

## Interacting Tipping Elements in the Natural and Social Components of the Earth System

728. WE-Heraeus-Seminar

Dieses Seminar, das vom 15. bis 18. August im Paulinen Hof Seminarhotel Bad Belzig stattfand, hat Expertinnen und junge Wissenschaftler aus verschiedensten Disziplinen zusammengebracht, um neueste Erkenntnisse zur Dynamik und Wechselwirkung von Kippelementen im Erdsystem zu diskutieren. Das Thema ist hochaktuell: Klima-Kippelemente wurden unter anderem im 6. Sachstandsbericht des IPCC besprochen, und neueste Forschung konzentriert sich verstärkt auf soziale Kippprozesse, die eine wichtige Rolle bei der Transformation zu einer nachhaltigeren Zukunft spielen.

Diesen „positiven“ sozialen Kippprozessen widmete sich auch der Abendvortrag von Tim Lenton, der den Auftakt des Seminars bildete. Es war eine Freude, die Teilnehmenden zum größten Teil persönlich begrüßen zu dürfen. Aufgrund der fantastischen technischen Ausstattung vor Ort gelang es, auch die externen Teilnehmer direkt in die Diskussionen zu integrieren.

Während des Seminars spannten die eingeladenen Vorträge und die Beiträge der Teilnehmenden den Bogen von den natürlichen Kippelementen im Erdsystem zu sozialen Kippprozessen und insbesondere deren Interaktion und Konsequenzen für die zukünftige Entwicklung des Mensch-Erde-Systems im Anthropozän.

Ein Highlight waren die Ignite-Talks der Nachwuchswissenschaftler, die neueste Erkenntnisse aus ihrer aktuellen Forschung vorgestellt haben. Diese reichten von Netzwerkansätzen zur Untersuchung von Kippkaskaden bis zu möglichen Frühwarnindikatoren im Zusammenhang mit der COVID-19-Pandemie. Auch im Nachgang des Seminars stehen die Teilnehmenden in regem Austausch, unter anderem durch einen eigens hierfür erstellten Slack-Workspace. Das Seminar hat somit nicht nur weitere Forschung und Kollaboration inspiriert, sondern ist zugleich der Startschuss zur Bildung einer wachsenden Community junger Forscherinnen und Experten zu Kippelementen im Erdsystem.

Ohne die großzügige Unterstützung der WE-Heraeus-Stiftung wäre dies nicht möglich gewesen. Für die Organisation und Unterstützung möchten wir uns herzlich bedanken!<sup>1)</sup>

**Dr. Jobst Heitzig, Prof. Dr. Ricarda Winkelmann**, PIK Potsdam

## Nanoscale Physics of Electrochemical and Biological Media

748. WE-Heraeus-Seminar

Das Hauptaugenmerk dieses virtuellen Seminars lag im Erkunden gemeinsamer Fragestellungen, physikalischer Phänomene und theoretischer Beschreibungen in den elektrochemischen und biophysikalischen Materialwissenschaften. Auf der Nanoskala oder darüber finden sich spannende Schnittstellen beider Gebiete. Weiche Biomaterialien, Nanofluidik, Grenzflächenphänomene in der Elektrokatalyse und stochastische und thermodynamische Aspekte standen hierbei im Fokus. Die Teilnehmenden kamen aus Europa, Nord- und Südamerika, Israel und China und steuerten 22 Vorträge und 23 Poster bei.

In einer abschließenden Diskussion identifizierten sie folgende Schlüsselthemen und -fragen:

