

Onderzoek naar de invloed van celweefselstructuur op globale transporteigenschappen

Voorstel bachelorproject Bachelor Seminarium AS&B, voorjaar 2012

Begeleider: dr. Sander Hille

Binnen hogere organismen, zoals dieren en planten, zijn celweefsels te vinden die een specifieke ruimtelijke structuur hebben, bijvoorbeeld ten aanzien van grootte en vorm van cellen en hun relatieve oriëntatie. In specifieke gevallen heeft dit bijvoorbeeld een functie in het verwerken van mechanische spanningen. In dit project richten we ons op het onderzoeken van de invloed van dergelijke weefselstructuur en individuele celeeigenschappen op het transport van ‘kleine’ chemische stoffen door het weefsel, zoals hormonen. Het identificeren van effecten van deze structuur op transportsnelheid en -richting en diffusie in het weefsel geeft een nieuw gezichtspunt op een functie van weefselstructuur en daarmee begrip van de wijze waarop hogere organismen in elkaar steken.

Daartoe modelleren we eerst de concentratie van de betreffende stof in het weefsel in een cel of tussenliggende ruimte wiskundig als een gekoppeld systeem van gewone differentiaalvergelijkingen. Eigenschappen van de individuele cellen en hun onderlinge ruimtelijke structuur is daarin terug te vinden in de specifieke vorm van onderlinge interactie tussen de vergelijkingen. Via simulatie van dit systeem in bijvoorbeeld MATLAB voor biologisch relevante parameterwaarden zullen verschillende weefselstructuren worden vergeleken met betrekking tot de verspreiding van de stof door het weefsel. Waar mogelijk zullen analytische conclusies over het systeem worden afgeleid, zoals bijvoorbeeld een (formele) afleiding van een partiële differentiaalvergelijking die de verspreiding van de stof bij benadering beschrijft.

Het project is direct gerelateerd aan biowiskundig en experimenteel onderzoek dat wordt uitgevoerd in het Plant BioDynamics Laboratory van het Instituut Biologie Leiden ten aanzien van transport van het groeihormoon auxine in planten. Daarnaast sluit het aan op onderzoek naar Petri-net modellen voor transport van zogenaamde morphogenen door dierlijk weefsel, dat wordt uitgevoerd bij LIACS (Informatica).

Tijdens het project leer je basisvaardigheden ten aanzien van de analyse en simulatie van een aantal specifieke systemen van gewone differentiaalvergelijkingen en technieken voor benadering daarvan via partiële differentiaalvergelijkingen. Je leert hoe je biochemische en biofysische processen, zoals transport door celmembranen wiskundig kunt modelleren. Ook is er een component literatuuronderzoek. Het onderwerp sluit aan op het fundamenteel wiskundig onderwerp van zogenaamde ‘ <i>lattice differential equations</i> ’ in de analyse richting.
