

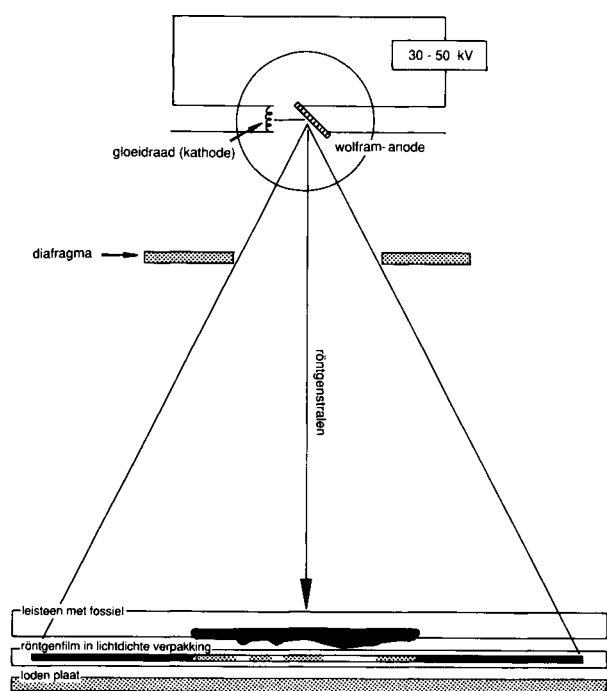
# Röntgenfotografie van Bundenbach-fossielen: haarscherpe details uitgelicht

door W.H. Südkamp

Een belangrijk hulpmiddel bij het onderzoeken van fossielen uit de Hunsrückschiefer is de röntgentechniek. Hiermee is het mogelijk om de ligging van de gepyritiseerde fossielen in de leisteen zichtbaar te maken. Zeker bij zeldzame vondsten is het verstandig eerst een röntgenfoto te laten maken om daarna aan de hand van deze foto het fossiel te prepareren.

Röntgenstralen worden opgewekt in een röntgenbuis (zie afb. H - 1). Dit is een luchtledige glazen kolf, waarin elektronen met hoge snelheid op een metalen plaatje worden afgeschoten. De negatief geladen gloeidraad (kathode) zendt elektronen uit. In de anode (positieve elektrode), die uit zuiver metaal bestaat, ontstaat door de inslag van de elektronen warmte en röntgenstraling. De röntgenstralen worden gericht op een stuk lei; hieronder ligt de film, die in een lichtdichte verpakking zit. De lichtdichte verpakking is voor de röntgenstraling geen probleem, deze gaat er dwars doorheen. Een loden plaat, die de röntgenstralen absorbeert, wordt onder de film gelegd om veiligheidsredenen en om weerkaatsing van straling van het tafelblad te vermijden. Deze strooiestraling zou het fotografische beeld versluieren.

De röntgenfotografie maakt gebruik van het verschil in samenstelling van leisteen en pyriet. Hierdoor wordt verschil in absorptie van röntgenstraling veroorzaakt en ontstaat een verschil in zwarting. Röntgenstraling heeft een 5.000 - 10.000 maal kleinere golflengte en een 5.000 - 10.000 maal grotere energie dan zichtbaar licht. Deze straling doordringt het gesteente, maar wordt door pyriet tegengehouden. In de leisteen aanwezige fossielen worden op het röntgennegatief zichtbaar als heldere beelden; bij het afdrukken van dit negatief ontstaat een positief met de fossielen in zwart.



Afb. H - 1. Schematische weergave van een röntgenopname van een fossiel in een plaat leisteen (naar W. Stürmer).

## Voorwaarden voor een goed resultaat

Om een zo optimaal mogelijke opname van een fossiel te verkrijgen dient de leisteen waarin het fossiel is ingebed aan een aantal eisen te voldoen:

