

# Der VII. Internationale Quartärkongreß in Boulder/Colorado vom 14. VIII. - 19. IX. 1965

Mit einer Abbildung im Text

JULIUS FINK, Wien, mit Beiträgen von H. KOHL, F. MAYR und T. PIPPAN \*

## Allgemeines (J. FINK)

Die Bedeutung der Quartärforschung nimmt von Jahr zu Jahr zu. Wir glauben daher berechtigt zu sein, den Leser über ihren derzeitigen Stand und die weitere Entwicklung kurz informieren zu dürfen.

In der Quartärforschung treffen verschiedene Fachgebiete zusammen, von denen die wichtigsten (in alphabetischer Reihenfolge) Bodenkunde, Geomorphologie, Isotopen-Datierung, Klimatologie, Ozeanographie, Paläontologie, Palynologie (Name geprägt von H. A. HYDE und D. A. WILLIAMS, 1945), Quartärgeologie, Vulkanologie (besonders Tephrochronologie) und Urgeschichte sind. Diese Vielzahl an Disziplinen erfordert stets eine mehr oder weniger komplexe Arbeitsweise, um zu gesicherten Ergebnissen zu gelangen, und macht verständlich, daß es in Zukunft, bei der fortschreitenden Spezialisierung, immer schwieriger sein wird, die einander oft nur in ihren Grenzbereichen berührenden Disziplinen auf die gemeinsame Aufgabe zu koordinieren.

Auch organisatorisch bestehen große Probleme: Die INQUA (Internationale Quartärvereinigung, International Association for Quarternary Research) spaltete sich 1928 aus der Internationalen Geologischen Gesellschaft ab und es ist das Verdienst vor allem Gustav GÖTZINGERS, diese vorerst nur auf das nord-europäische Quartär ausgerichtete Organisation auf das von ganz Europa ausgeweitet zu haben. In *organisatorischer Form* fand die INQUA bisher ihr Auslangen darin, die Führungsspitze jeweils in das Land zu legen, das die Vorbereitung und Durchführung des nächsten Kongresses übernommen hatte. Nunmehr wächst aber die Zahl der Interessenten immer stärker an: Während 1961 am Kongreß in Polen knapp 700 Teilnehmer zu verzeichnen waren, sind es in den USA — trotz des für die meisten Quartärforscher weiten Anreiseweges — etwa 950 gewesen und für den nächsten Kongreß in Paris im Jahre 1969 wird eine weitere Zunahme erwartet. Es sind daher Bestrebungen im Gange, die INQUA in eine Internationale Union oder eine ähnliche Organisation umzuwandeln, was besonders von französischer Seite forciert wird. Dadurch wäre die Errichtung eines dauernden Sekretariates und die Finanzierung von Kommissionsarbeiten zwischen den Kongressen möglich. Die Gründung einer solchen Union hätte aber zwangsweise zur Folge, daß in den einzelnen Ländern eigene Organisationen, z. B. nationale Komitees, geschaffen werden müßten, wodurch eine weitere administrative Belastung entstehen würde. Für die Schaffung einer Union

\* Es stand ferner ein Kurzbericht der hier geschilderten Exkursionen von Prof. Dr. H. GRAUL, Heidelberg, zur Verfügung, für dessen Überlassung bestens gedankt sei. Seine Auffassungen sowie die der einzelnen Referenten sind jeweils im Text klar erkennbar.

besteht derzeit wenig Möglichkeit, da mehrere der obengenannten Disziplinen für sich bereits eine derartige Weltvereinigung aufgezogen haben und mit Recht eine scharfe (finanzielle) Konkurrenz fürchten. Daß von österreichischer Seite wenig Interesse besteht, den bisherigen Status der INQUA zu ändern, ist verständlich, da unser Land bereits einen Kongreß (Wien, 1936) vorbereitete und durchführte und außerdem am Beispiel der Subkommission für Lößstratigraphie zeigt, daß sich auch mit bescheidenen finanziellen Mitteln eine Aktivität zwischen den Kongressen erreichen läßt. Schließlich würde die Schaffung eines dauernden Sekretariates auch zwangsweise zu einer Verbürokratisierung führen, während bisher alle fachlichen und organisatorischen Agenden in den Händen von Wissenschaftlern lagen.

Bei einem Vergleich der obengenannten Disziplinen (mit ihren Grenzgebieten) fällt auf, daß jene mit stratigraphischer Aussagemöglichkeit stärker überwiegen und damit die Bedeutung der Frage nach der Gliederung und Dauer der einzelnen Zeitabschnitte des Quartärs unterstrichen wird. Besonders deutlich kam dies dadurch zum Ausdruck, daß in den USA als Träger der Quartärforschung der Geologische Dienst (Geological Survey) bzw. die einschlägigen geologischen Hochschulinstitute in Erscheinung treten. Umso mehr überrascht aber, daß die feldgeologischen Methoden hinter die Analysendaten der Laboratorien zurücktreten<sup>1</sup> und der *absoluten Datierung* heute ein *Primat* eingeräumt wird, das manche Komplikation für die Zukunft erwarten läßt (dieser Trend zu absoluten Zeitangaben ist auch für andere Erdperioden typisch). War vorerst die 1947 von W. F. LIBBY entwickelte Radiokarbon-Methode die einzige absolute Altersbestimmung (die gesicherte Werte bis etwa 50.000 vor heute liefert), so bietet nun die von G. H. CURTIS und J. F. EVERDEN vor 10 Jahren in Kalifornien entwickelte Kalium/Argon-Methode die Möglichkeit für absolute Angaben ab Beginn des Pleistozäns. Die stets aus vulkanischem Material zu ermittelnden Werte haben für die ersten Menschenfunde in Ostafrika (Olduvai, Tanganjika) um 1,8 Millionen Jahre ergeben, ein Datum, das weit über den bisher auf Grund von isostatischen Aufwärtsbewegungen ermittelbaren Werten liegt. Es erhebt sich daher die Frage, ob die Messungen richtig sind — vgl. hiezu die kritischen Bemerkungen von J. FRECHEN und H. J. LIPPOLT in „Eiszeitalter und Gegenwart“ 16, Seite 5—30, 1965 — oder ob die Menschwerdung erst im Quartär angesetzt werden muß. Seit noch längerer Zeit erfolgt die Auswertung von Bohrkernen des Tiefseebodens durch C. EMILIANI und andere Forscher. Das Verhältnis von  $O^{16} : O^{18}$  in den Schalen organischer Reste gibt einen Hinweis auf die Wassertemperatur und damit auf Temperaturschwankungen — allerdings keine absolute Altersangabe, nachdem es sich nicht um radioaktive Isotope handelt. Gerne werden allerdings die nach dieser Methode gewonnenen Ergebnisse in einer absoluten Zeitskala eingetragen! Eine absolute Altersbestimmung hingegen ergibt die Messung des  $Th^{230} : U^{234}$ -Verhältnisses, wie dies von CH. E. STEARNS und D. L. THURBER an Fossilien des Mittelmeerraumes durchgeführt wurde und die deshalb besondere Bedeutung besitzen, weil die mediterranen Strandterrassen weltweit als Bezugspunkt genommen werden.

Trotz der zunehmenden Bedeutung absoluter Daten war der Kongreß nicht einseitig orientiert, er zeigte die Vertreter aller obengenannten Disziplinen in reger Diskussion und hinterließ ob seiner fachlich breiten Wirkung einen tiefen Eindruck. Zum ersten Mal seit Bestehen der INQUA war der europäische

<sup>1</sup> Vergleiche hiezu die kritischen Bemerkungen des Exkursionsberichtes „Große Seen“.

Boden verlassen (1928 Kopenhagen, 1932 Leningrad, 1936 Wien, 1953 Rom, 1957 Madrid und 1961 Warschau) und damit ein Schritt zur wirklich internationalen Quartärforschung getan worden.

Die *Vorbereitung* für den Kongreß und die damit verbundenen großen Exkursionen in den USA begannen eigentlich schon damit, daß G. M. RICHMOND, der auf dem Kongreß in Polen zum Generalsekretär gewählt wurde, vorher während eines ganzen Jahres zu Vergleichsstudien in Europa weilte. Es war ihm möglich, unter Führung der für die einzelnen Räume zuständigen Forscher den ganzen alpinen Raum systematisch durchzuarbeiten und damit einen Überblick zu gewinnen, wie er selbst A. PENCK und A. BRÜCKNER bei der Abfassung ihres noch immer unangefochtenen Standardwerkes nicht vergönnt gewesen war. Dadurch wurde G. M. RICHMOND, der selbst ausgedehnte Forschungen in den verschiedensten Teilen der Rocky Mountains aufzuweisen hat, in die Lage versetzt, Vergleiche zwischen den Alpen und den „Rockies“ zu ziehen (auch die z. T. unterschiedlichen Auffassungen der einzelnen europäischen Kollegen im Detail kennenzulernen) und so die Exkursion E, die vor dem Kongreß in die Rockies führte, auf den europäischen Blickpunkt auszurichten. Dadurch war es nun den Teilnehmern der alpinen Länder möglich, ohne spezielle Vorbereitung sehr rasch in die Probleme eines für die meisten fremden Raumes einzudringen und die eine oder andere nachfolgende kritische Stellungnahme resultiert aus dieser richtigen Vorbereitung. Daneben waren die meisten europäischen Teilnehmer noch dadurch begünstigt, daß von u.s.-amerikanischer Seite eine großzügige finanzielle Unterstützung gewährt wurde, ohne die eine Teilnahme meist nicht möglich gewesen wäre.

Es verdient festgehalten zu werden — gerade in einer Zeit, in der es bei manchen Intellektuellen zum guten Ton gehört, über verschiedene amerikanische Hilfsprogramme abfällig zu urteilen — daß für diese in jeder Weise nur als Grundlagen-Disziplin anzusehende Quartärforschung *beträchtliche Mittel* von den Universitäten, Stiftungen und privater Seite flüssig gemacht wurden und insbesondere den devisenschwächeren Kollegen aus den Ostländern große Hilfen gewährt wurden.

Groß waren die Vorbereitungen für diesen Kongreß. Sie erstreckten sich, über die Tagungen und Exkursionen hinausgehend, auch auf mehrere große *Publikationen*: Als Sammelwerk wurde „The Quarternary of the United States“ unter der Redaktion von H. E. WRIGHT jr. und D. G. FRYE herausgebracht, ein stattliches Buch von 922 Großquartseiten mit vielen Abbildungen, verlegt bei Princeton University Press 1965. Es ist derzeit noch im Handel um \$ 25,— erhältlich und darf nicht nur wegen seines relativ niedrigen Preises wärmstens empfohlen werden, sondern weil in ihm das Quartär der Vereinigten Staaten wirklich umfassend behandelt ist. Der Band nimmt deshalb in der Quartärliteratur einen besonderen Platz ein. Weiters erschien als Sonderband der Amerikanischen Geologischen Gesellschaft (Special Papers G.S.A. 84), wieder unter Redaktion der beiden Obengenannten, „International Studies on the Quarternary“ mit 565 Seiten, in welchem die Quartärgeologie verschiedener Länder dargestellt ist; Österreich ist durch einen Aufsatz von J. FINK „The Pleistocene in Eastern Austria“ vertreten. Weiters hat sich der Geological Survey mit „Studies on the Quarternary“, einer Zusammenfassung von einschlägigen Arbeiten aus den Jahren 1963—1965 mit 210 Seiten, eingestellt. Eine weitere Gruppierung liegt in Soil Science 99, Nr. 1, vor, wo paläopedologisch orientierte Arbeiten zusammengefaßt sind. In ähnlicher Form haben auch Journal of

Geology 73, Nr. 4, und American Journal of Science 263, Nr. 7, Gruppierungen vorgenommen. Schließlich sind die Führer (Guidebooks) der unten angeführten Exkursionen zu nennen, die in übersichtlicher Form sowohl über die weiten Exkursionsräume als auch die einzelnen Profile informieren und mit vielen Detailangaben ausgestattet wurden. Für die schwierige, ein hohes Maß an Koordinierung erfordernde Arbeit zeichnen als Redakteure C. B. SCHULTZ und H. T. U. SMITH.

Ferner haben einzelne nationale Organisationen anlässlich des Kongresses größere oder kleinere Sammelwerke herausgebracht. Besonders seien hier die 5 Bände der sowjetischen Kollegen hervorgehoben, und zwar:

The Geological Age of the Fossil Men von I. K. IWANOWA (192 Seiten).

Last European Glaciation mit verschiedenen Aufsätzen unter der Redaktion von I. P. GERASIMOW (220 Seiten).

Stratigraphy and Periodisation of the Palaeolith of Eastern and Central Europe (232 Seiten). Verschiedene einschlägige Aufsätze, auch von nichtrussischen Autoren.

Quaternary Period and its History (224 Seiten). Mit verschiedenen Beiträgen russischer Autoren. Progress of Radiocarbon Dating in Quaternary Geology (270 Seiten). In diesem sind von L. R. SEREBRYANNY die gesamten Radiokarbon-Daten, soferne sie in der Literatur aufscheinen, mit einer kurzen kritischen Charakterisierung angeführt.

Für den Quartärforscher werden diese den neuesten Stand der sowjetischen Forschung repräsentierenden Bücher besonders wichtig sein.

Die DDR stellte sich mit einer Festschrift ihrer „Geologie“ (zugleich Heft 5/6, Jg. 14) ein, in der über neue quartärgeologische Untersuchungen ihres Raumes berichtet wird. Die ČSSR lieferte einen beachtlichen Beitrag über das Quartär der Mährischen Pforte, der als 420 Seiten starkes Buch (mit deutscher Zusammenfassung) am Ú.Ú.G. in Prag erschienen ist. Etwas dürftig nahm sich dagegen der Beitrag der DEUQUA aus, der immerhin bedeutendsten nationalen Quartärorganisation, da er nur einige Separata ihrer Zeitschrift „Eiszeitalter und Gegenwart“ umfaßte.

Besondere Sorgfalt wurde auf die Auswahl und Vorbereitung der *Exkursionen* gelegt. Da solche Exkursionen (Field Conferences) stets zum bleibenden Bestand einer Veranstaltung gehören, seien sie kurz in der Reihenfolge ihrer Kennbuchstaben erwähnt und ihre Route auf S. 159 abgebildet.

- A Neu-England Staaten
- B<sub>1</sub> Atlantische Küstenebene
- B<sub>2</sub> Florida-Bahamas
- B<sub>3</sub> Mississippi-Delta
- C Oberer Mississippi
- D Zentraler Teil der Großen Ebene
- E Nördl. und mittlerer Teil der Rocky Mountains
- F Alaska
- G Große Seen
- H Südwestl. aride Gebiete
- I Nördl. Große Becken und Kalifornien
- J Nordwestl. Gebiete im Pazifik.

Dazu kam während des Kongresses eine eintägige Exkursion in die nähere Umgebung von Boulder und Denver, die in zahlreichen Wegvarianten geführt wurde. Die beiden Städte liegen (wie die meisten Colorados) an der regionalen Grenze Rockies: Great Plains, die als allmählich ansteigendes Pediment am Gebirgsfuß fast 1800 m erreichen. Dadurch ist dieser Raum klimatisch günstiger als das in Warschau in Aussicht genommene Lincoln, Nebraska.

