



GREENPEACE

Areva-Skandal: Riskante Anomalien bei französischem AKW-Stahl

➔Kein Geld von Industrie und Staat

Greenpeace ist international, überparteilich und völlig unabhängig von Politik, Parteien und Industrie. Mit gewaltfreien Aktionen kämpft Greenpeace für den Schutz der Lebensgrundlagen. Rund 580.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt

PRÄAMBEL

Am 23. September 2016 gab die französische Atomaufsicht ASN eine Ausweitung der in diesem Report beschriebenen Auffälligkeiten an Bauteilen französischer Atomreaktoren bekannt. ASN berichtete von 32 betroffenen Reaktoren, was 55 Prozent der Kraftwerksflotte in Frankreich ausmacht. Auch sind mittlerweile vier Reaktoren zur näheren Überprüfung heruntergefahren worden.

ZUSAMMENFASSUNG DES REPORTS

Ende 2014 benachrichtigte der Konzern AREVA die französische Behörde für nukleare Sicherheit *L'Autorité de sûreté nucléaire* (ASN) über die Ergebnisse der Materialprüfungen, die an einem von Creusot Forge hergestellten Bauteil durchgeführt wurden. Diese Prüfungen wurden von AREVA im Rahmen einer deutlich verspätet vorgenommenen Qualitätsprüfung (*Qualification Technique* (QT)) der Bauteile für den Europäischen Druckwasserreaktor (EPR), der derzeit im Kernkraftwerk (KKW) in Flamanville 3 (FA3) errichtet wird, durchgeführt. Das geprüfte Teil ist ein überzähliges Gegenstück von jeweils zwei Bauteilen, den oberen und den unteren Ummantelungsenden, die bereits Bestandteil des Reaktordruckbehälters (RPV) von FA3 waren und nun im nuklearen Teil am KKW-Standort eingebaut worden sind.

Die besorgniserregenden Prüfergebnisse ergaben, dass die Materialeigenschaften, insbesondere die Schlag- und Bruchzähigkeit, nicht den Auslegungsspezifikationen entsprechen. Darüber hinaus wurde ein geringer, aber dennoch signifikanter Anstieg des Kohlenstoffgehalts in einem großen Bereich mit Makroseigerungen festgestellt, die nahezu über die gesamte Dicke des überzähligen Ummantelungsendes aufgetreten sind. Hierbei spricht man von einer *Kohlenstoffanomalie*.

In den Bereichen mit Makroseigerungen, die überschüssigen Kohlenstoff aufweisen, ist die Zähigkeit und Widerstandsfähigkeit von Stahl gegenüber Einreißen und Rissbildung herabgesetzt, sodass die Schmiedeteile anfällig für einen plötzlichen und folgenschweren Ausfall durch rasche Rissbildung und schnellen Bruch werden können. Die Schlagzähigkeit ist eine besonders wichtige Materialeigenschaft für die Lebensdauer der Schmiedeteile des nuklearen Primärdruckkreislaufs, für den ein *Bruchausschluss* (d. h. es wird keine Möglichkeit für ein katastrophales Versagen gegeben) eine Grundvoraussetzung für die Auslegung und das Konzept der nuklearen Sicherheit ist. Bei der Übertragung der Ergebnisse auf den bereits installierten Reaktordruckbehälter von FA3 waren die Schwere und möglichen Folgen dieser Prüfergebnisse derart hoch und relevant, dass die ASN AREVA dazu verpflichtete i) weitere Prüfungen und Analysen durchzuführen, um das Risiko und die Verwendbarkeit des Reaktordruckbehälters von FA3 für kerntechnische Anlagen zu bewerten, und ii) die Qualitätssicherungsverfahren des Herstellungsbetriebs der FA3-Schmiedeteile, Le Creusot Forge, zu überprüfen.

i) **Weitere Prüfungen und Analysen von AREVA zur Kohlenstoffanomalie:** Diese Nichteinhaltung der Auslegungsspezifikationen für die nukleare Sicherheit des Reaktordruckbehälters von FA3 wird unmittelbare Auswirkungen haben und mit Sicherheit die Analyse und Berichterstattung des Prüfprogramms i) bis mindestens Mitte 2017, falls nicht noch länger, verzögern, und höchstwahrscheinlich den vereinbarten Fertigstellungstermin des Reaktordruckbehälters von FA3 nach hinten verschieben. Stellt sich die Nichteinhaltung der Materialeigenschaften des Reaktordruckbehälters von FA3 als nicht zulässig für einen künftigen, tolerierbaren sicheren Betrieb heraus, dann könnte der Austausch des nahezu fertiggestellten nuklearen Teils des Kernkraftwerks Flamanville zu mehreren zusätzlichen Jahren Verzögerung führen und für die Sanierung Ausgaben von Millionen Euro erforderlich werden.

Derzeit liegt für den Reaktordruckbehälter von FA3 kein *Konformitätszertifikat* vor, d. h. dass dieser weder der Europäischen Druckgeräterichtlinie 97/23/EG (*Équipements Sous Pression Nucléaire* (ESPN)) von Dezember 2005 entspricht; noch die Anforderungen der ASN von Januar 2008 erfüllt, dass für alle neuen Bauteile vor Beginn der Produktion ein *Konformitätszertifikat* vorliegen muss. Darüber hinaus hat die ASN nicht klargestellt, ob sie eine Anfrage von AREVA erhalten hat, die Herstellungswege von Creusot zur Vorbereitung eines rückwirkenden *Konformitätszertifikat* zu bewerten, und ob diese Bewertung durch die kürzlich (Juni 2016) von der ASN durchgeführten Umpriorisierung aufgrund der in FA3 durchgeführten Untersuchung zur Kohlenstoffanomalie zurückgesetzt wurde.

Es ist unklar, ob für andere an AREVA gelieferte Schmiedeteile des FA3-Primärdruckkreislaufs (d. h. Druckhalter, Dampferzeuger usw.) ebenfalls jeweils kein *Konformitätszertifikat* vorliegt, unabhängig davon, ob diese Teile von Creusot bezogen wurden oder von einer ausländischen Schmiede, z. B. dem japanischen Guss- und Schmiedewerk JCFC bzw. dem japanischen Stahlwerk JSW gefertigt wurden.

ii) **Überprüfung der bisherigen Qualitätssicherungsverfahren durch AREVA – aufgetretene Unregelmäßigkeiten:** Das Ergebnis der Überprüfung durch AREVA der in der Vergangenheit durchgeführten Verfahren bei Creusot ergab, dass nicht nur die Qualitätssicherung und die Bauteilkonformität nicht zufriedenstellend waren. Insbesondere fiel die Tatsache auf, dass der Herstellungsweg für die oberen und unteren Endstücke für FA3 keiner Qualitätsprüfung unterzogen wurde und somit für diese kein *Konformitätszertifikat* ausgestellt wurde, aber auch, dass die Unsicherheiten Bauteile betrafen, deren Herstellung sogar bis 1965 zurückreicht. Die ASN bezeichnet diese Unsicherheiten als *Unregelmäßigkeiten*.

