

## Onderzoek in de Siwaliks van Noord-Pakistan

Karel Steensma  
 Instituut voor Aardwetenschappen, Utrecht

Een Amerikaans/Pakistaans/Nederlands team doet paleontologisch veldwerk in de Siwaliks van Noord Pakistan, in een gebied dat de Mangla-Samwal Antikline wordt genoemd. Met gebruikmaking van meerdere disciplines binnen de geologie (sedimentologie, paleomagnetisme, paleontologie) werkt men aan een nieuwe, nauwkeurige biostratigrafie voor dit gebied.

### SUMMARY

An American/Dutch/Pakistan team is carrying out a paleontological fieldwork in the Siwaliks of Northern Pakistan, in an area called the Mangla-Samwal Anticline. The Siwalik Hills are situated along the southern margin of the Himalaya. They consist of the erosional products of the Himalaya, which are laid down as alluvial fan- and riverdeposits. These sediments, with an age of Middle Miocene to Pleistocene, are rich in fossil mammals. During the last 150 years these fossils have been studied and many species have been described. But the existing biostratigraphical classification of the Siwaliks is not satisfactory. With modern methods and views, a more detailed biostratigraphy can be obtained. For that purpose several disciplines within the geology are used, namely sedimentology, paleomagnetism and paleontology/stratigraphy.

First the geology of the area is investigated. By taking several lithological sections throughout the area, the rocks are described and divided in lithostratigraphic units. By combining these sections, a lithological framework is created. Based on this framework, one can conclude, that the oldest sediments were laid down by large scale braided rivers, whilst the younger sediments were deposited by small scale rivers with an intermittent discharge. This change in riversystems caused the disappearance of *Hexaprotodon sivalensis* from this area.

A paleomagnetic section taken by the americans in this area, could be correlated with our own lithological sections. In this way the absolute ages of the layers are roughly known and therefore also of the faunas from these layers. These faunas are the basis of our new biostratigraphy of this area. The new biostratigraphy of BARRY *et al.* (1982) for the Potwar Plateau is used as a standard. Preliminary results are: the lower boundary of Barry's *Elephas planifrons* Interval-Zone, which was set by Barry *et al.* at 2.9 my B.P. is tentatively dated around 3.4 my; the *Elephas planifrons* Interval-Zone can probably be subdivided on the basis of the entrance of *Elephas hysudricus*, cervids and probably *Equus* at around 2.7 my B.P., in the *Elephas planifrons* Interval-Zone and the *Elephas hysudricus* Interval-Zone.

### SAMENVATTING

Een Amerikaans/Nederlands/Pakistaans team doet gezamenlijk onderzoek in de Siwaliks van Noord Pakistan en met name in de Mangla-Samwal Antikline. De Siwalik Hills liggen aan de zuidkant van de Himalaya. Ze zijn opgebouwd uit de afbraakprodukten van de Himalaya, die in de vorm van puinwaaier- en riviersedimenten zijn afgezet. Deze afzettingen, met een ouderdom van Midden Mioceen tot en met Pleistoceen, zijn rijk aan zoogdierfossielen. Aan deze fossielen wordt al 150 jaar onderzoek gedaan, en vele soorten zijn uit dat gebied beschreven. De bestaande biostratigrafische indeling van de Siwaliks is echter nog zeer globaal. Met de moderne methoden en inzichten kan een meer gedetailleerde biostratigrafie worden opgesteld. Hierbij maakt men gebruik van meerdere disciplines binnen de geologie, te weten: sedimentologie, paleomagnetisme en paleontologie/stratigrafie.

Allereerst wordt de geologie van het gebied onderzocht. Hiertoe worden door lithologische profielopnamen de, in het gebied voorkomende, gesteentes beschreven. Door meerdere van deze profielen met elkaar te combineren, ontstaat een geologisch raamwerk. Aan de hand van dit

raamwerk en de sedimentaire structuren die in de gesteentes waarneembaar zijn, kan onder andere geconcludeerd worden, dat de oudste lagen in de Mangla-Samwal Antikline door grootschalige, verwilderde rivieren zijn gevormd, terwijl de jongere lagen door kleinschalige riviertjes met een onregelmatige waterafvoer zijn afgezet. Deze verandering binnen het riviersysteem had tot gevolg, dat het nijlpaard *Hexaprotodon sivalensis* uit dit gebied verdween, want fossielen van deze soort worden niet meer boven de omslag in het riviersysteem aangetroffen.

Een door Amerikanen in het gebied opgenomen paleomagnetisch profiel (zie paragraaf Paleomagnetisme) kan met onze eigen lithologische profielen gekorreleerd worden, waardoor de absolute ouderdommen van de lagen in het gebied grofweg bekend zijn. Zodoende zijn dus ook de ouderdommen van de fauna's uit die lagen bekend. Deze fauna's vormen de basis voor een nieuwe, nauwkeurige biostratigrafie van dit gebied. Daarbij wordt voortgeborduurd op de nieuwe biostratigrafie van BARRY *et al.* (1982) voor het Potwar Plateau. Voorlopige resultaten zijn: de ondergrens van Barry's *Elephas planifrons* Interval-Zone moet van 2.9 miljoen jaar naar waarschijnlijk 3.4 miljoen jaar verlegd worden (zie fig. 9); de *Elephas planifrons* Interval-Zone kan waarschijnlijk op grond van de binnenkomst 2.7 miljoen jaar geleden van *Elephas hysudricus*, cerviden en eventueel ook van *Equus*, opgedeeld worden in de *Elephas planifrons* Interval-Zone en de *Elephas hysudricus* Interval-Zone.