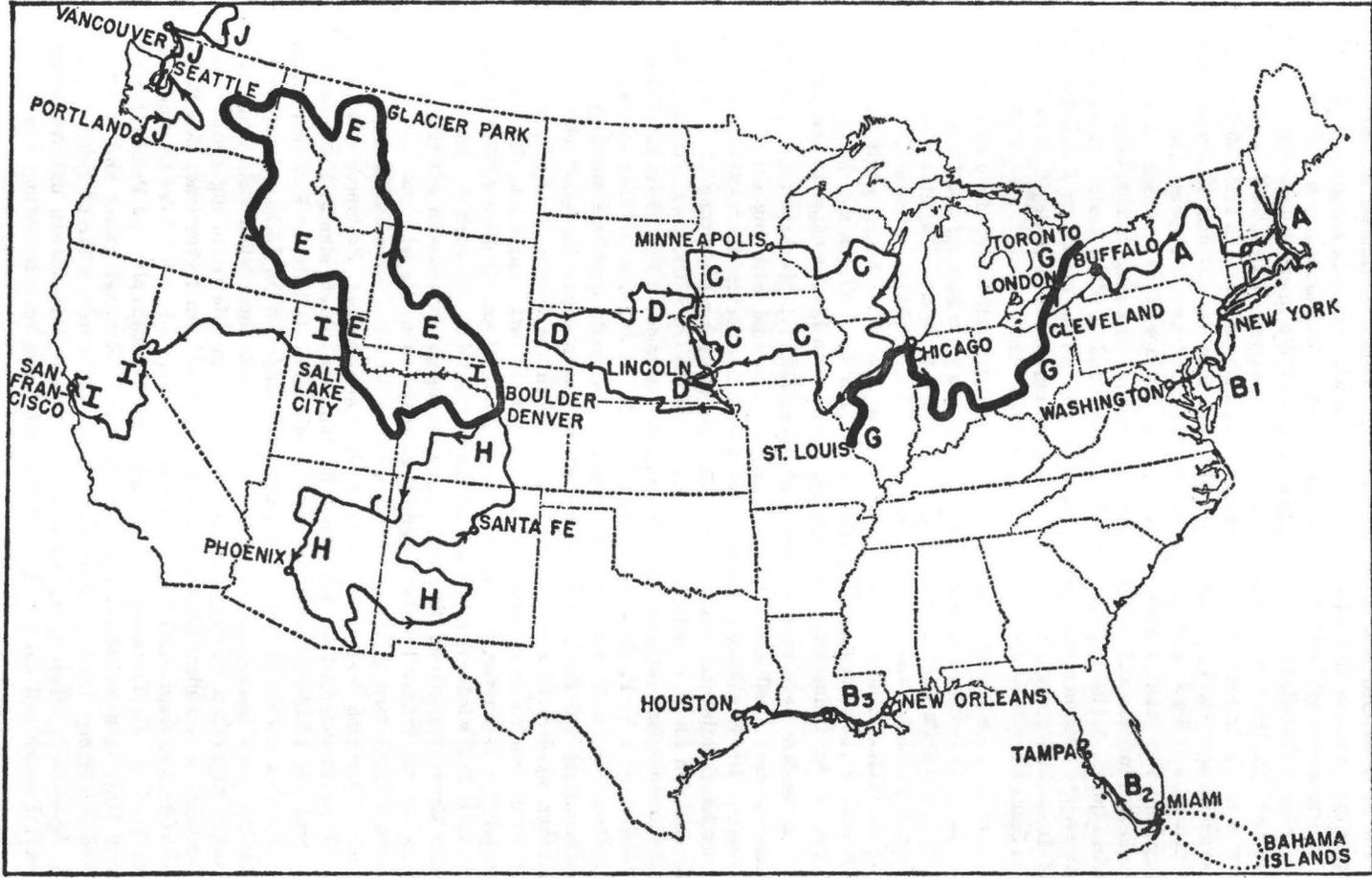
Die morphologische Situation des *Kongreßgebietes* schildet T. PIPPAN: „Die N streichende, aus Kristallin bestehende Colorado Front Rge bei Denver erhebt sich bis 4370 m Höhe. Sie steigt sehr plötzlich über der spätmiozänen bis pliozänen Fußfläche in 1800 m, den Great Plains, auf. Unter den Gipfeln liegt eine Sockelfläche in 2440 m, die wohl einem alten Pediment entspricht. Darunter folgen drei weitere, jüngere Felspedimente. Die jüngsten Flächen gehen über Flußaufschüttungen hinweg. Vor ihrer Ablagerung wurden seit dem Pliozän bis 2400 m tiefe Täler ins Gebirge eingesenkt. Die Tiefenerosion zwischen den drei Pedimenten erreichte 30—46 m, zwischen dem 3. Pediment und der Rinne mit den ältesten Aufschüttungen 40—60 m. Die kleinen spätwisconsin- und rezenten Täler sind weniger als 8 m tief. Aus den Ablagerungen lassen sich 8 Zyklen und ein 9. der historischen Taleintiefung verfolgen, der bis heute andauert.“

Für die österreichischen Teilnehmer ergab sich die Notwendigkeit, die Exkursion in die Rockies zu wählen, zumal mehrere Teilnehmer durch Vorträge auf dem Symposium „The Quarternary of the Alps“ engagiert waren. Leider waren die äußeren Voraussetzungen für dieses Symposium im Glacier National Park (nahe der kanadischen Grenze in Montana) sehr ungünstig, da es am Abend eines ausgedehnten Exkursionstages stattfand. Es erfreute, daß der Vortrag von H. KOHL über die Situation des oberösterreichischen Alpenvorlandes methodisch und inhaltlich herausragte und größten Beifall fand. In einem weiteren Symposium in Salt Lake City wurde dann von F. MAYR und H. HEUBERGER über die spät- und postglazialen Stände in Tirol berichtet, wo Untersuchungen der namengebenden Fundstellen eine terminologische Revision erforderlich machen, und durch W. SENARCLENS-GRANCY die spät- und postglazialen Gletscherstände des ganzen Ostalpenraumes behandelt.