Die Folgen dieser *Unregelmäßigkeiten* kommen nun Stück für Stück ans Licht, und umfassen ca. 400 fehlerhafte Schmiedeteile, die bei Creusot ab 1965 hergestellt wurden. Nach der ersten Bekanntgabe im April 2016 wurden ca. 50 sogenannte *Unregelmäßigkeiten* bei Bauteilen festgestellt, die derzeit in in Betrieb befindlichen Kernkraftwerken in ganz Frankreich, und möglicherweise ebenfalls in ausländischen Kernkraftwerken, installiert sind. Nun, Ende September 2016, ist die Anzahl der *Unregelmäßigkeiten*, die die Sicherheit der französischen Kernkraftwerke gefährden, auf 83 angestiegen. 23 davon hat die ASN anhand von Sicherheitsgrundlagen ermittelt und dabei festgestellt, dass zwei Kernkraftwerke vorübergehend abgeschaltet werden müssen, um weitere Untersuchungen vornehmen zu können. Der Zustand der verbleibenden 60 *Unregelmäßigkeiten*, deren Bewertung noch aussteht, ist unbekannt.

iii) **Schmiedeteile für Dampferzeuger:** Erst kürzlich (Juli 2016) und gesondert von den durch die *Unregelmäßigkeiten* betroffenen Bauteile, wurden Schmiedeteile für Dampferzeuger, die in 18 Kernkraftwerken installiert worden sind, als verdächtig eingestuft, wobei ein weiteres Kernkraftwerk (Fessenheim 2) stillgelegt ist, bis die weiteren Untersuchungen abgeschlossen sind. Einige dieser gefährdeten Dampferzeuger sollen in Japan von JCFC, und möglicherweise JSW, gefertigt worden sein. Fehlerverdächtige Bauteile wurden also höchstwahrscheinlich nicht nur in der Creusot-Schmiede hergestellt.

Die wesentlichen Merkmale der drei unterschiedlichen Kategorien der gefährdeten Bauteile sind nachfolgend zusammengefasst:

	VON DER ASN FESTGELEGTE KATEGORIE	INDIREKTE URSACHE	BETRIFFT QUALITÄTS-PRÜFUNG	MÖGLICHE FEHLERART	HERSTELLE NDE SCHMIEDE	ANZAHL DER FRANZÖSISCHEN, IN BETRIEB BEFINDLICHE N KKW	AUSLÄNDISCHE KKW
i)	KOHLSTOFFANOMALIE	Makroseigerungen	JA	plötzlicher Bruch	Creusot	1 - Flamanville 3 - im Bau befindlich	möglicherweise 2 Taishan
ii)	UNREGELMÄßIGKEITEN	~12 % Makroseigerungen	vorrangig JA	nicht definiert	Creusot	21 - Spalte 3 TABELLE 6 + 20 FA3 Komponenten	recht wahrscheinlich
iii)	SCHMIEDETEILE FÜR DAMPFERZEUGER	Makroseigerungen	JA	plötzlicher Bruch	Creusot + JCFC-JSW	18 + Fessenheim 2 - Spalte 4 TABELLE 6	höchstwahrscheinlich

In dieser Überprüfung werden die Auswirkungen bzw. die möglichen Folgen jeder dieser drei Kategorien der gefährdeten Bauteile betrachtet. Dabei handelt es sich um folgende:

Lieferungen für Flamanville 3: Es ist eine Tatsache, dass Bauteile des FA3-Reaktordruckbehälters nicht mit den Auslegungsanforderungen übereinstimmen, mit denen einem plötzlichen Bruch und einem folgenschweren Ausfall des Reaktordruckbehälters vorgebeugt wird. Allein aufgrund dieser Tatsache erfüllt der FA3-Reaktordruckbehälter die Auslegungsanforderungen nicht und ist somit nicht für den Betrieb geeignet.

Der nun anerkannte Mangel der FA3-Bauteile, der sich durch einen erhöhten Kohlenstoffgehalt in einem Bereich mit positiven Makroseigerungen äußert, die sich während der Blockgussabkühlphase bei Creusot gebildet haben, führt zu einer Verminderung der Materialfestigkeit, sodass die Anfälligkeit dieser gefährdeten Bauteile für die Fehlerart plötzlicher Bruch ansteigt. Zweifelsohne soll mit dem neuesten Programm von AREVA mit Analysen und physikalischen Prüfungen der überzähligen geschmiedeten Bauteile von FA3 gezeigt werden, dass selbst unter Berücksichtigung der Nichtkonformität, insbesondere der Abnahme der Bruchzähigkeit, die FA3-Reaktordruckbehälter-Baugruppe als Ganzes einen ausreichenden Puffer aufweist, um einen plötzlichen Bruch zu mindern, und somit ein Betrieb mit annehmbarem Ausfallrisiko über die gesamte Lebensdauer möglich ist.

In jedem Fall ist die Reaktordruckbehälter-Baugruppe nach wie vor nicht konform mit den Anforderungen zur Heterogenität des Materials, die 2005 als Teil der überarbeiteten Qualitätsprüfungen eingeführt wurden, das heißt, dass die Voraussetzung *Bruchabschluss* der Auslegung nicht mehr die erste Schutzstufe des Konzepts der nuklearen Sicherheit für FA3 erfüllt. Damit der Betrieb des FA3-Kernkraftwerks also weiterhin genehmigt werden kann, muss die ASN eine Ausnahmegenehmigung erteilen, um die wichtigen, grundlegenden Schutzanforderungen in Bezug auf den *Bruchabschluss*, die das Konzept der nuklearen Sicherheit des FA3-Kernkraftwerks gewährleisten, zu lockern.

Tief gestaffelte Schutzstufe für FA3: Da der Ausfall des Reaktordruckbehälters im Konzept der nuklearen Sicherheit nicht enthalten ist, weist die *dritte Schutzstufe* keine Schutzvorrichtungen auf, um die Folgen eines Ausfalls des Reaktordruckbehälters abzuschwächen. Eine Lizenzentpflichtung, die den Ausfall eines Reaktordruckbehälters nach dem Grundsatz *tief gestaffelte Verteidigung* zulassen würde, wäre daher eine entscheidende Abkehr von den Auslegungsbedingungen. Eine derartige Entpflichtung würde grundlegende Überprüfungen der ersten beiden Schutzstufen erforderlich machen sowie Hardware- und Systemmodifikationen für die nun eingebetteten Aspekte und Funktionen des FA3-Reaktordruckbehälters erfordern.

Schlussfolgerungen für FA3: Derzeit besteht keine Absicht, andere Maßnahmen als eine zerstörungsfreie Prüfung und Untersuchung der installierten FA3-Bauteile vorzunehmen. Stattdessen wurden die Probenahmen des physikalischen Durchschlags und der zerstörenden Materialprüfung sowie die Prüfungen an überzähligen, nachgebildeten Bauteilen vorgenommen, die bei Creusot denselben Herstellungsweg durchlaufen haben. Dieser Ansatz basiert darauf, dass die geprüften Bauteile in jeder Hinsicht exakte Nachbildungen oder Kopien der FA3-Bauteile sind.

