

Pollenanalyse und Radiokarbondatierung an Proben der oberen Teile der Sedimentserie des Kathmandu-Sees und ihre vegetationsgeschichtliche Interpretation

Von F. KRAL (Wien) und A. J. HAVINGA (Wageningen)

Mit 1 Abbildung und 3 Tabellen

(Vorgelegt in der Sitzung der mathem.-naturw. Klasse am 8. November 1979
durch das w. M. HERBERT FRANZ)

Um die orientierenden Ergebnisse schon früher durchgeführter Untersuchungen (H. FRANZ und F. KRAL 1975) gegebenenfalls auf eine breitere Grundlage stellen zu können, hat Herr Prof. FRANZ von seinen weiteren Nepalreisen in sehr dankenswerter Weise zusätzliches umfangreiches Probenmaterial aus dem Becken des ehemaligen Kathmandu-Sees (ca. 1450 m) mitgebracht (Lageskizze, Abb. 1). Auch die folgende Beschreibung der Profile bzw. Einzelproben verdanken wir Herrn Prof. FRANZ (vgl. auch H. FRANZ und H. MÜLLER 1979). Alle pollenanalytisch untersuchten bzw. altersmäßig datierten Proben stammen aus der jüngsten, von schwarzen AC-Böden bedeckten Terrassengruppe, während ältere, von braunen oder gar roten Böden bedeckte Terrassen bisher keine pollenführenden Horizonte geliefert haben (FRANZ briefl., 1979).

Probenmaterial 1975

Profil I

Südlich des Flughafens von Kathmandu bei Koteswar.

250 cm unter der Bodenoberfläche: 50–60 cm mächtiger Humushorizont, von einem tieferen Humushorizont nur durch ein schmales Sandband getrennt; Probe aus den obersten 10 cm des Humushorizontes.

350 cm: schmaler Humushorizont, ca. 10 cm, darunter ockerfarbener Letten, unter diesem ca. 150 cm Feinsand, dann grober Sand, in 80 cm stellenweise Grobsandband mit Schotter; wo dies der Fall ist, wird Humushorizont über dem ockerfarbenen Letten 50 cm mächtig; Probe aus Humusband.

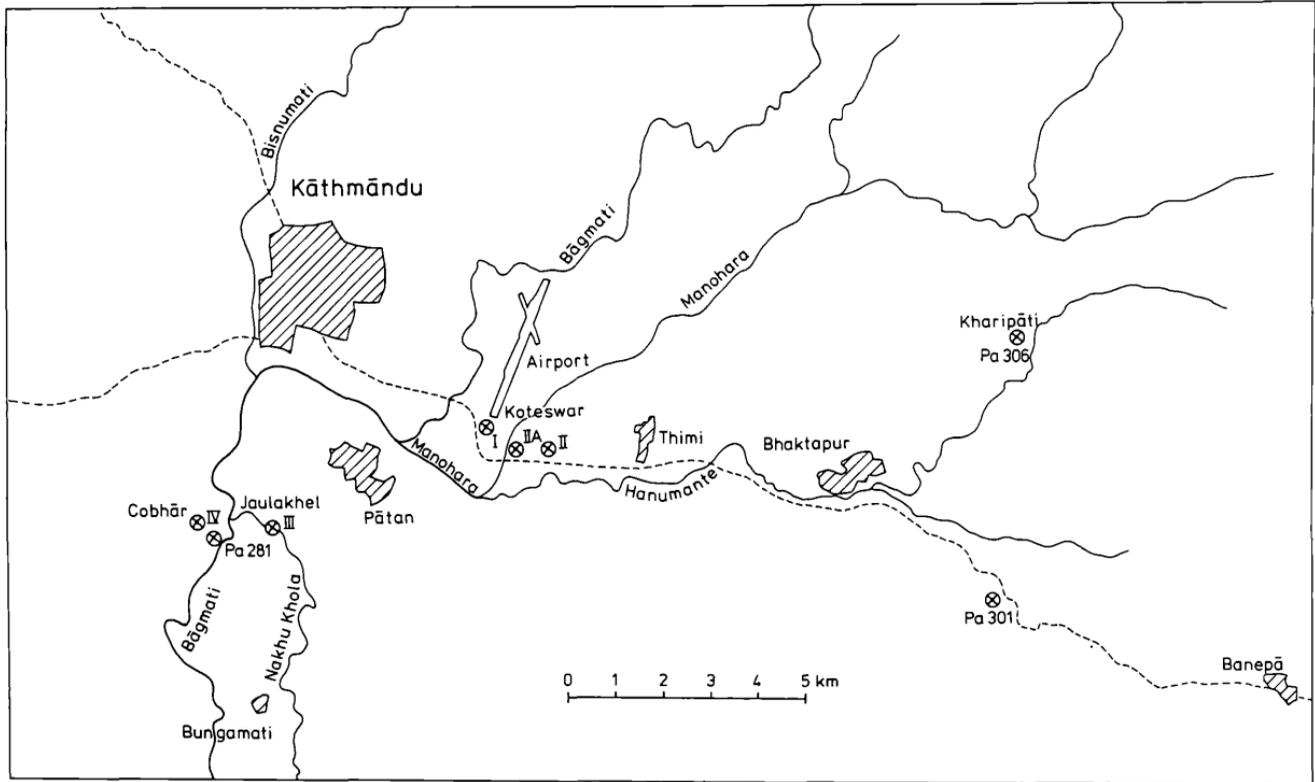


Abb. 1: Lage der Probestellen im Kathmandubecken. Grundlage: Nepal-Kartenwerk der Arbeitsgemeinschaft für vergleichende Hochgebirgsforschung Nr. 1, Kathmandu Valley, Maßstab 1 : 50.000, München 1977.

Profil II

Südlich des Manohara-River bei Sano-Thimi südlich des Flughafens.

Probe II a: Humoser Horizont ca. 400 cm unter Oberfläche, grauschwarz, schluffig, an der Basis rostige Schlieren, ca. 40 cm mächtig; Probe aus 10–20 cm dieses Horizontes.

Probe II b: Rosthorizont in Grobsand, z. T. schwarz, nur 5–10 cm mächtig, über dem Humushorizont II a, der flach gegen Westen einfällt; ca. 150 cm unter Oberfläche.

Profil II A

Fortsetzung etwas weiter südlich als Profil II, nahe dem Ufer des Manohara-River.

Probe II c: Lettenhorizont, 50 cm unter Sandhorizont.

Probe II d: Letten, weniger schwer, 50 cm unter Probe II c.

Probe II e: Letten, schwerer als Probe d, 50 cm unter dieser.

Probe II f: Schwererer Letten, 80 cm unter Probe II e.

Probe II g: Letten unter 5 cm rostigen Grobsandes mit Glimmer, ca. 50 cm unter Probe f.

Probe II h: Humusband 50 cm unter Probe g, oberhalb eines Grobsandbandes, dann ein Humusband und dann Grobsand, ca. 2 m über dem aktuellen Flußwasserspiegel.

Probe II i: Entspricht wahrscheinlich Probe II a, liegt ca. 2 m über II c; Probe aus den obersten 10 cm des 50 cm mächtigen Lettenhorizontes, von ca. 200 cm Grobsand überlagert; der Grobsand ist geschichtet und ist an der Oberfläche in den rezenten AC-Boden verwandelt.

Synthese der Profile II und II A

0–20 cm	rezenter AC-Boden
20–250 cm	geschichteter Sand meist ziemlich grob (örtlich bis 350 cm), darin in 150 cm rostiger Grobsandhorizont (5 cm mächtig) (Probe II b)
250–290/300 cm	humoser Letten an der Basis mit rostigen Schlieren (Probe II a und II i)
500–520 cm	humoser Lettenhorizont (Probe II c)
570–590 cm	humoser Letten, weniger schwer (Probe II d)
590–640/50 cm	humoser schwerer Letten (Probe II e)
720–740 cm	humoser, schwerer Letten (Probe II f)
785–790 cm	rostiger Grobsandhorizont

- 790–840 cm humoser Letten (Probe II g)
 840–890 cm Grobsandband
 890–900 cm Humusband, verfestigt (Probe II h)
 900–910 cm Grobsandband
 910–920 cm Humusband
 920 und tiefer grober Sand, ca. 200 cm über Manohara-River.

Profil III

Südlich Kathmandu und Patan am Nakhu Khola an der Brücke zwischen Jaulakhel und Bungamati, südöstlich Cobhar Gorge.

Probe 1: Humushaltiger schwerer Ton knapp über der Mittelwasserlinie im Bett des Nakhu Khola. Schwarzer Ton unter sehr grobem, gut gerundetem Schotter, dieser bis zur Oberfläche 100–150 cm mächtig. Nahe der Obergrenze des tonigen humosen Horizontes ein fossiles Blatt.

Probe 2: 70 cm unter Obergrenze des humosen Tones, Probe aus diesem am aktuellen Wasserspiegel.

Profil III a

Ca. 500 m SE Profil III, aus dem Nakhu Khola-Tal aufsteigend zur Oberfläche der Seeterrasse (ca. 50 m Höhenunterschied).

Probe 3: ca. 5 m ober dem humosen Ton (Probe 1) humoser Horizont zwischen Reisfeldern, an einer Erosionsrinne aufgeschlossen; darüber 180–200 cm grober Schotter.

Probe 4: humoser Ton mit rostigen Konkretionen, ca. 100 cm mächtig unter 20 cm rostfarbenem Letten mit feinem Schotter, darüber folgt grober Schotter in Packung von hellem Sand, mindestens 100 cm mächtig.

Probe 5: ca. 6–8 m über Probe 4; Lettenhorizont an steiler Profilwand aufgeschlossen, an der Profilwand sind darin fossile Spreiten von Gräsern und feine Holzreste ausgewaschen (entsprechen wahrscheinlich den anderwärts gefundenen Lignithorizonten). Farbe des Horizontes hellgrau; unterlagert von mindestens 200 cm Schlick, überlagert von ca. 8 m Schlick mit Sandbändern. Wahrscheinlich von höher oben stammt ein großes lignitisiertes Holzstück, das ausgewaschen im Niveau von Probe 5 gefunden, Datierungszwecken diene (5 a).

Probe 6: ca. 6 m über Probe 5, gebänderter schluffiger Feinsand, grau, darüber gelblicher Schotter in Packung von gelblichem Sand. Dieser Schotter reicht bis zur Oberfläche der Terrasse, auf der anderen Seite des Seitengrabens des breiten Nakhu Khola-Tales liegen diese Schotter tiefer, sie sind z. T. gelbbraun gefärbt und stellen offenbar eine Aufschüttung

nach Verlandung des Sees dar. Die Seesedimente unter diesen Schottern sind auf dieser Seite bis Probe 5 abgetragen, es hat also vor Ablagerung der Schotter eine starke Erosion stattgefunden.

Probe 7: Humushorizont ca. 4–5 m über Horizont 4, z. T. von jungem Schotter überlagert und z. T. aberodiert, von 2–3 m Schotter (grob) unterlagert.

Am Grunde des Seitengrabens wurden mehrere große Konglomeratblöcke gefunden, anstehend wurde das Konglomerat nicht angetroffen. Es muß älter sein als die ganze 50 m mächtige Seesedimentfolge.

Profil IV

Cobhar-Hill über der Zementfabrik südlich von Kathmandu. Der Cobhar-Hill besteht aus paläozoischen Gesteinen, auf denen ältere Böden erhalten sind, die von den Seesedimenten überlagert wurden. Von den Seesedimenten wurden hier folgende Proben genommen:

Probe 9: An der Straße Kathmandu–Dakkhinkali ca. 150 m von der Zementfabrik entfernt am Fuße des Cobhar-Hill. Schwarzer schluffiger Ton mit Holzeinschluß (großes Holzstück) etwa im Niveau der Bringungsbahn zur Fabrik gelegen.

Probe 10: ca. 10 m über Probe 9. Grauer Schlick mit Kalkeinschlüssen.

Synthese der Profile III und IV

Die Horizonte wurden auf Grund ihrer annähernden Niveaugleichheit und gleichartigen Beschaffenheit koordiniert.

Basis Cobhar-Hill

1. a) paläoz. Kalk mit Resten roten Bodens
b) bzw. paläoz. Schiefer; scharfe Erosionsgrenze
2. überlagert von Kolluvium mit kantigen und runden Steinen, Füllmasse zu gelbem Lehm verwittert
3. Gelblehm fleckig, aus Kolluvium entstanden
4. rotbrauner toniger Lehm mit wenigen kantigen Steinen, überlagert von Seesedimenten
5. schwarzer Ton vom Flußniveau des Bagmati-River aufwärts etwa 10 m, nahe der Oberkante Holzeinschluß (am Nakhu Khola nur 50 cm über Wasseroberfläche aufragend) (mit fossilem Blatt)
6. 100–150 cm grober Schotter
7. humoser toniger Horizont ca. 5 m über Obergrenze von 5

8. unmittelbar darüber grobe Schotter 180–200 cm
9. humoser toniger Horizont mit verfestigten Eisenkonkretionen ca. 5 m über 7
10. 20 cm rostiger Letten mit Feinschutt, darüber Grobschotter in Sandpackung (hell), mindestens 100 cm mächtig
11. ca. 6–8 m über 9, Lettenhorizont mit an der Oberfläche ausgewaschenen Grasresten (Blätter), auch Holzresten, hellgrau, unterlagert von mindestens 200 cm Schlick, darüber 6–8 m Schlick – mit Sandbändern wechsellagernd –, großes Holzstück. Ca. 6 m über Probe 11 in gebändertem Feinsand kleines Holzstück, darüber noch ca. 3 m grauer, schluffiger Feinsand.
12. Darüber Schotter in gelblich-braunem Feinmaterial, mindestens 5 m bis zur aktuellen ebenen Oberfläche (fluviatile Schotter nach Verlandung des Sees und teilweiser Erosion der Seesedimente abgelagert)
13. Auf der gegenüberliegenden Talseite noch 40 cm mächtiger Humushorizont 5 m über Horizont 9.

Bei Ziegelei nächst Harisiddhi schluffiges Material 80–150 cm an der Oberfläche, über Feinsand und darunter schwerem Ton.

Die Humushorizonte 9 und 13 scheinen im Kathmandubecken allgemeine Verbreitung zu haben (auch bei Ziegelei).

Probenmaterial 1977

Pa 281: Cobhar-Hill südlich von Kathmandu, in unmittelbarer Nähe der Bagmati-Schlucht, an der Straße nördlich der Zementfabrik; der im Jahre 1975 beschriebene Profilaufbau war in der Zwischenzeit durch umfangreiche Grabungen an der Straße zerstört worden. Dunkelbraungraue, humose, sehr dünne Tonschicht in sandigem hellgrauen Ton (Probe a). Aus dem gleichen Horizont stammt der datierte Kiefernzapfen (Probe b), ca. 10 m unter dessen Oberkante.

Pa 301: Vom Ostrand des Kathmandubeckens nächst der Chinesenstraße von Kathmandu über Bhaktapur nach Banepa, zwischen den beiden letztgenannten Orten. Durch einen kleinen Bach tief und steil erschlossenes Profil:

0–ca. 2,3 m: Bräunlichgraues Kolluvium, eckigen Schutt enthaltend, kolluviales Material gegen Westen mächtiger werdend.

2,3–3,0 m: Sedimentschicht, weißlicher Sand mit hellbraunen Bändern.

3,0–3,5 m: Schuttschicht in Feinsandpackung, Grobskelett stark aufgemürbt, unvollkommen gerundet, weißlichgrau.

3,5–4,0 m: 1. fossiler Humushorizont (Probe a), grauschwarz, sehr kompakt, großprismatisch strukturiert, mit Roststreifen an Pflanzenabdrücken entlang.

4,0–6,5 m: Feinsandsediment mit darüberliegendem Schotterband.

6,5–7,0 m: 2. fossiler Humushorizont (b), sehr intensiv schwarz gefärbt, geschichtete, plattig abgesonderte Schichten aufweisend, dazwischen hellere, sehr dichte und sehr bindige Partien.

7,0–10,5 m: Sandig-schluffiges Sedimentpaket.

10,5–10,8 m: 3. fossiler Humushorizont (c), wenig dicht gelagert, sandiger als die beiden ersten Humushorizonte, prismatisch strukturiert.

10,8–12,0 m: Paket vorwiegend feinsandiger Sedimente.

12,0–12,3 m: 4. fossiler Humushorizont (d), dunkelgrauer, humoser, schwerer Ton.

12,3–13,3 m: weißlichgraues, feinsandiges Sediment (darin ein kleines Holzstück gefunden, das jedoch verloren wurde).

13,3–13,4 m: 5. fossiler Humushorizont.

ab 13,4 m bis zur Bachsohle (ca. 20 m) Feinsediment, vorwiegend kompakter, leicht verfestigter, weißer Sand.

Pa 306: Knapp südlich Kharipati an der nach Bhaktapur führenden Straße (NO-Rand des Kathmandubeckens); tiefer Aufschluß einer von einem braunen Boden bedeckten Seeterrasse.

0–5 cm: schwach humoser, graubrauner Ton.

5–30/35 cm: brauner schluffiger Lehm, mäßig dicht, mit undeutlicher Regenwurmstruktur, gut durchwurzelt.

30/35–100 cm: brauner, rostfleckiger, schluffiger Lehm, nach unten dichter werdend und mit größeren Rostflecken versehen, mit nach unten zunehmender Zahl nadelstichiger Konkretionen, undeutlich mittelblockig, die Aggregate feinblockig zerfallend, stellenweise Kiesnester aufweisend, sonst steinfrei.

100–140 cm: Horizont mit zahlreichen rostfarbenen, verfestigten Wurzelröhren von 0,5–3,0 cm Durchmesser und hohlem Lumen, Wurzelröhren vertikal verlaufend, parallel, mit Abstand von einigen Zentimetern.

140–170 cm: bindiger und dichter, rostfleckig, zahlreiche feine Pflanzenwurzeln enthaltend.

170–200 cm: lockerer und weniger bindig, aber noch rostfleckig.

200–205 cm: Raseneisenerzband, verfestigt, mit welligem Verlauf.

205–ca. 400 cm: feiner weißlicher Sand mit Kieslagen, strukturlos, locker.

400–430 cm: fossiler, schwarzer Boden, bergwärts auskeilend.

430–630 cm: Sand, z. T. mit Kiesbesatz und mit vielen großen fossilen Holzstücken, diese z. T. sehr frisch, z. T. in schwarzen Letten gepackt, offenbar in einer Mure vom benachbarten Hang in den See eingeschwemmt. Das aus diesem holzführenden Horizont datierte Wurzelholz (Probe a) ist offenbar altersgleich mit dem bräunlichgrauen, sehr stark humosen, sehr sandigen Ton, der zwischen den Wurzeln des Strunkes eingeklemmt war (Probe b).

Unter dem holzführenden Horizont folgen weitere Seesedimente, die noch etwa 8 m tiefer aufgeschlossen sind.

Nach der Aufbereitung der Proben, die in der gleichen Weise wie früher durchgeführt wurde, erwies sich leider auch das umfangreiche neue Material nur zum Teil für die Pollenanalyse geeignet. Nahezu völliges Fehlen von Pollen kann auf mangelnden Pollenanflug zur Zeit der Bildung des Substrates zurückgehen; häufiger dürfte im vorliegenden Fall jedoch der Verlust einer vorhandenen Pollenführung infolge ungünstiger Erhaltungsbedingungen sein, vor allem durch langdauernden Zutritt des Luftsauerstoffes an die Pollen unter wechselfeuchten Verhältnissen. Die Hoffnung auf ein komplettes Pollendiagramm der jüngsten Seesedimente aus dem Becken von Kathmandu erfüllte sich somit auch diesmal nicht. Trotz geringer Zahl analysierbarer Proben konnten ziemlich umfangreiche Ergebnisse erzielt werden, ihren Aussagen zur Vegetations- und Klimageschichte kommt aber nach wie vor nur orientierender Charakter zu.

Werte in % der Pollensumme
ohne Cyperaceae, Sporen- und Wasserpflanzen (PT)

	I/250	I/350	IIa	IIf	IIi	IIIa/5	IV/9	IV/10
AP Bäume und Sträucher:								
Quercus	48	29	28	47	27	37	47	43
Pinus	2	1	4	12	3	9	15	8
Betula	6	4	1	2	1	4	2	5
Alnus	3	5	1	2	3		4	4
Picea	+		4	6	1	1		
Corylus	2	1		+	1	2	1	6
Juniperus	+		+		1	+	1	2
Ulmus		+	1	1		1	+	1
Abies	+	+	1	+		+	+	
Ostrya	2				+	+		+
Juglans				1		1		
Taxus			+			+	1	
Fraxinus			+			1		
Rhamnus	+					+		
Ephedra distachya	+		+					

	Werte in % der Pollensumme ohne Cyperaceae, Sporen- und Wasserpflanzen (PT)							
	I/250	I/350	IIa	IIf	IIi	IIIa/5	IV/9	IV/10
Buxus							1	
Populus						+	+	
Acer							+	
Salix								+
NAP Halbsträucher und Kräuter:								
Cyperaceae	62	4	14	11	66	11	1	1
Gramineae	10	12	25	14	28	9	13	8
Artemisia	8	30	14	6	8	4	3	2
Cruciferae	1	2	1	+	2	2	1	7
Chenopodiaceae	1	+	5	1	3		1	+
Umbelliferae		1	1	+	1	3	1	
Liguliflorae	2	2	1		1			
Ranunculaceae		+	2		+	1	+	1
Leguminosae	1				2	1		
Tubuliflorae			1	1	+	1		
Liliaceae					+	2	1	
Rumex	+	+			+	1		
Thalictrum	+	1	+			+		
Labiatae		1					1	
Caryophyllaceae		1	+			+	+	
Rubiaceae	1		+			+	+	
Polygonum	+				+	+		
Rosaceae			1		+			+
Helianthemum	+							
Impatiens						+		
Humulus/Cannabis			+	+				+
Campanulaceae					+	+		
Geraniaceae		+						
Dipsacaceae			+					
Sanguisorba					+			
Boraginaceae						+		
Valeriana						+		
Scrophulariaceae						+		
Plantago						+		
Ericaceae							+	
Varia	9	9	6	6	11	13	7	13
Sporenpflanzen:								
Filicinae	6	8	4	8	5	27	3	9
Lycopodium	1	4	1	1	1	+	+	1
Sphagnum			+			+		+
Wasserpflanzen:								
Sparganium			1					
Σ AP	65	40	42	71	38	56	72	69
Σ NAP (ohne Cyperaceae)	35	60	58	29	62	44	28	31
PT	208	567	390	226	310	255	292	338

Tabelle 1: Pollenspektren aus einigen Horizonten der Kathmandusee-Serie (Analyse F. KRAL)

	Werte in % der Pollensumme ohne Cyperaceae, Sporen- und Wasserpflanzen (PT)				
	Pa 281a	Pa 301b	Pa 301c	Pa 301d	Pa 306b
AP Bäume und Sträucher:					
Pinus	44	10	10	9	20
Quercus	16	+		1	25
Picea	1	2	+	1	
Alnus	2		1	1	+
Betula					3
Corylus					3
Viburnum					3
Fraxinus	+			1	1
Acer				1	
Carpinus				1	
Salix					1
Juglans	1				
Ulmus	+				+
Cornus					1
Ilex					1
Abies	+				
Taxus			+		
Carya					+
Populus			+		
NAP Halbsträucher und Kräuter:					
Gramineae	13	66	60	60	12
Cyperaceae	2	28	36	4	5
Artemisia	2	13	8	4	1
Liguliflorae		2	2	8	
Dipsacaceae			6		
Ericaceae		+		4	
Umbelliferae			2		3
Tubuliflorae			2	1	1
Humulus/Cannabis		1	1	1	+
Chenopodiaceae	2				1
Myrica				1	1
Caryophyllaceae		1	1		
Polygonum					1
Valeriana					1
Ranunculaceae	+				+
Rubiaceae				1	
Cruciferae					+
Varia	18	5	8	6	20
Sporenpflanzen:					
Filicinae	1	1	6	6	1
Polypodium		1	1	1	+
Lycopodium		1			
Sphagnum		+			
Sonstige Sporen		14	20	20	2
Wasserpflanzen:					
Sparganium		1	1		1

	Werte in % der Pollensumme ohne Cyperaceae, Sporen- und Wasserpflanzen (PT)				
	Pa 281a	Pa 301b	Pa 301c	Pa 301d	Pa 306b
Alisma	+				+
Nymphaea					+
Algen:					
Botryococcus	viel				
Σ AP	64	12	11	15	58
Σ NAP (ohne Cyperaceae)	35	89	90	86	41
PT	230	320	140	89	470

Tabelle 2: Weitere Pollenspektren aus Horizonten der Kathmandusee-Serie (Analyse A. J. HAVINGA).

Neben der in gewohnter Weise ausgeführten Pollenanalyse waren vor allem wieder die Ergebnisse der Altersbestimmung nach der Radiokarbonmethode von besonderem Interesse. Insgesamt konnten am Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Wien durch Dr. H. FELBER drei weitere Proben absolut datiert werden. Das höchste Alter wurde für Probe 281 b (Kiefernzapfen und Rinde vom Cobhar-Hügel) mit über 36.000 Jahren bestimmt (VRI-607). Die Probe gehört damit dem Pleniglazial der Würmeiszeit an. Ein Alter von 29.200 ± 1100 Jahren (bezogen auf das Jahr 1950; VRI-608) wurde für die Wurzelholz-Probe Pa 306 a gefunden (Kharipati). Noch später in das Pleniglazial ist schließlich das lignitisierte Holzstück III a/5 a (Nakhu Khola südöstlich Cobhar Gorge) mit einem Alter von 26.700 ± 800 Jahren (VRI-545) einzustufen.

Trotz ohne Zweifel sehr unterschiedlichen Alters der analysierten Proben weisen die erhaltenen Pollenspektren zahlreiche gemeinsame Züge auf (Tab. 1 und 2). So stehen z. B. unter den Baumpollen (AP) Quercus und Pinus immer bei weitem im Vordergrund. Unter den Nichtbaumpollen (NAP) stellen die Cyperaceae und Gramineae die Hauptmenge. Da die Cyperaceae, auf einen oft sehr kleinen Lokalbereich beschränkt, sehr hohe Spitzenwerte aufweisen können, blieben sie auch diesmal aus der für die Berechnung der Prozentwerte maßgeblichen Grundsumme (PT) ausgeklammert. Dasselbe gilt auch für die Sporen- und Wasserpflanzen. Im übrigen sind sehr niedrige Werte der Cyperaceae kein Garant für spärlichen Seggenwuchs, wie Analysen von Seggentorf mitunter zeigen; und hohe Werte der Filicinae können sowohl auf lokalen Farnwuchs im freien Gelände wie auch im Walde hinweisen.

Nach der Höhe des ΣAP-Anteiles an der Grundsumme lassen sich die Analysen in drei Gruppen ordnen (vgl. auch Tabelle 3):

1. Äußerst niedriger Σ AP-Anteil (11 bis 15 %): Pa 301 b, Pa 301 c, Pa 301 d,
2. Geringer Σ AP-Anteil (38 bis 42 %): I/350, II a, II i,
3. Relativ hoher Σ AP-Anteil (56 bis 72 %): Pa 281 a, Pa 306 b, I/250, II f, III a/5, IV/9, IV/10.