### Inleiding

Sinds 1984 wordt er door de Geologische Dienst van Pakistan in Islamabad, de Howard University te Washington, het Rijksmuseum voor Natuurlijke Historie te Leiden en het Instituut voor Aardwetenschappen te Utrecht onderzoek gedaan in de Siwaliks van Noord-Pakistan (zie fig. 1). Het onderzoeksgebied ligt ten zuiden van het stadje Mirpur, en staat bekend als de Mangla-Samwal Antikline. Doel van het onderzoek is om een nieuwe, gedetailleerde biostratigrafie (tijd- en ouderdomsbepaling m.b.v. de evolutie van fauna en flora) voor dit gebied op te stellen.

In de afgelopen 150 jaar zijn er veel fossielen gevonden, waarvan de meesten nu wel beschreven zijn. Door gebrek aan kennis maakte men geen gedetailleerd onderscheid, waardoor veel fossielen, die werden geacht ongeveer hetzelfde ouderdom te hebben, bij elkaar werden gegooid in zogenaamde "fauna eenheden". Zodoende ontstonden er zeer grote faunistische eenheden, die vele miljoenen jaren beslaan en waarbinnen, zoals nu gebleken is, vele veranderingen plaatsvonden. Deze biostratigrafie is dus te grof. Tevens is de exacte herkomst van veel van de vroeger verzamelde fossielen niet bekend, waardoor deze gegevens bij het opstellen van

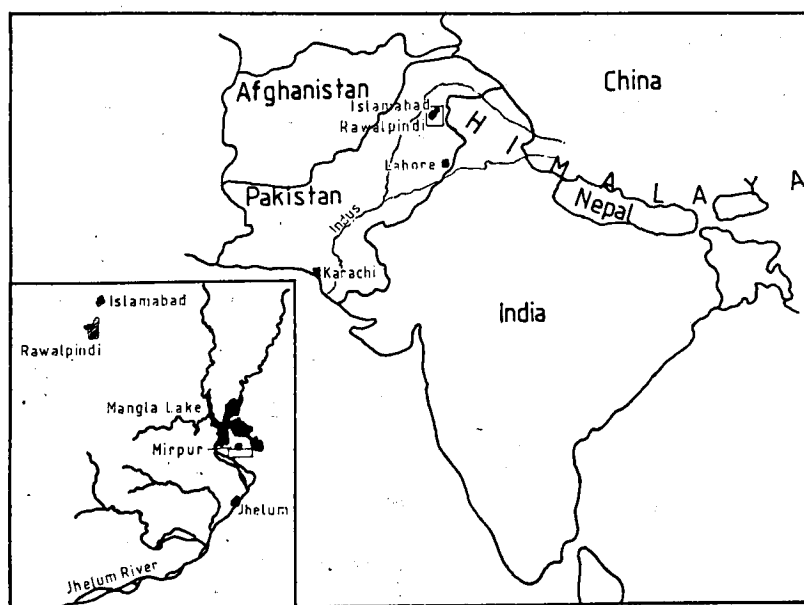


fig. 1 Ligging van het veldwerkgebied.

een nieuwe, nauwkeurige biostratigrafie nauwelijks te gebruiken zijn. Zelfs zijn van een aantal holotypen (holotype = het type-exemplaar waarop een nieuwe soort wordt beschreven) slechts zulke vage herkomst omschrijvingen bekend als "Upper Siwaliks, Middle Siwaliks" enz.

Om tot een nieuwe biostratigrafische indeling te komen, wordt alleen met fossielen gewerkt uit vindplaatsen, waarvan de positie binnen de geologische structuur van het gebied exact bekend is. Door gebruik te maken van paleomagnetische secties en absoluut gedateerde vulkanische assen kan nu in principe van elke laag, dus van elke vindplaats in

het gebied de absolute ouderdom bepaald worden.

In begin 1989 reisde een team bestaande uit John de Vos (paleontoloog, RMNH te Leiden), Gert van den Bergh, Hannie de Visser (sedimentologen/paleontologen uit Utrecht), Jan van Dam (student paleontologie in Utrecht), Paul Sondaar en Karel Steensma (paleontologen uit Utrecht) naar Pakistan om met onze Pakistaanse collega's twee maanden het veld in te gaan (zie fig. 2). De onderzoeksmethoden en de voorlopige resultaten van dit onderzoek worden in het navolgende stuk weergegeven.

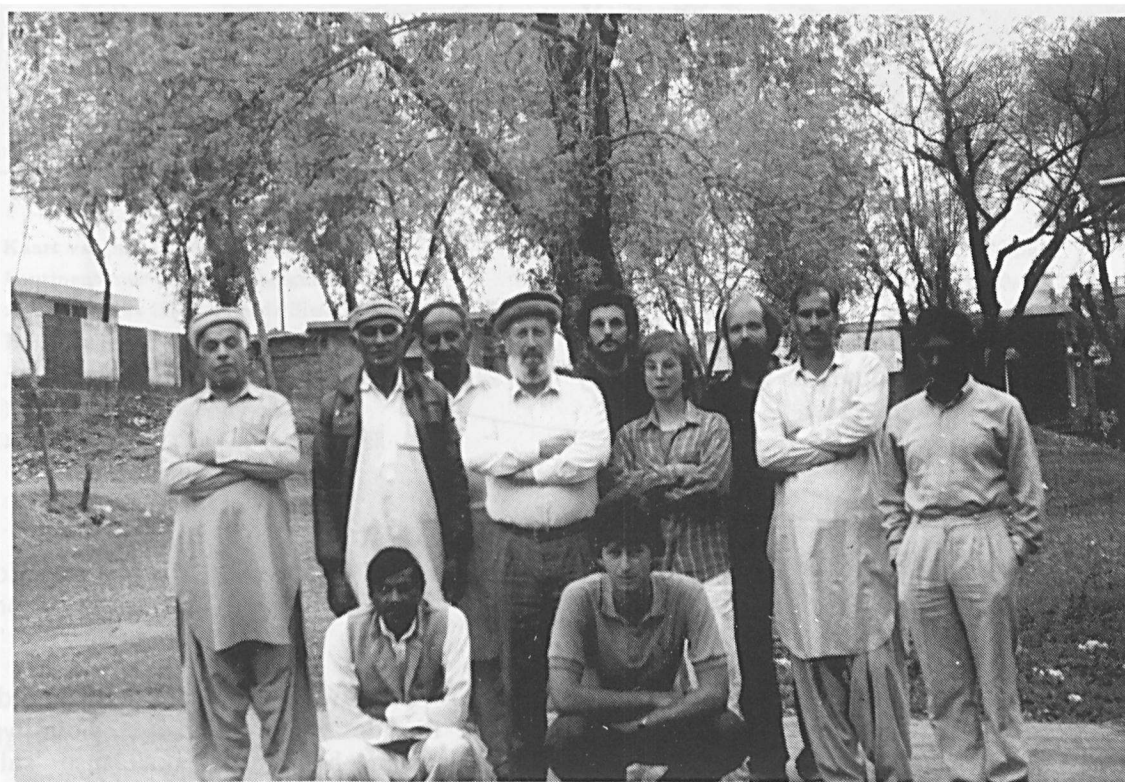


fig. 2. Foto van het gecombineerde Pakistaanse/Nederlandse team.

Staand van links: Munsaf Khan, Riaz Hussain (chauffeurs), Ahmad Dad (kok), Paul Sondaar, Gert van den Bergh, Hannie de Visser, Karel Steensma, Rukan Zaman (manusje van alles), Assif Jah (geoloog, promoveert in Engeland) en zittend: M. Arif (geoloog, onze officiële counterpart) en Jan van Dam. (niet aanwezig John de Vos)(foto van J. van Dam).

### De Siwaliks

Aan het einde van het Paleozoikum was er een groot kontinent, Pangea (zie fig. 3). In

het Trias begint dit superkontinent uiteen te vallen.

Eerst ontstaat er een noordelijk en een zuidelijk protokontinent, Laurazie en Gondwana.

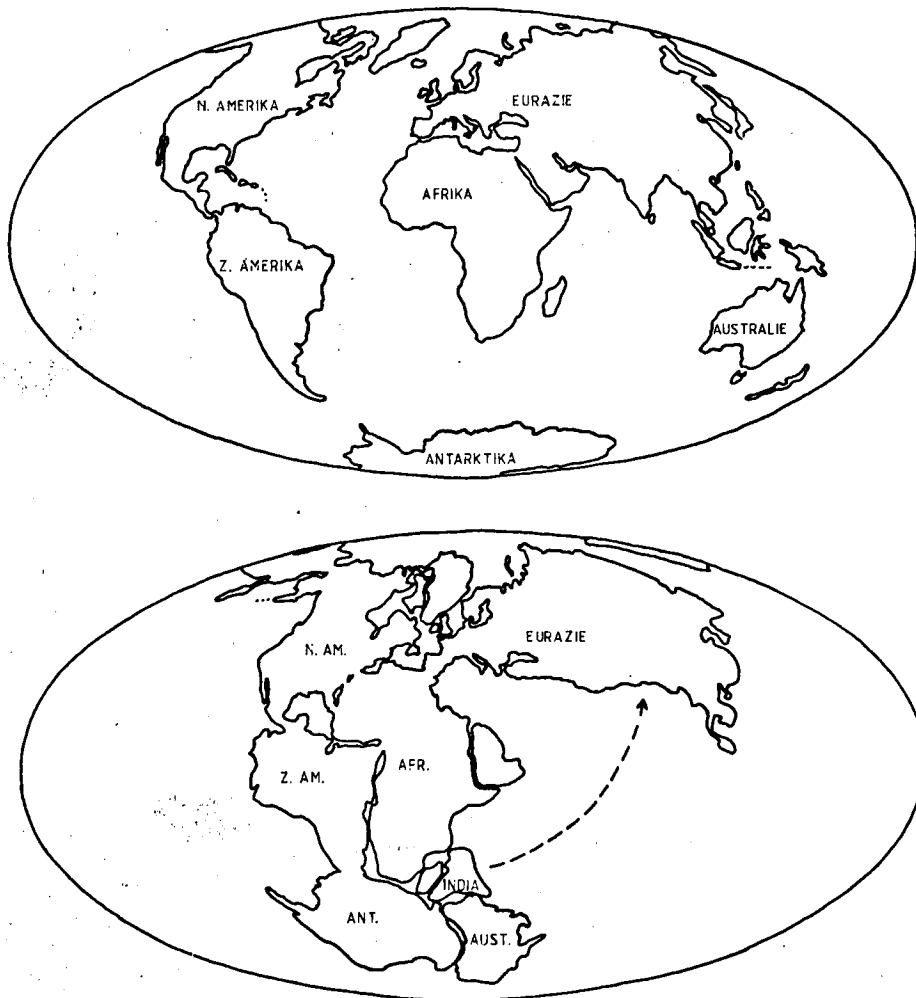


Fig. 3. De ligging van de continenten in hun huidige positie (bovenste kaartje) en aan het einde van het Paleozoikum, toen ze het superkontinent Pangea vormden.

