©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Pollenanalyse und Radiokarbondatierung einiger Proben aus dem Kathmandubecken und aus dem Raum von Jumla in Westnepal

Von H. FRANZ und F. KRAL (Wien)

Mit 1 Tabelle

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 8. November 1974 durch das k. M. HERBERT FRANZ)

1. Stand der Forschung und Beschreibung der Profile

Von H. FRANZ

Die naturwissenschaftliche Erforschung des Himalaya, besonders des nepalischen Anteiles, hat in den beiden letzten Jahrzehnten große Fortschritte gemacht. Es erwies sich dabei, daß das rezente Bild der Landschaften mit ihrer Pflanzen- und Tierwelt wie in anderen Hochgebirgen der Erde in hohem Maße von Ereignissen in der geologischen Vergangenheit, besonders von Klimaveränderungen in der jüngsten Erdgeschichte, mitgeprägt ist.

Für das rezente Landschaftsbild des Himalaya sind die nahezu bis in die Gegenwart andauernden Hebungsvorgänge des Gebirges, die große jungpleistozäne Vereisung, die etwa der Würm-Eiszeit entspricht, und Klimaschwankungen der Spät- und Postglazialzeit entscheidend.

Die Zungen der Talgletscher reichten während der Eiszeit bis in Höhen zwischen 2500 und 3000 m herab und sind seitdem stark zurückgegangen. Allerdings erfolgte der Rückgang nicht kontinuierlich bis zur Gegenwart, sondern wurde in spät- bis postglazialer Zeit im Zusammenhang mit einer Zunahme der Niederschläge und einer neuerlichen Temperaturabnahme durch einen neuen Gletschervorstoß unterbrochen. Im Gebiete der Thakkhola betrug dieser 200 bis 300 Höhenmeter (O. DOLLFUS und P. USSELMANN 1971). Die Schneegrenze kann, wenn sich

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der Temperaturgradient nicht wesentlich verändert hat, während des Maximums der Eiszeit in 3500 bis 4000 m Seehöhe angenommen werden (J. F. Dobromèz 1972). Die Vereisungsspuren lassen erkennen, daß die Ausdehnung der Vergletscherung im Vergleich mit den Alpen gering war, so daß es nicht zur Bildung eines großen, zusammenhängenden Gletscherschildes kam. Dagegen muß der thermische Effekt der Vergletscherung relativ bedeutend gewesen sein, der Temperaturunterschied gegenüber der Gegenwart wird von Dobromèz (l. c.) auf 10°C geschätzt. Sichere Anhaltspunkte für das Ausmaß der Klimaveränderung liegen allerdings meines Wissens aus Nepal bis heute nicht vor, sie könnten vor allem durch palaeobotanische Untersuchungen beigebracht werden, wozu die vorliegende Arbeit einen Beitrag zu leisten versucht.

Das Becken von Kathmandu (1450 m) war bis in spätglaziale Zeit von einem See erfüllt, in dessen Sedimente sich die rezenten Gerinne mehr oder weniger tief eingeschnitten haben. Auf dem Gelände des Flughafens von Kathmandu ist die durch die Verlandung des Sees geschaffene Einebnungsfläche in einer ausgedehnten, zusammenhängenden Fläche erhalten, die Sedimente sind entlang der von Kathmandu zum Flughafen führenden Straße auf einer Strecke von mehr als 100 Metern aufgeschlossen. Auch entlang der Gerinne sind Aufschlüsse vorhanden. Gelegentlich meiner zweiten Forschungsreise nach Nepal im Jahre 1971 fiel mir auf, daß im Aufschluß neben der Straße zum Flughafen in den Seesedimenten mehrere Humushorizonte vorhanden sind und ich entschloß mich, aus einem besonders markanten Humushorizont eine Probe zur Untersuchung auf einen allfälligen Pollengehalt nach Wien mitzunehmen. Da das Ergebnis der Untersuchung positiv und überraschend war, entnahm ich anläßlich meiner dritten Nepalreise aus dem gesamten aufgeschlossenen Profil insgesamt 25 Proben, von denen leider nur eine Pollen enthielt.

