

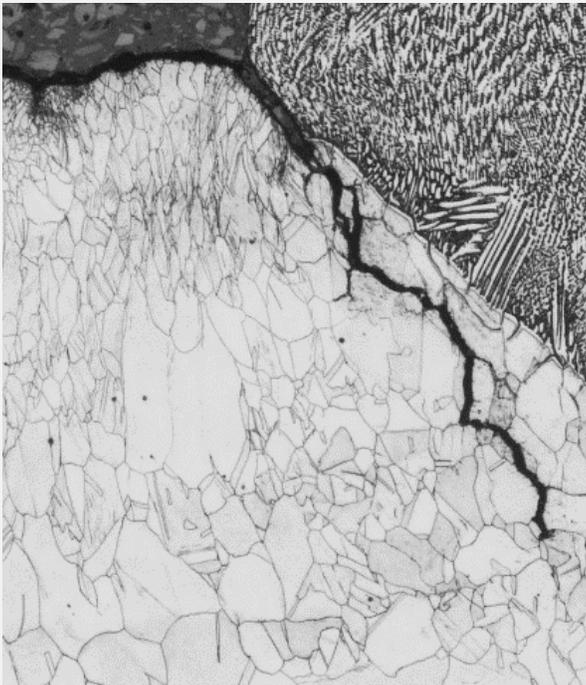
# INFORMIERUNG DER CLI VON CATTENOM SPANNUNGSKORROSION

**Bilanz zur Spannungskorrosion am Standort  
Cattenom  
Entwicklung seit der CLI-Sitzung im Oktober**

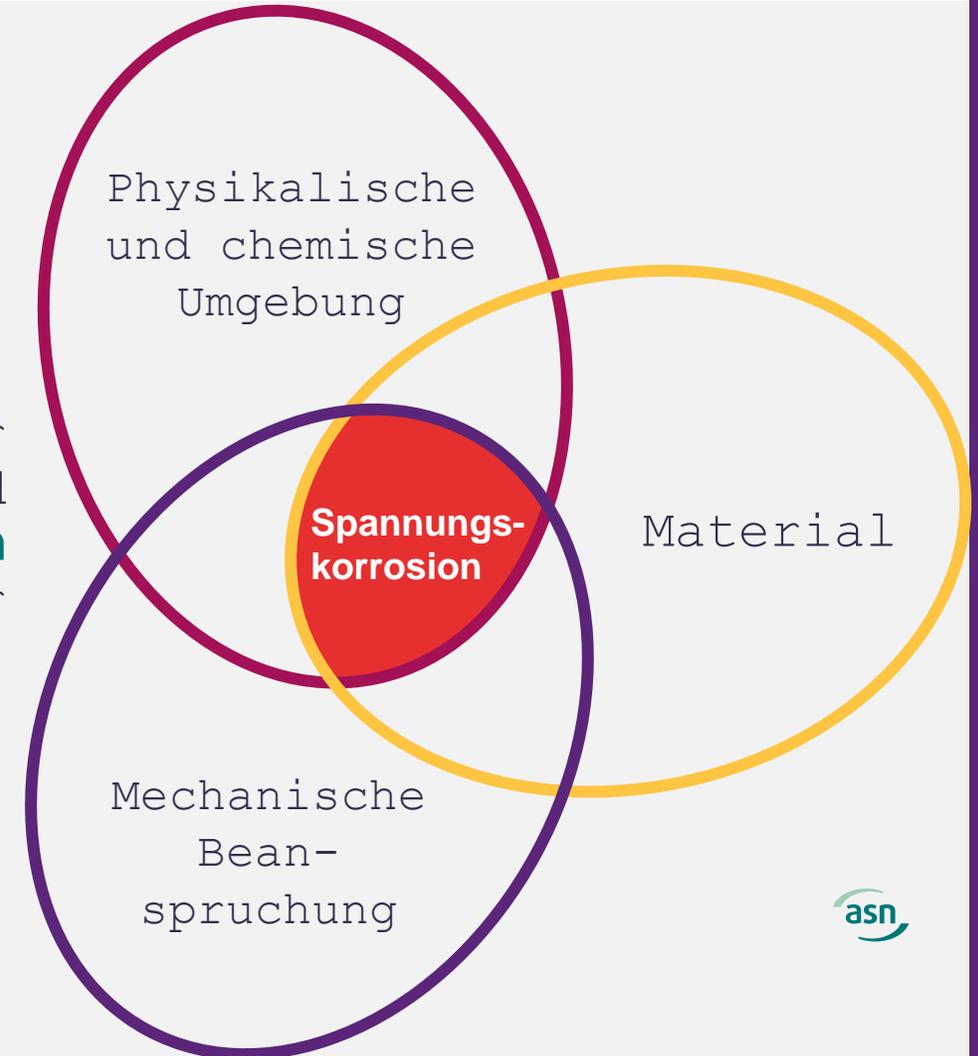
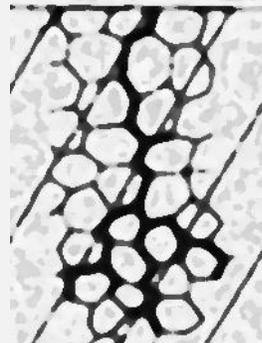
# WAS IST SPANNUNGSKORROSION?

