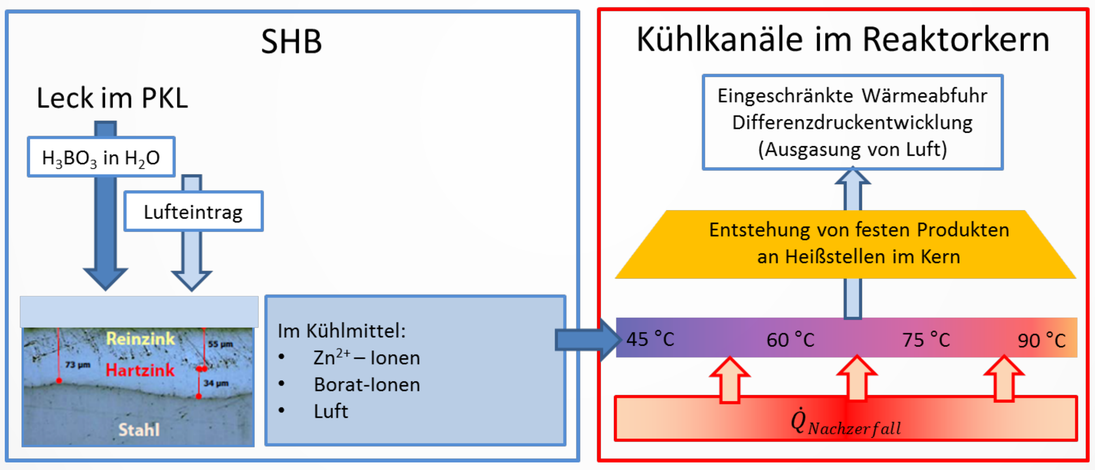
Partikelentstehung und -transport im Kern von Druckwasserreaktoren

W. Kästner ; A. Seeliger; S. Renger; S. Alt (Hochschule Zittau/Görlitz)
H. Kryk; W. Hoffmann (Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf)

Motivation / Einordnung

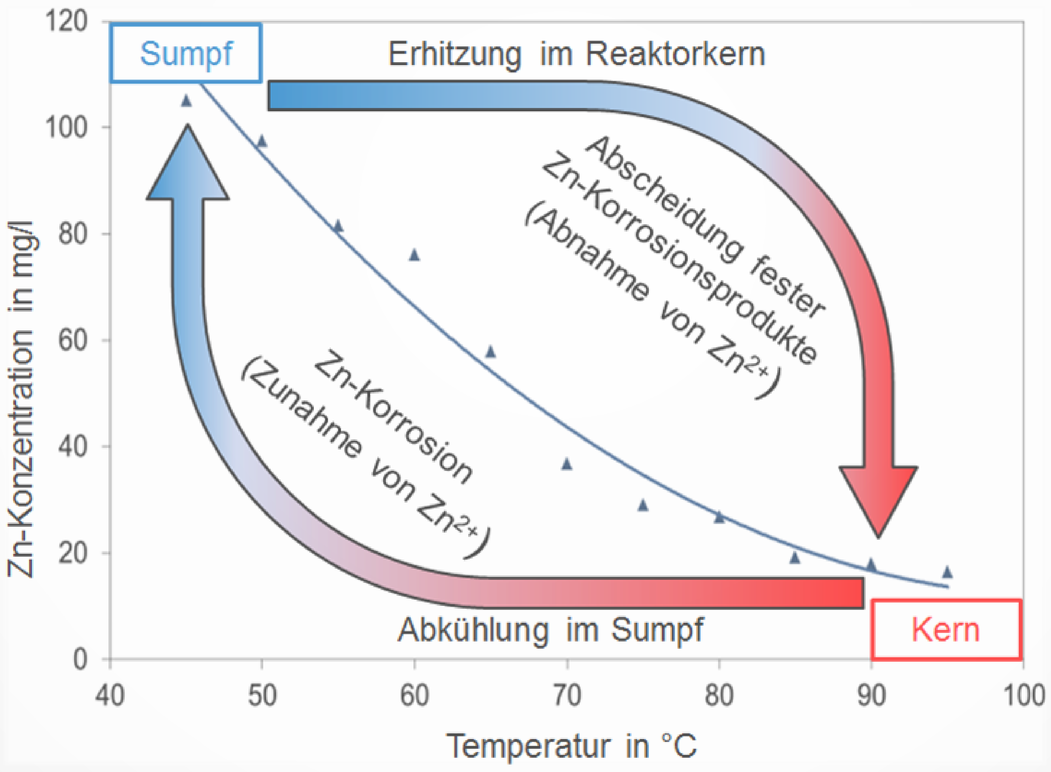
- Bildung von gelöstem Zink (Zn^{2+}) durch Korrosion im borsäurehaltigen Kühlmittel (KM) im Sumpfbereich des Sicherheitsbehälters (SHB)
- mögliche Abscheidungsprozesse fester Stoffe in heißen Zonen des Reaktorkerns



Übersicht zu möglichen Prozessen im SHB und an Heißstellen im Reaktorkern bei den angenommenen generischen Randbedingungen

Temperatureinfluss auf Zn-Löslichkeit und Korrosionsproduktbildung

- abnehmende Löslichkeit von Zn-Korrosionsprodukten im borsäurehaltigen KM mit steigender Temperatur
- mögliche Bildung fester Korrosionsprodukte bei Überschreitung der Löslichkeit (z.B. im Kern)
- temperaturabhängige Bildung mobiler und/oder schichtbildender Korrosionsprodukte



Löslichkeitsdaten aus Auflösung von Zn-Pulver in borsäurehaltigem KM (13 g/l BS + 0,5 ppm Li)

