

Wege in die Forschung II
Projektförderung für Nachwuchswissenschaftler/-innen
an der Leibniz Universität Hannover

Geförderte Anträge 2016

Generierung extremer transientser Wellen im experimentellen Modell – (Extreme transient wave generation - ExTraWaG)

Dr. Markus Brühl

Forschungszentrum Küste

KURZBESCHREIBUNG

Die Übertragung von natürlichen Wellen- und Seegangseignissen in klein- und großmaßstäbliche Modellversuche ist eine essentielle Voraussetzung für die Planung und Durchführung von Experimenten im Küsteningenieurwesen. Die für ein bestimmtes Versuchsszenario jeweils erzeugbare Kombination aus Wellenhöhe und Wellenperiode hängt jeweils von der Art und Weise der Wellengenerierung (Art und Hub des Wellenblattes), dem Wasserstand sowie der Form und damit der Nichtlinearität der zu erzeugenden Wellen ab. Das Ziel des Projektes ist es jeweils, im Wellenkanal an einem bestimmten Punkt, dem sog. Übergabepunkt, vor einem Bauwerk oder Uferschutzwerk die vorgegebenen Wellen zu erzeugen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die am Wellenpaddel erzeugte Welle ihre Form auf dem Weg bis zu diesem Übergabepunkt verändert. Mittels verschiedener Wellentheorien kann dann zurückberechnet werden, welche Wellen an der Wellenmaschine erzeugt werden müssten, um die gewünschten Wellen am Übergabepunkt zu erhalten.

Dieses übliche Verfahren ist leider auf einfache regelmäßige Wellen sowie einfachen Seegang beschränkt. Sobald extreme Wellenbedingungen im Modell erzeugt werden sollen, wie z.B. langperiodische Schiffswellen, Tsunami-Boren, hochgradig nichtlineare Freakwellen oder beliebige Wellenformen, die nicht üblichen Wellentheorien oder Seegangsspektren entsprechen, stößt diese herkömmliche, auf linearen Ansätzen basierende Form der Wellengenerierung schnell an ihre Grenzen. Die Ursache hierfür liegt in den nichtlinearen Wellen-Wellen-Interaktionen, die diese extremen Wellenerscheinungen dominieren, die jedoch in den herkömmlichen Wellentheorien nicht berücksichtigt werden können. Diese Methoden sind daher nicht in der Lage, die benötigten extremen Wellenformen am vorgegebenen Übergabepunkt zu generieren. Die nichtlineare Fourier-Transformation (NLFT) ist jedoch in der Lage diese nichtlinearen Interaktionen zwischen den Wellen ausdrücklich zu berücksichtigen und erlaubt daher die analytische Berechnung der Wellenausbreitung auch hochgradig nichtlinearer Wellen im Tief- und Flachwasser zwischen Wellenblatt und Übergabepunkt. Damit ist es nun möglich, an der Wellenmaschine solche Wellen zu erzeugen, die dann, nach entsprechender Transformation während ihrer Ausbreitung am Übergabepunkt die geforderten Wellen als transiente Wellen bilden. „Transient“ bedeutet hierbei, dass die gewünschte Welle nur am vorausberechneten Ort auftritt. Vor und nach diesem Punkt besitzt die freie Oberfläche aufgrund der Interaktionen eine andere Form.

Im Rahmen des Projektes wird die NLFT daher für die Generierung von Flachwasserwellen im Wellenkanal implementiert und anhand von Modellversuchen validiert und verifiziert. Somit ist auch die Generierung extremer, mit herkömmlichen Methoden nicht darstellbarer Wellenformen als transiente Wellen an einem bestimmten Punkt möglich und der Umfang der im Großen Wellenkanal (GWK) des Forschungszentrum Küste (FZK) darstellbaren Wellenparameter wird erheblich erweitert.