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

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

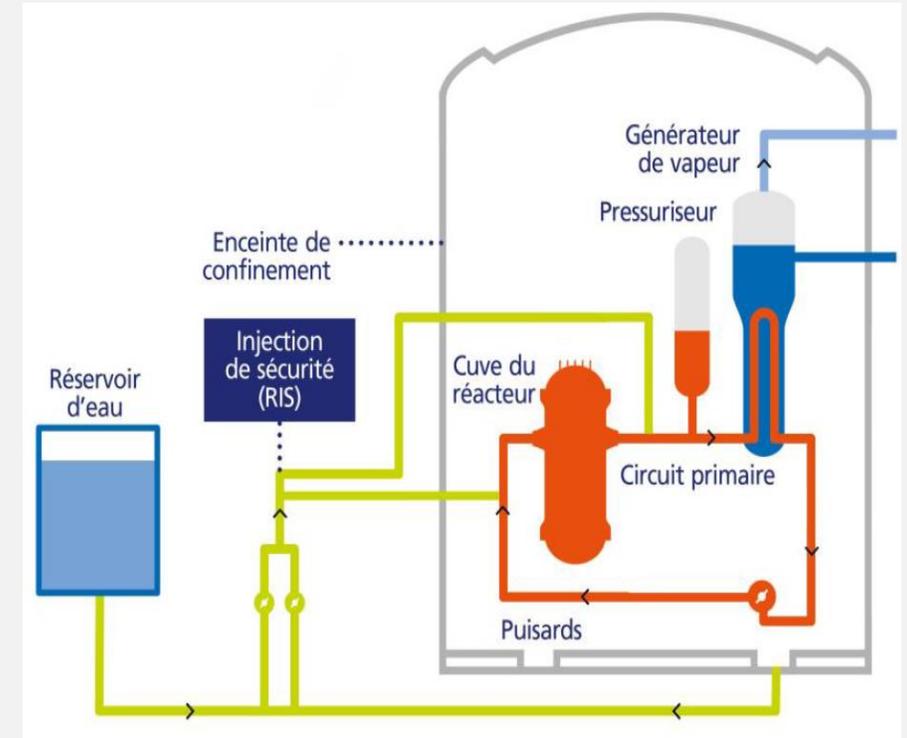


Es äußert sich in der Bildung und Ausbreitung von **Rissen** entlang der Korngrenzen von Stahl.



# WELCHE ROHRLEITUNGEN SIND BETROFFEN?

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



## Nukleare Sicherheit der Anlagen:

- Der Betreiber hat die Weiterkühlung des Reaktorkerns in einer ungünstigen Situation mit Bruch zweier RIS-Leitungen nachgewiesen.