Bei den gefährdeten FA3-Bauteilen wurde die Kohlenstoffanomalie mit der Größe und dem Kühlvorgang des Schmiedeblocks als Teil des Herstellungswegs bei Creusot in Verbindung gebracht. Das Vorhandensein und das Ausmaß eines Bereichs mit Makroseigerungen kann jedoch nur vollständig durch zerstörende Maßnahmen festgestellt, erfasst und untersucht werden, d. h. eventuelle Mängel müssen per Prüfung durch Rückschlüsse abgeleitet werden, und zwar von i) einem Prüfring, der den überschüssigen Rändern des Bauteils entnommen wird und/oder durch eine zerstörende Prüfung ii) eines überzähligen oder gleichwertigen nachgebildeten Schmiedeteils, das dieselben Herstellungswege wie das FA3-Bauteil durchlaufen hat.

Es wurde inzwischen bestätigt, dass die Ergebnisse vom FA3-Prüfring nicht verlässlich sind, daher muss ein stärkeres Gewicht auf die Untersuchung und die zerstörende Prüfung der überzähligen nachgebildeten Bauteile gelegt werden. Hinsichtlich der Verlässlichkeit einer derartigen Nachbildung sind jedoch erhebliche Zweifel angebracht, insbesondere wenn die Bildung und Ausbreitung der Bereiche mit Makroseigerungen innerhalb des Kühlblocks vielen, nur unzureichend definierten und wenig verstandenen Faktoren unterliegen, die Teil des Herstellungswegs sind oder währenddessen auftreten.

Darüber hinaus sind ernste Bedenken an der Verlässlichkeit der Qualitätssicherungsaufzeichnungen in den ersten Herstellungsphasen für das FA3 (2005 bis 2008) und zu den überzähligen oberen und unteren Endstücke aufgetreten: Tatsächlich hat AREVA keine umfassenden Qualitätssicherungsunterlagen erstellt, um alle relevanten Parameter des Herstellungswegs vor Beginn der Fertigung der Bauteile aufzuzeichnen, und natürlich gibt es Bedenken dazu, ob die FA3-Bauteile möglicherweise ebenfalls denselben *Unregelmäßigkeiten* unterlagen, wie bei ähnlichen Bauteilen, die zu einem früheren Zeitpunkt bei Creusot hergestellt wurden. Das Fehlen gründlicher Herstellungsberichte zur Qualitätssicherung kann bedeuten, dass es entscheidende Abweichungen zwischen den einzelnen Herstellungswegen für die FA3-Bauteile und die überzähligen Prüfbauteile geben kann – gegenteilige Informationen liegen nicht vor – es kann daher keine Garantie gegeben werden, dass die überzähligen Prüfbauteile ausreichend verlässliche Nachbildungen der gefährdeten FA3-Bauteile sind, die inzwischen vollständig und unumkehrbar in den FA3-Reaktordruckbehälter eingebaut worden sind.

Diese Unsicherheiten lassen erhebliche Vorbehalte gegenüber der Verlässlichkeit der vorgeschlagenen Rückschlussmethode aufkommen, mit der die Betriebseignung der FA3-Originalbauteile bestimmt werden soll.

Aussicht für FA3: Es besteht kein Zweifel daran, dass AREVA versuchen wird, nachzuweisen, dass der FA3-Reaktordruckbehälter für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet ist und somit den kerntechnischen Betrieb aufnehmen kann. Dafür gibt es folgende drei Optionen:

Erstens, die Wiederherstellung der betrieblichen und werkstofftechnischen Abstände zur Vermeidung einer raschen Rissbildung durch Herabsetzung der Leistung des Kernkraftwerks und insbesondere die Durchführung von Ausgleichsmaßnahmen, z. B. Vorschriften zur Druck-Temperaturführung (P-T-Grenzwerte), begleitet von Sicherheitsmaßnahmen, die alle normalen und voraussichtlichen anormalen Betriebsarten abdecken. Diese Option erfordert außerdem die Aufhebung des *Bruchausschlusses* der N1-sicherheitskritischen Bauteile, und selbst wenn eine

Leistungsherabsetzung praktisch durchgeführt werden könnte, würde dies zu einem Kernkraftwerk mit deutlich reduzierter Energieerzeugung führen.

Die zweite Option würde den Austausch der gefährdeten Bauteile des FA3-Reaktordruckbehälters und die Wiederherstellung der Voraussetzung *Bruchausschluss* für das Konzept der nuklearen Sicherheit umfassen. Würde diese Option gewählt, wäre es jedoch nicht möglich, die Reparaturarbeiten durchzuführen, während der FA3-Reaktordruckbehälter vor Ort in der Reaktorgube des nuklearen Teils verbleibt. Zudem wären Ausbau, Reparatur oder der vollständige Austausch der Reaktordruckbehälter-Baugruppe mit einem eventuellen späteren Wiedereinbau in den nuklearen Teil sehr kostspielig und zeitaufwändig. Die Unterbrechung würde voraussichtlich die Finanzierbarkeit und Fortsetzung des FA3-Projekts gefährden. Ungeachtet dessen hat die ASN AREVA den Vorschlag unterbreitet, Untersuchungen zu derartigen Reparaturen bzw. zu dieser Austauschoption durchzuführen, obwohl zu diesem Aspekt bisher keine Informationen öffentlich zugänglich gemacht worden sind.

Die dritte Option besteht darin nachzuweisen, dass der Reaktordruckbehälter, selbst mit verminderter Festigkeit, zufriedenstellend für die Inbetriebnahme und den Betrieb ist. Für diese dritte Option wird AREVA nachweisen müssen, dass das Vorliegen der positiven Makroseigerungen – das Vorkommen in den Endstücken, in der Ummantelung – und die verminderte Festigkeit aufgrund des erhöhten Kohlenstoffgehalts, nicht dazu führen wird, dass ein in Betrieb befindliches Bauteil zu einem beliebigen Zeitpunkt eine unzulässige Anfälligkeit für plötzlichen Bruch aufweist, und zwar unter realistischen Betriebsbedingungen über die geplante Lebensdauer des Reaktordruckbehälters von ca. 60 Jahren hinweg. Die derzeitige Untersuchung von AREVA konzentriert sich auf i) die Bestimmung per Analyse (Berechnung) des Festigkeitswerts, der für eine überarbeitete Auslegungsgrundlage erforderlich wäre; ii) die Bewertung (durch Prüfungen) des derzeitigen Mindestwerts der Festigkeit eines nachgebildeten Bauteils; und iii) den Vergleich von i) und ii) zur Begründung der Aussage von AREVA, dass die überarbeitete Auslegungsgrundlage erreichbar sei.