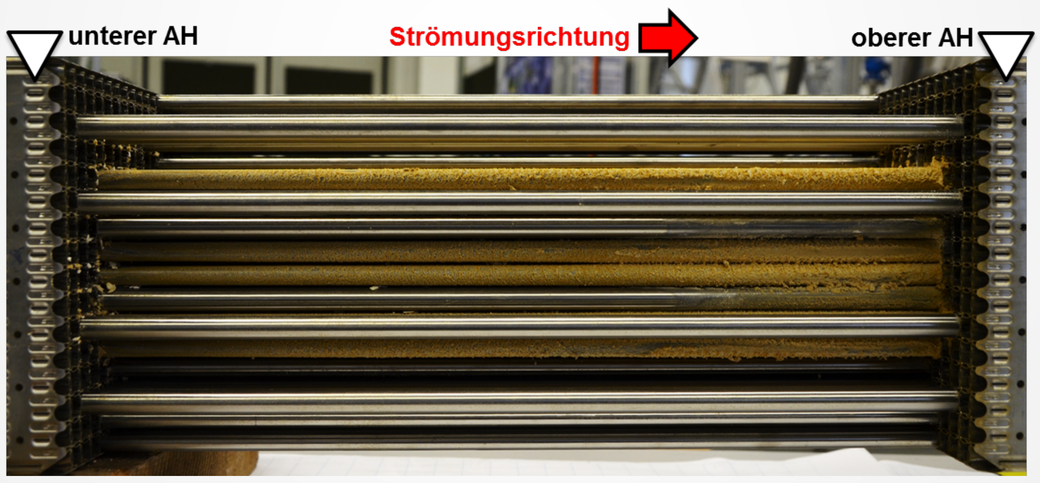
Zwei Bildungsmechanismen fester Korrosionsprodukte

- Ausfällung im KM als flockenartiges, leicht mobilisierbares Produkt; freigesetzt als polydisperse Solidphase (Flocken mit irregulärer Form)
- Entstehung an heißen Oberflächen als schichtbildendes, kaum mobilisierbares Produkt; Mobilisierung in Form von Abplatzungen verschiedener Form und Größe

Im Bereich von 60-80 °C lokaler Kühlmitteltemperatur entstehende Korrosionsprodukte (Versuch RLII-HZ9-V08, Startkonzentrationen: Zn 86.2 mg/l; Borsäure: 13 g/l)

Ablagerungen von Korrosionsprodukten im Kern

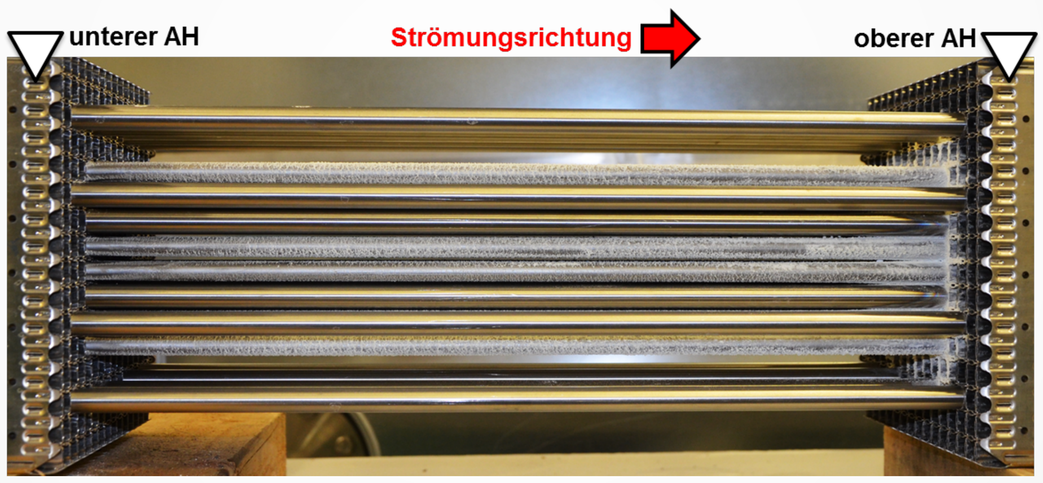
- Schichtdicke nimmt entlang der Strömungsrichtung zu
- verkrustete Ablagerungen füllen nahe des oberen AH die Stabzwischenräume vollständig aus
  → massive Verblockung
- Umströmung der blockierten Zone
  → Behinderung der Wärmeabfuhr



Schichtbildende Ablagerungen auf den Heizstaboberflächen des BE-Dummy (Versuch ZSW-BE-V02 mit initialer Heizleistung von 5.54 W/cm)

Präventivmaßnahmen bzgl. Ablagerungen von Korrosionsprodukten

- Alkalisierung des Kühlmittels als Präventivmaßnahme
- Korrosion und Abscheidung können verzögert, aber nicht verhindert werden



Schichtbildende Ablagerungen auf den Heizstaboberflächen des BE-Dummy (Versuch ZSW-BE-V05 mit alkalisiertem Kühlmittel; 38 ppm Li, pH-Wert zu Versuchsbeginn: 7,0)

Hochschule Zittau/Görlitz
Institut für Prozeßtechnik, Prozeßautomatisierung und Meßtechnik (IPM)
Theodor-Körner-Allee 16
02763 Zittau
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kästner
☎ +49 3583-61 1553 ✉ ipm@hszg.de

Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V.
Institut für Fluiddynamik
Bautzner Landstraße 400
01328 Dresden
Dr. Holger Kryk
☎ +49 0351-260 2248 ✉ h.kryk@hzdr.de

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages