



framatome

BRENNELEMENTE UND TECHNOLOGIE AUS LINGEN

Kerntechnische Kompetenzen
für Deutschland – jetzt und in
der Zukunft
Advanced Nuclear Fuels GmbH



Firmensitz der Framatome-Tochter Advanced Nuclear Fuels GmbH (ANF) in Lingen

Framatome

Seit 60 Jahren sind die Fachkräfte von Framatome spezialisiert auf die Planung von Kernkraftwerken, die Lieferung von Dampferzeuger-Systemen, das Design und den Bau von Komponenten und Brennelementen, die Integration von Automatisierungstechnik und den Service für alle Kernreaktor-Typen.

Heute fühlt sich Framatome mit seinen 14.000 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen mehr denn je der Hochleistung seiner Kunden in Frankreich und der ganzen Welt verpflichtet.

Advanced Nuclear Fuels GmbH (ANF)

Die ANF hat ihren Sitz in Lingen im niedersächsischen Emsland. Hier werden seit mehr als 40 Jahren Brennelemente für Kernkraftwerke in Deutschland und Europa gefertigt.

Darüber hinaus bietet der Standort Spezialprodukte, Fertigungstechnologie und Beratungsleistungen für Brennelementfertiger weltweit an.

Zur ANF gehört neben dem Werk in Lingen auch eine Komponentenfertigung in Karlstein, die ein Kompetenzzentrum für Abstandhalterfertigung von Framatome weltweit ist.

Die ANF mit ihren rund 420 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist eine 100-prozentige Tochter der Framatome GmbH (Erlangen), die zur französischen Framatome SA gehört. Fachabteilungen im Unternehmensverbund sind für die Entwicklung und Auslegung der bei ANF gefertigten Brennelemente verantwortlich. Der enge Austausch zwischen den Bereichen sichert den Erfahrungsrückfluss und die kontinuierliche Weiterentwicklung der Produkte.

Sicherheit an erster Stelle

Umwelt- und Strahlenschutz

Alle Framatome-Werke haben sich verpflichtet, die Umwelt zu schonen und mit den natürlichen Ressourcen sparsam umzugehen.

Die genehmigten Emissionswerte werden von uns selbst, aber auch von den zuständigen Aufsichtsbehörden kontinuierlich überwacht. In Verbindung mit modernster Lüftungs- und Filtertechnik, Abschirmungen, kontinuierlicher Überwachung sowie individuellen Strahlenschutzmaßnahmen sorgen unsere Fertigungstechnologien für die größtmögliche Sicherheit unserer Mitarbeiter. Die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung werden weit unterschritten.

Arbeitssicherheit

Der Einsatz moderner Technologien, die gute Aus- und Weiterbildung unserer Mitarbeiter sowie die vorbeugende Instandhaltung der Fertigungseinrichtungen gewährleisten eine hohe Sicherheit an allen Arbeitsplätzen. Sämtliche Anlagen werden regelmäßig von Fachleuten und unabhängigen Sachverständigen technisch überprüft.

Qualität

Die Qualität der Produkte, Prozesse und Dienstleistungen trägt erheblich zur Sicherheit im Unternehmen, aber auch beim Kunden im In- und Ausland bei.

Die Prozesse sind in einem **integrierten Managementsystem**, unter Berücksichtigung von Qualitäts-, Arbeitssicherheits-, Gesundheits- und Umweltaspekten beschrieben, sie werden regelmäßig auditiert und kontinuierlich weiterentwickelt.

Das Managementsystem der Advanced Nuclear Fuels GmbH entspricht den internationalen Standards
 OHSAS 18001: Sicherheit und Gesundheit,
 ISO 14001: Umwelt,
 ISO 9001: Qualität,
 ISO 50001: Energiemanagement
 sowie den geltenden kerntechnischen Regeln.



Das Brennelement – der „Tauchsieder“ im Reaktor

Ein Kernkraftwerk arbeitet im Prinzip wie ein fossil befeuertes Wärmekraftwerk. Allerdings wird die Wärme nicht durch Verbrennen von Kohle, Erdöl oder Erdgas erzeugt, sondern durch Kernspaltung im Reaktor. Die bei einer kontrollierten Kettenreaktion im Reaktorkern freigesetzte Wärme wird an das Kühlmittel (Wasser) übertragen. Dieses steht im Druckwasserreaktor unter so hohem Druck, dass es nicht verdampft. Das Wasser wird in einen Dampferzeuger gepumpt und gibt

dort seine Wärme an einen getrennten Wasser-Dampf-Kreislauf ab. Anschließend strömt es zurück in den Reaktor, wo es wieder erhitzt wird.