Hinsichtlich dieser dritten Option werden Inhalte dazu erst bekannt werden, wenn AREVA den derzeitigen Analyse- und Prüfdurchgang abgeschlossen hat. Anschließend wird die ASN eine Bewertung vornehmen müssen, und entweder eine Lizenzentpflichtung ablehnen oder erteilen, um den Weiterbetrieb des FA3-Reaktordruckbehälters zu ermöglichen. Die Ergebnisse von AREVA und die Entscheidung der ASN werden nicht vor Mitte 2017 erwartet, wenn nicht sogar später, da die ASN erst kürzlich (30. Juni 2016) erklärte, dass für FA3 gilt: „*Charakterisierung ausstehend, aber ohne Priorität*“.

Künftige Reaktordruckbehälterbauteile für den Europäischen Druckwasserreaktor (EPR): Derselbe Herstellungsweg von Creusot, der für die bereits installierten, aber noch nicht in Betrieb genommenen oberen und unteren Ummantelungsenden des FA3-Reaktordruckbehälters verwendet wurde, kann unter Umständen auch für die von Creusot ausgelagerten Bauteile der beiden EPRs des Kernkraftwerks in Taishan, China gelten, das sich kurz vor der Inbetriebnahme befindet, und diese könnten sehr wahrscheinlich dieselben Fehler aufweisen, und bei künftigen Bestellungen, z. B. dem EPR-Reaktor C von Hinkley Point in Großbritannien auftreten. Tatsächlich hat sich AREVA für die Untersuchung des Umfangs und der Schwere der Makroseigerungen für die zerstörende Prüfung der Vorausbestellung der oberen Endstücke entschieden, die für Hinkley Point C und einen inzwischen stornierten EPR in den USA hergestellt wurden. Die für diese Bauteile vorhandenen Daten zeigen, dass beide unterhalb der Auslegungsspezifikationen hinsichtlich der Materialfestigkeit liegen. Dennoch zeigen diese Daten nicht, ob die Verteilung des überschüssigen Kohlenstoffs in der Ummantelung der einzelnen Bauteile zuverlässig identisch erfolgt ist.

Für diese und künftige Bestellungen von Reaktordruckbehältern für Kernkraftwerke ist noch eine Reihe von Punkten offen. Der anspruchsvollste Aspekt ist dabei, dass für den fehlerhaften Herstellungsweg von Creusot, bei dem Zuschneid und Stauchen eines einzelnen, großen herkömmlichen Blocks, eine Neueinschätzung vorgenommen und neue Qualitätsrichtlinien

angewendet werden müssen, um ein *Konformitätszertifikat* zu erhalten. Stellt sich jedoch heraus, dass dieser bestimmte Herstellungsweg nicht zuverlässig ist, wofür es derzeit starke Anzeichen gibt, muss für die künftigen geschmiedeten Endstücke des Reaktordruckbehälters ein neuer Herstellungsweg entwickelt und technisch zugelassen werden – es mag auf den ersten Blick nicht gleich ersichtlich sein, dass das Verfahren der *Gerichteten Blockerstarrung* (LSD), das für kleinere Endstücke entwickelt wurde, einfach für die größeren EPR-Endstücke angepasst werden kann, oder dass dieses Verfahren die Bildung und die Beibehaltung positiver Makroseigerungen innerhalb des fertigen Bauteils verhindert.

Die Wiederaufnahme des Baus und die Inbetriebnahme des nuklearen Druckkreislaufs von FA3 liegen solange auf Eis bis die vorgeschriebene Prüfphase erfolgt ist. Wie bereits erwähnt, wird die Bewertung des FA3-Reaktordruckbehälters erst Mitte 2017 abgeschlossen sein. Da die ASN nunmehr die Priorität der FA3-Untersuchung und (so wird angenommen) die Qualitätsbewertung für das *Konformitätszertifikat* zurückgestuft hat, könnte sich die Rückkehr zum normalen Betrieb des Kernkraftwerks weiter auf Ende 2017 oder vielleicht sogar 2018 verschieben. Bevor die Fortsetzung der Produktion anderer EPR-Bauteile bei Creusot wieder zugelassen wird, müssen die Herstellungswege neu bewertet werden und für jeden Typ der speziellen Schmiedeteile ein von der ASN ausgestelltes *Konformitätszertifikat* vorliegen. Der Herstellungswechsel zu einer anderen Schmiede, z. B. JSW, wird die Zeit bis zur Wiederaufnahme der Produktion sehr wahrscheinlich nicht verkürzen, da dieses Werk ebenfalls einer Konformitätsbewertung durch die ASN unterzogen werden muss.

Es ist nur schwer vorstellbar, wie der FA3-Reaktordruckbehälter jemals die Vorgaben der Druckgeräterichtlinie der ASN erfüllen soll, insbesondere aufgrund der nicht wiederherstellbaren Fehler in den Qualitätssicherungsunterlagen von AREVA und dem bestätigten Vorliegen eines Bereichs mit positiven Makroseigerungen im unteren Endstück, das inzwischen fest in den Reaktordruckbehälter eingebaut ist. Wenn die nukleare Inbetriebnahme des FA3-Kernkraftwerks vorgenommen werden soll, muss die von der ASN im Januar 2008 formulierte Voraussetzung zurückgenommen und erhebliche Entpflichtungen (Lockerungen) der Auslegungsanforderungen gewährt sowie eine Betriebserlaubnis erteilt werden. In jedem Fall ist es zunehmend fraglich, ob das FA3 bis zum, bereits jetzt deutlich verspäteten Termin Ende 2018 in Betrieb genommen werden kann.

Solche Verzögerungen könnten neue und/oder bestehende Bestellungen von Reaktordruckbehältern für Kernkraftwerke wie das britische Hinkley Point C (HPC) gefährden, da die Kreditgarantie der britischen Regierung für die Finanzierung von HPC unter der Bedingung steht, dass FA3 bis Dezember 2020 fertiggestellt und vollständig in Betrieb genommen ist und über eine Probezeit auslegungsgemäß Strom erzeugt. Wenn diese Grundbedingung in Flamanville nicht erfüllt werden kann, wird bei wegfallender britischer Kreditgarantie die Inanspruchnahme der Geldmittel vollständig auf EdF und seine Co-Investoren entfallen.

Wichtig ist, dass AREVA bei der Fertigung der Komponenten für die oberen und unteren Endstücke eine Qualifizierung nach RCC-M M140 anstelle von QT wählte, eine Praxis, die von der ASN im Januar 2008 unterbunden wurde, indem sie festlegte, dass vor Beginn der Fertigung ein *Konformitätszertifikat* vorgelegt werden muss. Daraus folgt, dass AREVA diesen M140-Ansatz wahrscheinlich auch für die Qualitätssicherung bei der Fertigung anderer N1-Primärkreiskomponenten bis zu diesem Zeitpunkt angewendet hat. Das heißt, dass es auch bei anderen Komponenten Defizite in der QT geben kann, die von Creusot sowie den Schmieden der JCFC und JSW in Japan bezogen wurden, die bekanntermaßen eine Reihe von Primärkreiskomponenten geliefert haben. Zu diesen potenziellen Risikokomponenten können die RDB-Kreisringe gehören, die den Korpus des RDB bilden, Dampferzeugerrohrböden, Bodenkalottenverteiler usw.

