

„HEA2D“ – Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen von 2D-Nanomaterialien

2D-Materialien, eingebunden in massentaugliche Fertigungsverfahren, haben das Potential, integrierte und systemische Produkt- und Produktionslösungen zu schaffen, die sozial, ökonomisch und ökologisch nachhaltig sind.

Bestehend aus einer einzigen Lage eines hexagonal angeordneten Rasters aus Kohlenstoffatomen gilt Graphen als das erste im Jahr 2004 isolierte 2D-Material und hat eine ganze Reihe einzigartiger Eigenschaften. Inzwischen konnten Monolagen einer Vielzahl von Verbindungen wie zum Beispiel hexagonales Bornitrid (hBN), Molybdändisulfid (MoS_2) oder Wolframdisulfid (WS_2) hergestellt werden, die strukturell ähnlich aufgebaut sind. Es sind nicht nur die dünnsten, stärksten und leichtesten Materialien, sie sind auch flexibel, undurchlässig für die meisten Moleküle und haben exzellente thermische und elektrische oder optische Eigenschaften. Das macht 2D-Materialien zu wichtigen Werkstoffen für die nächsten Generationen von Innovationen in sämtlichen wichtigen Technologiebereichen, zum Beispiel:

Verbundwerkstoffe und Beschichtungen erhalten durch 2D-Materialien deutlich verbesserte Eigenschaften – von Antistatik- und Korrosionsschutzbeschichtungen bis hin zu hochfesten, ultraleichten Verbundwerkstoffen können sie nicht nur die Leistungsfähigkeit aktueller Werkstoffe verbessern, sondern auch neue Anwendungsfelder erschließen.

Hochempfindliche Sensoren auf Basis von 2D-Materialien können kleiner, leichter und kostengünstiger sein als herkömmliche Sensoren und auf vielfältige Weise eingesetzt werden: von chemisch basierten Gas-, pH- und Sensoren zur Detektion volatiler organischer Verbindungen (VOCs) bis hin zu Druck- und Dehnungssensoren. Biochemische Sensoren können Moleküle wie DNA und viele verschiedene Analyten wie Glukose, Glutamat, Cholesterin und Hämoglobin erfassen und ermöglichen unter anderem die Entwicklung tragbarer, miniaturisierter Sensorelemente, die physiologische Parameter in Echtzeit erfassen oder intelligente

Lebensmittelverpackungen, die die Haltbarkeit überwachen können.

Energieerzeugung und -speicherung sind Bereiche, in denen speziell Graphen aufgrund seiner hohen Oberfläche, der großen elektrischen Leitfähigkeit, dem geringen Gewicht, der chemischen Stabilität und der hohen mechanischen Flexibilität eine Schlüsselrolle einnehmen wird. Solarzellen, Batterien, Superkondensatoren, Wasserstoffspeicher und Brennstoffzellen sind Anwendungsfelder, in denen Graphen einen signifikanten Unterschied machen kann.

Elektronik, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie das „Internet der Dinge“ sind Bereiche, in denen im Gegensatz zu Graphen halbleitende 2D-Materialien aus der Materialklasse „MoWSeS“ der sogenannten Übergangsmetallchalkogenide wie Molybdändisulfid (MoS_2) oder Wolframdisulfid (WS_2) zukünftig eine große Rolle spielen werden. Sie ermöglichen die nächste Generation der Technologie von sehr schnellen Chips für die Datenkommunikation bis hin zu flexiblen Bildschirmen und Batterien für mobile Anwendungen. Daneben wird die Miniaturisierung als wichtiger Antriebsfaktor der Elektronikindustrie mit 2D-Materialien adressiert.

Photonik und Optoelektronik sind Bereiche, für die sich Molybdändisulfid (MoS_2), Wolframdisulfid (WS_2) oder verwandte 2D-Nanomaterialien dank ihrer Kombination aus guten optischen und elektrischen Eigenschaften eignen, zum Beispiel für optoelektronische Hochleistungsbaulemente und neuartige Photonik. Von optischen Emittoren für die Quantentechnologie und optischen Schaltern bis hin zu drahtloser Kommunikation, Photodetektoren, flexiblen und dünnen LEDs sowie der Energiewandlung werden 2D-Materialien eine wichtige Rolle in der Optoelektronik



spielen. Trotz des großen Anwendungsspektrums ist der Technologietransfer in innovative und vor allem markt-gängige Produkte noch eine große Herausforderung.