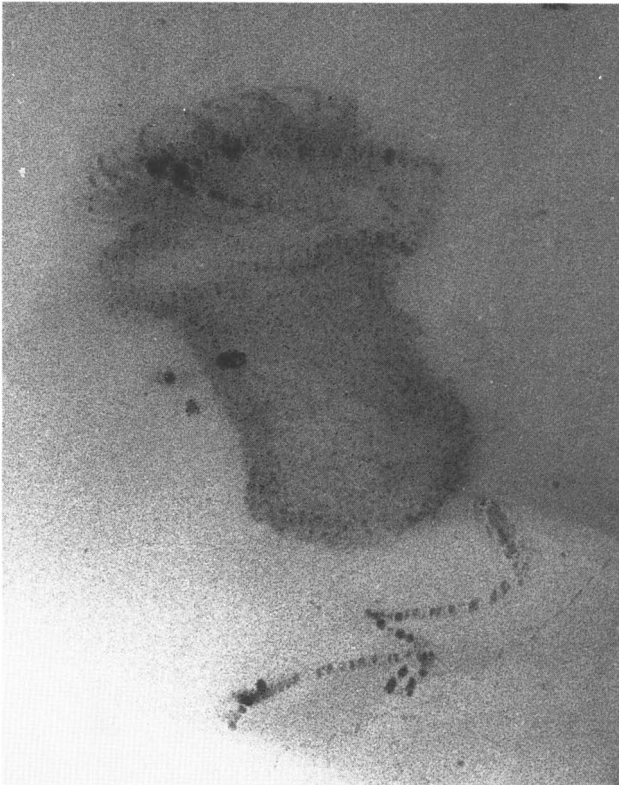
- De platen moeten zo dun mogelijk zijn. Dit vermindert de hinderlijke weerkaatsing van straling. Platen dikker dan 8 mm vereisen een grotere energie, waardoor belangrijk meer strooiestraling optreedt. Het waarnemen van details wordt hierdoor moeilijker.
- De dikte van de plaat moet zo gelijkmatig mogelijk zijn. Zo wordt een egale belichting van het fossiel verkregen. Het prepareren mag pas beginnen als de röntgenopname gemaakt is, want door het wegschrappen van leisteen om het fossiel wordt de plaat plaatselijk iets dunner. De röntgenstraling dringt hier dan gemakkelijker doorheen en veroorzaakt meer zwarting op de film. Dit belichtingsverschil verstoort het beeld en is later nauwelijks te compenseren. Een gelijkmatig oppervlak betekent ook, dat vòòr de opname oneffenheden van de leisteen moeten worden verwijderd.
- Het fossiel moet een bepaalde dikte hebben. Enerzijds moet het fossiel voldoende gepyritiseerd zijn om het te kunnen opsporen. Voorbeeld: fijne armen van een zeelelie zijn niet goed te onderscheiden. Anderzijds mag het object niet te dik zijn en mogen er geen delen over elkaar heen liggen. Voorbeeld: een dikke trilobiet wordt zichtbaar als een zwarte vlek waarin geen details zijn te zien.

Röntgenstraling wordt voor vele toepassingen gebruikt. In de industrie kunnen er lasnaden mee worden gecontroleerd. Op het medische vlak zijn de borstfoto en bestraling bekende toepassingen. Geschiedkundigen gebruiken röntgenstraling om mummies en veenlijken door te lichten. Met röntgenfoto's kunnen o.a. bij fossielen vervalsingen worden aangetoond (restauraties, namaak).

De röntgenfotografie werd al snel na de ontdekking ervan ook gebruikt voor de bestudering van fossielen. Dit gebruik nam steeds toe, vooral in de jaren dertig en de periode vanaf ongeveer 1960. Niet van alle vondsten kunnen goede opnamen worden gemaakt. De samenstelling van het gesteente en van het object bepaalt in hoeverre röntgenstraling wordt doorgelaten en geabsorbeerd en hoe het fotografische beeld wordt. Er zijn goede resultaten geboekt bij b.v. een vleermuis uit de groeve Messel bij Darmstadt (Eoceen), en bij een belemniet uit de platenkalk van Solnhofen (Boven-Jura). Bij de vleermuis zijn de oren met het echolokalisatie-systeem zichtbaar en bij de belemniet de sluitspier van de inktzak.

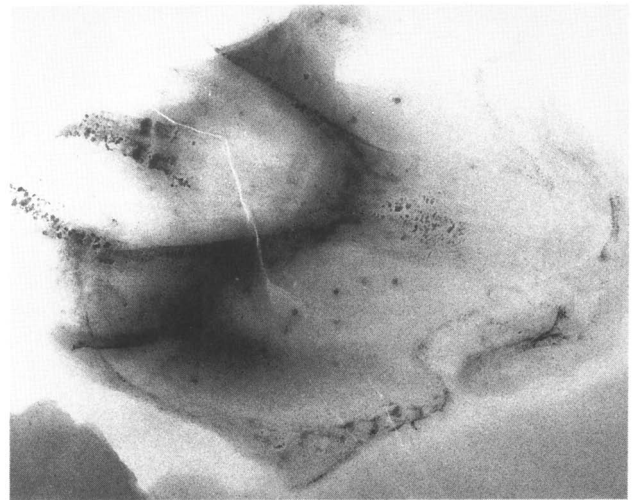
De meest opzienbarende resultaten werden echter behaald bij de fossielen uit de Hunsrückschiefer. Het was W.M. Lehmann, die vanaf 1932 met succes de röntgentechniek hierop toepaste als hulpmiddel bij het beschrijven van nieuwe soorten. Hij liet ongeveer 3000 röntgenfoto's na. W. Stürmer heeft het werk van Lehmann in röntgentechnisch opzicht kunnen vervolmaken. Tussen 1960 en 1980 maakte hij 22.000 opnamen. Het is zijn verdienste dat ook weke delen van fossielen zichtbaar werden gemaakt. Hij toonde bijvoorbeeld bij trilobieten de maag, darm en lichtgeleidingskanalen tussen de ogen en hersenen aan en nog onbekende details van hun poten. Verder ontdekte hij nieuwe soorten, zoals kwalen en een zeespin en toonde hij met zekerheid de eerste echte landplanten in de Hunsrückschiefer aan.