Het Indo-Pakistaanse subkontinent maakte toen nog deel uit van het zuidelijk protokontinent Gondwana. In het Laat Krijt scheurt het Indo-Pakistaanse subkontinent los en begint een reis van 5000 km naar het noorden om in het Eoceen tegen het Euraziatische continent te botsen (zie fig. 3). Door deze botsing worden gesteentes omhooggestuwd en ontstaat de Himalaya. Dit proces duurt nog steeds voort. Vanaf het moment, dat er gebergtevorming optreedt en er dus relief aanwezig is, start ook de erosie. De afbraakprodukten worden vlakbij het gebergte als puinwaaiers en verder weg hoofdzakelijk als riviersedimenten afgezet. Zo vormde zich aan de zuidkant van de Himalaya een strook van deze afbraakprodukten, die alge-

meen als de Siwaliks worden aangeduid (zie fig. 4). Bij de voortschrijdende noordwaartse beweging van het Indo-Pakistaanse subkontinent, zijn deze puinwaaier- en rivierafzettingen op hun beurt ook weer geplooid, waardoor deze gesteentes nu door erosie aan de oppervlakte treden. Tot de Siwaliks behoort onder andere de Mangla-Samwal Antikline, het gebied waarover dit artikel gaat.

De Siwaliks zijn een begrip geworden voor de paleontologen, omdat er vooral in de rivierafzettingen veel zoogdierfossielen worden gevonden, die vrijwel de gehele faunaontwikkeling vanaf het Midden Mioceen laten zien. Pioniers bij de bestudering van de Siwaliks waren Falconer en Cautley (Falconer al vanaf 1831), gevolgd door andere bekende pa-

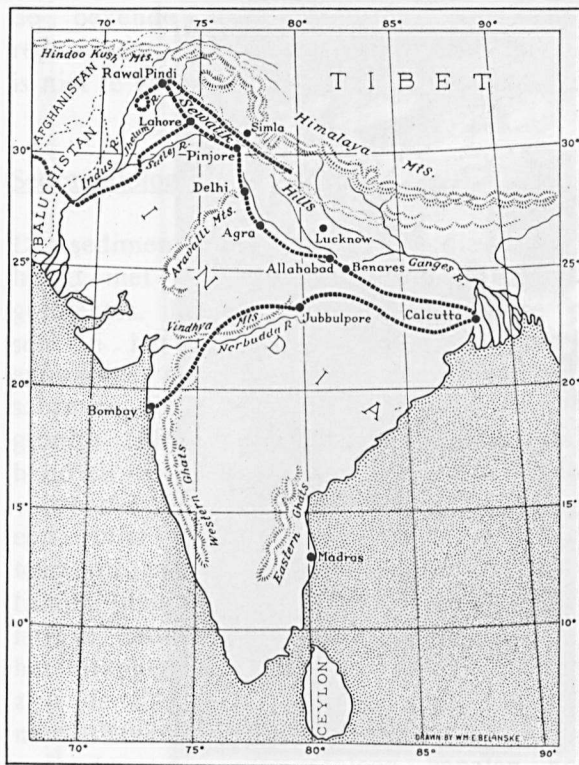


Fig. 4. Kaart van het Indo-Pakistaanse sub-kontinent met daarop aangegeven ten zuiden van de Himalaya, de Siwalik Hills. Tevens is de route van een expeditie van het American Museum of Natural History aangegeven (naar Brown, 1925 in: Colbert, 1935).

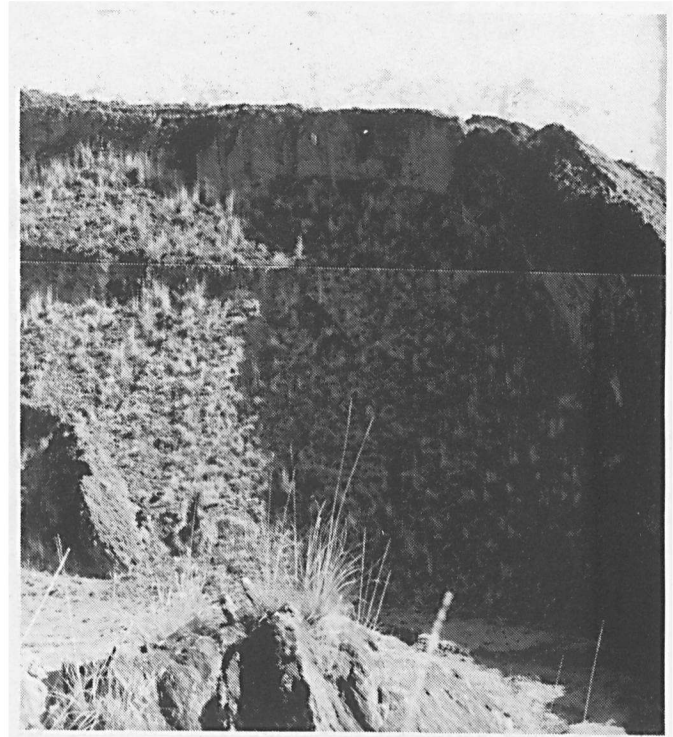


Fig. 5. Foto van de kern van de antikline.

Rechts de stijlstaande lagen van de zuidflank en links de licht hellende lagen van de noordflank. Het gesteente pakket bestaat uit een afwisseling van zachte kleilagen en harde zandbanken (steken meer uit). (Foto J. van Dam)

leontologen zoals Lydekker, Pilgrim, Brown, Matthew, Osborn en Colbert.