# VON EDF EINGEFÜHRTE ENTWICKLUNGSFÄHIGE STRATEGIE (ENDE 2022)

- **Priorisierung** der Prüfungen: Wiederholung früherer Ultraschallprüfungen, Untersuchung von Rohrleitungsabschnitten, Bewertung der Anfälligkeit verschiedener Leitungen nach Reaktortyp und Geometrie
- Entwicklung neuer Prüfmethoden, insbesondere mit Ultraschall
- Je nach Fall Instandsetzung oder Austausch bei besonders anfälligen Leitungen
- Prüfstrategie wird je nach Kenntnisstand weiterentwickelt

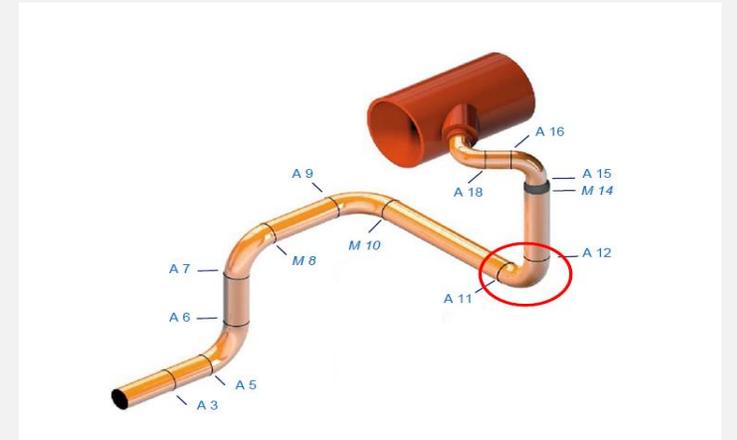
Leitungstyp	1450 N4	1300 P'4	1300 P4	900 CPY	900 CP0
RIS kalt	Red	Red	Yellow	Green	Green
RIS heiß	Grey	Green	Grey	Grey	Grey
RRA kalt	Grey	Green	Grey	Grey	Grey
RRA heiß	Red	Green	Green	Yellow	Green

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

# VERSTÄNDNIS DES SPANNUNGSKORROSIONSPROBLEMS

## Verständnis des Problems (noch in Arbeit):

- 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 betriebsbedingte Beanspruchungen, die bei der Auslegung nicht berücksichtigt wurden
- Durch instand gesetzte Schweißstellen können singuläre Situationen entstehen



## 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

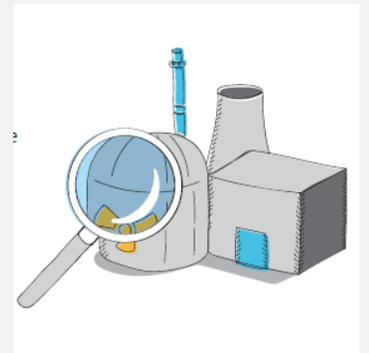
▪ **Genehmigung:**

- Ausschneiden und Austauschen von Rohrleitungen
- Wiederanfahren von 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, ASN-Website, Parlament usw.)



# WEITERE DEFEKTE IN PENLY UND CATTENOM ENTDECKT

*Aktualisierung vom Mai 2023*

- Feststellung eines **spannungskorrosionsbedingten** Risses größeren Ausmaßes im Reaktor in Penly:
  - max. 23 mm tief (Dicke von 27 mm) auf einem Viertel des Umfangs, an einer als nicht anfällig beurteilten Leitung (RIS heiß), in der Nähe einer Schweißstelle, die **zweifach repariert** worden ist
  - die Widerstandsfähigkeit der Rohrleitung ist damit nicht mehr erwiesen, allerdings wird für den Nachweis der nuklearen Sicherheit der Bruch einer dieser Leitungen berücksichtigt => **Einstufung INES 2**
- Erfassung der instand gesetzten Schweißstellen. Prüfungen an ähnlichen Schweißstellen haben keine Defekte dieser Größenordnung gezeigt
- Feststellung von Rissen aufgrund **thermischer Ermüdung** an Rohrleitungen des RIS-Kreislaufs von Reaktor 2 in Penly und Reaktor 3 in Cattenom an unerwarteten Stellen (**Einstufung INES 1**)
- Diese Rohrleitungen wurden ausgetauscht