Bei der vegetationsgeschichtlichen Interpretation ist insbesondere davon auszugehen, daß Pollenspektren mit (sehr) niedrigem AP-Prozent Waldlosigkeit (Gruppe 1) oder (äußerst) spärliche Baumbestockung anzeigen (Gruppe 2 = offene Parklandschaft). Höhere Σ AP-Anteile (Gruppe 3) lassen dagegen in der Regel auf das Vorhandensein von Wald in der engeren oder weiteren Umgebung schließen (FIRBAS 1949). Auf vorherrschende kontinentale Steppenvegetation verweisen relativ hohe Anteile der Freilandzeiger *Artemisia* (bis 30 %) und Gramineae (bis 66 %), die in den Proben der Gruppe 3 auffallend in den Hintergrund treten (maximal 8 bzw. 14 %). Die Pollenspektren mit viel *Artemisia* stammen wahrscheinlich aus ausgesprochenen kontinentalen Trockenperioden. Die Baumpollen werden in der Gruppe 1 fast zur Gänze vom Pinus-Weitflug gestellt; in den Gruppen 2 und 3 dagegen, die auf mehr oder weniger dichte, lokale Baumbestockung schließen lassen, treten neben Pinus auch andere Baumarten in unterschiedlichen Anteilen auf. Mit einer Ausnahme (Pa 281 a) wird Pinus hier stets von *Quercus* übertroffen. Höhere *Quercus*-Anteile, die auf günstigere Wärmeverhältnisse schließen lassen, sind sowohl in Gruppe 2 wie auch in Gruppe 3 zu verzeichnen.

Obwohl nur für relativ wenige der analysierten Proben eine absolute Altersbestimmung vorliegt, wird der Versuch unternommen, die pollenanalytisch untersuchten Proben, bzw. die aus den Ergebnissen rekonstruierten Vegetations- und Klimaverhältnisse in eine Zeitskala einzuordnen. Die schon früher von Proben der Seeterrasse von Kathmandu erhaltenen Pollenspektren Pa 100 (1971) und Nr. 25 (1972) (H. FRANZ und F. KRAL 1975) fügen sich hier zwanglos ein (Tab. 3).

– Die zuunterst eingetragenen Proben der Gruppe 1 repräsentieren ohne Zweifel eine offene Vegetation in einer Glazial-Periode mit extremen Klimaverhältnissen. Das Σ AP: Σ NAP-Verhältnis ist sehr niedrig, Pinus ist mit geringen Werten vertreten, *Quercus* fehlt \pm ganz. Die Gramineae zeigen in allen Spektren hohe Werte, die Cyperaceae in zwei Spektren, *Artemisia* und ein Teil der Sporenpflanzen sind ziemlich häufig. Eine Zuordnung zum Würm-Pleniglazial würde auch gut zum morphologischen Befund passen, wonach es sich um ein älteres, hochgelegenes Terrassenniveau handelt, das nur am Rande des Kathmandubeckens erhalten blieb, im Beckeninneren jedoch jüngerer Erosion

Proben-Nr.	Σ AP	Σ NAP	Pinus	Quercus	Gramineae	Artemisia	Zeitraum	Vegetation	Klima
Pa 100 (1971)	62	38	7	34	19	1	Postglazial	Eichenwälder	ozeanisch beeinflusst (warm-feucht)
I/250	68	32	2	48	10	8			
IIa, III, I/350	38-42	60-63	1-4	27-29	12-28	8-30	Spätglazial	offene Parklandschaft	kontinental (kalt-trocken)
Nr. 25 (1972)	33	67	13	15	30	7			
IIIf, IV/9, IV/10	69-72	28-31	8-15	43-47	8-14	2-6	Interstadial am Übergang Pleniglazial/ Spätglazial	Eichenwälder	ozeanisch beeinflusst (warm-feucht)
IIIa/5	56	44	9	37	9	4	Interstadial im Pleniglazial	Eichenwälder	ozeanisch beeinflusst (warm-feucht)
Pa 306b	58	41	20	25	12	1			
Pa 281a	64	35	44	16	13	2	Interstadial im Pleniglazial	Kiefern- (Eichen-)wälder	gemäßigt kontinental (kalt-feucht)
Pa 301b-d	11-15	86-90	9-10	0-1	60-66	4-13	Pleniglazial	Artemisia- Grassteppen	ausgeprägt kontinental (sehr kalt-trocken)

Tabelle 3: Gegenüberstellung einiger Ergebnisse der Pollenanalyse und ihrer Interpretation.

zum Opfer fiel (FRANZ briefl., 1979). Der humose Charakter der analysierten Horizonte ist jedoch ein Hinweis darauf, daß es sich um wenigstens etwas mildere Phasen des Pleniglazials handelt.

– Die mit mehr als 36.000 Jahren älteste datierte Probe (Pa 281) entstammt etwa der Mitte der Würmzeit. Die Pollenanalyse läßt für diese Zeit auf eine Pinus-Bewaldung mit untergeordneter Quercus schließen. Die günstigeren Klimaverhältnisse werden durch deutliches Zurücktreten von Gramineae und Artemisia unterstrichen; die Sporenpflanzen stehen ganz im Hintergrund.

– Auch die mit 29.200 ± 1100 Jahren datierte Probe Pa 306 stammt wahrscheinlich aus einem Interstadial. (Wieder liegt eine am Beckenrand erhalten gebliebene ältere Terrasse vor.) Die Bewaldung weist etwa den gleichen Umfang auf wie während der Mitte der Würmzeit, der Pollenanteil von Pinus liegt jedoch deutlich niedriger, jener von Quercus höher. Für die Klimagunst spricht auch die zugleich größere Mannigfaltigkeit an Baumpollen.

– Etwa in die gleiche Zeit ist auch die Probe III a/5 zu stellen, die wahrscheinlich älter ist als das mit 26.700 ± 800 v. h. datierte Holz. Die örtliche Bewaldung, in der Pinus gegenüber Quercus noch stärker zurücktritt, läßt in Verbindung mit niedrigen Werten von Gramineae, Cyperaceae und Artemisia auf bessere Klimaverhältnisse schließen. Aus der Zunahme von Quercus in den zeitlich aufeinanderfolgenden Proben kann freilich noch nicht auf eine kontinuierliche Klimabesserung geschlossen werden, da es sich nur um einzelne Spektren handelt, die durchaus nicht das Klimaoptimum der jeweiligen Wärmeperiode repräsentieren müssen. Bemerkenswert ist für III a/5 wieder die hohe Zahl von Baum- und Straucharten, wenn auch fast immer Weit- bis Fernflug vorliegen dürfte. Neben Typen, die in der Regel in mehreren Proben vorhanden sind (Betula, Picea, Corylus, Juniperus, Ulmus, Abies), konnten auch Seltenheiten wie Ostrya, Juglans, Taxus, Fraxinus, Rhamnus, Populus u. a. nachgewiesen werden. Unter den Nichtbaumpollen lassen Cruciferae, Ranunculaceae, Leguminosae, Compositae, Caryophyllaceae, Campanulaceae, Valeriana u. a. für die waldfreien Flächen auf kräuterreiche Steppen schließen. Wahrscheinlich stockten somit damals im Becken von Kathmandu \pm aufgelockerte, von Quercus dominierte Wälder, in den Hanglagen rund um das Becken Kiefern-Eichen-Mischwälder. Für den weiteren Umkreis ist der Großteil der im heutigen Nepal vorkommenden Baumgattungen schon nachweisbar.

– Drei weitere Proben (II f, IV/9 und IV/10) sind aller Wahrscheinlichkeit nach an den Ausgang des Pleniglazials bzw. an den Beginn des Spätglazials zu stellen; nach ihrer stratigraphischen Lage sind sie mit ziemlicher Sicherheit älter als das frühe Spätglazial, für das wieder ein

Radiokarbondatum vorliegt. Pollenanalytisch unterscheiden sich die drei Proben nur relativ wenig voneinander, obwohl z. B. IV/10 rund 10 m über IV/9 liegt und daher auf jeden Fall jünger sein muß. Charakteristisch sind ein ziemlich hohes $\Sigma AP : \Sigma NAP$ -Verhältnis sowie ein niedrigeres Pinus:Quercus-Verhältnis im Vergleich zu den vorangegangenen Proben. Für ein höheres Bewaldungsprozent spricht auch das Fehlen einer Reihe von Typen krautiger Pflanzen.

– Aus dem Spätglazial steht dann mit Nr. 25 (1972) wieder eine datierte Probe zur Verfügung; das Pollenspektrum zeigt für die Älteste Dryas (14.050 \pm 250 v. h.) mit einem Baumpollenanteil von nur 33 % (13 % Pinus, 15 % Quercus) einen beträchtlichen Rückgang der Bewaldung und auch eine einschneidende Verschlechterung der Wärmeverhältnisse an. Relativ hohe Anteile von Gramineae und Artemisia lassen darauf schließen, daß neben einer ziemlich schütterten Baumbestockung wieder kontinentale Steppen im Vordergrund stehen (offene Parklandschaft). Die Chenopodiaceae erreichen mit 4 % einen beachtlichen Wert.

– Pollenanalytisch stehen der Probe Nr. 25 (1972) die beiden Proben II a (mindestens 4 m höher als II f) und II i nahe, ferner I/350. Im Vergleich zu Nr. 25 (1972) läßt der geringere Pinus- und höhere Quercus-Anteil auf etwas günstigere Wärmeverhältnisse schließen. Das Dominieren der Steppen wird aber auch hier durch hohe Werte von Artemisia unter Beweis gestellt (bis zu 5 % Chenopodiaceae). Bis zum Vorliegen eines Radiokarbondatums sind diese drei Proben vorläufig in etwas mildere Phasen (humose Horizonte!) der Älteren oder Jüngeren Dryas einzustufen. Im übrigen konnte die nach dem bodenkundlichen Befund wahrscheinliche Identität der Proben II a und II i auf Grund der Pollenanalysen gut abgesichert werden (eine größere Differenz besteht nur bei den Cyperaceae).

– Mit ziemlicher Sicherheit jünger als die zuletzt angeführten Proben sind I/250 (1 m höher als I/350) und Pa 100 (1971). I/250 weist mit einem AP-% von 68 und einem Quercus-Anteil von 48 wieder ähnlich hohe Werte auf wie die Proben aus der Zeit vor dem spätglazialen Klimarückschlag; Übereinstimmung besteht auch im Hinblick auf die relativ hohe Zahl nachgewiesener Baum- und Straucharten. Die Probe ist wahrscheinlich in den Zeitraum zwischen dem Ausgang des Spätglazials und dem postglazialen Klimaoptimum zu stellen.