Der in den Dampferzeugern erzeugte Dampf wird zur Turbine geleitet und treibt diese an. Ein von der Turbine angetriebener Generator liefert den Strom. In Siedewasserreaktoren dagegen verdampft das Wasser im Reaktordruckbehälter; der erzeugte Dampf wird direkt in die Turbine geleitet.

Unser Standpunkt

Der effizientere Einsatz von Ressourcen sowie Umwelt- und Klimaschutz bestimmen die Energiepolitik aller Staaten. Außerhalb Deutschlands haben auch die Faktoren Bezahlbarkeit und Versorgungssicherheit höchste Priorität. Diese Länder setzen deshalb nach wie vor auf die Kernenergie, die einen hohen Anteil an der Stromversorgung ausmacht.

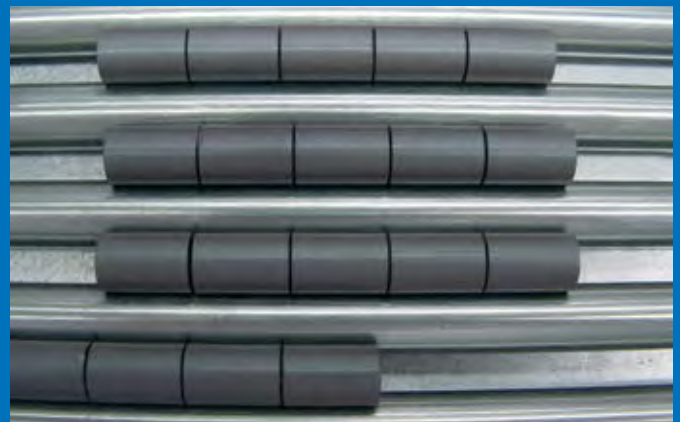
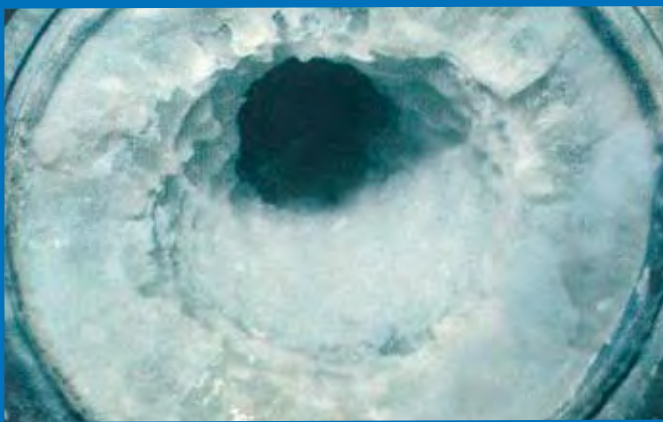
Deutschland hat sich für einen anderen Weg entschieden. Gerade deshalb ist es unserer Meinung besonders wichtig, dass eine Industrienation wie Deutschland im internationalen Wettbewerb kerntechnische Kompetenzen erhalten und weiter ausbauen muss. Will Deutschland in Fragen der nuklearen Nichtverbreitung, der nuklearen Versorgung für die Medizin, für einen sicheren Betrieb, Wartung und Rückbau von Kernkraftwerken auch zukünftig Einfluss nehmen, sind eigene kerntechnische Kompetenzen unverzichtbar.

**Kerntechnische Kompetenzen für Deutschland –
jetzt und in der Zukunft!**

Präzision in vier Schritten – Die Fertigung von Brennelementen

4 Das angereicherte Uran in Form von Uranhexafluorid wird aus der Urananreicherungsanlage zum Werk in Lingen geliefert. Hier wird es in vier Produktionsprozessen zu Brennelementen weiterverarbeitet:

- 1. Konversion:** Uranhexafluorid wird zu Urandioxid-Pulver umgewandelt.
- 2. Tablettenfertigung:** Aus dem Urandioxid-Pulver werden Uran-Tabletten hergestellt.
- 3. Brennstabfertigung:** Hüllrohre werden mit Uran-Tabletten gefüllt und gasdicht verschweißt.
- 4. Brennelementfertigung:** Das Brennelement wird zusammengebaut (Assemblierung).



