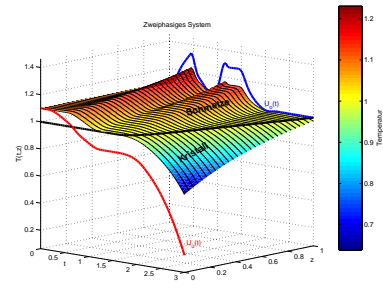


### Thema für eine Diplomarbeit:

## Untersuchung von Verfahren zur modellprädiktiven Regelung von Modellen des Vertical Gradient Freeze Kristallzuchtungsprozesses

Zur Herstellung von Galliumarsenid-(GaAs)-Einkristallen mit sehr geringen Versetzungsdichten und hoher Homogenität, wie sie beispielsweise zur Fertigung von Hochfrequenzschaltkreisen benötigt werden, eignet sich besonders das Vertical Gradient Freeze (VGF) Verfahren. Die zu kristallisierende GaAs-Schmelze befindet sich bei diesem Verfahren in einem Tiegel, an dessen Mantel und Stirnseiten Heizer angebracht sind. Diese sind so zu regeln, dass das im Tiegel aufgeschmolzene GaAs von *unten* nach *oben* abkühlt und zwar nach Möglichkeit so, dass an der Phasengrenze zwischen Kristall und Schmelze ein wohldefinierter Temperaturgradient herrscht. Die sich in Abhängigkeit der Temperaturverteilung bewegende Phasengrenze führt auf ein sog. *Stefan*-Problem, welches zu den Anfangsrandwertproblemen mit freiem Rand zählt.



Für die Steuerung des Prozesses haben sich flachheitsbasierte Methoden als zweckdienlich erwiesen. Offen ist jedoch die Regelung, für welche unter anderem modellprädiktive Ansätze verfolgt werden. Für die ein- und zweidimensionale Modellierung des Problems existieren bereits fertig ausgearbeitete Modelle und eine in einer vorangegangenen Diplomarbeit entwickelte Python-Toolbox zur numerischen Lösung dieser. Mit diesen Hilfsmitteln sollen Ansätze zu modellprädiktiven Regelung untersucht und bewertet werden.

Folgende Teilaufgaben sind zu bearbeiten:

- Einarbeitung in Methoden zur Approximation und numerischen Simulation der gekoppelten parabolischen Differentialgleichungen von Stefan-Problemen (auf Basis einer vorliegenden Diplomarbeit),
- Einarbeitung in grundlegende Ansätze zur modellprädiktiven Regelung,
- Umsetzung und Evaluation modellprädiktiver Regelungsstrategien, zunächst anhand einfacher Beispielm Modelle, dann Übertragung auf den hier vorliegenden verteiltparametrischen Fall.

Die Bearbeitung der Aufgabe erfordert den sicheren Umgang mit der Programmiersprache Python und die Bereitschaft, sich in über den Studienstoff hinausgehende Thematiken einzuarbeiten (örtlich verteilte Systeme, partielle Differentialgleichungen, ...). Die nötigen Hilfestellungen werden selbstverständlich gegeben.

### Literatur:

Grüne, L., Pannek, J.: *Nonlinear Model Predictive Control: Theory and Algorithms*, Springer-Verlag, 2011

### Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Jan Winkler (S7a Institutsgebäude, Raum 410, [jan.winkler@tu-dresden.de](mailto:jan.winkler@tu-dresden.de))

Dipl.-Ing. Stefan Ecklebe (S7a Institutsgebäude, Raum 408, [stefan.ecklebe@tu-dresden.de](mailto:stefan.ecklebe@tu-dresden.de))