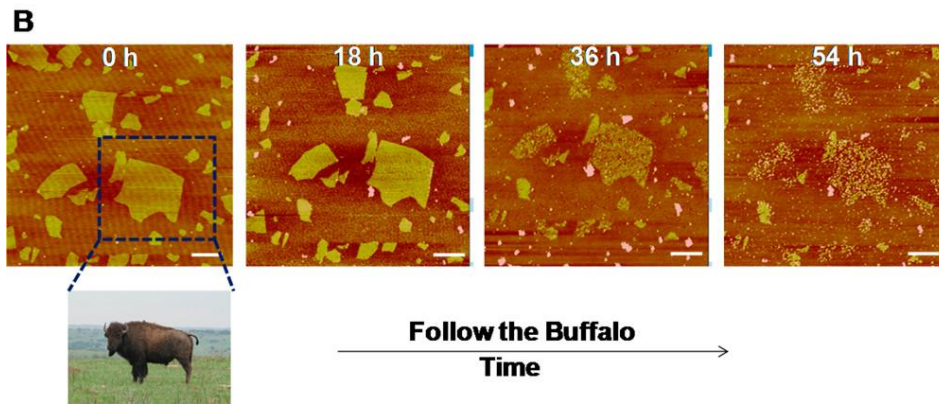
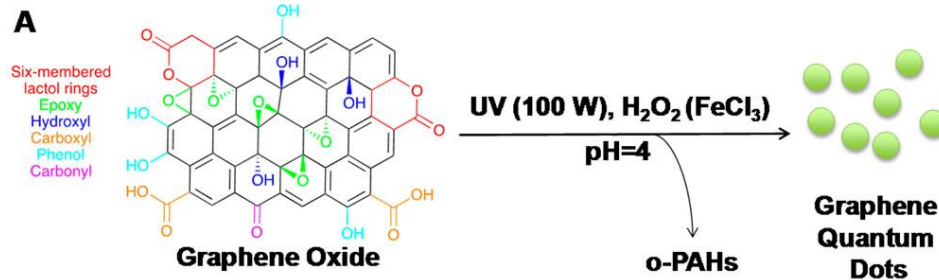
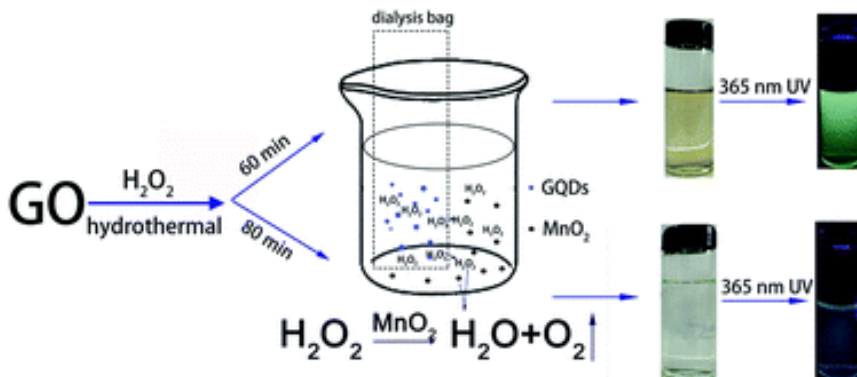


# Onderzoeken naar de afbreekbaarheid van grafeenoxide

Bij een studie door [Hao Bai, Wentao Jiang en anderen](https://doi.org/10.1021/jp503413s) (doi.org/10.1021/jp503413s, 9-11-2020, American Chemical Society) werd het afbraakpotentieel van grafeenoxide onderzocht met behulp van acellulaire oxidatieve systemen zoals de foto-Fenton-reactie (oxidatiepotentieel van OH = 2,80 V). Hierbij waren 3 dagen voldoende om grafeenoxide af te breken in quantumdots:



Een studie van [Renbing Tian, Suting Zhong en anderen](https://doi.org/10.1039/C6RA00780E) (DOI:10.1039/C6RA00780E, april 2016, Royal Society of Chemistry) om grafeenquantumdots te maken van grafeenoxide, laat zien dat grafeenoxide wordt afgebroken door de hydroxylradicaal (OH) die door waterstofperoxide wordt gegenereerd. De hydroxylradicalen functioneren als een chemische "schaar" om het grafeenoxide in kleinere deeltjes te splitsen. De koolstofatomen die zijn verbonden met de hydroxyl- en epoxygroepen in het grafeenoxide worden aangevallen door de hydroxylradicalen om de C-C- of C=C-bindingen te verbreken waardoor het grafeenoxide uiteenvalt in kleinere fragmenten. Gedurende het proces namen de hydroxyl- en epoxygroepen geleidelijk af. [Een weergave](#) van het afbraakproces van grafeenoxide naar quantumdots:



[Myung JinYoo en Ho BumPark](https://doi.org/10.1016/j.carbon.2018.10.009) (doi.org/10.1016/j.carbon.2018.10.009, 2018) hebben aan de hand van de hummersmethode die is omschreven [in het handboek van Benzoxazine Resins uit 2011](#) het afbraakmechanisme van grafeenoxide door waterstofperoxide geanalyseerd. De Hummers-methode is de meest gebruikte methode om grafietoxide uit grafiet te bereiden door oxidatie. In de laatste fase van dit proces wordt waterstofperoxide toegevoegd om, wat de uiteindelijke eigenschappen van grafietoxide sterk beïnvloed. Het reeds gevormde grafietoxide ontleedt chemisch door de toevoeging van waterstofperoxide in de laatste fase.

De afbraak van grafeenoxide (GO) zou vergelijkbaar zijn met de afbraak van grafeen-nanoribbons (GNR's). [Xiangfeng Luan, Dr. Cristina Martín en anderen](https://doi.org/10.1002/ange.202008925) (doi.org/10.1002/ange.202008925, 9 juli 2020) keken naar het afbraakgedrag van GNR's in aanwezigheid van humaan myeloperoxidase (hMPO) en GNR's behandeld met de foto-Fenton-reactie. De GNR's ondergingen slechts een gedeeltelijke afbraak na 25 uur incubatie met myeloperoxidase, terwijl de GNR's via de Fenton-reactie na 120 uur bijna volledig degradeerden. In vergelijking met andere peroxidasen kan myeloperoxidase tijdens het katalytische proces een sterkere oxidant, hypochloorzuur (HClO), produceren naast actieve radicale tussenproducten, die bijdragen aan een efficiënte afbraak. Naast de enzym-gecatalyseerde biologische afbraak, is de foto-Fenton-reactie efficiënt gebleken voor de afbraak van verschillende nanomaterialen. De krachtige afbraakwerking van de Fenton-reactie vloeit voort uit de hoge elektro-negativiteit van de hydroxylradicaal (zijn elektronenaffiniteit is 569,3 kJ en het oxidatiepotentieel is tot +2,31 V). Deze oxidatieve omgeving kan zelfs hexagonale boornitride-nanoplaten met een hoge oxidatieweerstand volledig afbreken. Vergeleken met myeloperoxidase gecatalyseerde afbraak was de Fenton-reactie de meest krachtige met een sterk oxidatievermogen. Met toevoeging van Ultraviolet licht versnelde de afbraak sterk.

Uit een studie van de [Graphene Flagship](#) onderzoekers ("Graphene oxide biodegrades with help of human enzymes", 01-06-2015) blijkt dat grafeenoxide in het lichaam van de mens volledig wordt afgebroken. Dit gebeurt in de aanwezigheid van waterstofperoxide, in een reactie die wordt gecatalyseerd door het myeloperoxidase-enzym (MPO).

[Bengt Fadeel, Cyrill Buss en anderen](https://doi.org/10.1021/acsnano.8b04758) (doi/10.1021/acsnano.8b04758, 2-11-2018) vergelijken divers onderzoek, waaronder onderzoek van Kurapati en anderen, dat aantoont dat myeloperoxidase (MPO), een menselijk enzym dat wordt uitgescheiden door geactiveerde neutrofielen, grafeenoxide kan afbreken. Twee sterk verspreide grafeenoxide monsters waren na 24 uur volledig of bijna volledig afgebroken, terwijl de meest geaggreerde grafeenoxide niet was afgebroken.

Bij onderzoek door [Cristina Martín Jiménez en anderen](https://doi.org/10.1002/sml.201905405) (DOI:10.1002/sml.201905405, november 2019, The Small Journal) werd de biologische afbreekbaarheid van grafeen quantum dots (GQD's) door menselijke peroxidasen wordt beoordeeld. Tekenen van afbraak door beide enzymen worden al waargenomen na een paar uur incubatie met elk enzym, en worden duidelijker na een paar dagen behandeling. Zowel myeloperoxidase als eosinofielperoxidase kunnen interageren met quantumdots, waardoor de afbraak van dit type grafeen wordt veroorzaakt.

---