

# DAS 100-MILLIONEN-GRAD-EXPERIMENT

Im norddeutschen Greifswald arbeitet das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) an der Kernfusionsanlage Wendelstein 7-X. Die IGN Ingenieurgesellschaft Nord unterstützte die Zukunftsforschung mit hochwertigen Engineering-Leistungen.

Wer bei dem Namen Wendelstein an Skiferien in den Bayrischen Alpen denkt, liegt nicht völlig daneben. Für Insider physikalischer Grundlagenforschung jedoch schweifen die Gedanken sogleich in den Nordosten Deutschlands, nach Greifswald an der Ostsee. Hier betreibt das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik die neueste Fusionsforschungsanlage Wendelstein 7-X. Diese Bezeichnung hat sie noch aus den 1960er-Jahren, als die ersten Experimente in der Nähe von München vorbereitet wurden – bei Föhn in Sichtweite des Alpengipfels Wendelstein. Heute sind die Physiker an der Ostsee schon bedeutend weiter. Läuft es wie geplant, wird die Anlage 2014 in Betrieb gehen.

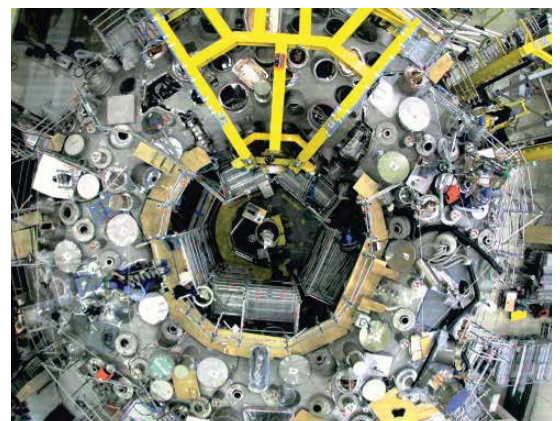
## EIN ERHEBENDES GEFÜHL

Einen erheblichen Anteil am Fortschritt des Experiments hat auch Klaus Leistner. Der Ingenieur der IGN Ingenieurgesellschaft Nord, ein Tochterunternehmen von TÜV NORD, war seit 2001 als Engineering-Dienstleister für das Projekt tätig und lieferte das Berechnungsmodell sowie die Berechnungen für das Außengefäß der Anlage. Dieses umschließt das eigentliche Plasmagefäß, einen Ring, in dem das Plasma auf Temperaturen erhitzt wird, die denen im Inneren der Sonne gleichen. »Das ist schon ein erhebendes Gefühl, einen Beitrag zu solch einem Großprojekt geleistet zu haben«, sagt Leistner. Der Stolz des IGN-Mannes kommt aus dem Bewusstsein, an einer weltweit einmaligen Sache mitzuarbeiten; denn Wendelstein 7-X ist aktuell die größte und modernste Anlage ihrer Art in der Welt und findet überall in der Wissenschaft höchste Beachtung. Ziel des Projekts in Greifswald ist die Grundlagenforschung für die Entwicklung

eines Kraftwerks, das, ähnlich wie die Sonne, aus der Verschmelzung von Atomkernen Energie gewinnt. Dazu muss es gelingen, den Brennstoff, ein dünnes ionisiertes Wasserstoffgas, das so genannte Plasma, berührungsfrei in einem Magnetfeldkäfig einzuschließen und anschließend auf Temperaturen von über 100 Millionen Grad Celsius aufzuheizen. Nur so startet die Fusion der Atomkerne, die in Gang gehalten werden soll und zum neuen Energielieferanten werden könnte (siehe Kasten). Das ist noch Zukunftsmusik und kündigt von einer Welt ohne Energiesorgen.

