

had een spitse bek met vlijmscherpe dinosaurustandjes.

De ouderdom van het fossiel is bijzonder: het is de alleraatste 'ouderwetse' vogel die ooit gevonden is; gedateerd op $\pm 65,8$ miljoen jaar, leefde de vogel vlak voor het eind van het dinosaurustijdperk. De oervogel is afkomstig uit de kalksteengroeve van CBR-Romontbos, bij Maastricht net over de Belgische grens. Hij is gevonden door Ruud Dorting, de amateur-paleontoloog die eerder al de nieuwe *Mosasaurus 'Bèr'* ontdekte.

Maar met het eind van het Krijt is het definitief afgelopen. Samen met de dinosauriërs legt zo'n driekwart van alle soorten het loodje. Een enorme meteoriet boort zich in het schiereiland Yucatán in Mexico. De hitte, het stof, de schokgolf, de tsunami's, en vooral de wereldwijde zonsverduistering, de zure regen en de klimaatsveranderingen markeren het einde van het dinosaurustijdperk. Een klein groepje

vogels slaagt er in om in de nasleep van de wereldwijde milieuramp toch nog hun kostje bij elkaar te scharrelen. Maar ook onder de vogels is de slachting enorm. Ook bij de 'tanden'vogels zoals de Maastrichtse *Ichthyornis* zijn er geen overlevenden. De enige dinosauriërs die de inslag overleefden zijn de tandeloze fladderdinosauriërs, beter bekend als de 'echte' vogels.

De 'Draakjes met veren' waren in juli en augustus 2006 te zien in het Natuurhistorisch Museum Maastricht. Van 9 september tot en met 5 november 2006 staat de tentoonstelling in het Natuurhistorisch Museum Rotterdam.

www.nhmmaastricht.nl
www.nhmmaastricht.nl/nederlands/exposities/draakjes/index.html
www.nmr.nl

GEOCOMpositie 1

Nieuwe vorm van koolstof bedreigt exclusief karakter van diamant

Fysici van de Universiteit van Bayreuth (Duitsland) zijn er in geslaagd om uit koolstof een materiaal te vervaardigen dat nog harder is dan diamant. Het heeft ook een iets grotere massa (soortelijk gewicht), maar het verschil met diamant is slechts 0,2-0,4%. De nieuwe stof staat inmiddels bekend als ADNR (aggregated diamond nanorods).

Diamant ontleent zijn hardheid aan de bijzondere binding van de koolstofatomen: ieder atoom is met vier andere koolstofatomen verbonden via vier sterke covalente bindingen. ADNR heeft een heel andere structuur: het is opgebouwd uit kleine staafjes diamant die in elkaar grijpen. Elk van deze staafjes vormt op zichzelf een kristal met een diameter van 5-20 nanometer en een lengte van ongeveer een micron. Deze structuur levert een zeer hard materiaal op (hardheid is gedefinieerd als de weerstand die een ander materiaal ondervindt als het het oppervlak van de desbetreffende stof wil binnendringen; het wordt gemeten op basis van zijn bulk modulus (bij gelijkblijvende temperatuur): de vormverandering bij verandering van druk). De bulkmodulus voor ADNR is 491 gigapascal, dat is aanzienlijk meer dan de waarde van 442 GPa die voor diamant geldt.

De onderzoekers slaagden erin om deze harde stof te fabriceren door 'buckyballs' (de voetbalvormige moleculen van C_{60}) samen te persen onder een druk van 24 GPa (~ 240.000 atm), bij een temperatuur van 2500 K (~ 2225 °C). Dit gebeurde met een zeer bijzonder apparaat waarover het Bayerisches Geoinstituut in Bayreuth beschikt. Vergelijkbare omstandigheden moeten in het inwendige der aarde heersen

op de grens tussen binnen- en buitenmantel. Dat betekent dat daar in principe ADNR kan ontstaan; of dat ook werkelijk het geval is, valt te betwijfelen omdat er waarschijnlijk onvoldoende concentraties van koolstof op de grens tussen binnen- en buitenmantel aanwezig zijn. ADNR mag dan ook niet als een nieuw mineraal worden beschouwd.

De eigenschappen van het ADNR dat bij de experimenten ontstond, werden gemeten op de European Synchrotron Radiation Facility in Grenoble. Daarbij bleek dat de dichtheid van ADNR 0,3% groter is dan van diamant, en dat het minder samendrukbaar is dan enig ander bekend materiaal. Daarmee lijkt industriële toepassing zeer goed mogelijk, vooral als vervanging van diamant. Zo wordt diamant veel toegepast als dunne laagjes voor elektrochemische processen. Dat houdt verband met het feit dat diamant weliswaar een perfecte isolator vormt en elektrische stroom slecht geleidt, maar dat het door toevoeging van wat borium of stikstof in een halfgeleider kan worden veranderd. Dergelijke halfgeleiders van diamant worden gebruikt voor toepassingen bij hoge temperaturen, want boven zo'n 175 °C werken de 'gewone' op silicium gebaseerde halfgeleiders niet goed meer. ADNR zou een goed alternatief zijn voor deze toepassing van diamant. Ook zou het gebruikt kunnen worden als materiaal voor precisieboren, waarvan de metalen boorkoppen nu gewoonlijk worden voorzien van een laagje van diamant. ADNR zou deze diamant kunnen vervangen, omdat het door zijn grotere sterkte langer meegaat. Er zijn overigens ook tal van andere toepassingen denkbaar. Hiermee lijkt diamant niet alleen een aantal records te verliezen, maar ook van zijn status als nauwelijks vervangbaar materiaal te worden beroofd.

Dubrovinskaia, N., Dubrovinsky, L., Crichton, W., Langenhorst, F. & Richter, A., 2005. Aggregated diamond nanorods, the densest and least compressible form of carbon. *Applied Physics Letters* 87, 083106.

A.J. van Loon