#### De Mangla-Samwal Antikline

Het gebied waarin we werken ligt in Noord-Pakistan, in de provincie Azad Kashmir, ten zuiden van Mirpur (zie fig. 1) en wordt de Mangla-Samwal Antikline genoemd. Antiklines, die meestal samen gaan met synklines, ontstaan als gesteentelagen gaan plooiën. De bolle plooiën zijn dan de antiklines en de dalen ertussen de synklines, zie fig. 5. De Mangla-Samwal Antikline is een a-symmetrische antikline. De lagen van de zuidflank staan vrijwel loodrecht (rechts op de foto), terwijl de lagen van de noordflank slechts licht hellen. Breuken treden er nauwelijks op.

#### De vindplaatsen

Tijdens het veldwerkseizoen van 1989 zijn er op 25 plaatsen fossielen verzameld. Binnen deze vindplaatsen kunnen we 4 typen onderscheiden, namelijk:

- A. Vindplaatsen met een hoge concentratie van meestal hele skeletelementen, die geen of slechts sporadisch bijsporen vertonen.
- B. Vindplaatsen met een hoge concentratie van skeletelementen, soms zelfs nog gearticuleerd. De grote botten zijn meestal gebroken en vele botten vertonen bijsporen.
- C. Vindplaatsen, waar de skeletelementen meer verspreid in de zandbanken zitten. De mate van concentratie en de preservatie zijn variabel. Vaak zitten er ook stukken hout of zelfs stukken boomstam in de laag.
- D. Vindplaatsen, waar een enkel skeletelement is gevonden.

Een voorbeeld van type A is localiteit 8460 (zie fig. 6), waar al vanaf 1984 gewerkt wordt.



fig. 6. Verspoelde botten, zoals die worden aangetroffen in de vindplaats 8460 (type A). (Foto J. van Dam)

Mogelijkerwijs is de concentratie het gevolg van een catastrofale gebeurtenis, zoals bijvoorbeeld droogte, waardoor veel dieren in de buurt van een waterplaats stierven. Door verspoeling is later een opeenhoping van botten ontstaan.

Een goed voorbeeld van type B, is een vindplaats (8904), waar een monotone fauna is gevonden met hoofdzakelijk resten van antilopen, naast een paar overblijfselen van runderen, hyena's en een stukje stegodonkies. Waarschijnlijk betreft het hier een hyenahol.

Van type C is localiteit 8908 een mooi voorbeeld (zie fig. 7). Deze vindplaats heeft veel belangrijke fossielen opgeleverd (o.a. complete schedels). In deze vindplaats treden voor het eerst *Elephas hysudricus* (olifant), herten (cerviden) en mogelijk ook *Equus* (paard) op. (hierover later meer).

Waarschijnlijk lagen hier de skeletelementen ergens langs de oever van de rivier verspreid en werden bij zeer hoge waterafvoeren verspoeld. Ook zijn er dieren verdronken bij dergelijke hoge waterstanden. De botten en kadavers werden tijdens deze piek-vloeden snel onder een dikke laag zand bedekt.

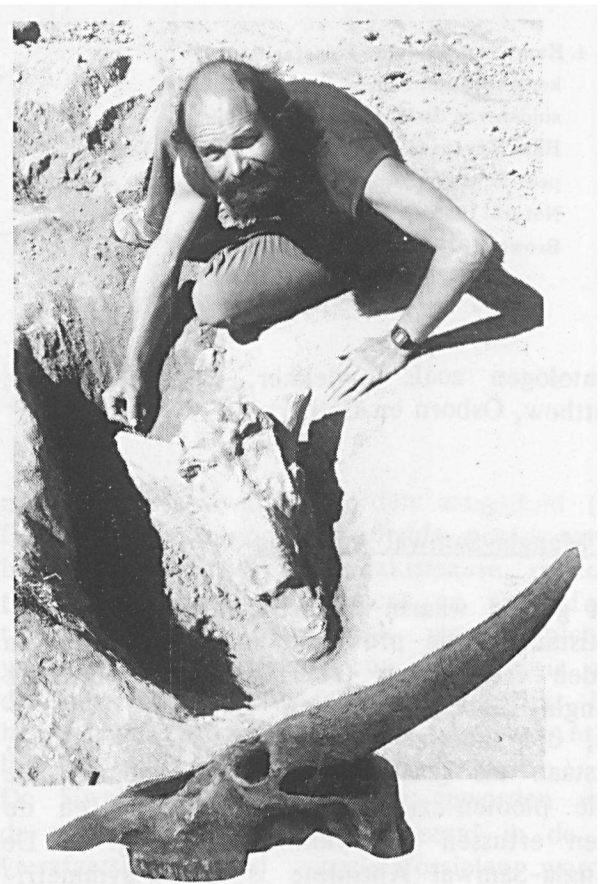


fig. 7. Foto van de opgraving van een runderschedel in vindplaats 8908 (type C). Inzet: de uitgegraven, vrijwel complete schedel van *Proamphibos kashmiricus*. (Foto J. van Dam en K. Steensma)

Van type D valt weinig te zeggen. Het zijn de bekende losse vondsten. Een bepaalde reden voor hun aanwezigheid daar ter plekke is niet te geven.