Kürzlich (24. September 2016) hat die ASN gemeldet, dass AREVA 20 *Unregelmäßigkeiten* festgestellt hat, die im Zusammenhang mit den bis jetzt geheim gehaltenen Anlagenteilen stünden, die für FA3 gefertigt wurden, während noch vor Kurzem angenommen wurde, dass die problematischen FA3-Bauteile auf die beiden Endstücke des Reaktordruckbehälters begrenzt seien. Es wird angenommen, dass zu den FA3-Bauteilen, die Bestandteil dieser kürzlich aufgedeckten *Unregelmäßigkeiten* sind, Dampfabsperrentile (MSIV) für die FA3-Dampferzeuger gehören, die von der ASN zusammen mit AREVA im Februar 2012 untersucht wurden, auch wenn die Mehrheit (86 %) der am Standort FA3 aufgetretenen Unregelmäßigkeiten im Zusammenhang mit Dampferzeugern stand.

Andere von Creusot bezogene Komponenten: Auch wenn das von der ASN nicht bestätigt wurde, ist anzunehmen, dass die *Unregelmäßigkeiten*, von denen die Komponenten älterer KKW (z. B. der in den späten 1970er- und frühen 1980er-Jahren in Betrieb genommenen 900-MWe-Baureihe) betroffen sind, auf dieselben Fehler, Unterlassungen usw. zurückzuführen sind, durch die, wie man jetzt weiß, die QT-Akten zu den Bedingungen bei Creusot hinsichtlich der Risikokomponenten in FA3 verfälscht wurden. Die Liste der bisher veröffentlichten *Unregelmäßigkeiten* (Stand: 24. September 2016) betrifft vornehmlich Dampferzeuger: Von den Unregelmäßigkeiten der in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke sind beispielsweise 74 % in Bezug auf Dampferzeuger aufgetreten.

Zusätzlich zu den Unregelmäßigkeiten, die die in Frankreich in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke betreffen, gibt es weitere Kernkraftwerke im Ausland, die ebenfalls betroffen sein könnten. Da die ASN jedoch die Verantwortung für Komponenten, die an im Ausland befindliche Kernkraftwerke geliefert wurden, von sich weist, sind keine weiteren Einzelheiten verfügbar.

Cruas 3 und Chinon B3: Cruas 3 (~1984) und Chinon B3 (~1987) sind beide mit Reaktordeckeln ausgestattet, die bei Creusot nach dem Herstellungsverfahren mit einem großen konventionellen Gussblock gefertigt wurden. Wenn diese Komponenten, wie anzunehmen ist, dieselben Schwächen wie die späteren (ebenfalls aus konventionellen Gussblöcken geschmiedeten) FA3-Komponenten aufweisen, dann besteht auch bei ihnen die Gefahr einer Erschöpfung der Bruchzähigkeit in Zonen mit positiver Makroseigerung in der Komponentenummantelung.

Bis zum Abschluss der aktuellen Beurteilung der FA3-Komponenten durch AREVA sollte eine Abschaltung oder Lastminderung für diese beiden KKW in Betracht gezogen werden, insbesondere vor dem Hintergrund der weiteren Minderung der Materialzähigkeit aufgrund von dehnungsinduzierter und thermischer Alterung über die Laufzeit der beiden KKW.

Unregelmäßigkeiten bei Komponenten von Creusot seit 1965: Es gibt sehr wenig Informationen und Daten über eine Reihe der jetzt identifizierten französischen KKW, für die die ASN bestätigt, dass sie seit 1965 von Creusot bezogene Komponenten enthalten, bei denen bekanntermaßen *Unregelmäßigkeiten* bezüglich ihrer Fertigungsakten vorliegen.

Die ASN definiert *Unregelmäßigkeiten* als „*Widersprüche, Modifikationen oder Auslassungen in den Fertigungsakten hinsichtlich Fertigungsparametern und Testergebnissen*“. Eine so weitreichende Definition umfasst natürlich eine Vielzahl von Abweichungen in Herstellungsverfahren, Materialfehlern, schlechter und/oder zweifelhafter Protokollierung, Missmanagement usw. Komponenten, die solche *Unregelmäßigkeiten* aufweisen, müssen bis zum Beweis des Gegenteils als hinreichendes Risiko für die nukleare Sicherheit betrachtet werden.

Unabhängig davon, wie die *Unregelmäßigkeiten* im Einzelnen aussehen, ist klar, dass die zum jeweiligen Zeitpunkt der Herstellung geltenden QT-Anforderungen unzureichend waren, um einen wahrheitsgetreuen Tatsachenbericht über die von Creusot bezogenen Komponenten zu erfassen. Wie die ESPN QT vom Dezember 2005 konnten offenbar auch die früheren QT-

Anforderungen gemäß den Verordnungen vom Februar 1974 und Oktober 1999 in ihrer Zeit nicht die Grundlage für ein zuverlässiges QT-System festlegen.

Wenn, wie es den Anschein hat, das QT-System seit 1974 – oder bereits seit 1965, wie AREVA impliziert – unzulänglich war, dann hat dieses Versagen des Qualitätssicherungssystems möglicherweise ermöglicht, dass eine Vielzahl unterschiedlicher Komponenten mit Abweichungen ungeprüft, unbemerkt und/oder schadhaft durchgerutscht sind. Mit anderen Worten, es ist unwahrscheinlich, dass sich die *Unregelmäßigkeiten* allein auf das Auftreten von Makroseigerungen in Verbindung mit der Verwendung von einzelnen großen Schmiedeteilen im Herstellungsverfahren bei Creusot beschränken. Tatsächlich können Risikokomponenten aus verschiedensten Herstellungsverfahren oder anderen Quellen für Abweichungen bezogen worden sein. Bis Einzelheiten zu den *Unregelmäßigkeiten* öffentlich zugänglich sind, kann also über das Risiko und den potenziellen Schweregrad von Störungen bei den in Betrieb befindlichen KKW nur spekuliert werden. Die jüngste Hinzunahme der Bodenkalotten der Dampferzeuger und insbesondere die Aussetzung des Dampferzeugers in Fessenheim 2 aufgrund einer positiven Makroseigerungszone in der eindeutig anders ringförmig geschmiedeten Unterteilkomponente könnten darauf hindeuten.

Kürzlich (12. September 2016) hat die ASN bestätigt, dass „*seit Ende 2015 drei unterschiedliche Fälle von gefälschten, betrügerischen und minderwertigen Elementen (CFSI, Counterfeit, Fraudulent and Substandard Items) in Verbindung mit der Atomindustrie*“ in Frankreich gemeldet wurden. Ein mögliches Beispiel für betrügerische Protokollierung ereignete sich von März bis Mai 2016, als drei oder möglicherweise vier Ersatzdampferzeuger ausrangiert (oder für den teilweisen Austausch der unteren Verteiler entfernt) wurden, weil die Prüfberichte (QT) von Creusot einen fehlerhaften Kohlenstoffgehalt angaben und das Vorhandensein einer positiven Makroseigerungszone verschwiegen.

