

P R O S E M I N A R

zur Vorlesung

“Mathematische Modelle in der Technik“

PS VI

01.12. 2016 (Zeit : 13⁴⁵ – 15¹⁵)

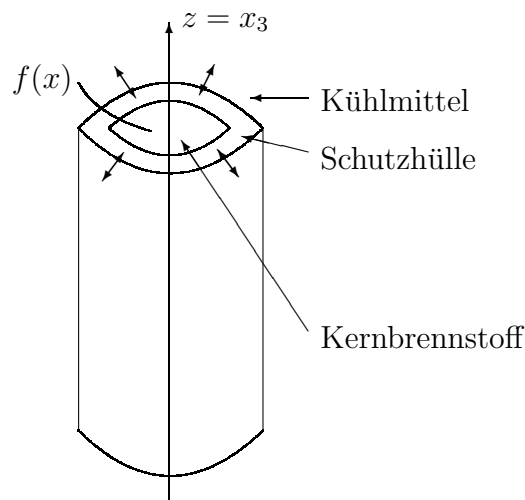
Raum : S2 346):

TP 2

1.8 Das KKW - Projekt (Teamprojekt 2)

- Modellproblem “*KKW Temelin*“:

In nuclear power reactors the fuel (= uranium dioxide) is in the form of cylindrical pellets contained in long metal (zirconium alloy) tubes. The nuclear reaction causes heat to be generated in the fuel. This heat is then conducted through the wall of the metal tube into a cooling fluid (= water). The heated water is used to produce steam that is supplied to turbines which turn electric generators. Consider a model of a fuel rod in which the pellets have a radius \bar{r} of 0.095 m and in which the **wall thickness** is 0.012 m. Let the **conductivity of the fuel** be $3 \left[\frac{\text{W}}{\text{m K}} \right]$ and that of the **tube** $17 \left[\frac{\text{W}}{\text{m K}} \right]$. Assume that the heat generation in the fuel is given by $f(r) = 7.6 \cdot 10^8 (1 - (r/\bar{r})^2) \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^3} \right]$. Let the **cooling water temperature** be 610 K and the **heat transfer coefficient** between the tube and the water be $3.5 \cdot 10^5 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$.



$$\lambda_U = 3 \text{ W/mK}$$

$$\lambda_Z = 17 \text{ W/mK}$$

$$\alpha = 3.5 \cdot 10^5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\bar{r} = 0.095 \text{ m}$$

Es gelten die Voraussetzungen

- 1) $\tilde{\Omega} = \{ (r, z, \varphi) : 0 \leq r < r_0, -l < z < +l, 0 \leq \varphi < 2\pi \}$ mit $l \gg r_0$.
- 2) Daten $\{ \lambda, f, g, \alpha \}$ sind φ - und z -unabhängig.

Die gesuchte Temperaturverteilung kann somit sowohl φ - als auch z -unabhängig angenommen werden ($\rightsquigarrow u(x_1, x_2, x_3) = u(r)$) ! (vgl. auch Teamprojekt 1)

- TP 1a** Man schreibe die differentielle Form der Wärmeleitgleichung für das Modellproblem “*KKW Temelin*“ auf (beachte Interface zwischen Schutzhülle und Kernbrennstab) !
- TP 1b** Man löse die entsprechende 1D RWA analytisch !
Die analytische Lösung $u(r) = ?$ dient später als Referenzlösung in numerischen Tests (explizite Beurteilung des Diskretisierungsfehlers etc. !).
Plotten Sie die Lösung und diskutieren Sie das Resultat !