# PEARL-Mat

PErspektive, Anwendungen und Richtungsweisung für engineered Living materials und 2D/2D+HybridMATerialien

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Programm / Ausschreibung** | DST 24/26, Schlüsseltechnologien, Nano EHS 2024 | **Status** | abgeschlossen |
| **Projektstart** | 01.03.2025 | **Projektende** | 31.03.2026 |
| **Zeitraum** | 2025 - 2026 | **Projektlaufzeit** | 13 Monate |
| **Keywords** | 2D/2D+-Hybridmaterialien; Engineered Living Materials; Werkstoffdesign; Innovationspotential; Umwelt, Gesundheit und Sicherheit | | |

## Projektbeschreibung

Die gravierende Bedeutung von 2D-Materialien lässt sich unmittelbar an der kurzen Zeitspanne von nur sechs Jahren ablesen, welche zwischen der Exfoliation von Graphen im Jahr 2004 und der Verleihung des Nobelpreises für Physik dafür an Geim und Novoselov im Jahr 2010 lag. Eine weiterführende und zukunftsträchtige Entwicklung der 2D-Materialien besteht in den 2D/2D+-Hybridmaterialen (HD). In jüngster Zeit wurde außerdem das enorme Potential von engineered living materials (ELM) für die Realisierung intelligenter und hochfunktionaler Systeme erkannt, mitunter auch in Kombination mit 2D-Materialien. Durch die rasch fortschreitenden Entwicklungen gestaltet es sich oft als enorme Herausforderung einen objektiven Überblick über die aktuelle Forschungslandschaft zu HDs und ELMs zu gewinnen. Unteranderem der breite Umfang, der zu untersuchenden Aspekte erschweren dieses Unterfangen. Zu diesen Aspekten zählen die vielfältigen Möglichkeiten zur Synthese von HDs und ELMs, deren einzigartigen, gezielt kontrollierbaren Eigenschaften, welche mitunter modulierbare Funktionalitäten ermöglichen. Daneben stehen eventuelle Sicherheitsproblematiken (Toxizität, Auswirkungen auf die Umwelt), die bereits experimentell nachgewiesenen oder vermuteten Nutzungsmöglichkeiten in verschiedensten Anwendungsbereichen, als auch Aspekte zur Skalierung in industriellen Prozessen. An diesem Punkt setzt das hier vorgeschlagenen Projekt PEARL-Mat an. Das Konsortium hat sich das Ziel gesetzt den aktuellen internationalen Forschungsstand, und somit das verfügbare Wissen, zu HDs und ELMs, in allen relevanten Facetten möglichst vollständig darzustellen. Dabei wird PEARL-Mat einen Fokuspunkt auf Potentiale und Chancen für die österreichische Wissenschaftsgemeinde und Industrie legen, während Wissenslücken zu den Materialen identifiziert werden. Um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen, kombiniert PEARL-Mat bibliographische Analysen mit semantischen Werkzeugen, um eine Klassifizierung im Sinne der Identifikation verschiedener Ontologien zu erreichen. Um ein möglichst vollständiges Bild der Materialien zeichnen zu können, wird PEARL-Mat über Literaturrecherche hinausgehen und Experteninterviews, sowie mindestens einen Stakeholder-Workshop durchführen. Dies wird die Identifikation von Schwierigkeiten ermöglichen, welche eventuell nicht in der Literatur abgebildet werden. Die beiden Konsortialpartner AC2T research GmbH und BioNanoNet Forschungsgesellschaft mbH verfügen über die hierzu notwendige Expertise in den Bereichen Advanced Materials, sowie und Umwelt, Gesundheit und Sicherheit, als auch über Erfahrung in ähnlichen Projekten. Beide Partner sind in umfangreiche und oft komplementäre Expertennetzwerke eingebettet, welche die Realisierung von PEARL-Mat unterstützen werden. Abschließenden wird PEARL-Mat den Versuch unternehmen, ausgewählte Erkenntnisse mittels Abschätzung von

Realisierungswahrscheinlichkeit via geeigneter KI-Techniken, wie z.B. Machine Learning, zu validieren.

## Abstract

The importance of 2D materials could be most elegantly quantified by the unusual short time of only 6 years that passed between the exfoliation of graphene in 2004 and the Nobel-prize in physics awarded jointly to Geim and Novoselov in 2010 for this discovery. 2D/2D+ hybrid materials (HD) represent a further and promising development of 2D materials. Recently, the huge potential of engineering living materials (ELM) has been also recognized for the realization of smart and highly functional systems, e.g., in combination of 2D materials as welltoo. Nowadays, it is very challenging to obtain a state-of-the-art and fully objective overview on these two categories of materials, namely 2D/2D+ hybrid materials (HDs) and ELMs, what concerns their synthesis, controlled unique features, tuneable functionalities, toxicity, environmental impacts, their supposed or at least in laboratory demonstrated utility across various fields of application, and ultimately their upscaling into industrial products. This is exactly the main goal of the present PEARL-Mat project proposed here, i.e., to provide an up-to-day and widely complete knowledge map of both 2D/2D+ HDs and ELMs with respect to all their ever-mentioned facets, and on this basis also to identify knowledge gaps, potentials and opportunities for the Austrian scientific community and industry. To achieve this ambitious goal, PEARL-Mat combines the bibliographic analysis with advanced semantic tools, which are commonly used as prerequisite techniques for founding various ontologies. PEARL-Mat performs expert interviews and organizes at least one stakeholder workshop on national (Austria) and international level. Both partners AC2T research GmbH and BioNanoNet Forschungsgesellschaft .mbH possess the necessary background and needed expertise within the field of advanced materials and environmental sciences, health and safety, which are all mandatory for the success of PEARL-Mat. The project partners are both embedded in large and mostly complementary experts' networks which will be involved in PEARL-Mat, too. Finally, PEARL-Mat makes an attempt to validate a few carefully selected outcomes and findings of the considered methodology by estimating their realization probability via some proper AI techniques, like machine learning methods.

## Projektkoordinator

- AC2T research GmbH

## Projektpartner

- BioNanoNet Forschungsgesellschaft mbH