An der Probenahmestelle, die in der Fahrtrichtung von Kathmandu rechtsseits der Straße, etwa am Westende des eingezäunten Flugfeldes gelegen ist, wurden folgende Proben entnommen:

1. 20—30 cm unter der Oberfläche, rezenter Boden, schwach humos
2. 70—80 cm, sehr schwach humoser, grusiger Sand
3. 135—145 cm, schluffige Sandschicht unter grusigem Sand
4. 160—170 cm, leicht rostfleckiger Sand
5. 190—200 cm, Band humosen Sandes, 15 bis 20 cm mächtig

6. 230—240 cm, humoser, rostfleckiger Schluff, dicht gelagert
7. 340—345 cm, rostiges Band in leicht verfestigtem schluffigem Sand
8. 350—360 cm, 10 bis 15 cm mächtiger Humushorizont
9. 380—390 cm, Humushorizont unter rostiger Grobsandlage
10. 400—410 cm, gleicher Humushorizont wie 9, Untergrenze über rostbraunem Sand
11. 410—415 cm, rostbraunes Band unter dem Humushorizont (10)
12. 475—490 cm, grober, rostbrauner Sand, unter 11
13. 540—550 cm, kalkhältiger Humushorizont unter grobem Sand, entnommen wurde der untere Teil des Horizontes, der insgesamt eine Mächtigkeit von 15 bis 20 cm hatte
14. 560—570 cm, grober Sand unter dem Humushorizont (13)
15. 630—640 cm, Schlickband unter grobem, weißem Sand
16. 690—695 cm, Schlickband, 3 bis 4 cm mächtig, zwischen weißem Sand
17. 735—740 cm, Schlickband zwischen grobem, weißem Sand
18. 755—760 cm, Schlickband, 3 bis 4 cm mächtig, zwischen weißem Sand
19. Probe nicht vorhanden
20. 800—805 cm, Schlickband, 2 bis 4 cm mächtig
21. 875—880 cm, Schlickband, 3 bis 4 cm mächtig, zwischen grobem Sand
22. 910—915 cm, Schlickband, ca. 5 cm mächtig, zwischen grobem Sand
23. 925—930 cm, Feinsandband im Grobsand
24. um 1000 cm, fein geschichtete, hell und dunkelbraun gebänderte Sande
25. 1040—1050 cm, Humushorizont unter gebändertem Sand (pollenhältig)
26. 1080—1085 cm, gebänderter Feinsand, 30 cm unter dem Humushorizont (25)

Bei der ersten Probenahme im Jahre 1971 wurde das Profil bis zu der Tiefe, aus der die Humusprobe entnommen wurde, wie folgt beschrieben:

1. Rezenter Boden, bestehend aus einem einzigen schwach humosen Horizont
2. Sandiges, weißes Sediment
3. Schwach brauner Boden (terrestrische Bodenbildung)
4. Humusfreies Sediment
5. Schwarzer, anmooriger Horizont, an seiner Basis geschichteter Eisenanreicherungshorizont, ca. 5 cm mächtig
6. Humusfreie Sedimentschicht, ca. 50 cm mächtig

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

7. Schwarzer, anmooriger Horizont, ca. 50 cm mächtig, an seiner Basis mit 2 bis 3 cm mächtigem Eisenanreicherungshorizont, aus diesem anmoorigen Horizont wurde ca. 300 cm unter der Bodenoberfläche die Probe entnommen, in der sich Pollen befanden. Aus diesem Horizont stammen wahrscheinlich die Proben 9 und 10 des Jahres 1972, die allerdings keine Pollen lieferten.

Es ist zu bemerken, daß die einzelnen Humushorizonte nicht auf weitere Erstreckung verfolgt werden können, schon zu beiden Seiten der Straße besteht in der Horizontalfolge keine volle Übereinstimmung, was z. T. eine Folge von Geländerutschungen an den Erosionseinschnitten sein kann.