Eine weitere Unklarheit ist, dass EdF zwar angegeben hat, dass 50 Risikokomponenten in in Betrieb befindlichen französischen KKW installiert sind und die KKW namentlich identifiziert hat, bisher jedoch nicht erklärt hat, um welche Risikokomponenten es sich handelt. Noch unklarer wird die Situation durch jüngste Berichte in Branchenmedien und eine Erklärung der ASN vom 23. Juni 2016, dass ähnliche Zonen mit positiven Makroseigerungen in den halbkugelförmigen Bodenkalotten von in Betrieb befindlichen Dampferzeugern in insgesamt 18 KKW der 900-MWe- und 1.450-MWe-Baureihen gefunden wurden. Es wird davon ausgegangen, dass diese Risikodampferzeuger zu den zuvor angegebenen 50 Risikokomponenten hinzukommen und die 3 oder 4 weiteren Ersatzdampferzeuger nicht einschließen, die im oder um den Mai 2016 nach Gesprächen mit der ASN ausrangiert wurden.

Das Herstellungsverfahren für die in den 18 KKW installierten Dampferzeuger wurde von Creusot und der JCFC bezogen. Die Beteiligung des letztgenannten japanischen Guss- und Schmiedewerks könnte dieses Problem international ausweiten.

In der Vergangenheit wählte AREVA scheinbar eine Qualifizierung nach RCC-M M140 und legte den Schwerpunkt der Qualitätskontrolle auf die Auslegung von Komponenten, unter Vernachlässigung der Qualitätssicherung des Herstellungsverfahrens (der Ansatz der QT-Akte). 2005 veröffentlichte die ASN die Druckgeräterichtlinie *Équipements Sous Pression Nucléaire* (ESPN) mit Maßnahmen zur Verbesserung der Qualitätskontrolle und Sicherheit des Herstellungsverfahrens, jedoch nur mit begrenztem Erfolg: 2007 äußerte die ASN ihre große Enttäuschung („*besorgniserregende Situation*“) über den Widerstand von AREVA gegen die Übernahme der ESPN-basierten Qualitätsprüfungen. Diese offensichtliche Abwehrhaltung von AREVA ähnelt der schlechten Praxis früherer Jahre, in denen die Risikodampferzeuger in Creusot und anderswo hergestellt wurden.

Es könnte zweckdienlich sein, die 2005 veröffentlichte Grundlage der Druckgeräterichtlinie *Équipements Sous Pression Nucléaire* (ESPN) auf alle in Betrieb befindlichen KKW anzuwenden, von denen angenommen wird, dass dort Risikokomponenten installiert sind, selbst wenn diese Risikokomponenten in früheren Jahren mit unvollständigen und/oder

verfälschten Qualitätssicherungsunterlagen hergestellt wurden. So können die Defizite in den Qualitätssicherungsberichten soweit möglich mit Daten aufgefüllt werden, die durch eine strenge Inspektion in jedem einzelnen KKW gewonnen werden – es besteht die Möglichkeit für den Werksbetreiber (EdF), fehlende Teile der Qualitätssicherungsunterlagen „wiederherzustellen“.

In jedem Fall ist die aktuelle Situation, in der KKW mit Risikokomponenten mit unbekannter Herstellungsgeschichte (also einer unvollständigen oder „*unregelmäßigen*“ Qualitätsprüfung) betrieben werden, im Sinne der nuklearen Sicherheit inakzeptabel. Das Problem darf nicht weiter nur fallweise behandelt werden, sodass die Risiken erst angegangen werden, wann immer und wo immer sie auftreten. Der Ansatz muss regelmäßig, allgemein und präventiv sein. Es wäre verwerflich von der ASN, wenn sie in dieser Angelegenheit weiter schwanken und EdF/AREVA erlauben würde, ohne eine effektive und ordnungsgemäß verwaltete Qualitätsprüfung mit entsprechenden *Konformitätszertifikaten* weiter die Begutachtung von FA3 und den Risikokomponenten der in Betrieb befindlichen KKW fortzusetzen.

Tatsächlich wurde die allgemeine Fallbeurteilung für den Ausfall eines Dampferzeugerverteilers von EdF durchgeführt und im Auftrag der ASN vom IRSN überprüft. Der IRSN-Bericht umfasst KKW der Baureihen CPO, CPY und N4 und kommt zu dem Schluss, dass EdF für eine zutreffende Analyse weitere entscheidende Daten benötigt. Das IRSN widerspricht der Einschätzung von EdF, dass der Reaktorkern gesichert sei, und kommt zu dem Ergebnis, dass bei bestimmten Stöorzuständen in Verbindung mit dem plötzlichen Ausfall eines Dampferzeugerverteilers der Reaktorkern schmelzen kann. Um den Spielraum zur Vermeidung einer Kernschmelze zu erhöhen, empfiehlt sie für alle mit den Risikodampferzeuger ausgestatteten in Betrieb befindlichen KKW die sofortige Umsetzung einer Reihe von (nicht spezifizierten) Gegenmaßnahmen durch EdF. Tatsächlich ist der IRSN-Bericht eine stillschweigende Anerkennung der Tatsache, dass eine nicht genannte Anzahl KKW der Baureihen CPO, CPY und N4 derzeit mit einem nicht quantifizierten Risiko eines radiologischen Vorfalls in Betrieb sind.

Aussetzung Fessenheim 2: Ein Beispiel für das fallweise Vorgehen ist die jüngste Aussetzung des Prüfsertifikats für einen der Ersatz-Dampferzeuger in Fessenheim 2. Diese Maßnahme wurde von der ASN nach Entdeckung einer Makroseigerungszone im unteren Teil des Dampferzeugers durchgeführt, nachdem dieser zuvor im Februar 2012 als gebrauchstauglich zertifiziert worden war. Wie jetzt bekannt wird, kam es zu der Aussetzung des Zertifikats, weil beim Beschneiden und Aussondern des Gussblocks (bei dem jegliche Makroseigerungseinschlüsse entfernt sein sollten) das gemessene Gewicht des Gussblocks unverändert blieb, was darauf hindeutet, dass kein Aussondern stattgefunden hat. Derzeit verlangt die ASN von AREVA, den Nachweis der Konformität der Dampferzeugerkomponente. Dem kommt AREVA zumindest teilweise nach, indem es eine Nachbildung der Komponente testet, die dasselbe Herstellungsverfahren von Creusot durchlaufen hat.

Die Aussetzung des Dampferzeugers in Fessenheim 2 wirft Zweifel hinsichtlich der Behauptung auf, dass mittig durchbohrte Schmiedeteile (d. h. Kreisringe – im unteren Teil des Dampferzeugers in Fessenheim 2) keine verbleibenden Zonen von Makroseigerungen aufweisen. Mit dieser Behauptung hat EdF Energy in Großbritannien begründet, warum die von Creusot bezogenen Düsen- und Übergangsringe im Reaktordruckbehälter in Sizewell nicht weiter als mögliche Risikokomponenten betrachtet werden müssen.

