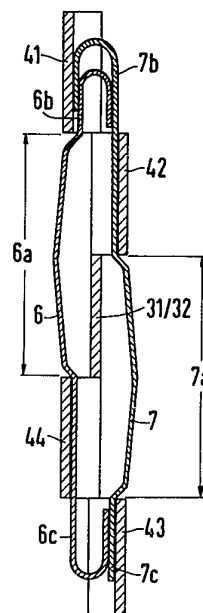
11

**617 286**

<p>21 Gesuchsnummer: 9399/77</p> <p>22 Anmeldungsdatum: 29.07.1977</p> <p>30 Priorität(en): 03.09.1976 DE 2639817</p> <p>24 Patent erteilt: 14.05.1980</p> <p>45 Patentschrift veröffentlicht: 14.05.1980</p>	<p>73 Inhaber: Kraftwerk Union Aktiengesellschaft, Mülheim/Ruhr (DE)</p> <p>72 Erfinder: Hans Kröpfl, Erlangen (DE)</p> <p>74 Vertreter: SIEMENS-ALBIS Aktiengesellschaft, Zürich</p>
---	---

**54 Abstandshalter für Brennstäbe in Kernreaktorbrennelementen.**

57 Der Abstandshalter besteht aus einem Steggitter (31,32) aus neutronenphysikalisch günstigem Material und federnden Anlageelementen (6,7) aus Inconel. Letztere sind in die durch die starren Anlagenoppen (41-44) gebildeten Räume eingeschoben und dort eingerastet. Die starren Anlagenoppen verhindern eine übermässige Verformung der federnden Anlageelemente und dienen gleichzeitig zur Sicherung der Mindestabstände zwischen den Brennstäben bei starken seitlichen Kräften, wie z.B. Erdbeben.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Abstandshalter für die Brennstäbe eines Kernreaktorbrennelementes, vorzugsweise für leichtwassergekühlte Kernreaktoren, bestehend aus einem Gitter hochkant angeordneter und sich kreuzender Blechstege, die mit starren Anlagenoppen versehen sind und dieses Gitter eingesetzten federnden Anlageelementen, dadurch gekennzeichnet, dass die Blechstege (31, 31) im oberen bzw. unteren Kantenbereich der Gittermaschenwände mit horizontal aus den Stegen (31, 32) nach beiden Seiten ausgeformten und jeweils übereinander angeordneten starren Anlagenoppen (41, 41 bzw. 43, 44) versehen sind und in die von diesen Noppen gebildeten Zwischenräume an wenigstens zwei rechtwinklig aneinander stossenden Maschenwänden nach den beiden Seiten wirkende federnde Anlageelemente (6, 7) eingeschoben sowie eingerastet sind.

2. Abstandshalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Maschenwände (31a, 32a) im Bereich zwischen den starren Anlagenoppen (41, 42, 43, 44) fensterförmig (34) ausgeschnitten sind.

3. Abstandshalter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die federnden Anlageelemente (6, 7) zweiteilig sind und sich gegenseitig in den Zwischenräumen der starren Anlagenoppen (41-44) festklemmen.

4. Abstandshalter nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Teile der federnden Anlageelemente (6, 7) nach jeweils einer Seite der Maschenwand vorstehen und durch ihre geknickte Form im Raum zwischen den oberen und unteren starren Anlagenoppen (41-44) festgehalten sind.

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Abstandshalter für die Brennstäbe eines Kernreaktorbrennelementes, vorzugsweise für leichtwassergekühlte Kernreaktoren, das aus einem Gitter hochkant angeordneter und sich kreuzender Blechstege, die mit starren Anlagenoppen versehen sind und in dieses Gitter eingesetzten federnden Anlageelementen besteht. Solche Abstandshalter, bei denen die Blechstege beispielsweise aus einem neutronenphysikalisch sehr günstigem Material, wie aus einer Zirkonlegierung bestehen, und die federnden Anlageelemente, beispielsweise aus Inconel, sind schon mehrfach vorgeschlagen worden. So ist es z.B. aus der deutschen Auslegeschrift 1 489 632 bekannt, die federnden Anlageelemente über die Abstandshalterstege zu schieben und durch Umbiegen des freien Endes zu sichern. Aus der noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung P 26 31 925 (VPA 76 P 9350 BRD) ist ein Vorschlag zu entnehmen, nach dem durch seitliche Öffnungen der Maschenwandungen gewellte Federbänder hindurchtreten und in diesen Öffnungen selbsthemmend einrasten. Allen diesen Konstruktionsvorschlägen ist jedoch gemeinsam, dass die federnden Anlageelemente entweder durch sehr starke Verformungskräfte in den Brennstäben selbst oder auch durch seitlich einwirkende Kräfte, wie z.B. bei Erdbebenschwingungen so überbeansprucht werden können, dass sie ihrer Aufgabe der Zentrierung der Brennstäbe in der jeweiligen Abstandshaltermasche nicht mehr im gewünschten Masse nachkommen können. Damit ergeben sich aber dann möglicherweise ungleichmässige Abstände zwischen den einzelnen Brennstäben eines Brennelementes, die mit einer ungleichmässigen Wärmeabführung verbunden sind und die insbesondere im Falle einer Notkühlung zu stellenweisen Überhitzungen der Brennstabwandung und damit deren Zerstörung führen können.