Diesen Schritt gehen jetzt die Partner des Leitmarktprojekts „HEA2D“ aus dem Leitmarktettbewerb „Neue-Werkstoffe.NRW“: Ihr Ziel ist es, 2D-Nanomaterialien auf Kupferfolie abzuschneiden, um sie anschließend durch ein Rolle-zu-Rolle-Verfahren auf Kunststofffolien und -bauteile zu übertragen. Auf diese Weise soll eine Serienfertigung elektronischer und optoelektronischer Komponenten ermöglicht werden.

Zu diesem Zweck wird im Rahmen des Verbundvorhabens HEA2D eine durchgängige Verarbeitungskette bestehend aus verschiedenen Abscheideverfahren für 2D-Materialien, Verfahren für den Transfer auf Kunststofffolien sowie der massentauglichen Integration in Kunststoffkomponenten entwickelt. Die Ergebnisse des Projekts werden über bestehende Kooperationen der Verbundpartner interessierten nordrhein-westfälischen Unternehmen nahegebracht mit dem Ziel, bereits in einem frühen Entwicklungsstadium Anforderungen von Endanwendern in die Fertigungskette zu integrieren. Hierfür wird der Cluster NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW sowie die NMWP.NRW-Fachgruppe „Graphen und 2D-Materialien“ als Plattform in Nordrhein-Westfalen zur strategischen Unterstützung eingebunden.

HEA2D ermöglicht durch die Abdeckung einer kompletten Prozesskette erstmalig die Überführung von kostengünstig produzierten 2D-Materialien und daraus gefertigten Komponenten in massentauglich produzierte, spritzgegossene Endprodukte. Die starke Positionierung von NRW im Bereich der Spitzenforschung für 2D-Materialien in Kooperation mit Anlagenherstellern und Prozessingenieuren für die Kunststoffverarbeitung ermöglicht einen einzigartigen F&I-Verbund, der die Brücke zwischen Forschung und industrieller Nutzung schlagen wird.

Dazu werden die Prozessparameter für die Abscheidung von Graphen und anderen 2D-Materialien mit der Zielsetzung der optimalen Integration in unterschiedliche Prozesse analysiert. Die Prozessforschung wird bei AIXTRON und auf AIXTRON-Systemen der Universität Duisburg-Essen durchgeführt. Die gewonnenen Erkenntnisse werden anschließend von den Projektpartnern AIXTRON SE, COATEMA Coating Machinery GmbH sowie dem Fraunhofer IPT gemeinschaftlich für die Entwicklung eines Anlagenkonzepts zum effizienten Transfer von

Graphen auf Polymersubstrate genutzt. Die Projektergebnisse in Form von Demonstratoren werden durch die AMO GmbH, das Kunststoff-Institut Lüdenscheid (KIMW) und das Fraunhofer IPT einem großen Kreis von Industrieunternehmen in NRW zugänglich gemacht. Die aufgebauten Kompetenzen dienen somit nicht der Realisierung einer einzelnen Produktinnovation, sondern eröffnen über die existierenden Netzwerke von AMO, KIMW und Fraunhofer IPT eine branchenweite Übertragung des Knowhows. ■

Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert.



Autor:
Prof. Dr. Michael Heuken
AIXTRON SE,
Vice President /
Corporate Research
& Development



Können Sie den QR-Code nicht lesen?
Treten Sie mit mir unter www.portal.nmwp.de in Kontakt.

Infos zum Projekt

Laufzeit: 01.04.2016 bis 31.03.2019

Konsortialführer:
AIXTRON SE

Konsortium:

- AIXTRON SE
- AMO GmbH
- Universität Duisburg-Essen
- COATEMA Coating Machinery GmbH
- Fraunhofer IPT
- Kunststoff-Institut Lüdenscheid GmbH

Förderinstrument:
Leitmarktettbewerb Neue Werkstoffe.NRW