

# Wendelstein 7-X

## NEWSLETTER

Nr. 14 / August 2017

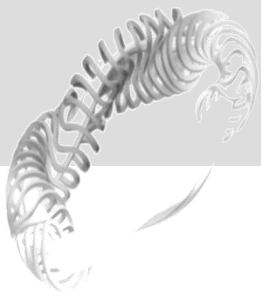


### Alkalistrahldiagnostik für Wendelstein 7-X

Ein wesentlicher Bestandteil eines Fusionskraftwerkes ist der Divertor. Er dient nicht nur als "Aschekasten", sondern führt auch die in diesem Bereich ankommende Fusionsenergie ab.

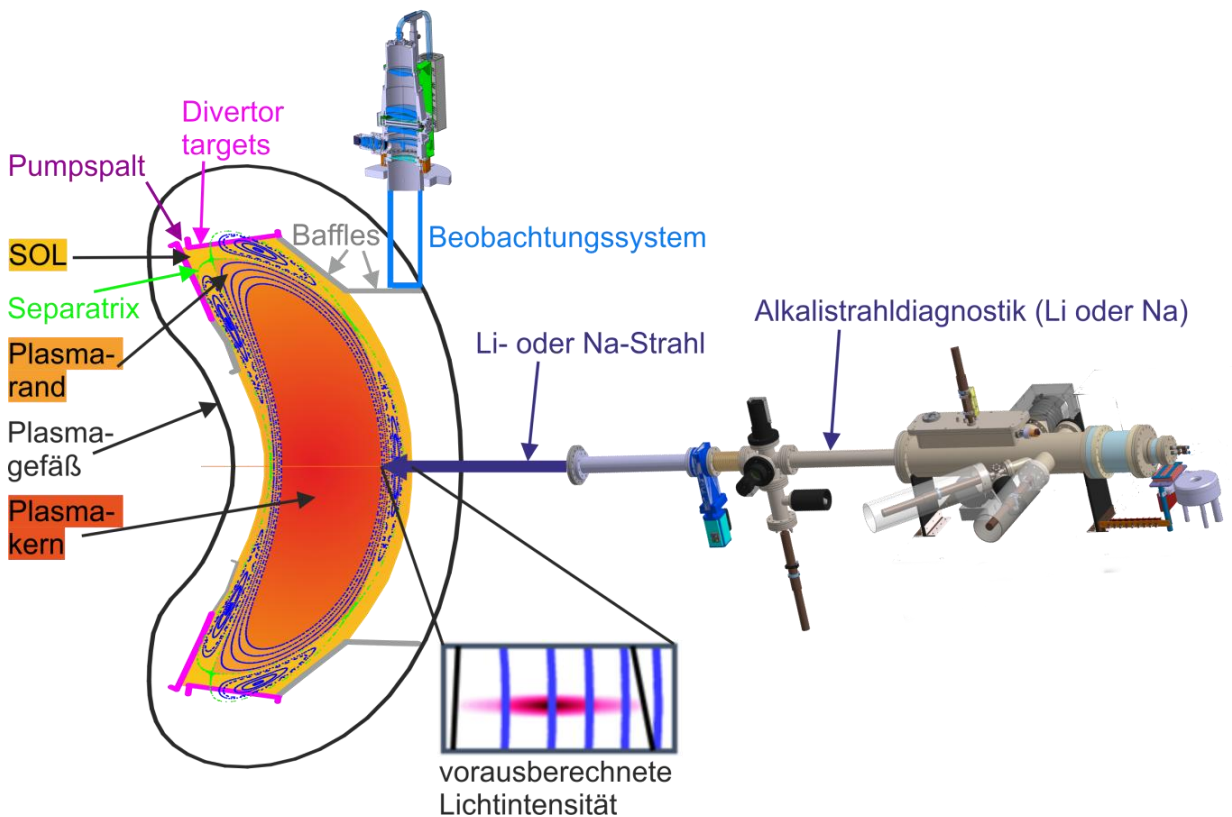
Der Divertor, lateinisch für Ablenker, lenkt Brennstoff und Abfall (Heliumasche und Verunreinigungen) ab. Teilchen, die aus dem eingeschlossenen Plasma entfernt werden sollen, werden mit speziell geformten Magnetfeldern auf die Divertor-Targets gelenkt. Dort werden die Plasma-Ionen neutralisiert und aus dem Plasmagefäß abgepumpt, um eine Verdünnung und Verunreinigung des Plasmas zu verhindern. Die zweite Aufgabe des Divertors besteht darin, die Wärme, die durch die Fusionsreaktion erzeugt wird, abzuführen: Die Divertor-Targets sind so positioniert, dass sie die Magnetfeldlinien schneiden. Die hochenergetischen Plasmateilchen werden so auf die Targets gelenkt und die kinetische Energie der Teilchen wird in Wärme umgewandelt. Ein Kühlsystem führt diese Wärme ab, um schließlich eine Turbine in einem zukünftigen Fusionskraftwerk anzutreiben.