Es stellt sich daher die Aufgabe, einen Abstandshalter des genannten Grundprinzips zu finden, bei dem Überlastungen der federnden Anlageelemente verhindert werden und die auch bei grösstmöglichen Seitenkräften einen für eine Notkühlung notwendigen Zwischenraum zwischen den Brennstäben des Brennelementes gewährleisten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch eine Abstandshalterkonstruktion gelöst, die nach dem Kennzeichen des Anspruchs 1 aufgebaut ist. Dies bedeutet, dass sich ober- und unterhalb jeweils eines federnden Anlageteils eine starre Anlagenoppe befindet, die jedoch normalerweise nicht am Brennstab selbst anliegt. Erst wenn so grosse Kräfte innerhalb des Brennelementes auftreten, dass sie ein Zurückdrücken des federnden Anlageelementes bewirken, kommen diese starren Noppen zur Anlage am Brennstab und verhindern somit eine weitere Verformung des federnden Anlageelementes, sichern damit aber auch den für eine ausreichende Kühlung notwendigen Abstand zu Nachbarbrennstäben.

Zur weiteren Erläuterung sei auf die Fig. 1 bis 7 verwiesen, von denen die Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen druckwassergekühlten Kernreaktor zeigt und die Fig. 2 ein dafür geeignetes Brennelement in perspektivischer Ansicht, woraus insbesondere die Lage der Abstandshaltergitter deutlich zu ersehen ist. Die Fig 3 und 4 sowie 5 und 6 zeigen jeweils eine Ausführungsform der erfindungsgemässen Abstandshalterkonstruktion, die Fig. 7 veranschaulicht in der Draufsicht auf ein Abstandshaltergitter die Anordnung der starren und federnden Abstandshalterelemente und damit die normale Zentrierfunktion derselben.

Nach Fig. 1 befinden sich die den Kern des Druckwasserreaktors bildenden Brennelemente 2 innerhalb eines Druckgefässes 1 und werden dort in der dargestellten Weise von unten nach oben vom Kühlwasser durchströmt. Eine mögliche Brennelementbauart ist in Fig. 2 dargestellt. Das Brennelement 2 besteht zunächst aus einem Gerüst aus je einer Kopf- und Fussplatte 4 sowie diese verbindenden Regelstabführungsrohren 5. Diese Regelstabführungsrohre 5 durchsetzen dabei eine Anzahl von übereinander angeordneten Abstandshaltergittern 3 an Brennstabpositionen und halten diese. Aus dieser Darstellung sind die Abstandshaltermaschen zu ersehen, die diese durchsetzenden Kernreaktorbrennstäbe 8 (siehe Fig. 7) sind jedoch der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet. Diese Brennstäbe werden jedoch in den einzelnen Abstandshaltermaschen zur Zentrierung und zur Schwingungsdämpfung durch federnde und starre Anlageelemente gehalten, wobei die federnden Anlageelemente üblicherweise den Brennstab in der Mitte des Abstandshaltergitters berühren, die starren Anlageelemente oder Noppen dagegen ober- und unterhalb dieses Punktes. Dieses System der Halterung eines Brennstabes in einer Ebene wird daher als Dreipunkthalterung bezeichnet. Eine derartige Halterung wird auch mit den in den nachfolgenden Figuren dargestellten Abstandshalterkonstruktionen erreicht, zusätzlich jedoch noch die vorbeschriebene Sicherung gegenüber übergrossen seitlich auftretenden Kräften.