Die Proben aus dem Raum von Jumla wurden einerseits in einem Flachmoor neben der Schule des Bergdorfes Talphi, ca. 3000 m, und anderseits am Aufstieg von Maharigaon zum Mahidoelepaß gesammelt. Der Raum von Talphi und Maharigaon befindet sich östlich von Jumla am oberen Ende des Thila-Khola-Tales und nördlich von diesem.

Das Flachmoor bei Talphi befindet sich auf einer Flußterrasse. Es ist mit Seggen bewachsen und weist kleine Moortümpel auf. Es wurden 3 Proben aus 2—5 cm, 5—8 cm und 10—13 cm Tiefe eingesammelt.

Die Probe Pa 205 wurde in einem grasbewachsenen Hochkar, ca. 4400 m westlich unter dem Mahidoelepaß über der Alm Darghari aus der wenig mächtigen Flachmoorschicht am Karboden entnommen. Die Hänge in der Umgebung sind von alpiner Grasheide bedeckt, die lokale, wohl künstlich etwas herabgedrückte Waldgrenze liegt bei der Alm in 3800 bis 4000 m.

Die Probe Pa 210 wurde im obersten Tannenwald (*Abies spectabilis*) unter der Alm Darghari in 3600 bis 3800 m Höhe aus dem A_h-Horizont entnommen. Die Auflagehumusschicht war z. T. von Bodenmoos bedeckt.

2. Die Untersuchungsergebnisse und ihre vegetationsgeschichtliche Deutung

Von F. Kral

Die Aufbereitung der Proben erfolgte nach dem allgemein üblichen Acetolyseverfahren. Da die meisten Proben jedoch ± große Beimengungen silikatischen Materials bzw. hohe Anteile

an verkieselten Geweberesten enthielten, wurde vorher eine Behandlung mit heißer Flußsäure (durch mindestens eine Stunde) vorgenommen. An die Pollenanalyse selbst wurde mit einer gewissen Skepsis herangegangen, da ohne Kenntnis der rezenten Pollenflora Nepals mit einer sehr großen Zahl nicht bestimmbarer Pollentypen zu rechnen war. Überraschenderweise übersteigt jedoch in den analysierten Proben der Anteil der „Indeterminata" nur ausnahmsweise 20% und bleibt somit noch in vertretbaren Grenzen. Bei den in der Tabelle angeführten Baumpollen konnte jeweils die Gattung, bei den Nichtbaumpollen wenigstens die Pflanzenfamilie bestimmt werden.

Nach gelungener Analyse der bereits 1971 gewonnenen Orientierungsprobe schien es nicht ausgeschlossen, aus dem geschichteten Seesediment bei Kathmandu ein komplettes Pollendiagramm zu erhalten. Diese Erwartung erfüllte sich aber leider nicht, da sich die Proben des 1972 gewonnenen Profils mit einer Ausnahme praktisch als pollenfrei erwiesen: auch die einzige analysierbare Probe (Nr. 25, Humushorizont in 10,4 bis 10,5 m Tiefe) war extrem pollenarm. Keine besonderen Schwierigkeiten — von mitunter höherem Anteil an Indeterminata abgesehen — bereitete dagegen das zu Vergleichszwecken (zur besseren Interpretation der Pollenspektren aus der Seeterrasse) gewonnene rezente und subrezente Material. Von jeder Probe wurden mindestens 200, bei hohem Anteil an Cyperaceen bis über 600 Pollen ausgezählt. Als Grundsumme für die in der Tabelle aufgenommenen Werte diente die Pollensumme abzüglich der Cyperaceen, da diese in den einzelnen Proben mit sehr unterschiedlicher Häufigkeit auftreten und im Hinblick auf die Interpretation der Pollenspektren ohnedies nur von sehr lokaler Bedeutung sind.

Neben der auf Grund der Pollenspektren bis zu einem gewissen Grade möglichen Rekonstruktion der ehemaligen Vegetationsverhältnisse war vor allem auch das Alter der beiden pollenführenden Proben aus der Seeterrasse bei Kathmandu von Interesse. Zur Altersbestimmung nach der Radiokarbonmethode wurde das gesamte von beiden Proben vorhandene Material an das Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien eingesandt. Das Ergebnis für die Probe Nr. 25 (1972) lautet 14.050 ± 250 B. P. bzw. 12.100 v. Chr. ± 250 (VRI-390). Die Bildungszeit des entsprechenden humushältigen Horizontes (10,4 bis 10,5 m Tiefe) fällt somit in das Spätglazial, und zwar noch in die Älteste Dryas (15/20.000 bis 11.300 v. Chr.). Die Probe Pa 100 (1971) war infolge zu geringer Kohlenstoffmenge im ein-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gesandten Material leider nicht datierbar. Diese Probe ist aber sicher wesentlich jünger, da sie aus einem nur ca. 3 m unter der Oberfläche der Terrasse gelegenen, ca. 50 cm mächtigen Anmoorhorizont stammt und daher viel höher als Nr. 25 der Serie 1972 liegt.

Die beiden Pollenspektren aus der Seeterrasse bei Kathmandu zeichnen sich gegenüber sämtlichen untersuchten rezenten und subrezenten Proben durch einen weitaus höheren Anteil an Gramineen aus, der darauf schließen läßt, daß zur Entstehungszeit der Proben wenigstens die nähere Umgebung sicher waldfrei war. Insbesondere gilt dies für die ältere Probe (Nr. 25), die nicht nur für die Gramineen, sondern auch im Hinblick auf die Freilandzeiger *Artemisia* und Chenopodiaceen die höchsten Werte von sämtlichen analysierten Proben aufweist. Da heute im Becken von Kathmandu Grasheiden mit *Artemisia* und Chenopodiaceen praktisch fehlen, kann daher für die Entstehungszeit der älteren Probe auf ein kontinentaleres Klima im Vergleich zur Gegenwart geschlossen werden.

Der erwähnte Unterschied zwischen den Spektren aus der Seeterrasse und den Vergleichsproben ist durch den Umstand noch auffallender, als letztere fast ausnahmslos aus dem Bereich oberhalb der Waldstufe, also ebenfalls aus einer waldfreien Umgebung (überwiegend Grasheiden) stammen. Trotzdem erreichen die Gramineen in den betreffenden Spektren keine höheren Werte. Dies dürfte so zu erklären sein, daß durch Luftströmungen große Mengen von Baumpollen aus der Waldregion bis in größere Höhen hinauf verfrachtet werden und den Pollenniederschlag der lokalen Vegetation ± stark überdecken können.

Unter den Baumpollen stehen in den beiden Spektren aus der Seeterrasse *Quercus*, *Pinus* und *Picea* sehr stark im Vordergrund, Gattungen, die auch heute in den Hanglagen rund um das Becken von Kathmandu durch Arten vertreten sind (z. B. *Quercus lanata*, *Qu. lamellosa*, *Qu. semecarpifolia*, *Pinus roxburghii*, *P excelsa*, *Picea smithiana*). Hinsichtlich der Häufigkeit der drei Gattungen bestehen zwischen den beiden Spektren auffallende Unterschiede. Während in der älteren Probe (Nr. 25) *Pinus* und *Quercus* praktisch mit gleichen Werten vertreten sind und *Picea* sehr stark zurücktritt, wird in der jüngeren Probe (Pa 100) *Pinus* von *Quercus* bei weitem übertroffen und neben *Quercus* weist auch *Picea* einen erheblich höheren Anteil auf.

Die nach der Radiokarbondatierung aus der Ältesten Dryas stammende Probe Nr. 25 verweist damit auf Kiefern-Eichen-Mischwälder in den umgebenden Hanglagen und zeigt gleich-

zeitig bereits relativ günstige klimatische Verhältnisse während dieses frühen Zeitabschnittes des Spätglazials an. Der sehr hohe *Quercus*-Anteil der jüngeren Probe (Pa 100) dürfte dadurch bedingt sein, daß zu dieser Zeit eichenreiche Wälder nicht nur in den Hanglagen, sondern auch in der Beckenlage in größerem Umfang verbreitet waren. Dies steht auch mit dem festgestellten Rückgang der Gramineen und sonstigen Freilandzeiger gut im Einklang, der auf zunehmend ozeanischere Klimaverhältnisse verweist. Der Anstieg der *Picea*-Werte zeigt anderseits mit großer Wahrscheinlichkeit an, daß zu dieser Zeit im Vergleich zur älteren Probe auch in den Hanglagen das Waldareal erheblich größer war.

Die bisher aus dem Himalayagebiet schon vorliegenden pollenanalytischen Untersuchungsergebnisse (Kaschmirtal und Kleiner Himalaya, VISHNU-MITTRE u. Mitarb. 1966, 1967 u. 1968) können im Detail trotz ähnlicher Höhenlage infolge teilweise andersartiger Gegebenheiten nur mit Vorbehalt auf das Becken von Kathmandu übertragen werden. In Übereinstimmung auch mit mitteleuropäischen Verhältnissen dürfte jedoch auch im Himalayagebiet die Dominanz von *Quercus* über *Pinus* in den Pollenspektren günstige Klimabedingungen anzeigen und umgekehrt das Ansteigen von *Pinus* über den Pollenwert von *Quercus* eine Verschlechterung des Klimas bzw. eine Zunahme der Trockenheit. Die Entstehungszeit der jüngeren Probe fällt daher auf Grund des hohen *Quercus*-Wertes entweder in die Periode des postglazialen Klimaoptimums (Mittlere Wärmezeit) oder in eine klimatisch günstige bzw. relativ humide Phase der darauffolgenden Zeit allmählicher Klimaverschlechterung. Spätestens könnte sie aus den letzten vorchristlichen Jahrhunderten stammen, da der teilweise schon früher einsetzende anthropogene Einfluß in der Folge ebenfalls zu einer merklichen Zunahme von *Pinus* auf Kosten von *Quercus* im Pollendiagramm bzw. zu einer erheblichen Verminderung des Waldareals geführt hat.

Die heute in den höheren Hanglagen vorkommenden Baumarten (*Abies*, *Larix*, *Taxus*, *Rhododendron*) sind sowohl in den Spektren aus der Seeterrasse von Kathmandu wie auch in den Vergleichsspektren höherer Lagen nur vereinzelt oder gar nicht vertreten; dies dürfte nicht zuletzt in der bekannten starken Unterrepräsentation der betreffenden Gattungen im Pollenspektrum seine Ursache haben.

Die nur orientierend durchgeführten Untersuchungen erbrachten somit zusammenfassend folgende Ergebnisse:

— Für das Spätglazial (Älteste Dryas: 12.100 v. Chr.) läßt sich für das Gebiet des heutigen Nepal der Großteil der auch in

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle: Pollenspektren von Proben aus Nepal