### Sedimentologie

De sedimentologie is de tak die zich bezig houdt met de bestudering van de afzettingsgesteentes. Hiertoe worden op diverse plaatsen in het gebied de lagen van het daar aanwezige gesteentepakket een voor een beschreven. Gelet wordt op laagdikte, korrelgrootte (klei, zand, grind), kleur, fossielinhoud en inwendige structuren (waaraan bijvoorbeeld de diepte en de stroomrichting van een rivier bepaald kan worden). Dit resulteert in meerdere wat de geologen noemen lithologische (gesteentebeschrijvende) profielen of secties. Deze secties vormen tezamen het lithologische raamwerk (zie fig. 8, zwart zijn de kleibanken, wit de zand- en conglomeraatbanken). Aan de hand van deze gegevens kan de sedimentoloog bepalen hoe de sedimenten zijn afgezet.

In de Mangla-Samwal Antikline hebben we hoofdzakelijk te maken met een afwisseling van zandbanken en kleibanken en een enkele conglomeraatbank. De zanden zijn afgezet in de stroomgeulen van rivieren. In de zandbanken worden de meeste fossielen aangetroffen. De kleien zijn buiten de geulen afgezet bij overstromingen, net als de zogenaamde komkleien bij de Nederlandse rivieren. De conglomeraten zijn een uiting van een tektonische fase in het achterland. Door het ontstaan van een groter relief en een groter verval werd er door snel stromende rivieren grover materiaal aangevoerd.

In het hele gebied valt waar te nemen, dat in het bovenste deel van de secties de kleien (zwart) in dikte toenemen terwijl de zanden (wit) in dikte afnemen (zie fig. 8). Dit wijst op een verandering in het riviersysteem. Namelijk van grootschalige verwilderde rivieren (diepe geulen = dikke zandbanken) naar kleinschalige, ondiepe rivieren met een onregelmatige waterafvoer en die relatief vaak overstromden. Dit soort gegevens zijn onmisbaar bij de interpretatie van paleontologische gegevens, zoals we in de paragraaf Paleontologie zullen zien.

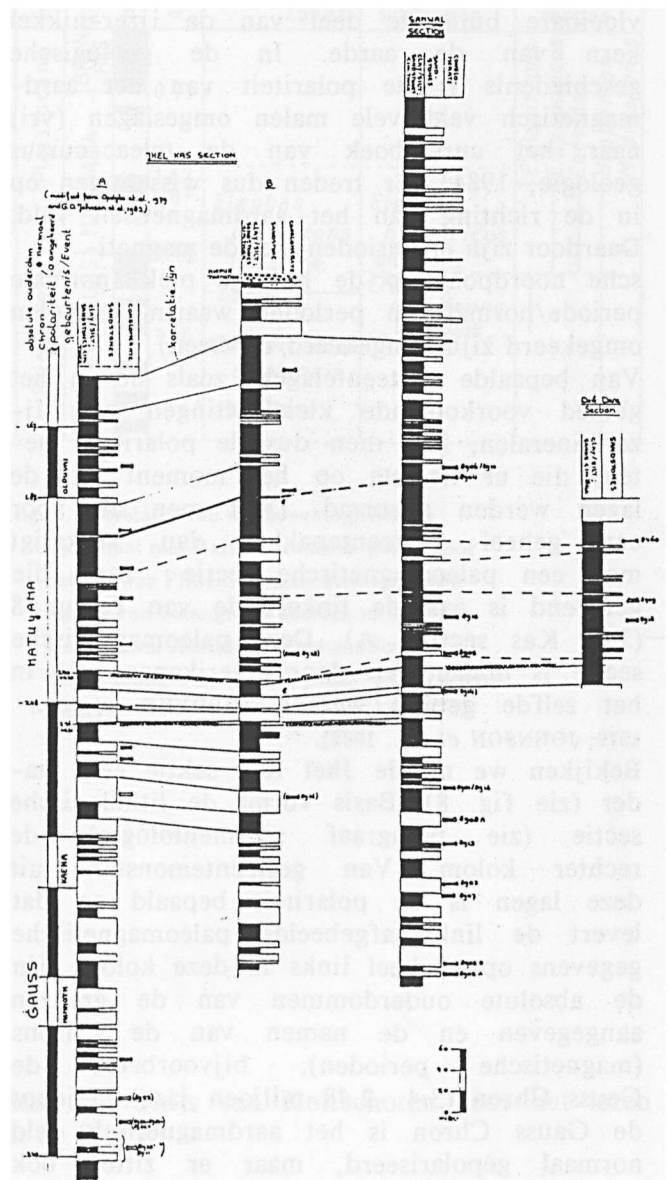


fig. 8. Correlatieschema van de lithologische profielen. De linkerkolom (Jhel Kas section A) is een door de Amerikanen opgenomen, paleomagnetisch gekorreleerd profiel, waar aan de linkerzijde de paleomagnetische gegevens zijn afgebeeld. De mogelijke correlatie van dit profiel met de overige profielen is met correlatielijnen aangegeven. De botsymbolen geven de vindplaatsen aan, de nummers ernaast verwijzen naar de vindplaats code. De twee kruisjeslijnen geven twee aslagen aan.

### Paleomagnetisme

Bij paleomagnetisch onderzoek bepaalt men de richting en de polariteit van het aardmagnetisch veld zoals het vastgelegd is in gesteentes, waarin magnetische mineralen aanwezig zijn. Het aardmagnetisch veld wordt in stand gehouden door stromingen in het vloeibare buitenste deel van de ijzer-nikkel kern van de aarde. In de geologische geschiedenis is de polariteit van het aardmagnetisch veld vele malen omgeslagen (vrij naar het cursusboek van de teleac-cursus geologie, 1981). Er treden dus wisselingen op in de richting van het aardmagnetisch veld. Daardoor zijn er perioden met de magnetische noordpool op de huidige plek (normale periode/normal) en perioden waarin de polen omgekeerd zijn (omgekeerd/reversed).

