

CLI CATTENOM

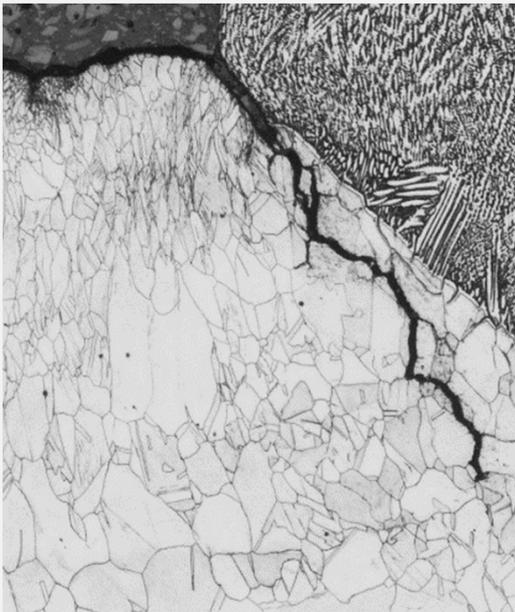
3 – SPANNUNGSKORROSION

Landesweiter Fortschrittsbericht
Lage am Standort Cattenom

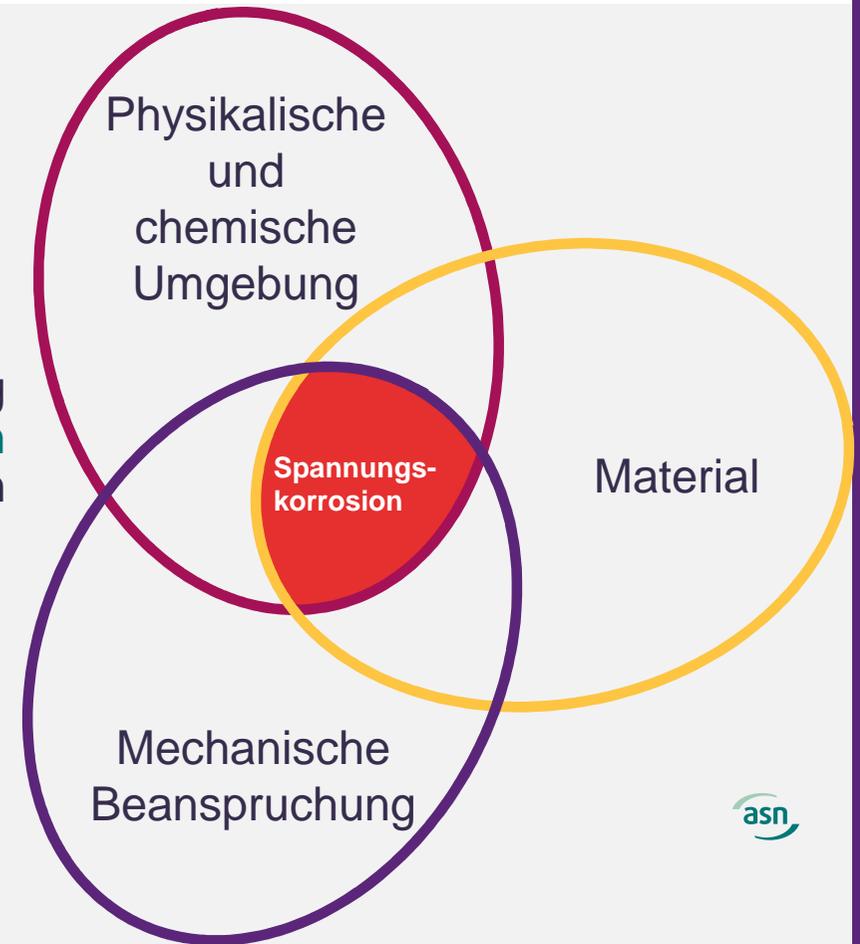
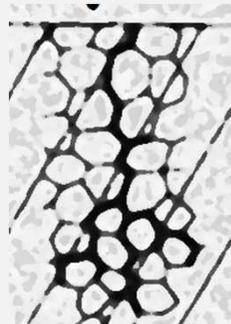
WAS IST SPANNUNGSKORROSION?

Bei der Spannungskorrosion wirken **mehrere Parameter** zusammen.

Es handelt sich um ein bekanntes Phänomen. Bei einigen Kreisläufen von Kernreaktoren wurde es ausgeklammert.



Es äußert sich in der Bildung und Ausbreitung von **Rissen** entlang der Korngrenzen von Stahl.

