

SpinCell

Electro-Acoustic Spinning: A Breakthrough in Single-Cell and Microtissue Analysis

Programm / Ausschreibung	Expedition Zukunft, Expedition Zukunft 2023, Expedition Zukunft Wissenschaft 2023	Status	laufend
Projektstart	01.04.2025	Projektende	31.12.2026
Zeitraum	2025 - 2026	Projektlaufzeit	21 Monate
Keywords	Electro-acoustic spinning, cell characterization, electromechanical properties, single cell rotation, Bacteria viability		

Projektbeschreibung

Elektroakustisches Spinning (EAS) ermöglicht die Charakterisierung „weicher“ Kolloide anhand ihrer elektrischen und mechanischen Eigenschaften. Durch die Kombination von elektrischen und akustischen Feldern auf deformierbaren Objekten induziert EAS eine Rotation. Das frequenzabhängige Rotationsspektrum hängt von den mechanischen und elektrischen Eigenschaften des Objekts und seiner Umgebung ab. Diese Technik birgt ein erhebliches Potenzial für die Untersuchung biologischer Proben in verschiedenen Bereichen des Gesundheitswesens wie Lebensmittelsicherheit und Pharmazie.

Das Institut für Kolloid- und Biogrenzflächenforschung an der BOKU entwickelt Charakterisierungsmethoden für biologische kolloidale Systeme. Der EAS-Effekt wurde erstmals in einem FWF-Projekt (P 27544) beobachtet. Wir haben festgestellt, dass er in der Lage ist, Zellen und andere biologische Proben zu untersuchen und mehrere Techniken zur Messung der elektrischen oder mechanischen Eigenschaften von Zellen zu ersetzen. Wir haben EAS in einem FFG-BRIDGE-Projekt validiert (TRL 2-3) und dabei erfolgreich Zellen mit unterschiedlichen Modifikationen, Altersgruppen und Generationen voneinander unterschieden. Die Technik wurde auch an verschiedenen Bakterien, Hefen, differenzierenden Zellen und Mikrogeweben getestet. Diese Tests haben EAS als bahnbrechende Technologie mit bedeutenden Anwendungsmöglichkeiten bestätigt, da sie eine label-free, schnelle Erkennung von Arten, Stämmen, Phänotypen und Entwicklungsstadien von Mikroorganismen und Zellen ermöglicht. Es gibt einen gravierenden Mangel an Techniken, mit denen solche Informationen gewonnen werden können. Die vorhandenen Techniken sind langsam, ex-situ/offline und teuer.

EAS ist label-free, erfordert nur minimale Probenmengen und kann mit anderen Technologien integriert werden, um mechanische und elektrische Eigenschaften gleichzeitig zu bestimmen. Mit weiterer Entwicklung könnte sie zu einem äußerst kosteneffizienten Werkzeug mit einzigartig hoher Unterscheidungskraft für Biotechnologen in der akademischen Welt und in der Industrie werden. Die Fähigkeit viele Objekte in einem Sichtfeld zu charakterisieren, macht EAS im Vergleich zur Mikroskopie oder anderen Techniken zur Untersuchung elektrischer oder mechanischer Eigenschaften von Natur aus zu einem Hochdurchsatzverfahren. EAS kann die medizinische Infektionsdiagnostik sowie die medizinische und Lebensmittelforschung, die Mikroorganismen, Zellen oder Mikrogewebe identifizieren oder charakterisieren müssen, entscheidend voranbringen und so einen wesentlichen Beitrag zum Übergang in eine gesündere und nachhaltigere Zukunft leisten.

Im Rahmen der Fellowship werden wir nachweisen, dass EAS die Durchsatzbeschränkungen der derzeitigen Techniken

überwindet und gleichzeitig einzigartige Informationen und Unterscheidungskraft bietet, wodurch die Technologie für die Kommerzialisierung durch eine Ausgründung oder Lizenzierung reif wird. Wir werden EAS auf TRL 4-5 weiterentwickeln und uns dabei auf die Entwicklung von Prototypen und Anwendungen für verschiedene Märkte konzentrieren. Dies umfasst die Weiterentwicklung der Hardware hin zu einem benutzerfreundlicheren und robusteren Instrument sowie die Entwicklung von Software, um die Datenextraktion benutzerfreundlich und mit hohem Durchsatz zu gestalten. Wir werden auch Modelle entwickeln, um die umfangreichen Daten, die von EAS in Anwendungen im Zusammenhang mit der Zell- und Mikrogewebeforschung generiert werden, zu interpretieren.

Abstract

Electro-acoustic spinning (EAS) enables the characterization of a broad range of “soft” colloids based on their electrical and mechanical properties. By combining electric and acoustic fields on deformable suspended objects, EAS induces spinning. The frequency-dependent rotation spectrum depends on the mechanical and electrical properties of the object and its surroundings. This technique holds significant potential for investigating biological samples, i.e., bacteria, cells, and microtissues, across healthcare industries such as agriculture, food safety, and pharmaceuticals.

The Institute of Colloid and Biointerface Science at BOKU focuses on developing characterization methods for biological colloidal systems. The EAS effect was first observed in an FWF project (P 27544). We realized its ability to study living cells and other biological samples and replace multiple techniques measuring cells' electrical or mechanical properties in a single measurement. We validated EAS as a proof of concept (TRL 2-3) in an FFG BRIDGE project, successfully distinguishing cells with different modifications, ages, and generations, including MCF-7 breast cancer cells. The technique was also tested on various bacteria, yeasts, differentiating cells, and microtissues. These tests have generated promising data, reinforcing EAS as a breakthrough technology with significant applications because of its label-free, fast sensing of differences in species, strains, phenotypes, and development stages of microorganisms and cells. There is a severe lack of techniques that can obtain such information. Those that exist are slow, ex-situ/off-line, expensive, and mostly genetics-based.

EAS is label-free, requires minimal sample amounts, and can be integrated with other technologies to determine mechanical and electrical properties simultaneously. With further development, it could become a highly cost-efficient tool with uniquely high discriminative power for biotechnologists in academia and industry. EAS's ability to characterize many objects in a field of view makes it inherently high throughput compared to microscopy or other techniques probing electrical or mechanical properties. EAS can decisively impact medical infection diagnostics and medical and food research industries needing to identify or characterize microorganisms, cells, or microtissues, thereby significantly contributing to the transition toward a healthier and more sustainable future.

In the FFG Spin-off Fellowship project, we aim to conclusively demonstrate that EAS addresses the throughput and versatility limitations of current competing techniques while providing unique information and discriminatory power, thereby making the technology ripe for commercialization via a spin-out or licensing. We will advance EAS to TRL 4-5, focusing on prototype development and testing applications for different markets. This includes further hardware development toward an easier-to-use, more robust instrument and software development to make data extraction user-friendly and high throughput. We will also develop software models to interpret the extensive data generated by EAS in applications related to cell and microtissue research.

Projektpartner

- Universität für Bodenkultur Wien