## KOMPLEXE GLEICHUNGEN

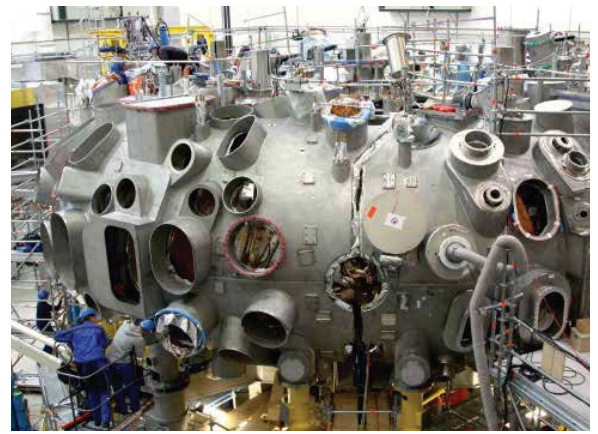
Der Beitrag von Klaus Leistner und seinem Team: Sie haben die Stabilität und Festigkeit des Plasmagefäßes und der Außenhülle in komplexen Gleichungen berechnet. Diese Festigkeitsberechnungen erfolgten



In der Plasmakammer des Fusionsreaktors soll 2014 heißes Plasma im Magnetfeld getestet werden.



Ein Arbeiter in der Plasmakammer verkleidet die Wand mit Kühlpaneelen aus Edelstahl.



Die Anlage setzt sich aus verschiedenen Modulen zusammen.



Das IGN-Team hat die Geometrie des Außengefäßes berechnet.

## WIE IN DER SONNE SO AUF ERDEN

Wendelstein 7-X ist ein so genannter Stellarator (von »stella«: Stern), bei dem per Magnetfeld das heiße Plasma eingeschlossen wird, damit es an den Gefäßwänden nicht abkühlen kann. Es ist der größte der neuen Generation dieser Stellaratoren. Wendelstein 7-X baut auf frühere Wendelstein-Experimente auf, die am Max-Planck-Institut Ende der 1980er-Jahre durchgeführt wurden. Das in Garching bis 2002 betriebene Vorläufer-Experiment Wendelstein 7-AS hatte schon gezeigt, dass die Eigenschaften des Plasmas in der gewünschten Weise beeinflusst werden. Das Projekt Wendelstein 7-X soll die Vorbedingungen für den Dauerbetrieb eines solchen Reaktors untersuchen.

Ziel der Fusionsforschung ist es, aus der Verschmelzung von Atomkernen in einem Kraftwerk Energie zu gewinnen. Das Vorbild ist die Sonne. Das Plasma ist extrem dünn, fast herrscht Vakuum im Plasmagefäß. Mit über 100 Millionen Grad Celsius ist es zudem extrem heiß. Die für den Fusionsprozess nötigen Grundstoffe, Deuterium und Lithium, sind nahezu unbegrenzt verfügbar. Eine Kernfusion, die kontrolliert abläuft und in großem Maßstab betrieben werden könnte nahezu unerschöpflich saubere Energie liefern.

mit der Finite-Elemente-Methode (FEM). Mit diesem numerischen Rechenverfahren kann das strukturelle Verhalten von Bauteilen simuliert werden. Als besondere Herausforderung erwies sich die komplexe Geometrie des Außengefäßes: Es sieht aus wie die Mischung aus technischem Meisterwerk und einer modernen Skulptur. Die geometrischen Unstetigkeiten mit multipel verformten Freiflächen erforderten eine mehrjährige Vorbereitung der Berechnungen. »Eine wahnsinnige Rechnerei«, stöhnt Klaus Leistner noch heute und erinnert sich mit Grausen an die Zeit, als die Computer noch nicht so leistungsfähig waren wie heute. Und diese Zeiten sind erst ein paar Jahre her. »Es ging hier um riesige numerische Gleichungssysteme mit bis zu sieben Millionen Unbekannten, das war zum damaligen Zeitpunkt eine große Herausforderung«, erinnert sich Leistner. Zusätzlich mussten er und seine Kollegen immer wieder die Berechnungsmodelle auf den aktuellen Stand bringen, der sich während des Aufbaus der Versuchsanlage mehrfach änderte. Diese Änderungen resultierten aus dem ständig zunehmenden Erkenntnisgewinn der Plasmaforscher während der Montage des Gefäßes.

Klaus Leistner verfügt zwar über langjährige und fundierte FEM-Kenntnisse, jedoch verlangte die Besonderheit des Projekts großen persönlichen Einsatz bei der Suche nach ungewöhnlichen Lösungen. Die regelmäßigen Änderungen führten dazu, dass Leistner, wenn auch nicht durchgängig, aber insgesamt über zehn Jahre mit dem Projekt beschäftigt war. ◀