So fand sich also die österreichische Gruppe geschlossen vor dem Kongreß auf der Exkursion E, die mit einer Wegstrecke von ca. 4200 Meilen und einer Dauer von 16 Tagen die größte Veranstaltung darstellte. Nach dem Kongreß fand die Exkursion G zu den großen Seen das größte Interesse der österreichischen Teilnehmer, einzig K. WICHE hatte die geomorphologisch besonders eindrucksvolle Exkursion H in die ariden Gebiete gewählt<sup>2</sup>.

Ähnlich wie auf der Exkursion E fanden auch auf anderen *Symposia* statt; leider ergaben sich bei diesen Veranstaltungen Überschneidungen, so etwa hinsichtlich eines Löß-Symposiums der Exkursionen C und D, das nur von einem Mitglied der Lößkommission besucht werden konnte! Auch das bodenstratigraphische Symposium, abgehalten während der Exkursion I, konnte nur von den Exkursionsteilnehmern besucht werden. Hier lag ein grundsätzlicher Organisationsfehler, da zu viele Vorträge und Einzelveranstaltungen aufgezogen wurden, so daß selbst dem Spezialisten keine Möglichkeit für eine Teilnahme an einschlägigen Veranstaltungen gegeben war. Es ist nur zu hoffen, daß alle diese Vorträge und Diskussionen in den Postkongreß-Publikationen niedergelegt werden. Leider müssen wir vermerken, daß besondere Schwierigkeiten vorhanden sind, die Ergebnisse des Kongresses in laufenden Zeitschriften unterzubringen. Schon in der Einladung zum Kongreß war darauf hingewiesen worden, daß nicht alle Beiträge in vollem Umfang publiziert werden können und daher nicht mit einem geschlossenen Kongreßbericht zu rechnen ist, wie er etwa in muster-gültiger Weise, redigiert von J. DYLIK, für den Kongreß in Warschau 1961 nun-

<sup>2</sup> Leider liegt hierüber kein Bericht vor; er wird vermutlich in anderer Form und an anderer Stelle erscheinen.



Exkursion des VII. Internationalen Quartärkongresses (nicht enthalten ist die Alaskaexkursion)

mehr in 4 Bänden mit zusammen fast 2500 Seiten erschienen ist. Allerdings wird die Situation auch nicht so schlecht sein wie nach dem Kongreß in Madrid, von dem überhaupt kein Bericht erschienen ist, so daß die Autoren ihre Beiträge in anderen Zeitschriften unterbringen mußten. Diese unangenehme Situation ist verständlich, wenn man bedenkt, daß in amerikanischen Zeitschriften praktisch nur Aufsätze in englischer Sprache erscheinen können und daß fast 500 Beiträge vorgelegt wurden. Vorläufig ist ein Überblick über die auf dem Kongreß gehaltenen Vorträge durch eine Sammlung der „Abstracts of Papers“ (532 Seiten) gegeben. Von österreichischer Seite brachte T. PIPPAN „Tektonische und lithologische Einflüsse auf die Kar- oder Trogformung in kaledonischen, herzynischen und alpinen Gebieten Europas“ zur Sprache, und J. FINK berichtete über die Arbeit der Subkommission für Lößstratigraphie mit „Progress of Investigations of Loess in Europe“, der die Beiträge aller europäischen Kollegen enthält und als Sammelarbeit in den USA gedruckt werden wird.

Einen auch nur annähernd informierenden Überblick über die oben erwähnten fast 500 Beiträge zu geben, ist unmöglich, da trotz Ballung auf Themenkreise noch immer Parallelveranstaltungen erforderlich waren. Die große Zahl von Vorträgen machte eine Simultanübersetzung (kostenmäßig) unmöglich, innerhalb der offiziellen Kongreßsprachen dominierte selbstverständlich englisch. Diese Sprache wurde auch deshalb gerne gewählt, um den Kollegen aus dem Gastland (etwa  $\frac{2}{3}$  der Teilnehmer) die Probleme der anderen Länder näher zu bringen.