Projektlaufzeit: 14 Monate

ArtiBone: Cryopreservation of 3D tissue-engineered bone substitutes

PHD Oleksandr Gryshkov

Institut für Mehrphasenprozesse

KURZBESCHREIBUNG

The major innovation of the present project is the development of ready-to-use cryopreserved 3D tissue-engineered (TE) bone substitutes to facilitate their large-scale application in clinical practice for bone regeneration. Bone diseases, and, particularly injuries and large bone defects from traffic accidents or war conflicts, are significantly increasing nowadays. The first pre-vascularized 3D-bone substitutes are currently undergoing clinical trials. However, in most if not all publications addressing TE bone substitute, the necessity for short-term availability of bone grafts is ignored. Proposed solutions require extended time periods for manufacturing and cultivation. Establishing biobanks of ready-to-use bone grafts is a possible way to overcome these shortcomings and to meet patients' needs. Therefore, while novel reliable and cost-effective methods for producing 3D-TE-bone are to be developed, there is also a growing need for new storage concepts specially tailored for bone grafts. This is a major prerequisite for successful translation into clinical use. The proposed project follows a two-way approach: a 3D tissue-engineered bone substitute is designed and specifically optimized for cryopreservation, and protocols for cryopreservation are matched to the specific requirements of bone substitute (cells, scaffold material). Proof-of-concept will be established using a collagen/chitosan/hydroxyapatite-matrix (scaffold) seeded with amnion-derived stem cells from a well characterized non-human primate preclinical model (common marmoset, *Callithrix jacchus*). In this project, fundamental factors of cryoinjury of stem cells within a 3D TE bone matrix will be examined for the first time. Moreover, guidelines for handling and storage will be provided. Exploring the efficiency of cryopreservation, we intend to reveal equilibration time, cooling/warming rates, and cryoprotective solutions suitable for storage of TE bone substitutes yielding high cell viability and metabolic activity after thawing. Finally, a new concept of cryopreservation of scaffolds seeded with MSCs pre-differentiated into osteogenic lineage will be evaluated in terms of preservation of differentiation potential of cells after cryopreservation.

Projektlaufzeit: 18 Monate

The Dynamics of Beta

Dr. Fabian Hollstein

Institut für Finanzmarkttheorie

KURZBESCHREIBUNG

This project seeks to examine the dynamics of assets' market beta factors. While in classical theory beta is simply constant, this perception is strongly rejected in the previous literature. However, not much is known about the underlying dynamics of beta.

Therefore, first, the project examines the term structure of beta and tests an expectations hypothesis for beta, analyzing the economic drivers of a potential term premium.

Second, the project examines the time-variation in beta. We test for mean reversion and study the economic news drivers of jumps in beta. Furthermore, we test whether the conditional CAPM holds on the daily and weekly horizon. Third, the project analyzes the parameter uncertainty surrounding the estimation of beta.

We test whether investors require a risk premium for holding firms with higher beta uncertainty.

Projektlaufzeit: 24 Monate

Etablierung fortgeschrittener optischer Technologien für Funktionalitäts- und Regenerationsstudien

Dr. Stefan Kalies
Institut für Quantenoptik

KURZBESCHREIBUNG

Das beantragte Projekt befasst sich mit Zellregeneration- und Funktionalität in Bezug auf die Zellmechanik und das Cytoskelett und ermöglicht durch einen interdisziplinären Ansatz diese dreidimensional mittels fortgeschrittener optischer Technologien zu analysieren.

Dies ist im kardiovaskulären Bereich bei Endothelzellen sowie bei Cardiomyocyten von entscheidender Bedeutung. Multiphotonenmikroskopie wird eingesetzt um einzelne Zellen in definierten Umgebungen zu visualisieren. Elemente des Cytoskeletts, wie Actin oder Mikrotubuli, werden über fluoreszente Fusionsproteine dargestellt. Ein Vorteil der Multiphotonenmikroskopie ist, dass erstmals auch dreidimensionale Gewebekonstrukte, z.B. artifizielle Muskelstrukture, durch die hohe Eindringtiefe analysiert werden können.

Als funktionale Analysemethodik der cytoskeletalen Regeneration und Funktionalität wird die Femtosekundenlaser-basierte Nanochirurgie eingesetzt. Diese ermöglicht bei einer Auflösung von einigen hundert Nanometer beispielsweise Schnitte im Actin Cytoskelett. Der Einfluss auf Zellen wird durch Beobachtung der Morphologie und des Cytoskeletts bestimmt und die Regeneration von subzellulären Elementen untersucht.

Projektlaufzeit: 18 Monate

Directional Predictability in Asset Returns

Dr. Christian Leschinski

Institut für Statistik

KURZBESCHREIBUNG

The (non-)predictability of asset returns is closely related to the validity of the efficient market hypothesis. While there is a large body of research confirming that the predictability of future asset returns is low, there is some evidence that direction-of-change forecasts are far more accurate. The objective of this research project is to gain further insights into the nature and the economic explanations of directional predictability and to analyze whether the evidence found is in violation of the efficient market hypothesis.

The research plan consists of several sub-projects. First, most studies on directional predictability focus on monthly stock returns and employ either lagged returns or economic variables as predictors in dynamic probit models. However, some more recent publications also find evidence for directional predictability in daily stock returns. The first part of our project, therefore, conducts a comparison of classification methods for daily data. We also test whether the inclusion of realized measures that are derived from high frequency data improves the prediction accuracy. Furthermore, we analyze whether combining sign forecasts and forecasts for the absolute variation of a process lead to more accurate predictions than the direct modelling of the returns.