1. Konversion

Ausgangsmaterial ist angereichertes Uranhexafluorid, das in festem Zustand in Stahlzylindern aus einer Anreicherungsanlage angeliefert wird (Bild). Diese Stahlzylinder sind beim Transport in speziell geprüften und zugelassenen Behältern verpackt. Im ersten Schritt wird das Uranhexafluorid zu Urandioxid-Pulver umgewandelt. Im Brennelementwerk Lingen wird dazu ein vor vielen Jahren entwickeltes und patentiertes Trockenkonversionsverfahren genutzt. Es erzeugt keine uranhaltigen Prozessabfälle oder Emissionen und ist somit äußerst umweltverträglich.

Durch Aufheizen der Zylinder geht das Uranhexafluorid in einen gasförmigen Zustand über. Anschließend reagiert es in einem Behälter mit Wasserdampf und Wasserstoff zu Urandioxid-Pulver. Dabei entsteht gasförmiger Fluorwasserstoff, der zusammen mit überschüssigem Wasserdampf abgeführt und abgekühlt wird. Fluorwasserstoff und Wasserdampf kondensieren und bilden eine ca. 40-prozentige Flusssäure. ANF verkauft das Nebenprodukt Flusssäure an die Industrie.

Das Uranoxid-Pulver wird in Lingen durch einen chemischen Prozess hergestellt und mechanisch behandelt. Das Granulat wird durch verschiedene Zusätze pressfähig und kann zu Tabletten weiterverarbeitet werden.



2. Tablettenfertigung

In der Tablettenfertigung wird das Urandioxidpulver zu Tabletten verarbeitet. Das Pulver wird gemahlen, kompaktiert und granuliert, sodass es fließfähig wird. Schmiermittel und Porenbildner sorgen für die Pressfähigkeit des Pulvers. Das so vorbehandelte Pulver wird in Rotationspressen zu Tabletten – den sogenannten „Grünlingen“ – gepresst.

Die „Grünlinge“ werden zwei bis drei Stunden lang bei einer Temperatur von 1.780 °C im Ofen gesintert. Dadurch erhalten sie ihre keramische Konsistenz. Anschließend werden die Tabletten hochpräzise auf ihren Zieldurchmesser geschliffen. Eine vollautomatische, optische Vermessungsanlage überprüft, ob die Tabletten dem vorgegebenen Durchmesser und der Länge entsprechen und frei von Oberflächenfehlern sind.



Eine Urantablette von 7,5 Gramm enthält etwa so viel Energie wie 1.000 Kilogramm Steinkohle. Das sind im Vergleich zu Strom rund 3.000 Kilowattstunden, was einem Jahresstromverbrauch eines durchschnittlichen deutschen Haushalts entspricht.



Für die Herstellung von Brennstäben und Brennelementen benötigt das Werk Lingen Hüllrohre und Komponenten wie Kopf- und Fußstücke sowie Abstandhalter.

Diese metallischen Komponenten werden in Deutschland im Werk der ANF in Karlstein so-

wie im internationalen Fertigungsverbund des Unternehmens hergestellt, so z.B. in Romans (Frankreich) und Richland (USA). Lingen liefert auch Pulver und Tabletten an seine Schwesterfirmen. So kann flexibel auf Kundenwünsche reagiert und die Wettbewerbsfähigkeit gestärkt werden.



3. Brennstabfertigung

Nächster Produktionsschritt ist die Brennstabfertigung. Hier werden die Tabletten in Hüllrohre aus einer Metall-Legierung geladen, die zu mehr als 90 Prozent aus dem sehr korrosionsbeständigen Zirconium besteht. Die Uran-Tabletten werden in Säulen zusammengestellt, die mithilfe von Vibrationstechnik oder kraftüberwachter Einschubtechnik in einseitig verschweißte Hüllrohre gefüllt werden.

Dann wird das Hüllrohr mit einer Druckfeder versehen, in einer Schweißkammer evakuiert, mit Helium geflutet und unter Druck verschweißt. Der beidseitig verschweißte Brennstab stellt sicher, dass bei der späteren Nutzung im Reaktor keine Radioaktivität entweichen kann. Der fertige Brennstab wird mehreren Prüfungen unterzogen: Dazu gehören unter anderem die Kontrolle der Anreicherung der enthaltenen Tabletten, eine Dichtheitsprüfung sowie die visuelle Prüfung.