– Dagegen zeigt Pa 100 (1971) wieder einen geringen Rückgang des Waldareals an, auch eine Verschiebung zugunsten von Pinus (7 %) und Picea (16 %), während Quercus nur 34 % erreicht. Die Probe ist – wie seinerzeit schon begründet – nicht nur jünger als die datierte Probe Nr. 25 (1972), sondern auch jünger als I/250. Wahrscheinlich stammt sie aus der Zeit knapp nach dem postglazialen Klimaoptimum, aber natürlich noch

vor dem Ende der Sedimentation im Kathmandu-Seebecken, zu dem es kurz vor dem Einsetzen des anthropogenen Einflusses (letzte vorchristliche Jahrhunderte) gekommen sein dürfte.

Obwohl aus dem Untersuchungsgebiet in Nepal bisher erst vier Radiokarbonaten zur Verfügung stehen, kann auf Grund der Ergebnisse der nunmehr 15 Pollenanalysen die Klima- und Vegetationsentwicklung seit der Würmzeit jetzt immerhin wenigstens in sehr groben Zügen wiedergegeben werden. Während des in Frage stehenden Zeitraumes der letzten rund 40.000 Jahre wechselten Perioden ausgesprochen kontinentalen (kalt-trockenen) Klimas mit Gras- und Artemisiasteppen bzw. einer höchstens sehr schütterten Baumbestockung mit ozeanisch beeinflussten (milderen) Klimaperioden ab, in denen sich eine mehr oder weniger ausgedehnte Bewaldung entwickeln konnte. Ausgeprägte kontinentale Steppenphasen konnten für das Pleniglazial und für das frühe Spätglazial (Älteste Dryas, 12.100 v. Chr.) mit Sicherheit nachgewiesen werden. Im Hinblick auf die zum Teil noch etwas unsichere Einstufung einiger Proben in die Zeitskala bzw. der noch immer relativ geringen Zahl analysierter Proben ist aber auch ein häufigerer Wechsel zwischen ausgesprochen kontinentalen und ozeanisch beeinflussten Klimaphasen bis auf weiteres noch nicht auszuschließen. Dabei ist auch in Betracht zu ziehen, daß die Voraussetzungen für die Entstehung und Erhaltung pollenführender Horizonte in kälteren und wärmeren Klimaphasen wahrscheinlich sehr unterschiedlich waren.

Die bisher aus dem Kathmandu-Becken vorliegenden Ergebnisse führen zusammenfassend zu den folgenden Schlußfolgerungen:

– Während des Pleniglazials der Würmeiszeit lag in Form von Artemisia-Grassteppen eine offene Vegetation und ein ausgeprägt kontinentales, sehr kalt-trockenes Klima vor.

– Für das älteste hier nachgewiesene Interstadial der Würmzeit ist eine Bewaldung aus Pinus mit untergeordneter Quercus nachzuweisen. Die günstigeren Klimaverhältnisse spiegeln sich u. a. in geringeren Anteilen von Gramineae und Artemisia wider.

– In einem jüngeren Interstadial der Würmzeit sprechen das stärkere Hervortreten von Quercus gegenüber Pinus und größere Mannigfaltigkeit an Baumpollen für höhere Klimagunst. Bei den waldfreien Flächen handelte es sich damals überwiegend um kräuterreiche Steppen.

– An der Wende zum Spätglazial wird während einer interstadialen Phase im Vergleich zu den älteren, das höchste Bewaldungsprozent und das niedrigste Pinus : Quercus-Verhältnis erreicht.

– Während des frühen Spätglazials (Älteste Dryas) zeichnet sich eine kalte, kontinentale Trockenphase mit Rückgang der Bewaldung und

Abfall von *Quercus* gegenüber *Pinus* deutlich ab. Auf den waldfreien Flächen breiteten sich wieder Grassteppen mit *Artemisia* und *Chenopodiaceae* aus. Zumindest zeitweise dürfte die Bewaldung nicht nur im Kathmandu-Becken, sondern auch in den anschließenden Hanglagen gering gewesen sein. Später nimmt *Quercus* gegenüber *Pinus* wieder zu, das Waldareal vergrößert sich aber nur sehr zögernd.

– Erst im Postglazial besteht zum Teil wieder ein Waldareal von ähnlicher Ausdehnung wie vor dem spätglazialen Kälterückschlag; auch die Zahl der Baum- und Straucharten ist wieder relativ hoch, *Quercus* steht jetzt vergleichsweise sogar stärker im Vordergrund. Auch noch später dominierten im Becken, wo *Artemisiasteppen* schon gänzlich fehlten, eichenreiche Wälder; in den Hanglagen bestand ebenfalls ein größeres Waldareal (mit Fichte) als in der Gegenwart. Den durch den Einfluß des Menschen bedingten Wandel (seit den letzten vorchristlichen Jahrhunderten) enthält die Sedimentserie des Kathmandu-Sees nicht mehr.

Literatur

- FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Bd. I.
- FRANZ, H. und F. KRAL (1975): Pollenanalyse und Radiokarbondatierung einiger Proben aus dem Kathmandubecken und aus dem Raum von Jumla in Westnepal. Sitz. Ber. Öst. Akad. Wiss., math. nat. Kl. Abt. I, 184. Bd., 1–5, S. 9–17.
- FRANZ, H. und H. MÜLLER (1979): Untersuchungen an roten Böden und quartären Terrassen in Zentralnepal. Sitz. Ber. Öst. Akad. Wiss., math. nat. Kl. Abt. I, 187, S. 181–221.

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: 1979

Band/Volume: [188](#)

Autor(en)/Author(s): Kral Friedrich

Artikel/Article: [Pollenanalyse und Radiokarbondatierung an Proben der oberen Teile der Sedimentserie des Kathmandu-Sees und ihre vegetationsgeschichtliche Interpretation. 45-61](#)