Die Fig. 3 und 4 zeigen ein Ausführungsbeispiel für den Aufbau und die Anbringung eines federnden Anlageelementes, das aus Teilen 6 und 7 besteht. Die Fig. 4 zeigt zunächst eine Seitenansicht, der die Abstandshaltergittermaschen bildenden Blechstege 31 bzw. 32, die Fig. 4a eine Draufsicht auf den hochkant gestellten Blechsteg. Mit 33 sind die Schlitze in den Blechstegen bezeichnet, mit denen sie zum Aufbau des Abstandshaltergitters ineinandergesteckt sind, die ausgeprägten, stegförmigen, starren Noppen sind mit 41 und 42 an der oberen Kante und mit 43 und 44 an der unteren Kante der Gitterstege bezeichnet. Wie aus der Fig. 4a ersichtlich, bilden die Noppen 41 und 42 bzw. 43 und 44 einen Zwischenraum. Dieser wird gemäss Fig. 3 zur Halterung der eigentlichen federnden Anlageelemente 6 und 7 verwendet. Die Fig. 3 stellt einen Querschnitt durch einen Gittersteg 31 bzw. 32 dar. Das als Beispiel dienende federnde Anlageelement besteht aus zwei Teilen 6 und 7, die in der dargestellten Weise an ihren Enden teilweise umgebogen sind und sich dadurch in den durch die Noppen gebildeten Räumen gegenseitig festklemmen. Die Montage dieser Vorrichtung ist sehr einfach, zunächst wird das

federnde Teil 7 eingeschoben, bis der zentrale Teil 7a in den Zwischenraum zwischen den Noppen 42 und 43 einrastet. Als dann wird die Feder 6 von unten eingeschoben bis deren Teil 6a wiederum im Zwischenraum zwischen den Noppen 41 und 44 einrastet. Dann liegt der gebogene obere Teil 6b innerhalb des gebogenen Teiles 7b des federnden Teiles 7 und der untere gebogene Teil 6c drückt auf den in der Abstandshalternoppe 43 liegenden flachen Teil 7c der Teilfeder 7. Die Fig. 3a zeigt diese Anordnung von oben. Hieraus ist auch zu ersehen, dass die Bänder 6 und 7 des federnden Anlageelementes etwas schmaler sind wie der flache Teil der ausgeprägten starren Noppen 41 bis 44, so dass überall eine satte Anlage der federnden an den starren Teilen gegeben ist. Aus dieser Figur ist auch ersichtlich, dass eine Verformung der federnden Abschnitte 7a bzw. 6a nur bis zur Anlage des Brennstabes an den starren Anlagenoppen möglich ist und damit eine Überbeanspruchung bzw. Dauerverformung dieser Elemente ausgeschlossen ist.

Die Fig. 5 und 6 zeigen ein etwas abgewandeltes Ausführungsbeispiel, es entspricht in Ausbildungsform und Halterungsprinzip den federnden Anlageelementen sowie den starren Noppen aus den Fig. 3 und 4. Lediglich der Blechsteg 31a bzw. 32a ist zwischen den Noppen fensterförmig ausgeschnitten (34), was nicht nur eine Erleichterung für die Einführung der Feder-  
elemente 6 und 7 bedeutet, sondern auch eine Materialersparnis an den Gitterstegen. Weiterhin ist damit eine Verbindung zwischen den Kühlmittelströmen innerhalb der einzelnen Maschen des Abstandshaltergitters gegeben, was eine Verbesserung der

Kühlwirkung im Bereich derselben mit sich bringt. In diesem Zusammenhang sei ausserdem darauf hingewiesen, dass die beidseitig wirkenden Federelemente selbstverständlich auch einteilig ausgebildet werden können.

Wie bereits erwähnt, zeigt die Fig. 7 eine Draufsicht auf einen Ausschnitt dieses Abstandshaltergitters. Hieraus ist zu ersehen, dass in beiden Koordinatenrichtungen jeder zweite Gittersteg 31a bzw. 32a mit federnden Anlageelementen 6 und 7 versehen ist, die dazwischenliegenden sind nur mit den Noppen entsprechend der Fig. 4 und 6 versehen. Dies bedeutet, dass zunächst sämtliche Blechsteg 31 und 32 absolut gleich gefertigt werden können, die Unterschiede ergeben sich erst durch den Einbau dieser federnden Elemente. Wie bereits eingangs erwähnt, stehen sich jeweils ein federndes Element und eine starre Noppe gegenüber, so dass damit die übliche Dreipunkhalterung erzielt wird. Selbstverständlich könnten zur Erreichung dieses Prinzips auch eine solche Anordnung von Noppen und federnden Anlageelementen gewählt werden, bei der je Gittersteg federnde Anlageelemente und Noppen abwechseln.