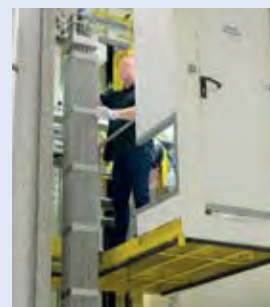
Die Urantabletten werden in rund vier Meter lange Hüllrohre aus Zircaloy-Legierung gefüllt und bilden die sogenannten Brennstäbe.



4. Brennelementfertigung

Die Montage der Brennelemente für Druckwasserreaktoren beginnt mit dem Zusammenbau der Tragstruktur. Dabei werden die Abstandhalter mit den Steuerstabführungsrohren zu einem mechanisch stabilen Traggerüst verschweißt. In dieses werden die Brennstäbe nach einem vorgegebenen Ladeplan eingeschoben oder eingezogen.

Danach werden Kopf- und Fußstück montiert. Für die Montage der Brennelemente für Siedewasserreaktoren, die analog der Montage für Druckwasser-Brennelemente erfolgt, werden fertig montierte Traggerüste aus Karlstein verwendet.



Im Werk in Lingen können circa 1.500 Brennelemente pro Jahr für Druckwasser- und Siedewasserreaktoren für den Einsatz in europäischen Kernkraftwerken gefertigt werden.

Anlagenbau und Dienstleistungen rund um die Brennelementfertigung

6 Know-how aus Lingen weltweit gefragt

Seit vielen Jahren werden am Standort in Lingen Maschinen und Anlagen für die Brennelementfertigung selbst entwickelt und gebaut. Die Anlagen werden als Best-Practice-Projekte in die Schwesterwerke des Konzerns übertragen, aber auch an Kunden im Ausland verkauft. Dienstleistungen wie Training und Weiterbildung, Anlagenoptimierungen und Beratungsleistungen werden mehr und mehr angefragt.



Die neue Schweißanlage wird in einer dafür speziell eingerichteten Halle der ANF aufgebaut und komplett mit allen technischen, elektrischen und elektronischen Einrichtungen versehen. Kundenvertreter überzeugen sich von der vollen Funktionsfähigkeit der Anlage. Der Abbau, das Verpacken, der Versand sowie der Aufbau der Anlage beim Kunden erfolgten nach strengen Qualitätsrichtlinien.

Beispiel: Schweißtechnik

Die in Lingen weiterentwickelte Schweißtechnologie USW (Upside Shape Welding) für Brennstäbe ist State of the Art. Seit 2002 wurde diese hoch entwickelte Technologie in die vier Schwesterwerke des Unternehmens übertragen. Es handelt sich um ein Widerstandspress-Verfahren, in dem erwärmtes, aufgeweichtes Metall so verpresst wird, dass geschmolzenes Material in der Schweißzone vermieden wird. Die Schweißnaht muss nicht geröntgt, nur vermessen werden. Das spart Zeit und Kosten.

Aber auch außerhalb des Konzerns setzen Kunden auf diese Technologie. Der Grund dafür ist: Kein Brennstab hat jemals im Reaktor eine Undichtigkeit an der Schweißnaht aufgewiesen. Das ist ein Qualitäts- und Sicherheitsmerkmal. Der Brennstab bleibt dicht und die Spaltprodukte sicher umschlossen. Ein gutes Beispiel für Sicherheit durch Qualität.



Die Anlage prüft mittels eines optischen Vermessungssystems vollautomatisch und mit hoher Geschwindigkeit, ob die Tabletten maßgenau und frei von Oberflächenfehlern sind und dem voreingestellten Standard entsprechen. Die Tablettenqualität kann durch den Einsatz dieser Anlage erheblich gesteigert werden, da man sich nicht mehr nur auf das menschliche Auge verlassen muss. Zusätzliche Abschirmungen sorgen für den Strahlenschutz am Arbeitsplatz.

Beispiel: Prüftechnik

Die Entwicklung der APIS (Automatic Pellet Inspection Line) durch Mitarbeiter in Lingen geht auf die 80er-Jahre zurück. Seit dieser Zeit wurde an einer automatischen Vermessung der Tabletten geforscht und die Fertigstellung einer dafür geeigneten Anlage vorangebracht. Nach vielen Versuchen und mit einer für die Messungen notwendigen höheren Rechnerkapazität war es dann 2007 möglich, die erste vollautomatische Tabletten-Inspektionsanlage zu qualifizieren und einzusetzen.