Daher ist es sehr wichtig, den Divertor wissenschaftlich besser zu verstehen und ein modernes Divertorkonzept für ein solches Kraftwerk zu entwickeln.



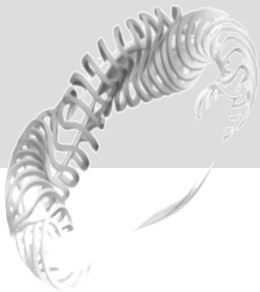
Da Wendelstein 7-X für den Dauerbetrieb konzipiert ist, ist auch sein Divertor so ausgelegt, dass er quasi-kontinuierlichen Wärmeflüssen von bis zu  $10 \text{ MW/m}^2$  standhalten und eine maximale Gesamtwärmelast von  $10 \text{ MW}$  für ungefähr 30 Minuten abführen kann. Für den sicheren Betrieb des Divertors und um zu verstehen, wie man Verunreinigungen und Wärmelasten reduzieren kann, wurden Diagnostiken installiert, die wichtige Plasmaparameter messen.

Eine dieser Diagnostiken ist die Alkalistrahldiagnostik, die im Rahmen des EUROfusion-Programms in Zusammenarbeit von Wigner RCP Budapest und dem IPP Greifswald für Wendelstein 7-X entwickelt und gefertigt wurde. Diese Diagnostik soll vor allem Dichteprofile, Inselstrukturen, Turbulenzen und deren Strömungseigenschaften im Plasmarandbereich einschließlich der Abschälschicht (Scrape-off layer – SOL) am Wendelstein 7-X messen.



Grafik: IPP/Wigner RCP

Die Scrape-off Layer (SOL) beschreibt den Plasmabereich außerhalb der Separatrix und ist dadurch charakterisiert, dass offene Feldlinien am Divertor oder der Plasmagefäßwand anfangen oder enden  
Die Separatrix ist die Grenze zwischen geschlossenen und offenen Feldlinien, die den toroidal eingeschlossenen Bereich von dem Bereich trennt, in dem die Feldlinien auf Materialoberflächen treffen.  
Der Plasma-Rand-Bereich wird von der Separatrix begrenzt und zeigt den Übergang vom eingeschlossenen Plasma mit geschlossenen Feldlinien zur Scrape-off Layer (SOL) mit offenen Feldlinien an.



Die Alkalistrahldiagnostik nutzt die Wechselwirkung eines energetischen Lithium- oder Natrium-Strahls mit den Teilchen im Plasmarandbereich. Die Atome, die eine Energie von 60 keV aufweisen und eine Intensität haben, die einem elektrischen Strom von 1 mA entspricht, werden in den Plasmarand geleitet, wo sie nach und nach angeregt und ionisiert werden. Durch die spontane Entregung der angeregten Elemente wird charakteristisches Licht im sichtbaren Bereich emittiert und kann durch ein optisches Beobachtungssystem erfasst werden.

Der Alkalistrahlinjektor und das dazugehörige Beobachtungssystem wurden bei Wigner RCP entworfen und gebaut. Nach den erfolgreichen Tests wurden der Injektor und das Steuerungssystem an das IPP versandt. Hier wurde der Injektor wieder zusammengebaut und getestet und schließlich in der Experimenthalle auf einer Plattform zwischen den beiden Injektoren der Neutralteilchenheizung, installiert. Die Abbildung unten zeigt den engen Raum zwischen den Injektorboxen, in dem der Alkalistrahlinjektor eingebaut wurde.



Das ungarisch-deutsche Team:  
Dr. Gábor Anda, (Projektleiter), Tibor Krizsanóczy, Sándor Hegedűs, Domonkos Nagy sowie Dr. Matthias Otte, Stefan Freundt  
Foto: G. Wurden

Im nächsten Schritt wird das Beobachtungssystem einschließlich einer konventionellen 2D-Kamera und eines Fotodiodenarrays mit hoher radialer (1 cm) und zeitlicher (1  $\mu$ s) Auflösung installiert. Die komplette Diagnostik wird mit dem Start der Betriebsphase OP 1.2a und damit ein halbes Jahr vor dem eigentlichen Plan für die Inbetriebnahme fertig sein.