



---

**Forschungszentrum Karlsruhe**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

---

**Wissenschaftliche Berichte**  
FZKA 7404

# **Strukturmechanische Auslegung eines HPLWR Brennelementkastens in Leichtbauweise**

**H. Herbell, S. Himmel**

**Institut für Kern- und Energietechnik**

**Juni 2008**



**Forschungszentrum Karlsruhe**

in der Helmholtz-Gemeinschaft

Wissenschaftliche Berichte

FZKA 7404

# Strukturmechanische Auslegung eines HPLWR Brennelementkastens in Leichtbauweise

H. Herbell\*, S. Himmel

Institut für Kern- und Energietechnik

\*Diplomarbeit an der Universität Karlsruhe  
im Studiengang Maschinenbau

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

2008

Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH  
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

Mitglied der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft  
Deutscher Forschungszentren (HGF)

ISSN 0947-8620

urn:nbn:de:0005-074046

## **Zusammenfassung**

### **Strukturmechanische Auslegung eines HPLWR Brennelementkastens in Leichtbauweise**

Im Rahmen des „Generation IV International Forum“ wird gegenwärtig ein mit überkritischem Wasser betriebener Leichtwasserreaktor (High Performance Light Water Reactor – HPLWR) entwickelt. In der vorliegenden Arbeit wird dafür eine strukturmechanische Auslegung für ein Brennelement in Leichtbauweise durchgeführt.

Die hohen Drücke und Temperaturen (25MPa, 500°C) erfordern eine stabile Ausführung, wohingegen eine Minimierung des parasitären Neutronenverlusts einen möglichst geringen Einsatz von Strukturmaterial verlangt. Damit eine gute Moderationswirkung des Wassers gewährleistet bleibt, müssen die Wände des Brennelements gut isoliert sein. Aufgrund dieses Anforderungsprofils wurde vorgeschlagen, das Brennelement aus einer Sandwichkonstruktion mit Honigwabenkern zu fertigen. Die Hohlräume der Waben sind zur besseren Isolation mit einem keramischen Verbundwerkstoff gefüllt.

Die Festigkeit des Brennelements wurde bezüglich sandwichspezifischer Versagensmodi und nach Regelwerk KTA 3201.2 bewertet, das dem Festigkeitsnachweis von Bauteilen des Primärkreises von Leichtwasserreaktoren dient. Dabei stellte sich heraus, dass die ursprüngliche Konstruktion an den Randstücken zu schwach ist. Daher wurden zwei weitere Versionen des Brennelements, einmal mit einer erhöhten Anzahl Rippen in den Randstücken und einmal mit massiven Randstücken, untersucht. Zur Berechnung der komplexen Spannungszustände aus einer Überlagerung von Druck und Temperatur wurde eine kommerziell verfügbare Finite Elemente Software, ANSYS, verwendet.

Während eine Erhöhung der Anzahl der Rippen keine ausreichende Sicherheit gegen Versagen bewirkt, kann mit massiven Randstücken die nötige Festigkeit unter den Betriebsbedingungen des HPLWR gewährleistet werden. Abstandshalter zwischen den Brennelementen zur Gewährleistung der gegenseitigen Lage der Brennelemente zueinander müssen noch konstruiert und ausgelegt werden.