

University of Groningen

**Design and development of novel layered nanostructured hybrid materials for environmental, medical, energy and catalytic applications**

Potsi, Georgia

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2016

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Potsi, G. (2016). *Design and development of novel layered nanostructured hybrid materials for environmental, medical, energy and catalytic applications*. University of Groningen.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

**Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

## Samenvatting

Het veld van gelaagde nanogestructureerde hybride materialen richt zich op de synthese en mogelijke toepassingen van materialen die de eigenschappen van bouwstenen van nanometer afmetingen combineert. Het samenbrengen van bouwstenen kan hun eigenschappen verbeteren of nieuwe eigenschappen genereren die niet aanwezig waren in de afzonderlijke bestanddelen.

Het doel van dit proefschrift is de toepassing van gelaagde nanogestructureerde materialen voor milieu, medische, energie en katalytische doeleinden, beschrijving van de synthese, karakterisering en toepassingsmogelijkheden van een aantal gelaagde hybride materialen gebaseerd op koolstof allotropen of verschillende anorganische matrixen, zoals kleimineralen.

Hoofdstuk 3 beschrijft de synthese van multifunctionele gepilaarde en gelaagde materialen gesynthetiseerd door middel van intercalatie van adamantylamine in de ruimte van de tussenlaag van grafietoxide en gelaagde aluminosilicaat nanokleien. Verschillende karakterisatie technieken demonstreren de succesvolle intercalatie van adamantylamine en tonen aan dat de uiteindelijke gepilaarde materialen een verhoogd specifiek oppervlakte hebben. Hierbij is bevonden dat deze hybriden in staat zijn om significante hoeveelheden van organische verontreinigingen te adsorberen, dit heeft grote potentie voor milieu saneringstoepassingen. Bovendien bleken zij verbeterde cytotoxische activiteit te vertonen op A549 kankercellen, terwijl de cytotoxiciteit richting MRC-5 cellen (normaal) minimaal was. Dit maakt ze geschikt als antiproliferatieve middelen in biomedische toepassingen.

Hoofdstuk 4 beschrijft de chemische oxidatie van koolstof nanoschijven, industrieel bereid via de zogenoemde pyrolytische Kværner Carbon Black & H<sub>2</sub> proces, naar de formatie van een hydrofiele analoog. De gedetailleerde karakterisering van het ongerepte en het geoxideerde materiaal is beschreven en het onderzoek naar de cytotoxische eigenschappen van de geoxideerde nanoschijven gerapporteerd. Naast de resulterende afscheiding van de koolstof nanoschijven uit het gemengde nanoschijven/nanokegels/roet uitgangsmateriaal, veroorzaakt de oxidatiebehandeling ook de bevestiging van zuurstofhoudende functionele groepen (epoxy-, hydroxyl-, en carboxylgroepen) aan het nanoschijf oppervlak., Dit leidt tot een betere oplosbaarheid in polaire oplosmiddelen waardoor het bruikbaar wordt voor verschillende toepassingen. Het onderzoek naar de cytotoxiciteit eigenschappen toont aan dat de geoxideerde nanoschijven op kunnen treden als cytotoxisch middel, wat veelbelovend is voor toekomstig gebruik in nanobiokatalytische systemen.

Hoofdstuk 5 geeft een overzicht weer van verschillende experimentele studies naar de synthese en eigenschappen van koolstof nanostructuren welke organische-anorganische kooi-achtige veelhoekige oligomeer silsesquioxaan (POSS) deeltjes bevatten. Het doel is om te demonstreren welke verbeteringen van chemische en fysische eigenschappen kan worden behaald door POSS met verschillende koolstof nanostructuren te combineren, gericht op de mogelijke impact van deze hybride nanostructuren op verschillende technische toepassingen.

Hoofdstuk 6 beschrijft de intercalatie van ijzer gesubstitueerde (Fe<sup>3+</sup>) kubische silsesquioxanen in een natrium en zuur geactiveerd montmorilloniet om nieuwe katalytische gepilaarde structuren te vormen. Verschillende karakterisatietechnieken zijn toegepast om de succesvolle intercalatie van de kubische silsesquioxanen in de kleimatrixen en de vorming van gepilaarde

structuren na calcinatie aan te tonen. De uiteindelijke gepilaarde hybrides bezitten een hoog specifiek oppervlakte en bevatten  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (hematiet) nanodeeltjes, wat geverifieerd is door middel van Mössbauerspectroscopie. Katalytische metingen tonen aan dat de uiteindelijke gepilaarde hybride materialen de omzetting van isopropanol naar diisopropylether en propaan katalyseren vanwege de hoge specifieke oppervlakte en de aanwezigheid van zure groepen op het oppervlak; de selectiviteit wordt beïnvloed door stereochemische parameters.

Hoofdstuk 7 beschrijft de fabricage van metaal (Cu<sup>2+</sup> en Fe<sup>3+</sup>) gedecoreerde POSS dunne lagen door middel van de Langmuir-Schaefer methode of door een combinatie van deze methode met zelfassemblage, gebruik makend van een eenvoudige oppervlakteactieve stof zoals arachidonzuur (AZ). Karakterisering met verschillende technieken heeft bewezen de depositie van de lagen, wat tot een periodiek herhalend AA-Metaal (Cu<sup>2+</sup> en Fe<sup>3+</sup>)-POSS-AA eenheid leidt. Bovendien is bevonden dat de tussenlaag afstand tussen de eenheden beïnvloed wordt door de coördinatie van de metaalionen. Daarnaast toonde vergelijking tussen beide fabricage protocollen aan dat de gedeponeerde hybride lagen gevolgd door de synthetische route, welke het zelfassemblage proces bevatte, leidde tot beter geordende structuren.