Van bepaalde gesteentelagen, zoals de in het gebied voorkomende kleiafzettingen met ijzermineralen, kan men dus de polariteit meten, die er heerste op het moment dat de lagen werden gevormd. Doet men dit voor een geheel gesteentepakket dan verkrijgt men een paleomagnetische sectie zoals die getekend is aan de linkerkant van figuur 8 (Jhel Kas section A). Deze paleomagnetische sectie is opgenomen door Amerikanen, die in het zelfde gebied werken (OPDYKE *et al.*, 1979; JOHNSON *et al.*, 1982).

Bekijken we nu de Jhel Kas sectie eens nader (zie fig. 8). Basis vormt de lithologische sectie (zie paragraaf sedimentologie), de rechter kolom. Van gesteentemonsters uit deze lagen is de polariteit bepaald en dat levert de links afgebeelde paleomagnetische gegevens op. Geheel links in deze kolom zijn de absolute ouderdommen van de grenzen aangegeven en de namen van de Chrons (magnetische perioden), bijvoorbeeld de Gauss Chron (3.4 -2.48 miljoen jaar). Tijdens de Gauss Chron is het aardmagnetisch veld normaal gepolariseerd, maar er zitten ook stukken met omgekeerde polariteit tussen, bijvoorbeeld de Kaena Event. De dunne zwart/witte balk geeft de polariteit weer (zwart = normal, wit = reversed).

Door de paleomagnetische sectie met andere secties uit ons gebied te correleren door bepaalde lagen door het gebied te vervolgen (zie fig. 8, waar ook de correlatielijnen tussen de secties zijn aangegeven), kunnen we in principe van elke laag, en dus ook van de fossielen, grofweg de absolute ouderdom bepalen. Nu blijkt het unieke karakter van de Siwaliks, waar we een vrijwel continue

opeenvolging van het Mioceen tot en met het Onder Pleistoceen kunnen dateren en daarmee dus ook de fauna ontwikkelingen gedurende dit tijdsinterval.

### Paleontologie

Tabel 1 geeft het voorlopige overzicht van de verschillende taxa, die in de diverse vindplaatsen zijn aangetroffen en een mogelijke correlatie met de paleomagnetische tijdschaal. Uit de tabel blijkt dat we fossielen hebben uit een periode van 3.4 tot 1.8 miljoen jaar.

Olifanten, en met name *Stegodon*, vinden we door het gehele profiel, terwijl we *Elephas planifrons* in het onderste, dus oudste deel en *Elephas hysudricus* in het bovenste deel vinden.

Van *Elephas planifrons* (= *Archidiskodon planifrons*) werd vroeger gedacht dat hij ook in Europa voorkwam, maar volgens Maglio (1973) is *Elephas planifrons* een louter aziatische vorm en kwam in Europa *Mammuthus meridionalis* voor. Beiden bezitten echter brede, lage kiezen met weinig richels per 10 cm en dik email.

*Elephas hysudricus*, die hoger in het profiel voorkomt en dus jonger is, heeft hogere (hypsodontere) en smallere kiezen met meer richels per 10 cm en dunner email. Een dergelijke ontwikkelingstrend zien we ook bij de Europese olifanten (*Mammuthus meridionalis*, *M. trogontherii*, *M. primigenius*).

Van *Elephas planifrons* werd gedacht, dat hij 2.7 miljoen jaar geleden in dit gebied binnenkwam (BARRY *et al.*, 1982). Uit de gegevens van de Mangla-Samwal Antikline blijkt, dat *Elephas planifrons* al omstreeks 3.4 miljoen jaar geleden immigreerde.

Interessant is, dat in de vindplaats 8908, waar *Elephas hysudricus* het eerst verschijnt ook voor het eerst de herten (cerviden) en mogelijk ook het paard (*Equus*) optreden. Een dergelijk tegelijk verschijnen van verschillende dieren heeft meestal een oorzaak. Van de vrij moderne *Elephas hysudricus* en ook van *Equus* wordt aangenomen dat het bewoners van de open vlakte zijn (aride klimaat), terwijl de herten meer bosbewoners zijn (humide klimaat). De oorzaak van de immigratie zal dus waarschijnlijk niet het gevolg van een klimaatsverandering zijn, maar door het ontstaan van een immigratieroute (voor het grootste deel van de tijd wordt het Indo-Pakistaanse subkontinent



door de Himalaya van de rest van Azië af-geschermd).

Een ander leuk aspect is het overvloedig voorkomen van fossielen van het nijlpaard *Hexaprotodon sivalensis* in de oudste lagen van het gebied (het onderste deel van het profiel) en de sporadische vondsten (twee botten) in de jongere lagen. Eerst werd gedacht dat *Hexaprotodon* vrijwel uitgestorven was in dit gebied, maar uit de sedimentologie bleek (zie paragraaf sedimentologie), dat er een verandering in riviersystemen was opgetreden. Daaruit blijkt dat *Hexaprotodon* fossielen wel voorkomen in lagen die door grootschalige verwilderde rivieren zijn afgezet, maar niet in lagen die door kleinschalige rivieren, die vaak droogvielen, werden gevormd. Hieruit blijkt dus het belang van de combinatie sedimentologie en paleontologie.