KKW Sizewell in Großbritannien: Der Fortschritt von EdF/AREVA bei der Analyse der Sicherheit der in Betrieb befindlichen KKW mit installierten Risikokomponenten wurde bisher von der ASN noch nicht veröffentlicht. Die britische Atomaufsichtsbehörde (*Office for Nuclear Regulation* (ONR)) hat jedoch eine Antwort (März 2016) von EdF Energy, dem Betreiber des KKW mit Druckwasserreaktor (DWR) in Sizewell B, Suffolk, erhalten. Diese Antwort von EdF Energy liefert möglicherweise Erkenntnisse über den Ansatz, den sein französischer Counterpart für die in Frankreich betriebenen KKW übernehmen könnte.

Interessanterweise hat EdF Energy nur 2 der 6 von Creusot bezogenen Hauptkomponenten für den Reaktordruckbehälter von Sizewell B berücksichtigt und somit stillschweigend angenommen, dass es keinen potenziellen Kohlenstoffüberschuss in den von Creusot bezogenen Kreisschmiedeteilen gibt. Die kürzliche Aussetzung des Zertifikats für den Dampferzeuger in Fessenheim 2 aufgrund einer positiven Makroseigerungszone in einer ringförmig geschmiedeten Ummantelungskomponente lässt Zweifel an dieser Sichtweise aufkommen, auch wenn es zurzeit nicht möglich ist, die Herstellungsverfahren der Schmiedeteile in Sizewell und Fessenheim und insbesondere Ähnlichkeiten zwischen diesen zu identifizieren.

Im Hinblick auf die Reaktordeckel von Sizewell B räumte EdF Energy ein, dass die mit dem Testring (ein vom äußeren Rand des Schmiedeteils entnommenes Teil) gewonnenen Ergebnisse nicht ausreichen, um die Werkstoffkonformität für die gesamte Komponente nachzuweisen, und erklärte, *„der Nachweis der Beschaffenheit für das gesamte Schmiedeteil ist allein mit diesen {Testring-} Ergebnissen nicht möglich“*.

Stattdessen bezog sich die Antwort von EdF Energy an die britische Atomaufsichtsbehörde fast ausschließlich auf ein Konferenzpapier von 1985, in dem die Entwicklung des Herstellungsverfahrens *Lingot à Solidification Dirigée* (LSD) beschrieben wird, das sich aber nicht speziell auf die Reaktordeckel von Sizewell B bezieht und keine Daten über diese enthält. Überraschenderweise wurde auf dieser Grundlage, also mit Verweis auf ein Papier von 1985, das *„etwa zu der Zeit erstellt wurde, als das Kuppelschmiedeteil für SZB {Sizewell B} hergestellt wurde“*, und im Vertrauen darauf, dass das Herstellungsverfahren ein anderes war, als der für die Reaktordeckel von FA3 verwendete große konventionelle Gussblock, das Risikopotenzial für die Schmiedeteile von Creusot in Sizewell B ohne weitere Umstände oder Bedenken verworfen.

Das Beispiel von Sizewell B zeigt, wie bei der technischen Qualifizierung einer vorhandenen Risikokomponente nicht verfahren werden darf. Hier wurde – insbesondere vor dem Hintergrund der jüngsten Bestätigung durch die ASN, dass bei Dampferzeugerkomponenten ebenfalls das Risiko von Makroseigerungen besteht – nicht unwiderlegbar nachgewiesen, dass diese aus einem einzelnen, identifizierbaren Herstellungsverfahren stammen (wie zum Beispiel dem großen konventionellen Gussblock anstelle des LSD bei den FA3-Risikokomponenten).

Unzuverlässige Testringergebnisse: Die Existenz von FA3, RDB und anderen N1-Komponenten in in Betrieb befindlichen KKW sowie möglicherweise Dampferzeugerrisikokomponenten und das mangelnde Vertrauen in die jüngste Neubeurteilung von Sizewell B deuten stark darauf hin, dass eine Werkstoffanalyse und Prüfung anhand des Schmiedeteiltestrings unzuverlässig ist. Tatsächlich wurde das Testringmaterial für die FA3-Risikokomponenten von den Randbereichen der stauchgeschmiedeten Platte entnommen, die am weitesten von der Zone mit positiven Makroseigerungen entfernt lagen.

Dementsprechend wäre es vernünftig, alle geschmiedeten Komponenten von Creusot (sowie aufgrund der Dampferzeugermängel auch JCFC- und möglicherweise JSW-Komponenten) zu überprüfen, deren Werkstoffanalyse und physikalische Prüfung übermäßig auf dem Testring basierte. Möglicherweise sind die bis 1965 zurückreichenden Qualitätsprüfungen für alle diese Risikokomponenten im Wesentlichen fehlerhaft. Außerdem ist anzumerken, dass das Konferenzpapier von 1985, das belegen sollte, dass das LSD-Herstellungsverfahren für Sizewell B frei von Makroseigerungen ist, auf Ergebnissen mit Testringen basierte, die von vergleichbaren Stellen wie den heute als unzuverlässig eingeschätzten entnommen wurden.

Offenbar müssen alle Risikokomponenten fallweise neu beurteilt und technisch qualifiziert werden. Da das übermäßige Auftreten von Kohlenstoff in den positiven Makroseigerungszone der Sicherung gegen plötzlichen Bruch größeres Gewicht verleiht, erfordert die Beurteilung der einzelnen in Betrieb befindlichen KKW ein höheres Maß an Komplexität (und unvorhersehbarer Unsicherheit), um sprödes und duktiler Ansprechverhalten der einzelnen Risikokomponenten zu berücksichtigen, da dieses sich über die Lebensdauer des jeweiligen KKW verändert hat.

Qualitätssicherung und technische Qualifizierung (QT): Für die FA3-Komponenten ist nach der deutlichen Ermahnung von AREVA durch die ASN im April 2007 klar, dass die Fortsetzung der Herstellung vor der Einrichtung und Genehmigung des QT-Regimes inakzeptabel war. Dennoch beschloss die ASN, aus welchen Gründen auch immer, die Herstellung nicht aufzuhalten, obwohl keine adäquate QT existierte und sie kein *Konformitätszertifikat* ausgestellt hatte. Die ASN hat inzwischen (16. August 2016) bestätigt, dass kein *Konformitätszertifikat* für den RDB in FA3 ausgestellt wurde. Tatsächlich erlaubte die ASN – die möglicherweise gar nicht über die rechtlichen Mittel verfügte, etwas anderes zu tun – AREVA, die Bodenkalotte zusammenzuschweißen, um den RDB für FA3 fertigzustellen und im Januar 2014 in der Reaktorgrube in Flamanville zu installieren – alles praktisch unumkehrbare Baumaßnahmen, die den Angaben zufolge stattfanden, bevor AREVA den RDB auf Heterogenität und Übereinstimmung mit den QT-Anforderungen von ESPN untersucht hat, die 2005 von der ASN veröffentlicht wurden und seit Februar 2008 zwingend vorgeschrieben sind.