Abschliessend sei erwähnt, dass sich die vorliegende Erfindung selbstverständlich nicht auf die beiden genannten Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr sind noch andere konstruktive Möglichkeiten denkbar, die diesem Prinzip der Sicherung der federnden Anlageelemente und der Sicherung stets ausreichender Kühlquerschnitte zwischen den Brennstäben – auch im Falle einer Notkühlung des Reaktorkernes – folgen.

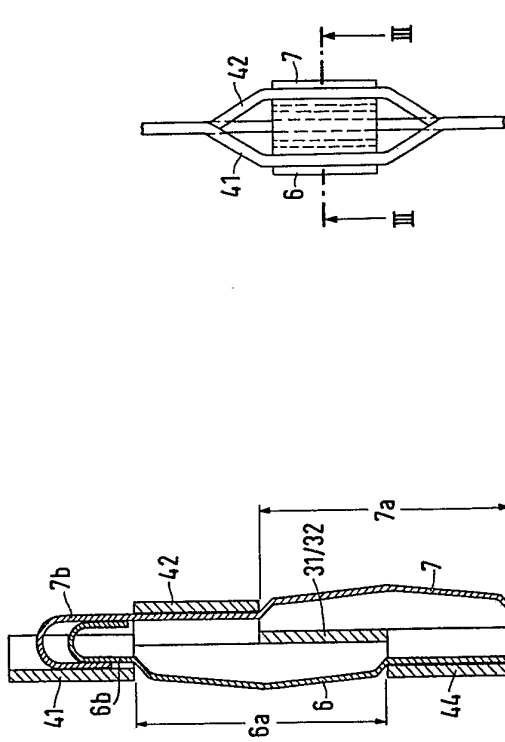


Fig. 3a

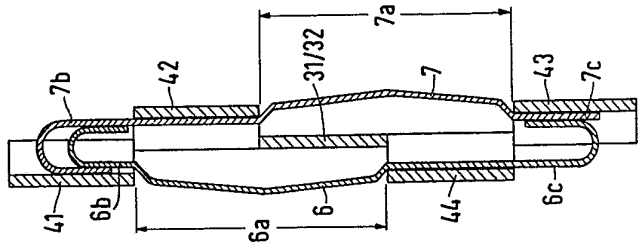


Fig. 3

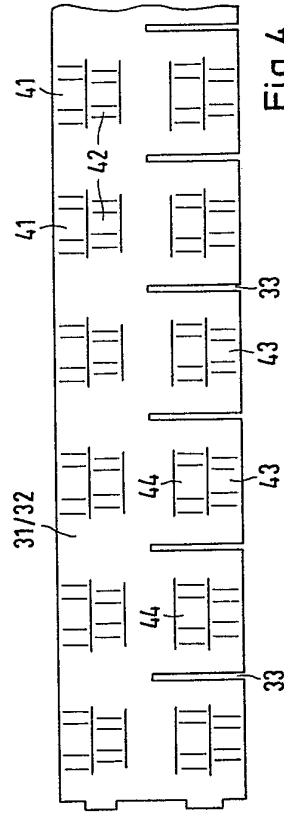


Fig. 4

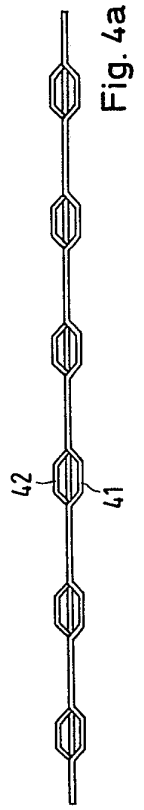


Fig. 4a

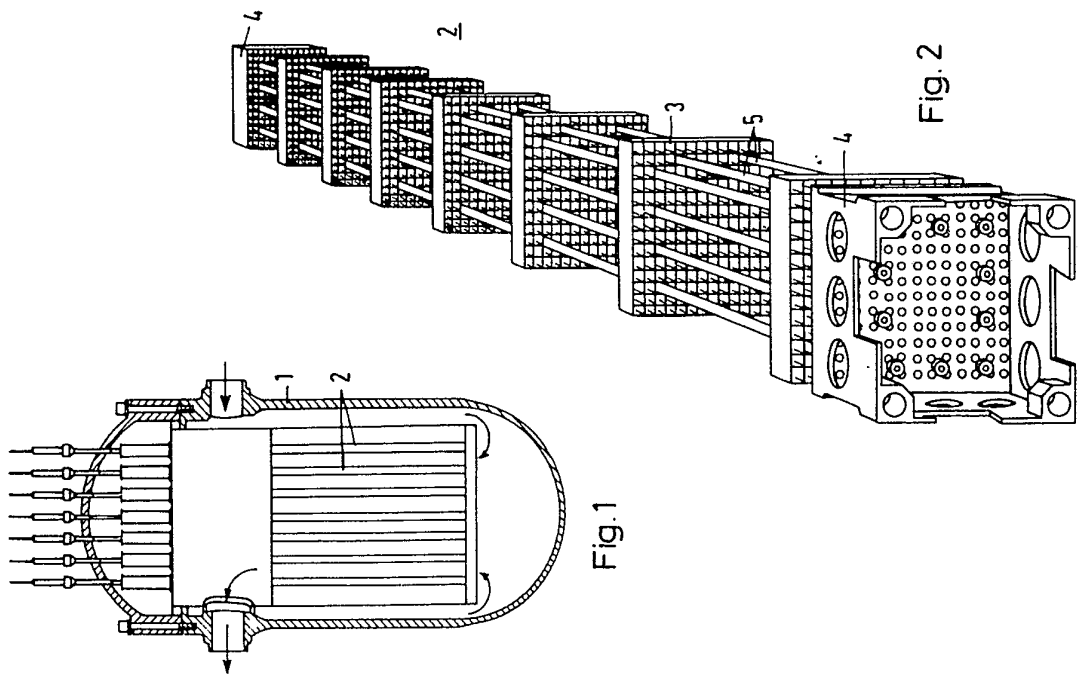


Fig. 1

Fig. 2

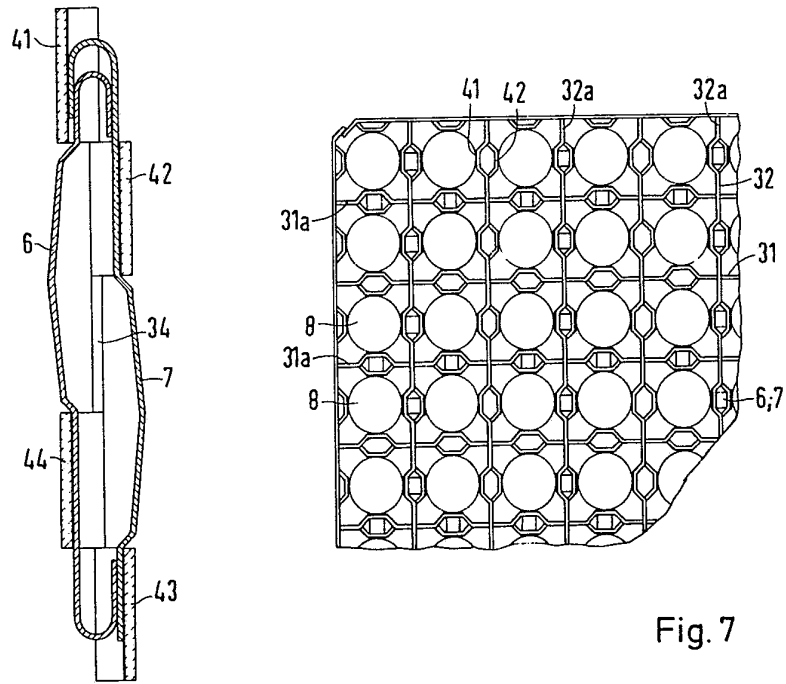


Fig. 5

Fig. 7

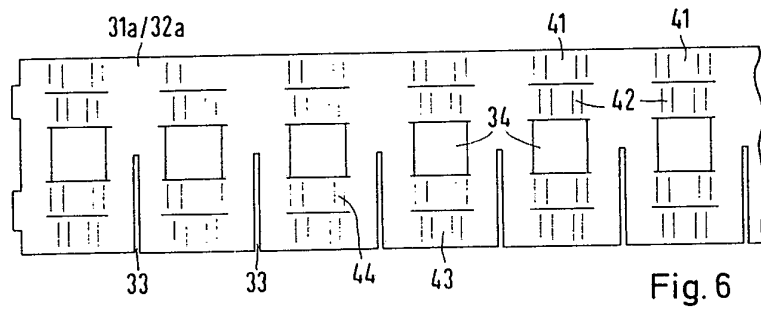


Fig. 6

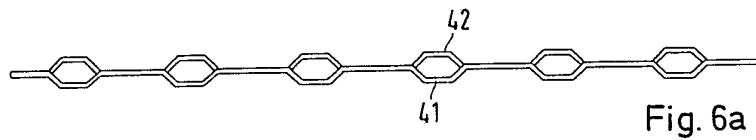


Fig. 6a