In the second phase of the project we analyze whether directional predictability is a separate phenomenon or whether these findings can be explained by one of the other known sources of (cross-sectional) predictability such as momentum returns, value effects or firm size effects. If directional predictability turns out to be an independent source of excess returns, we analyze to which extent this is a violation of the efficient market hypothesis.

Projektlaufzeit: 21 Monate

Approximation dünner Filme für nicht-newtonsche Flüssigkeiten - Modellierung und Analysis

Prof. Dr. Christina Lienstromberg
Institut für Angewandte Mathematik

KURZBESCHREIBUNG

Das übergeordnete Ziel des Projekts besteht darin, einen allgemeinen Zugang zur Modellierung und mathematischen Analyse nicht-newtonscher dünner Filme zu entwickeln, deren Oberfläche mit (löslichen oder nicht löslichen) Tensiden behaftet ist.

Zwei Aspekte konstituieren den Neuwert des Projekts im Hinblick auf die Modellierung. Zunächst veranlasst das weitreichende Anwendungsgebiet nicht-newtonscher Flüssigkeiten bei aktuellen Problemstellungen in Technik und Ingenieurwesen dazu, sehr allgemeine Viskositätsfunktionen zu behandeln. Sowohl dilatante als auch strukturviskose Fluide sollen untersucht werden; insbesondere Fluide mit einer Power-Law (Ostwald-de Waele) Rheologie, Oldroyd-B sowie Bingham Fluide. Als zweiter Aspekt hinsichtlich der Modellierung soll die Dynamik dünner Filme unter dem Einfluss von Tensiden beschrieben werden.

Mit Methoden der Analysis sollen allgemeine Resultate zur Existenz und Eindeutigkeit klassischer starker Lösungen sowie global in der Zeit existierender schwacher Lösungen erzielt werden. Weiteres Augenmerk wird auf eine spezielle Klasse von Lösungen – sogenannte travelling waves (Wanderwellen) – gelegt. Neben der Verifikation der Existenz solcher Wanderwellen ist auch deren Regularität von besonderem Interesse.

Projektlaufzeit: 18 Monate

Enzyme als ideale Werkzeuge zur Verminderung von Risikostoffen in Lebensmitteln

Dr. Annabel Nieter

Institut für Lebensmittelchemie

KURZBESCHREIBUNG

Lebensmittel sind im Verlauf der Verarbeitung häufig komplexen Veränderungen unterworfen. So kann es beispielsweise beim Frittieren oder Backen von stärkehaltigen Lebensmitteln oder beim Räuchern von Fisch und Fleisch zur Bildung cancerogener Substanzen kommen. Um Risikostoffen in Lebensmitteln zu begegnen, stellen Enzyme wichtige natürliche Werkzeuge dar (Galactosidasen – Lactoseintoleranz; prolylspezifische Peptidasen – Zöliakie, Asparaginasen – Acrylamid-Prävention). Mit ihnen können Lebensmittelkomponenten wirksspezifisch unter sehr milden Bedingungen, ohne Bildung störender Nebenprodukte, bei niedrigen Temperaturen und normalem Druck modifiziert werden. Ferner erfüllen Enzyme nicht nur die zunehmende Nachfrage der Verbraucher nach natürlichen Lebensmitteln, sondern leisten ebenfalls einen erheblichen Beitrag zur Umweltentlastung (Bioökonomie-Konzept der Bundesregierung).

Trotz des großen Portfolios an Enzymen in der Natur sind erst wenige zur Verminderung von Risikostoffen in Lebensmitteln in Gebrauch. Insbesondere Basidiomycota (Ständerpilze) wie Champignon, Austernseitling oder Shiitake sind Lebensmittel und besitzen ein einzigartiges, ungenutztes Potential für Applikationen in der Lebensmittel-, Pharma-, Umwelt- und Textilindustrie. Insgesamt werden in der Natur mehr als 100.000 Enzyme vermutet, wovon etwa 3.500 partiell charakterisiert worden sind. In größerem Maßstab industriell genutzt werden jedoch nur etwa 100 Enzyme, darunter bislang erst ein basidiomycetisches Enzym. Im Rahmen des Projekts sollen neue basidiomycetische Enzyme für Prozesse und Produkte der weißen Biotechnologie verfügbar gemacht werden und in technischem Maßstab für industrielle Anwendungen produziert werden.

In Vorarbeiten am Institut für Lebensmittelchemie wurden in den letzten Jahren u. a. eine Asparaginase und eine prolylspezifische Peptidase aus *Flammulina velutipes* identifiziert und partiell charakterisiert. Aufgrund ihres einzigartigen Substratspektrums sind diese Enzyme geeignet, einen Beitrag zur Lebensmittelsicherheit zu leisten. Die gegenwärtig geringe Verfügbarkeit stellt ein Nadelöhr für ihren praktischen Einsatz dar. Die rekombinante Expression in den eukaryotischen Wirten *Pichia pastoris* und *Aspergillus sp.* ermöglicht eine food-grade Produktion der Enzyme nach den Vorschriften der EU.