Die APIS als Teil der Tablettenschleiflinie wird zukünftig auch im Schwesterwerk Romans von Framatome als Best Practice eingesetzt. Die Anlage sorgt für Qualität und Wirtschaftlichkeit. Sie reduziert darüber hinaus die Strahlenbelastung der Mitarbeiter am Arbeitsplatz.

Wir bei ANF – stark in der Region und in der Welt

Bis heute haben wir mehr als 36.000 Brennelemente an Kernkraftwerke in Deutschland und Europa geliefert. Die Brennelemente zeichnen sich durch gutes Betriebsverhalten und hohe Zuverlässigkeit aus. Viele Maschinen und Anlagen zur Fertigung von Brennelementen haben wir selbst entwickelt und verkaufen sie weltweit. Kerntechnische Weiterbildungen für internationale Experten sind ebenso gefragt wie Beratungen bei Modernisierungs-, Umbau- und Instandhaltungsprojekten. Unsere große Erfahrung, das langjährige Know-how und das hohe Fachwissen unserer Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen bilden die Grundlage dafür.

Als einer der größeren regionalen Arbeitgeber sind wir in Lingen ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Wir engagieren uns auf lokaler Ebene für Bildung, Kultur und Sport. Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beteiligen sich an vielen lokalen Veranstaltungen und zeigen so Flagge für ihr Unternehmen. Innerhalb der Framatome-Ausbildungs Kooperation bilden wir seit vielen Jahren in technischen und kaufmännischen Berufen aus. Unsere Auszubildenden gehören oft zu den Prüfungsbesten.

Wir arbeiten mit Schulen und Hochschulen zusammen und bieten duale Studiengänge sowie die Möglichkeit, Bachelor- und Masterarbeiten bei uns zu schreiben.

Die Akzeptanz unserer Tätigkeit in der Öffentlichkeit basiert auf einem seit mehr als vierzig Jahren sicheren Betrieb, modernen und anspruchsvollen Arbeitsplätzen sowie einer hohen Transparenz unserer Arbeit.



Bild oben: Unser Drachenboot-Team beim Lingener Drachenboot-Cup 2018.

Linke Spalte, Bild oben: Seit vielen Jahren findet das Wirtschaftsplanspiel „Management Information Game“ (MIG) für die gymnasiale Oberstufe in unseren Räumen statt.

Linke Spalte, Bild Mitte: ANF-Mitarbeiter laufen 2018 für einen guten Zweck.

Bild unten: Scheckübergabe für das Hospiz St. Veronika in Thuine.

Rechte Spalte, Bild oben: Seit vielen Jahren laden wir Mädchen und Jungen zum „Zukunftstag“ (ehemals „Girls' Day“) in unsere Fertigung nach Lingen ein.

Rechte Spalte, Bild unten: Beim Lingener Citylauf liegen unsere Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen seit Jahren auf den vorderen Plätzen.

Framatome ist ein führender internationaler Akteur der kerntechnischen Industrie mit innovativen Lösungen und wertsteigernden Technologien für die Entwicklung, den Bau, die Wartung und die Weiterentwicklung von Kernkraftwerken weltweit. Das Unternehmen konzipiert, fertigt und installiert Komponenten, Brennelemente sowie Sicherheits- und Leitechniksysteme für Kernkraftwerke und bietet das gesamte Spektrum an Serviceleistungen für Reaktoren.

Mit 14.000 Mitarbeitern weltweit unterstützt Framatome seine Kunden, die Sicherheit und die Leistungsfähigkeit ihrer Anlagen zu verbessern und dadurch ihre wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Ziele zu erreichen.

Framatome gehört zu EDF (75,5 Prozent), Mitsubishi Heavy Industries (19,5 Prozent) und Assystem (5 Prozent).

framatome****

Framatome
Tour AREVA, 1 Place Jean Millier
92400 Courbevoie, Frankreich

communication@framatome.com
www.framatome.com

Framatome GmbH
Paul-Gossen-Straße 100
91052 Erlangen, Deutschland

kontakt.deutschland@framatome.com
Telefon: +49 9131 900-0

Advanced Nuclear Fuels GmbH
Am Seitenkanal 1
49811 Lingen, Deutschland

kontakt.deutschland@framatome.com
Telefon: +49 591 9145-0