Überarbeitung/Anpassung der Strategie für die Spannungskorrosionsprüfung durch EDF wurde am 10. März an die ASN übermittelt

Neue Stellungnahme der ASN am 16. März 2023

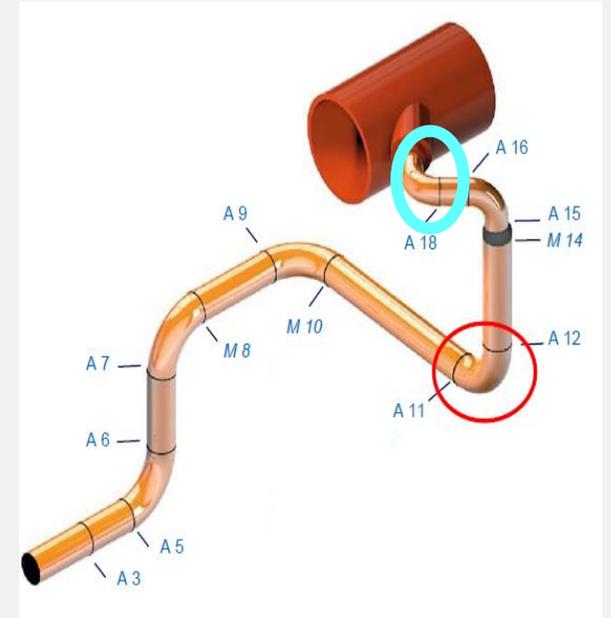
# WAS IST DER UNTERSCHIED ZWISCHEN SPANNUNGSKORROSION UND THERMISCHER ERMÜDUNG?

Thermische Ermüdung tritt auf, wenn sich Materialien aufgrund von wiederholten Temperaturschwankungen ausdehnen und zusammenziehen. Dadurch entstehen mechanische Beanspruchungen, die Risse verursachen können.

Das Phänomen der thermischen Ermüdung wird bei bestimmten Rohrleitungen erwartet, die Prüfmethoden sind einfach und außerdem effektiver und zuverlässiger als bei der Spannungskorrosion.

Zur Entdeckung von Rissen durch thermische Ermüdung führt EDF bei Abschaltungen Ultraschallprüfungen durch (dadurch wurde übrigens die Spannungskorrosion an diesen Leitungen aufgedeckt).

Überarbeitung der EDF-Prüfstrategie für Mängel durch thermische Ermüdung erforderlich (Prüfung über längere Strecke).



# BILANZ ZU DEN REAKTOREN IN CATTENOM

*Aktualisierung vom Mai 2023*

- **Cattenom 1:** US-Prüfungen, anschließend Arbeitseinsatz bei zwei Schweißstellen mit ausgeprägten US-Signalen. Nach Untersuchung: keine Spannungskorrosion an den entnommenen Teilen. Vollständiger Austausch 2023.
- **Cattenom 2:** Austausch der Leitungen läuft derzeit, später Untersuchung der ausgebauten Leitungen.
- **Cattenom 3:** zerstörungsfreie Prüfungen (US, Oberflächenrissprüfung), dann Ausschneiden von Rohrleitungen und schließlich vollständiger Austausch der Leitungen. Untersuchung von Rohrleitungsabschnitten und Vorhandensein von Spannungskorrosionsdefekten sowie eines Risses durch thermische Ermüdung in einem Bereich, in dem dies nicht erwartet wurde.
- **Cattenom 4:** zerstörungsfreie Prüfungen, dann Ausschneiden des oberen Teils der Rohrleitungen (3x4 Schweißstellen) zur ergänzenden Untersuchung im Labor: keine Spannungskorrosion am oberen Teil.
- Für den Standort Cattenom: Einstufung INES 1