Werte in % der Pollensumme ohne *Cyperaceae*

	Kathmandu, Seeterrasse		Talphi, Anmoor			Pa 205 (Moorprofil)		Pa 210 A_h-Horizont
	Pa 100 (1971)	Nr. 25 (1972)	2—5 cm	5—8 cm	10—13 cm	ob. Teil	unt. Teil	
Baumpollen:								
Pinus	7	13	53	46	39	14	25	18
Quercus	34	15	13	8	7	32	35	26
Betula		+	3	5	1	12	12	27
Picea	16	4	3	1	1	1	1	1
Alnus	2			2	1	3	1	3
Abies		+	2	1	1	1	2	1
Corylus	1			1	1	1		1
Ulmus	1			1	1	1		
Tsuga		1		+	+	+	+	
Juglans	1	+						
Carpinus				1				
Juniperus		+						
Nichtbaumpollen:								
Cyperaceae	3	39	98	199	224	20	10	
Gramineae	19	30	3	4	5	4	11	7
Artemisia	1	7		1	2	5	2	1
Polygonum			2	+	3	7	1	
Umbelliferae		2	2	1	3	1		1
Chenopodiaceae	2	4		1	1	+		+
Ranunculaceae	1	+	3	+	1	2		1
Tubuliflorae		1	1	3	1	1		+
Liguliflorae	1	2		+	2	+		
Caryophyllaceae				1	2			+
Typha/Sparganium		1	1			1		
Leguminosae	2					+		+
Cruciferae						2	+	
Impatiens	1			+				1
Fagopyrum				1	1			
Rosaceae			1			1		
Humulus/Cannabis						1		
Rubiaceae	1							
Thalictrum		+						
Indeterminata	11	20	13	22	27	10	10	12
Sporen:								
Filicinae	10	6	3	6	5	3	3	3
sonstige Sporen	1	5	3	24	23	1		1

der Gegenwart vorkommenden Baumgattungen pollenanalytisch bereits nachweisen. In den Hanglagen rund um das Becken von Kathmandu stockten Kiefern-Eichen-Mischwälder. Im Vergleich zur Gegenwart war das Waldareal jedoch kleiner und das Klima kontinentaler.

— Unter dem Einfluß zunehmend ozeanischer werdender Klimaverhältnisse kam es im weiteren Verlauf der Vegetationsentwicklung in größeren Teilen des zunächst wahrscheinlich überwiegend waldfreien Beckens von Kathmandu zur Ausbreitung eichenreicher Wälder und auch in den Hanglagen zu einer Ausweitung des Waldareals, das unmittelbar vor dem Einsetzen des stärkeren Einflusses des Menschen größer war als in der Gegenwart.

Literatur

BORDET, P., M. COLCHEN, D. KRUMMENACHER, P. LE FORT, R. MOUTERDE u. M. REMY, 1971: Recherches géologiques dans l'Himalaya du Népal, Région de la Thakkhola. Centre Nat. Rech. Sci. Paris, 279 S., 1 Karte.

DOBROMÈZ, J. F., 1972: Mise au point d'une méthode cartographique d'étude des montagnes tropicales. Le Népal, écologie et phytogéographie. Thèse, Université de Grenoble, XII u. 373 S., 1 Karte.

DOBROMÈZ, J. F., F. VINGNY u. L. H. H. WILLIAMS, 1972: Bibliographie du Nepal. Vol. 3 Sei. nat., Tome 2 Botanique, Centre Nat. Rech. Sci. Paris, 126 S.

DOLLFUSS, O. u. P. USSELMANN, 1971: Recherches géomorphologiques dans le Centre-Ouest du Népal. Paris R. C. P. 253, 56 S., 6 Phot., 9 Karten.

SHARMA, B. D. u. VISHNU-MITTRE, 1968: Studies of Postglazial vegetational history from the Kashmir valley. 2. Baba Rishi and Yus Maidan. Palaeobotanist 17, 3, S. 231—243.

VISHNU-MITTRE, 1966: Some aspects concerning pollen-analytical investigations in the Kashmir valley. Palaeobotanist 15, 1—2, S. 157—175, 6 Abb.

VISHNU-MITTRE u. B. D. SHARMA, 1966: Studies of Postglazial vegetational history from the Kashmir valley. 1. Haigam lake. Palaeobotanist 15, 1—2, S. 185—212, 13 Abb.

VISHNU-MITTRE, H. P. GUPTA u. R. ROBERT, 1967: Studies of the Late Quarternary vegetational history of Kumaon Himalaya. Curr. Sci. 36, 20, Okt., S. 539—540, 1 Abb.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 184

Autor(en)/Author(s): Franz Herbert, Kral Friedrich

Artikel/Article: Pollenanalyse und Radiokarbondatierung einiger Proben aus dem Kathmandubecken und aus dem Raum von Jumla in Westnepal. 9-17