Afb. H - 2. *Palaeocucumaria hunsrückiana*, zeekomkommer. Deze Stekelhuidige is zakvormig. Aan de verbrede voorzijde zitten tentakels. Röntgenfoto. Afmetingen: 27 x 24 mm. De afgebeelde steel is van een zeelelie.



In de Hunsrückschiefer komt als grote zeldzaamheid een zeekomkommer voor: *Palaeocucumaria hunsrückiana*. Dit is een Stekelhuidige, zakvormig (inderdaad lijkend op een flinke augurk) en met alleen verspreid staande skeletelementen. Afb. H - 2. Röntgenopnamen laten de tentakels en de ring om de mond zien, waaraan zeekomkommers gemakkelijk kunnen worden herkend. *Cheloniellon calmani* is een soort degenkrab of pijlstaartkreeft en een verre verwant van de trilobieten. Op de röntgenopname zijn de voelhorens, poten met hun scharnierende delen en de oppervlaktestructuur van het rugpantser te zien. Ook de röntgenfoto's van de collectie Hunsrückschiefer-fossielen van Teylers Museum hebben nieuwe details opgeleverd. De zeester *Helianthaster rhenanus* bijvoorbeeld heeft tussen de

Afb. H - 3. *Stensioëlla heintzi*, een pantservis. De staart en het grootste deel van de romp ontbreken. Dit is voor zover bekend het grootste exemplaar. De drie grote pantsersplaten die de kop vormen en de naar achteren gelegen bek zijn goed te herkennen. Röntgenfoto. Afmetingen: 140 x 117 mm.



armen aan de schijfrand grote, dikke platen. Deze staan in een halve krans naar binnen toe. Op de röntgenfoto is te zien dat de platen driehoekig tot trapeziumvormig zijn. De breedte van de bandvormige armen neemt naar de armspitsen gelijkmatig af. Het fossiel heeft een zeer grote mond. In de as van de armen zijn -- tussen mond en schijfrand -- ruitvormige verdikkingen te zien. Zie afb. G - 4.

Op de voor- en achterplaat zijn een slangster en een zeester uit mijn collectie afgebeeld. Het lijkt alsof er van de grote slangster, *Loriolaster mirabilis*, twee armspitsen ontbreken. Op de röntgenfoto is echter te zien dat deze omgeklapt zijn en onder de schijf liggen. Duidelijk zijn ook de stevige mondhoekplaatjes en de lepelvormige adambulacralen (delen van het armskelet) te herkennen. De kleine zeester *Urasterella asperula* ligt met één arm onder de *Loriolaster*. De röntgenfoto bewijst tevens dat een van de andere armen niet volledig is gepyritiseerd. Het kan zijn dat deze tijdens de fossilisatie al gedeeltelijk was ontbonden. In mijn collectie bevindt zich ook de kop van de pantservis *Stensioëlla heintzi*. Op de röntgenfoto hiervan zijn een borstvin met knobbeltjes, de naar achter liggende bek aan de onderzijde en de drie grote pantsersplaten - die de kop vormen - eveneens met knobbeltjes, te herkennen. Afb. H - 3.

## Het prepareren van Bundenbach-fossielen

door W.H. Südkamp

De fossielen liggen na het splijten van leisteenplaten vrijwel nooit in hun geheel vrij. In het gunstigste geval worden de platen net boven of onder het platgedrukte fossiel gespleten. Maar het is net zo goed mogelijk dat het fossiel gedeeltelijk op de ene en gedeeltelijk op de andere plaat wordt aangetroffen. De verklaring hiervoor is dat het gepyritiseerde fossiel zeer hecht met de leisteen verbonden is. Afdrukken van hele dieren zijn dan ook zeldzaam. Het is raadzaam van een zeldzaam fossiel eerst een röntgenfoto te laten maken. Deze toont aan waar het fossiel zich in de leisteen bevindt.

Tijdens het prepareren ligt de röntgenfoto op een lichtbak en wordt af en toe zorgvuldig bekeken. Het verloop van de fossiele

delen geeft aanknopingspunten waar de leisteen weggehaald moet worden. Onnodig werk wordt hiermee voorkomen. Een voordeel is ook dat het fossiel niet zo gauw wordt beschadigd. Wanneer algemeen voorkomende fossielen in een onnatuurlijke positie liggen is een röntgenfoto trouwens ook een goed hulpmiddel bij het prepareren.

Voor het prepareren kan beginnen is nog meer voorbereidend werk nodig. Het kan voorkomen dat het fossiel zich op twee platen bevindt. Dan moeten deze eerst op elkaar worden gelijmd. Als er geen röntgenfoto gemaakt is dan is na het lijmen niet meer na te gaan waar het fossiel in de leisteen zit. Voordat we gaan lijmen moet er in dat geval dan ook eerst een schets gemaakt