



Masterarbeit

Numerische Simulation instationärer Transportprozesse von Ionen in Elektrolyten

Numerical simulation of transient transport processes of ions in electrolytes

Motivation:

Die Verbindung und Integration von biologischen Komponenten in technische Systeme bieten ein enormes Potential für unsere moderne Technologie. Viele Entwicklungen sind bereits in unserem täglichen Leben angekommen und selbstverständlich. So sind beispielsweise organische Leuchtdioden (OLED) aus Displays nicht mehr wegzudenken. Aber nicht nur als Halbleiterelemente kommen derartige Bauteile zum Einsatz, sondern auch beim Versuch, wesentliche Prozesse der Natur nachzuahmen und technisch nutzbar zu machen. Im aktuellen Forschungsschwerpunkt stehen unter anderem Biosensoren, dabei handelt es sich um Messfühler, die sich biologische Komponenten zu Nutze machen, um damit vielfältige Substanzen detektieren zu können. Vorteile liegen hierbei nicht nur in der hohen Sensibilität, sondern auch in der großen Bandbreite möglicher Rezeptoren, Antikörper, Enzyme usw.

Ein entscheidendes Element eines Biosensors ist der s.g. Transducer, dem die Aufgabe zukommt, biologische Signale in elektrisch messbare Signale zur Weiterverarbeitung umzuwandeln. Im Rahmen der aktuellen Entwicklung eines CO₂-Biosensors erfolgt diese biologische Signalgebung durch den Transport von Kationen durch eine Membran, was in einer Konzentrationsänderung des umgebenden Elektrolyts resultiert. Diese ist jedoch sehr klein und deswegen schwierig zu messen, weshalb es unter anderem wichtig ist, eine sorgfältige Auslegung der Geometrie von Messkammer und Messvorrichtung vorzunehmen.

In dieser Arbeit soll daher ein Tool entwickelt werden, das es zum einen ermöglicht, den transienten Konzentrationsausgleich in einem Medium bei Vorliegen einer steuerbaren „Ionenquelle“ und variabel einstellbarer Geometrie zu simulieren (Fick'sche Gesetze). Zum anderen soll – als Erweiterung - die Diffusion durch eine Membran bei bekannter Permeabilität unter Berücksichtigung einer anliegenden elektrischen Spannung visualisiert werden können. Die Programmierung soll in MATLAB erfolgen, wobei auf alle hilfreichen Erweiterungen (z.B. PDGL-Löser) zurückgegriffen werden darf.

Aufgabenstellung:

- Einarbeitung in die Thematiken: Biosensoren, Membranen, Elektrochemische Doppelschicht, Diffusion
- Physikalische Modellbildung und Diskretisierung
- Programmierung des Tools in MATLAB
 - Simulation eines transienten Konzentrationsausgleichs mit „Ionenquelle“ und variabler Geometrie
 - Simulation der Diffusion durch eine Membran (Trennung zweier Elektrolyte unterschiedlicher Konzentration) mit anliegender elektrischer Spannung
- Verifizierung anhand einfacher Beispiele
- Dokumentation

Betreuer/-in intern:

Jakob Rieser

Hochschullehrer:

Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas

Bearbeitungsbeginn:

nach Absprache

Kontakt:

jrieser@irs.uni-stuttgart.de

Web:

<https://www.irs.uni-stuttgart.de/forschung/raumtransporttechnologie/Gassensorik>

Rechtliche Bestimmungen: Der/die Bearbeiter/in ist grundsätzlich nicht berechtigt, irgendwelche Arbeits- und Forschungsergebnisse, von denen er/sie bei der Bearbeitung Kenntnis erhält, ohne Genehmigung des/der Betreuers/in dritten Personen zugänglich zu machen. Bezüglich erreichter Forschungsleistungen gilt das Gesetz über Urheberrecht und verwendete Schutzrechte (Bundesgesetzblatt I/ S. 1273, Urheberschutzgesetz vom 09.09.1965). Der/die Bearbeiter/in hat das Recht, seine/ihre Erkenntnisse zu veröffentlichen, soweit keine Erkenntnisse und Leistungen der betreuenden Institute und Unternehmen eingeflossen sind. Die von der Studienrichtung erlassenen Richtlinien zur Anfertigung der Bachelorarbeit sowie die Prüfungsordnung sind zu beachten.

Professoren und Privatdozenten des IRS:

Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas (Geschäftsführender Direktor) · Prof. Dr.-Ing. Sabine Klinkner (Stellvertretende Direktorin) · Hon.-Prof. Dr.-Ing. Jens Eickhoff · Prof. Dr. rer. nat. Reinhold Ewald · apl. Prof. Dr.-Ing. Georg Herdrich · Prof. Dr. rer. nat. Alfred Krabbe · Hon.-Prof. Dr. Volker Liebig · Hon. Prof. Dr. rer. nat. Christoph Nöldeke · Prof. Dr.-Ing. Stefan Schleichtrien · apl. Prof. Dr.-Ing. Ralf Srama