Die Situation hinsichtlich der Risikokomponenten, die in in Betrieb befindlichen KKW installiert wurden, während *Unregelmäßigkeiten* vorlagen, ist sogar noch unklarer. Grund dafür ist, dass die Vorhersage der ASN in Bezug auf die FA3-Komponenten, *„il se pourrait que la garantie de qualité des pièces fabriquées auparavant ne puisse pas être apportée, ce qui conduirait au rebut de ces pièces“* sicher ebenso für alle früher hergestellten Komponenten gelten muss, bei denen man davon ausgeht, dass der QT-Bericht unzureichend und anfällig für *Unregelmäßigkeiten* ist, zusammen mit der Warnung der ASN, *„l'ASN n'aurait malgré tout pas pu mener sur la fabrication de ces ucléa les contrôles visant à évaluer la conformité de leur fabrication de manière pertinente puisque les paramètres essentiels de cette dernière ne seraient pas connus au moment de sa réalisation“*.

Mit anderen Worten, das Urteil der ASN in Bezug auf die FA3-Komponenten gilt rückwirkend gleichermaßen für alle Komponenten mit einem „unregelmäßigen“ QT. Wie von AREVA eingeräumt, wurden seit 1965 etwa 400 Komponenten mit zweifelhafter QT-Herkunft von Creusot bezogen, von denen 50 derzeit in in Betrieb befindlichen französischen KKW installiert sind. Zusätzlich zu diesen Risikokomponenten ist inzwischen anerkannt, dass auch Risikodampferzeuger in den Primärkreisen von 18 in Betrieb befindlichen KKW installiert sind, von denen einige möglicherweise von den japanischen Unternehmen JCFC und JSW hergestellt wurden – was diesem sehr schwerwiegenden Rückschlag in Bezug auf das Vertrauen in den sicheren Betrieb der französischen Kernkraftwerke eine internationale Dimension verleiht.

Zusammenfassung der in Betrieb befindlichen Risiko-KKW in Frankreich: Tabelle 6 dieses Berichts listet die in Betrieb befindlichen französischen KKW auf, in denen Risikokomponenten installiert sind. Sie umfasst die *Unregelmäßigkeiten* sowie die in in Betrieb befindlichen französischen KKW installierten Risikodampferzeuger.

Tabelle 6 In Betrieb befindliche französische Risiko-KKW^S

KKW-BAUREIHE	KKW	UNREGELMÄSSIGKEIT LAUT ASN	RISIKODAMPFERZEUGER	EINHEIT MWe	ERSTER KOMMERZIELLER LEISTUNGSBETRIEB
900 MWe	Blayais 1-4	Einheit 1, 3	Einheit 1	910	81, 83, 83, 83
	Bugey 2-3	Einheit 2, 3		910	79, 79
	Bugey 4-5	Einheit 4	Einheit 4	880	79, 80
	Chinon B1-4	Einheit B1, B3	Einheit B1, B2	905	84, 84, 87, 88
	Cruas 1-4			915	84, 85, 84, 85
	Dampierre 1-4	Einheit 1, 3, 4	Einheit 2, 3, 4	890	80, 81, 81, 81
	Fessenheim 1-2	Einheit 1, 2	Einheit 1, 2	880	77, 78
	Gravelines B1-4		Einheit 2, 4	910	80, 80, 81, 81
	Gravelines C5-6	Einheit 3		910	85, 85
	Saint-Laurent B1-2	Einheit B1, B2	Einheit B1, B2	915	83, 83
	Tricastin 1-4	Einheit 2, 3	Einheit 1, 2, 3, 4	915	80, 80, 81, 81
1300 MWe	Belleville 1 & 2			1310	88, 89
	Cattenom 1-4	Einheit 1		1300	87, 88, 91, 92
	Flamanville 1-2			1330	86, 87
	Golfech 1-2	Einheit 2		1310	91, 94
	Nogent s/Seine 1-2			1310	88, 89
	Paluel 1-4	Einheit 1		1330	85, 85, 86, 86
	Penly 1-2			1330	90, 92
	Saint-Alban 1-2			1335	86, 87
N4 – 1450 MWe	Chooz B1-2			1500	96, 99
	Civaux 1-2	Einheit 2	Einheit 1, 2	1495	99, 00

Wie groß dieses Problem ist, zeigt die Tatsache, dass 44 % der gesamten nuklearen Erzeugungskapazität in Frankreich aus Risiko-KKW stammen. Verteilt auf die verschiedenen KKW-Typen stammen etwa 68 % der Erzeugungskapazität der 900-MWe-Baureihe aus Risiko-Reaktoren, etwa 15 % der 1300-MWe-Baureihe und 50 % der Erzeugungskapazität der N4-KKW.



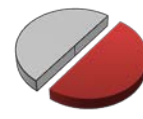
RISIKO KERNKRAFT INSGESAMT



RISIKO 900-MWe-BAUREIHE



RISIKO 1300-MWe-BAUREIHE



RISIKO 1450-MWe-BAUREIHE

Für die Inspektion sowie mögliche Abhilfemaßnahmen für den überwiegenden Teil der in Betrieb befindlichen französischen KKW werden beträchtliche Ressourcen benötigt werden. Solange die ASN keine weiteren Einzelheiten bekannt gibt, kann über Zeitrahmen, Kosten und potenzielle Verluste an Erzeugungskapazität in Verbindung mit diesem landesweiten Abhilfeprogramm nur spekuliert werden. Es ist jedoch anzunehmen, dass aufgrund der begrenzten Ressourcen von EDF hinsichtlich Mitarbeitern und Betriebsmittel diese Inspektions-

und Beurteilungsprogramme auf die bereits geplanten Stillstandzeiten für Nachspeisung und/oder Wartung der jeweiligen KKW verteilt werden müssen. In Anbetracht der Anzahl der betroffenen KKW ist davon auszugehen, dass ein solcher gestaffelter Ansatz sich über viele Jahre erstrecken würde.

Wenn die einzelnen KKW bis zu ihrem festgelegten Inspektionstermin usw. in Betrieb bleiben, dann muss die Öffentlichkeit ein in unbekanntem Maße erhöhtes Risiko von Störfällen durch den Ausfall der installierten Risikokomponenten hinnehmen. Am 26. April 2016 hat die ASN von EdF und AREVA verlangt, „so bald wie möglich“ eine „*Beurteilung der Konsequenzen für die Sicherheit der Einrichtungen*“ vorzulegen. Inzwischen, nach weiteren fünf Monaten, hat AREVA-EdF eine Übersichtsliste der Bauteile und der Kernkraftwerke vorgelegt, bei denen *Unregelmäßigkeiten* aufgetreten sind. Allerdings gibt es keine beigefügte Risikobewertung zu möglichen Unfällen und radiologischen Folgen, die daraus im Einzelnen entstehen könnten.

JOHN LARGE
LARGEASSOCIATES
CONSULTING ENGINEERS,
LONDON