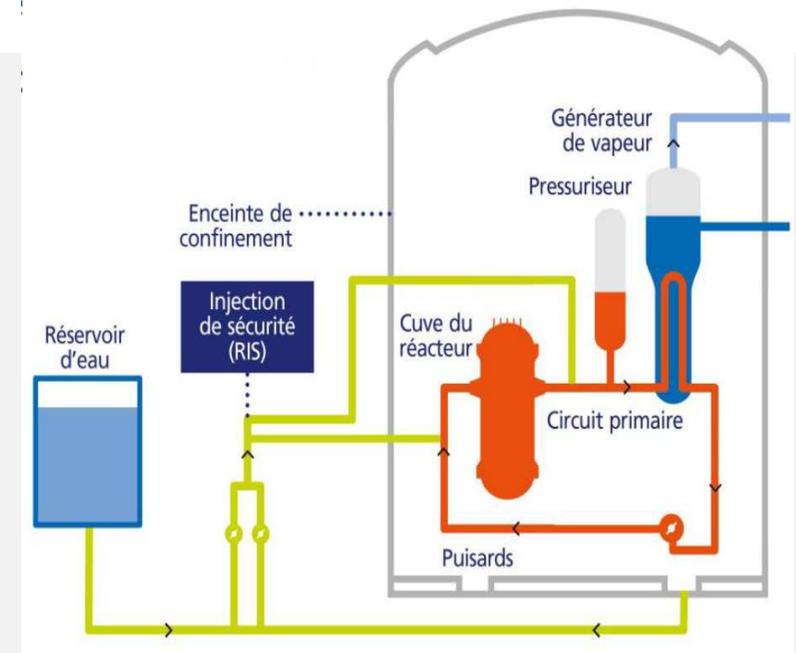


BETROFFENE ROHRLEITUNGEN

- **Sicherheitseinspeisung (RIS):** speist bei einem Störfall mit einer Leckage boriertes Wasser ein, um den Reaktorkern zu kühlen.
- **Nachzerfallwärmeabfuhrsystem (RRA):** gewährleistet die Kühlung bei Abschaltung, Entnahme der Brennstäbe und Wiederanfahren.

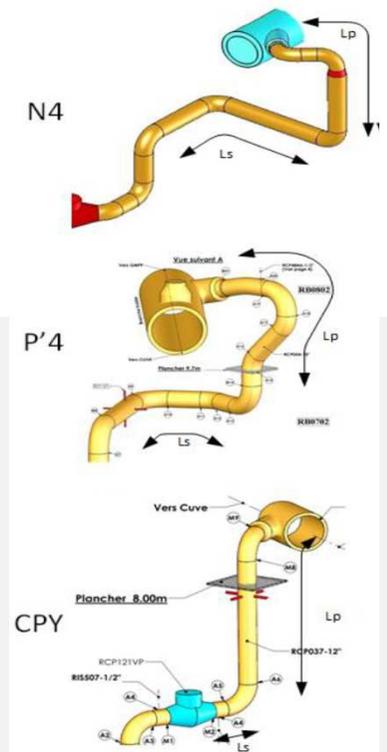
Nukleare Sicherheit der Anlagen:

- **Nachweis durch Berechnung** der Möglichkeit zur Kühlung des Reaktorkerns in einer ungünstigen Situation mit Bruch zweier RIS-Leitungen
- Einführung **besonderer Betriebsmaßnahmen**, um Situationen zu vermeiden, die mit einer starken Beanspruchung der Schweißnähte verbunden sind, und um etwaige Leckstellen umgehend zu ermitteln



ENTWICKLUNGSFÄHIGE STRATEGIE VON EDF

- **Priorisierung:** Anfälligkeit verschiedener Leitungen je nach Reaktortyp (abhängig von ihrer Geometrie), instand gesetzte Schweißstellen
- Entwicklung **neuer Prüfmethode**n, insbesondere mit Ultraschall
- **Austausch** besonders anfälliger Leitungen
- Prüfstrategie wird je nach Kenntnisstand **weiterentwickelt**