Projektlaufzeit: 24 Monate

Quantentest der Universalität des freien Falls von Kalium und Rubidium mit bisher unerreichter Genauigkeit

Dr. Dennis Schlippert
Institut für Quantenoptik

KURZBESCHREIBUNG

Die Physik des 20. Jahrhunderts hat zwei zentrale Theorien hervorgebracht: Einsteins allgemeine Relativitätstheorie, die unser Verständnis der Gravitation liefert, und die Quantenmechanik, welche die Physik auf kleinsten Längenskalen erklärt. Obwohl beide Theorien separat mit großartiger Präzision bestätigt wurden, gibt bis heute keine geschlossene Theorie der "Quantengravitation". Eine der faszinierendsten Fragen der modernen Physik besteht deshalb heutzutage darin, eine sogenannte "Weltformel" zu formulieren. Diverse theoretische Szenarien sagen bei diesem Versuch Verletzungen einzelner Stützpfeiler der allgemeinen Relativitätstheorie, zum Beispiel der Universalität des freien Falls (UFF), voraus. Diese besagt, dass zwei Körper am selben Raumzeitpunkt unabhängig von ihrer Zusammensetzung in einem Gravitationsfeld identisch beschleunigt werden. Aufgrund ihrer zentralen Rolle existieren eine Vielzahl von Tests der UFF. Hierbei liegen die besten erzielten Ungenauigkeiten bei Verwendung makroskopischer Testmassen in der Größenordnung 10^{-13} . Quantenmechanische Tests, die auf Interferenz von Materiewellen beruhen, bieten einen komplementären Ansatz, welcher anderer Systematik unterliegt und es wird erwartet, dass diese Klasse von Experimenten zukünftig Ungenauigkeiten von 10^{-13} und darüber hinaus erreichen wird.

Im Rahmen dieses Projekts wird ein Experiment zur Universalität des freien Fall von Rubidium und Kalium mit verbesserter Präzision realisiert, um die derzeit existierende Sensitivitätslücke zu klassischen Experimenten mit innovativen Methoden als wichtige Vorarbeit für zukünftige Experimente auf langen Basislinien und im Weltraum zu schließen. Die geplanten Arbeiten zielen sowohl auf Verbesserungen der Stabilität des Systems als auch auf dessen Genauigkeit ab. Hierzu sollen einerseits Schemata zur effizienten Rauschunterdrückung im Zwei-Spezies- Interferometer entwickelt werden, die auf der Korrelation der Interferometer und der Zuhilfenahme eines Breitbandseismometers beruhen. Mithilfe dieser Methoden eröffnen sich Wege zu Langzeitstabilitäten in der Größenordnung von 10^{-11} . Andererseits sind Verbesserungen der Apparatur um den erstmaligen Einsatz einer optischen Dipolfalle als Quelle für die Inertialsensorik zentriert. Die genaue Kontrolle der atomaren Ensembles und ihrer Temperaturen stellen hier die Grundvoraussetzung für systematische Unsicherheiten auf einem Niveau weniger Teile in 10^9 und darüber hinaus dar und ebnen den Weg zu einem neuen Rekord im Sektor der Quantentests der UFF.

Projektlaufzeit: 15 Monate

Time-Resolved Photoelectrochemical Investigations of Cathodic and Anodic Processes in Perovskites

Dr. Jenny Schneider

Institut für Technische Chemie

KURZBESCHREIBUNG

The consequences of increased power consumption, such as drastically rising CO₂ levels, natural disasters, and environmental pollution have given reason, in particular, following the earthquake-tsunami disaster in Fukushima, to raise serious concerns about the supply of energy from fossil fuels and nuclear power. Being part of the development of environmentally clean and safe sustainable technologies, photovoltaics and photocatalysis, are attracting increasing attention. Hereby, the perovskites have become a front runner of the solar energy conversion research, and represent the fastest developing solar technology in history. Recently, the National Renewable Energy Laboratory (NREL) verified a perovskite solar cell with efficiency of 20%. Primarily, the research on perovskites is focused on the device development, while the underlying photophysical processes, which are equally important for the device improvement and for the understanding of the device operation, have been rarely investigated. Hence, in the proposed project we aim to study the charge carrier dynamics in perovskite powders and electrodes by means of the laser flash photolysis spectroscopy (LFPS). Moreover, owing to the combination of the photoelectrochemical set-up with LFPS it will be possible to observe time-resolved the anodic and the cathodic subprocesses, which take place in perovskite electrodes, separately from each other.

Projektlaufzeit: 24 Monate