### Biostratigrafie

Een gecombineerd Amerikaans/Pakistaans team van geologen en paleontologen werkt momenteel aan een nieuwe biostratigrafie voor de Mioceen en Pliocene afzettingen, terwijl wij ons momenteel richten op Pliocene en Vroeg Pleistocene afzettingen. De huidige resultaten zijn nog te voorlopig om definitieve uitspraken te kunnen doen. Waarschijnlijk zullen we de ondergrens van Barry's *Elephas planifrons* Interval-Zone (zie fig. 9) verlagen van 2.9 milj. jaar naar 3.4 milj. jaar en gebruiken we de gezamenlijke binnenkomst van *Elephas hysudricus*, de herten (en eventueel *Equus*), als ondergrens van een nieuwe interval-zone, de *Elephas hysudricus* Interval-Zone.

Met dank aan Gert van den Bergh, Hannie de Visser en Thijs van Kolfschoten voor het lezen van het manuscript en Jan van Dam voor het lenen van de foto's.

In de toekomst hopen we ons werkterrein naar gebieden met zowel oudere als jongere lagen uit te breiden, om zo de diverse fauna ontwikkelingen te kunnen vervolgen.

Epochs	Chronos	Polarity	Age	Potwar Plateau	Mangla-Samwal Anticline	
				Interval_Zones	tentative subdivision	stratigraph. ranges
Pleistocene	BRUN-HES		0.73			<i>E. planifrons</i> <i>E. hysudricus</i> Cervidae <i>Hipparion</i> <i>M. dissimilis</i>
	MATUYAMA		1.67 1.87	Elephas planifrons Int. Zone	Elephas hysudricus Int. Zone	
Pliocene	GAUSS		2.48	2.9	Elephas planifrons Int. Zone	
	GILBERT		3.40	Hexaprotodon sivalensis Int. Zone		

fig. 9. Correlatie van de paleomagnetische tijdschaal met Barry's Interval-Zones voor het Potwar Plateau, enkele stratigrafische ranges van belangrijke soorten in de Mangla-Samwal Antikline en de voorlopige onderverdeling van de *Elephas planifrons* Interval-Zone.

## LITERATUUR

- BARRY, J. C. *et al.* (1982). A biostratigraphic zonation of the Middle and Upper Siwaliks of the Potwar Plateau of northern Pakistan.- *Paleogeogr., Paleoclim. and Paleoecol.*, 37, 95-130.
- COLBERT, E. H. (1935). Siwalik mammals in the American Museum of Natural History.- *Transactions Am. Phil. Soc.*, 26, 401 pp.
- JOHNSON, G. D. *et al.* (1982). The occurrence of fission-track ages of Late Neogene and Quaternary volcanic sediments, Siwalik Group, northern Pakistan.- *Paleogeogr., Paleoclim. and Paleoecol.*, 37, 63-93.
- MAGLIO, V. J. (1973). Origin and evolution of the Elephantidae.- *Transactions Am. Phil. Soc.*, Vol. 63, part 3.
- OPDYKE, N. D. *et al.* (1979). Magnetic polarity stratigraphy and vertebrate paleontology of the Upper Siwalik Subgroup of northern Pakistan. *Paleogeogr., Paleoclim. and Paleoecol.*, 27, 1-34.
- Cursusboek Geologie van de Teleac-cursus van 1981.

adres auteur:

dr. K. Steensma  
Instituut voor Aardwetenschappen  
Budapestlaan 4  
3108 TA Utrecht

TAXA	LOCALITIES																			
large rodent																				X
Canidae indet.				X																
Mustelidae indet.				X																
Crocuta sivalensis				X																
Hyaenidae indet.			X												X	X				X
Carnivora inc. sed.																				X
Stegodon sp.	X	X		O					X			X					X	X	X	X
Elephas planifrons																		X	X	
Elephas hysudricus				X	X	X	O		X		X									
Trogonidae inc. sed.			O					X			X	X							X	X
Equus sp. A (cf. E. sivalensis)	X	X	X	X	X	X		X												
Equus sp. B (smaller species)			X	X																
Equidae indet.											X	X							X	X
Rhinoceros s.l.			X																	
Rhinocerotidae indet.			X					X												
Suidae small			X																X	
Suidae large								X												
Suidae indet.			X																X	
Hexaprotodon sivalensis			X	O							X	X	X		X	X	X	X	X	X
Merycopotamus dissimilis									X											
cf. Cervus sivalensis												X	X							
cf. Cervus triplidens		X	X																	
small cervid												X								
Cervidae indet.	X			X							O									
Sivatherium giganteum			X	X																
large Giraffid	O						O					X							X	
Antilope type 1																		X	X	X
Antilope type 2	X	X	X	X																
Antilopinae indet.			X					X												
Promphibos kashmiricus												X	X							
large Bovid sp. B													X	X						
.. .. sp. C				X									X	X						
.. .. sp. D	X	X																		
.. .. undefined	X	X	X	X	X	X	O				X	X		X	X	X	X	X	X	X
medium sized Bovid	X	X	X	X	X			X			O								X	
	(1.87) H. GSP My. BF	8910 8906 8904	8916 (8460 surf. finds	8909 8918 (8915	8928 8905	8914 8926 8916	8901 8908 8913	8903 8907	8902 8923 8924 (8922		8925 b a	8911								
	(2.47)							Gauss												
	(3.40)																			

(=even oud X=zeker O=onzeker

tabel 1. Overzichtstabel van de afzonderlijke taxa, die in de diverse vindplaatsen zijn aangetroffen. De vindplaatsen staan in chronologische volgorde en zijn gekorreleerd met de paleomagnetische tijdschaal.