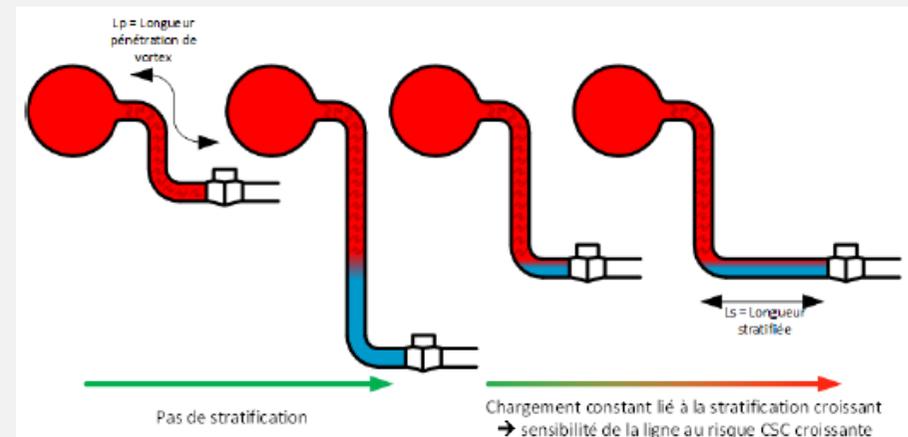


	Besonders anfällige Leitungen
	Anfällige Leitungen
	Kaum anfällige Leitungen (kein Fall von Spannungskorrosion festgestellt)
	Vermutlich nicht betroffene Leitungen: Leitungsform begünstigt keine mechanischen Belastungen in Zusammenhang mit thermischer Schichtung

Leitungstyp	1450 N4	1300 P'4	1300 P4	900 CPY	900 CP0
RIS kalt					
RIS heiß					
RRA kalt					
RRA heiß					

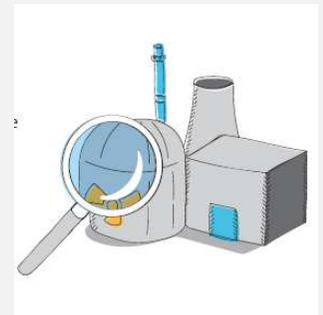
VERSTÄNDNIS DES PROBLEMS

- Mehr als 150 Schweißstellen wurden im Labor untersucht
- Eine Einzelursache konnte nicht ermittelt werden
- Das Problem steht nicht mit der Alterung in Verbindung
- Die Geometrie der Rohrleitungen, die in waagerechten Abschnitten eine **thermische Schichtung** bewirkt, verursacht offenbar betriebsbedingte Beanspruchungen, die bei der Auslegung nicht berücksichtigt wurden
- Durch **instand gesetzte Schweißstellen** können singuläre Situationen entstehen (z. B. 23 mm langer Riss bei einer Schweißnaht in Penly)



MASSNAHMEN DER ASN

- **Fachlicher Austausch** mit anschließenden Stellungnahmen zur EDF-Strategie (zu bestimmten Themen der externen Untersuchung des IRSN und der ständigen Expertengruppe bei der ASN) und je nach Fall zu Reaktoren
- **Genehmigung:**
 - Ausschneiden und Austauschen von Rohrleitungen
 - Wiederanfahren der Reaktoren nach Prüfung der Ergebnisse und der Arbeiten
- **Inspektionen** vor Ort und bei zentralen Stellen:
 - Bedingungen für die Durchführung der Ultraschallprüfungen
 - Herstellung der Ersatzteile (auch im Ausland)
 - Ausschneiden und Wiedereinbauen von Rohrleitungen, Schweißarbeiten
 - Übergangsregelungen für Reaktoren, die nicht abgeschaltet wurden=> 45 Inspektionen, davon 5 in Cattenom
- **Informierung** der Interessengruppen (CLI, Parlament, ausländische Behörden ...
+ Website: <https://www.asn.fr/l-asn-controle/corrosion-sous-contrainte>



FORTSCHRITT AUF NATIONALER EBENE

Oktober 2023

Typ N4 (1450 MWe) – Austauscharbeiten abgeschlossen

Austausch anfälliger RIS- und RRA-Leitungen: CIV1, CIV2, CHZ1, CHZ2.

1300-MWe-Reaktoren – Austauscharbeiten sind abgeschlossen, laufen oder sind geplant

Typ P'4 – Austausch anfälliger RIS-Leitungen:

BEL1, BEL2, CAT1, CAT2, CAT3, CAT4, GOL1, GOL2, NOG1, NOG2, PEN1, PEN2.

Typ P4 – Teilaustausch:

FLA1 (kalter RRA-Strang 1), PEN1 (heißer RIS-Strang 1, kalter RRA-Strang 1, heißer RRA-Strang 4).

900-MWe-Reaktoren – Austauscharbeiten sind abgeschlossen, laufen oder sind geplant

Teilaustausch:

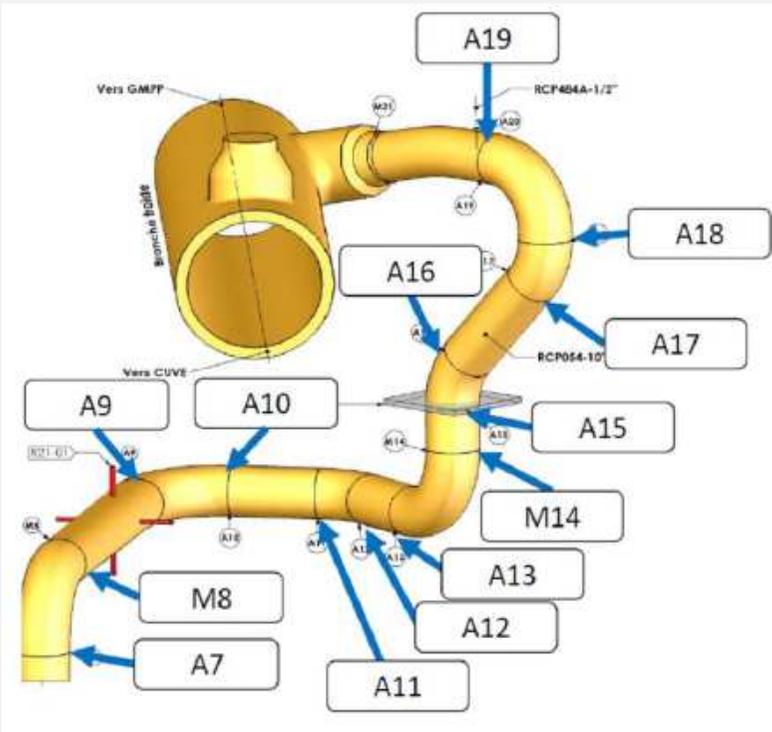
CHB1 (kalter RIS-Strang 1), CHB3 (kalter RIS-Strang 2), BLA2 (kalter RIS-Strang 2, heißer RRA-Strang 2), SLB2 (kalter RIS-Strang 2).

FORTSCHRITT IN CATTENOM

Oktober 2023



Austausch anfälliger Leitungen: kalter RIS-Strang



Reaktor	kalter RIS-Strang
1	Vollständiger Austausch im Sommer 2023
2	Vollständiger Austausch im Frühjahr 2023
3	Vollständiger Austausch in 2022
4	Teilaustausch in 2022, weitere Austauscharbeiten bei 3. Zehnjahresrevision geplant

Signifikantes Ereignis der Stufe 1 auf der INES-Skala in Cattenom
 aufgrund festgestellter Mängel an Schweißstellen
 in Cattenom 3 (max. Tiefe: 2,78 mm)



FORTSCHRITT IN CATTENOM

Oktober 2023

Prüfungen der instand gesetzten Schweißstellen (heißer RIS-Strang, RRA):

- 2023 bei den Reaktoren 1 bis 3 durchgeführt
- Im Rahmen der 3. Zehnjahresrevision bei Reaktor 4 geplant

Reaktor	RIS		RRA			
	heißer Strang 1	heißer Strang 2	kalter Strang 1	kalter Strang 2	heißer Strang 3	heißer Strang 4
1		1		2	1	
2		1		2		
3	1	3	1	1	1	1
4						

Keine nennenswerten Anzeichen bei instand gesetzten Schweißstellen

EINSCHÄTZUNGEN DER ASN

Auf nationaler Ebene:

- Professionalisierung der Teams, die für die **zerstörungsfreien Prüfungen** zuständig sind
- Professionalisierung der Teams, die für den **Austausch der RIS- und RRA-Leitungen** zuständig sind (weniger Reparaturen erforderlich, kürzere Dauer)
- Steigerung der **Qualität der Austauscharbeiten**
- Mangelnde Rückverfolgbarkeit relevanter Angaben für die Analyse der Spannungskorrosion in den **Fertigungsberichten** (z. B. Ausrichtung der Rohrleitungsteile)

In Cattenom:

- **Zerstörungsfreie Prüfungen:** hohe Qualität hinsichtlich technischer Umsetzung und Überwachung der Dienstleister; Rückverfolgbarkeit könnte noch verbessert werden
- **Sicherheit:** gute Implementierung der Betriebsausgleichsmaßnahmen
- **Austausch der RIS-Leitungen:** hohe Umsetzungsqualität; verbesserungswürdige Punkte bei Rückverfolgbarkeit der Überwachung von Dienstleistern und Dokumentation festgestellt

FAZIT UND AUSBLICK

- Erhebliche Anstrengungen seitens EDF, um Untersuchungen zu dem Problem durchzuführen, einen neuen **Modus für zerstörungsfreie Prüfungen** zu entwickeln und besonders anfällige **Leitungen auszutauschen**
- Austausch aller **anfälligen Leitungen** bis Anfang 2024, danach Einführung einer Überwachung im Betrieb
- **Kaum oder nicht anfällige Leitungen:** Kontrollen geplant (insbesondere bei RIS, RRA, Druckhalter)
- Kontrolle aller **instand gesetzten Schweißstellen** bis Ende 2025
- Strategien zur **Überwachung** auf Spannungskorrosion und thermische Ermüdung **im Betrieb** sind noch auszuarbeiten/zu vervollständigen

