

## Microcontroller und 3D-Druck im Physikunterricht

### DPG-Lehrerfortbildung

Make it Physics – aber wie? Dieser Frage ging die gleichnamige Lehrerfortbildung mit über 60 Teilnehmenden im Physikzentrum Bad Honnef vom 21. bis 25. November 2022 nach. Vorweg: Diese DPG-Fortbildung der beiden wissenschaftlichen Organisatoren Alexander Pusch und Nils Haverkamp hat alle begeistert!

Ein Schwerpunkt der Veranstaltung bestand in der praktischen und selbstständigen Anwendung der Inhalte in diversen Workshops. Teilnehmende hatten zahlreiche 3D-Drucker unterschiedlichster Preisklassen zur Verfügung gestellt, die zum Ausprobieren einluden. Mit bereitgestellten Microcontrollern nebst Zubehör ließ sich so direkt experimentieren: Von der blinkenden Leuchtdiode bis zur Ampelschaltung oder Abstandsmessung erkundeten die Teilnehmenden der Fortbildung vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Auch die Lötstation kam zum Einsatz.

Besondere Highlights waren die Projekte, bei denen der Microcontroller ein physikalisches Experiment steuerte, das teils nach Anleitung konstruiert und auf den 3D-Druckern gedruckt, teils aus den bereitgestellten Materialien gelötet wurde. Bei der „Ultraschall-Levitation“ werden beispielsweise Styroporkügelchen in einer stehenden Welle zwischen zwei Ultraschallsendern zum Schweben gebracht.

Das Vortragsangebot, gehalten von den Organisatoren, von Lehrkräften, Dozierenden von Hochschulen und Personen aus der Wirtschaft, umfasste kenntnisreiche Einführungen in die Programmierung von Microcontrollern und verschiedene CAD-Programme, von ein-

fach zu bedienenden Online-Lösungen bis zu professioneller Software mit gewaltigem Funktionsumfang, für die Konstruktion von 3D-Modellen für den 3D-Druck. Die Eignung für den Einsatz im Unterricht sowohl im Hinblick auf die Handhabung als auch auf die Datensicherheit wurde thematisiert und diskutiert. Nicht zu kurz kamen die Einblicke in die Unterrichts- und Lehrpraxis mit Erfahrungsberichten und Beispielen: der Magnet-gehaltene Zirkel für die Tafel, Nützliches für die Ordnung auf dem Schreibtisch, der zusammensteckbare Segelflugleiter, kostengünstige Kraftmesser und Interferometer. Hochinteressante Exkurse betrafen die Organisation von Schülerfirmen, Konzepte für Makerspaces an Schulen und Hochschulen sowie die Möglichkeiten zum Recyclen von für den 3D-Druck verwendeten Kunststofffilamenten.

Obwohl die Teilnehmenden sehr unterschiedliche Voraussetzungen mitbrachten, waren alle pausenlos beschäftigt; die Hilfsbereitschaft untereinander und die Freude am gegenseitigen Austausch waren groß. Am Ende der Fortbildung sind alle mit ausgedruckten 3D-Modellen, selbst gebauten Experimenten, Microcontrollern und vielen Anregungen und Erlerntem abgereist.

Wir danken Alexander Pusch und Nils Haverkamp für die Ausrichtung dieser immens aufwändigen, lehrreichen und kurzweiligen Fortbildung, die Gestaltung vieler der angebotenen Workshops, die Zusammenstellung der Materialien für alle Teilnehmenden und die große Geduld bei der Beantwortung aller inhaltlichen und sonstigen Fragen. Gerne mehr davon!

**Ulrike Saher**, Erzbischöfliches Suitbertus  
Gymnasium Düsseldorf, und

**Jörn Willers Radke**, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel



## Molecular Functionality at Surfaces: Self-Assembly, Manipulation, Reactivity and the Role of Decoupling

### 747. WE-Heraeus-Seminar

Nach einer pandemiebedingten Verschiebung konnte dieses Seminar vom 30. Oktober bis 4. November 2022 in der unisono favorisierten Präsenzform im Physikzentrum Bad Honnef stattfinden. Über fünf intensive Tage hinweg verfolgten die Teilnehmenden die durchweg exzellenten Vorträge aufmerksam und diskutierten rege. Obschon das Forschungsfeld der Moleküle auf Oberflächen auf eine längere Tradition zurückblickt, bezeugten die Qualität und Originalität der präsentierten Wissenschaft eine vitale und zunehmend diverse Entwicklung.

Seit drei Jahrzehnten ermöglichen die Methoden der Raster-Sonden-Mikroskopie faszinierende Einzelmolekülexperimente. Neue Resultate demonstrieren eindrucksvoll eine zunehmend raffiniertere Kontrolle über Translation und Rotation von Einzelmolekülen, die atomare Präzision der Einzelmolekülchemie und innovative Ansätze zur gezielten Präparation angeregter Zustände. Die Forschung an ausgedehnten molekularen Aggregaten steht dem in nichts nach und hat neue Phänomene wie exotische Phasenübergänge und tiefere Einsichten in den Ladungstransfer zu bieten. Voranschreitende Entwicklungen bei den Analyse- und Präparationstechniken verbreitern das Anwendungsfeld – bis hin zur Untersuchung von realen Materialien wie Polymeren.

Präzedenzlose konjugierte und magnetische organische Nanostrukturen wurden vorgestellt, die ausschließlich mit den Ansätzen der Oberflächensynthese zugänglich sind. Oftmals entfaltet sich ihre Funktionalität erst nach Entkopplung vom Metallsubstrat, wie wir an ausgewählten Modellsystemen lernen durften. Wichtige Grundpfeiler des Seminars waren auch die Theorie und Modellierung, wobei die neuen Möglichkeiten der Künstlichen Intelligenz, aber auch bestehende Herausforderungen aufgezeigt wurden. Trotz der faszinierenden Grundlagenforschung gerieten die Anwendungsperspektiven in der kontrollierten Katalyse nicht aus den Augen. Beeindruckt waren nicht nur wir im Organisationsteam, sondern auch die Jury von der Qualität der vorab in Flash-Präsentationen beworbenen Poster, von denen drei prämiert wurden.

Die enthusiastisch wahrgenommenen Möglichkeiten, zwanglos Kontakte zu knüpfen, sich intensiv persönlich auszutauschen, Pläne zu schmieden und exklusiv Zeit miteinander zu verbringen, haben uns darin bestärkt, dass die Verschiebung zu Gunsten einer Präsenzveranstaltung die richtige Entscheidung war.

Bei der WE-Heraeus-Stiftung bedanken wir uns besonders herzlich für die professionelle und reibungslose Organisation,