- Es existiert ein Bedarf an experimentellen Daten hinsichtlich der Ladungsregulation an kolloidalen Teilchen und in Polyelektrolyten. Darüber hinaus ist die genaue Wechselwirkung zwischen Ladungsregulation und Transporteigenschaften von Nanokanälen nur ungenügend verstanden.
- Inwieweit das Entweichen des elektrischen Feldes in die umliegenden Domänen (Wände und Porenöffnungen) den Ionen-transport in Nanokanälen beeinflusst, ist offen. Was genau bestimmt die Größe dieser globalen Elektronenneutralitätsverletzung einer Nanodomäne?
- In der Elektrokatalyse besteht ein Mangel an realistischen Grenzflächensimulationen mit konstanten Potentialen und präzisen Beschreibungen von Ladungs- und Dipoleffekten an geladenen Oberflächen. Zudem ist der Einfluss des magnetischen Feldes auf die elektrische Doppelschicht und elektrochemische Prozesse kaum verstanden.
- Die Grenzen von Kontinuumsmodellen bei der Beschreibung von elektrischen Doppelschichten bleiben nur vage definiert. Wie lassen sich molekulare Modelle und Kontinuumsmodelle koppeln? Auch hier besteht ein Bedarf an experimentellen Daten, um die gekoppelten Phänomene zu entflechten. Dies gilt auch für polyelektrolytische Gele in ionischen Bädern.

Wir danken der WE-Heraeus-Stiftung für die finanzielle Unterstützung und effiziente Organisation dieses Seminars.

**Prof. Dr. Peter Berg**, University of Alberta, Kanada, **Prof. Dr. Michael Eikerling**, FZ Jülich, **Prof. Dr. Barbara Wagner**, WIAS, Berlin

## Optical Information Processing – from Quantum Computing to Artificial Intelligence

751. WE-Heraeus-Seminar

Digitale Computer stoßen zusehends an ihre physikalischen Grenzen. Einen Ausweg bieten postdigitale Rechenkonzepte wie die Quanteninformationsverarbeitung (QIP) oder künstliche neuronale Netze (ANN), die in spezieller Hardware implementiert sind. Optische Plattformen haben großes Potenzial. Die ersten Komponenten dafür wurden bereits realisiert, z. B. kleine Prozessoren, hocheffiziente nichtklassische Lichtquellen und supraleitende Einzelphotonendetektoren. Ähnliche Komponenten ermöglichen chip-integrierte optische künstliche neuronale Netze (ONNs), die sich im Prinzip aus linearen optischen Netzen und Nichtlinearitäten zusammensetzen.

Ziel dieses online-Seminars war es, vom 25. bis 27. August die Vielfalt und Komplexität der experimentellen und theoretischen Ansätze zur optischen Datenverarbeitung zusammenzubringen und Fachwissen aus allen beteiligten Bereichen zu vereinen. In 16 eingeladenen und 7 beigetragenen Vorträgen sowie zahlreichen Postern wurden der dynamische Fortschritt der letzten Jahre in der Photonik für postdigitale Computer sowie die kommenden Herausforderungen eindrucksvoll sichtbar.

Ein spannender Themenkomplex widmete sich dem messungsbasierten photonischen One-Way-Quantencomputer mit sog. Clusterzuständen. Da in diesem Konzept die Erzeugung von Qubits und die Implementierung der Quantenlogik getrennt werden, lässt sich mit einer viel größeren Anzahl an Qubits arbeiten, als der Prozessor gleichzeitig adressieren kann. Somit ist eine Skalierung auf mehr als eine Million Qubits denkbar. Trotz der bemerkenswerten Fortschritte zeigte sich, dass hierfür die Schlüsselkomponenten in ihrer Effizienz noch weiter verbessert und zu Gesamtsystemen zusammengebracht werden müssen.

Ebenfalls diskutiert wurde das maschinelle Lernen mit optischen neuronalen Netzwerken. Diese bieten das Potenzial, klassische transistorbasierte Ansätze in ihrer Energieeffizienz und Rechengeschwindigkeit zu überbieten. Hierfür wurde ein integrierter photonischer Tensor-Prozessor mit dem Potenzial für  $10^{15}$  Rechenoperationen pro Sekunde bei einer optischen Leistungsaufnahme von unter 20 fJ pro Rechenoperation vorgestellt.

Wir danken der WE-Heraeus-Stiftung für die organisatorische Unterstützung und die Bereitstellung der ausgezeichneten virtuellen Tagungsplattform MeetAnyWay.

**Dr. Anna Pappa**, Technische Universität Berlin; **Prof. Dr. Janik Wolters**, DLR Berlin

1) Die Materialien zum Seminar finden sich hier: <https://cloud.pik-potsdam.de/index.php/s/a37T5j-crrPfkSAW> (Login-Daten auf Nachfrage)