Besondere Beachtung verdient auf einem Kongreß die Arbeit der einzelnen *Kommissionen*, weil sie gleichzeitig Schwerpunkt und Richtung der Forschung anzeigen. Die Kommission für quartäre Küstenlinien setzte die schwierige Arbeit einer interkontinentalen Korrelation fort, von zentraler Bedeutung ist ferner die Kommission für Nomenklatur und Korrelation des Quartärs, kurz „Stratigraphische Kommission“ genannt, die in ihren Subkommissionen: Plio/Pleistozän-Grenze, Vorsitzender: V. P. GRICHUK, Holozän: J. D. DE JONG, und Lößstratigraphie: J. FINK, sehr aktiv war, aber als Ganze noch große Probleme vor sich sieht. Insbesondere soll der „Kommission für die Quartärkarte Europas“ eine Basis gegeben werden. Letztere Kommission hat ebenfalls Sitzungen abgehalten, auf denen die Andrucke mehrerer Karten, hergestellt und redigiert in der Bundesanstalt für Hannover, vorgezeigt wurden. So verdienstvoll diese Aktivität auch ist, muß doch wieder darauf hingewiesen werden, daß erst nach der Aufstellung einer Generallegende an die Drucklegung herangegangen werden sollte! Daneben bestehen von früher bereits 5 weitere Kommissionen, die während der vergangenen 4 Jahre teils größere, teils nur geringe Aktivität aufweisen konnten. Auf diesem Kongreß kam eine weitere Kommission für *Paläopedologie* dazu. C. G. STEPHENS/Adelaide wird diese Kommission führen, eine J. FINK auf der Sitzung der Ländervertreter angebotene sehr ehrende leitende Funktion mußte im Hinblick auf die Weiterführung der Subkommission für Lößstratigraphie für Europa sowie wegen der enormen zeitlichen und finanziellen Belastung einer solchen weltweiten Arbeit leider abgelehnt werden. Die Gründung dieser neuen Kommission kam nicht überraschend, da schon auf den Exkursionen den Paläoböden größtes Augenmerk zugewendet worden war und auch bei der Gruppierung der Vorträge die Themengruppe „Non-Marine Stratigraphy and Paleopedology“ an 6 Halbtagen aufschien, außerdem in der Eröffnungssitzung und in einem speziellen Symposium über Paläoböden behandelt wurde, während beispielsweise die bedeutende „Quaternary Geomorphology“ mit 3 Halbtagen das Auslangen fand! Freilich soll die stratigraphische und ökologische Bedeutung von Paläo-

böden nun auch wieder nicht überschätzt werden, es darf auf eine Stellungnahme über die Möglichkeiten und Grenzen ihrer Anwendung verwiesen werden, die von J. FINK für die nächste Zeit vorbereitet wird.

Zum organisatorischen und technischen *Ablauf* des Kongresses nur wenige Worte: Überall war neben großer Präzision, die sich insbesondere in der fixen Einhaltung der Vortragszeiten angenehm bemerkbar machte, die dem Amerikaner typische Gastfreundschaft und Hilfsbereitschaft zu erkennen. Als Präsident lud R. F. FLINT zu einer geselligen Zusammenkunft ein (die mehr Erfolg brachte als das etwas überdimensionierte Banquett am Ende des Kongresses). Als Generalsekretär war G. M. RICHMOND im wahrsten Sinne des Wortes Tag und Nacht unterwegs, um unverdrossen auf alle Wünsche und Anregungen einzugehen. Der große Applaus, der ihm bei der Schlußveranstaltung entgegengebracht wurde und die Nominierung zum Präsidenten für die nächsten 4 Jahre, die auf der Sitzung der Ländervertreter einstimmig beschlossen wurde, sind eine kleine Anerkennung für die wirklich gigantische Arbeit, die er vollbrachte. Groß ist aber nun auch die Verantwortung, die G. M. RICHMOND mit diesem neuen Amt übernimmt, da vermutlich bis zum nächsten Kongreß die schon erwähnte Umwandlung im Status der INQUA erfolgen könnte und die Meinungen über die zukünftige Organisation, wie oben erörtert, geteilt sind.

#### Exkursion E: Northern and Middle Rocky Mountain (H. KOHL und T. PIPPAN).

Die vom 14. bis 29. August vor dem Kongreß durchgeführte Exkursion wurde vom Generalsekretär G. M. RICHMOND und seinen Mitarbeitern R. FRYXELL, J. DE LA MONTAGNE, D. E. TRIMBLE und vielen anderen lokalen Bearbeitern, die auch an der Abfassung des Exkursionsführers mitgewirkt hatten, bestens abgewickelt. In diesen 16 Tagen konnten auf einer Strecke von mehr als 7000 km die sehr mannigfaltigen Quartärprobleme der Rocky Mountains aufgezeigt werden, wobei die hervorragende und gewaltige Arbeit, die von den amerikanischen Quartärgeologen in der Nachkriegszeit und besonders in den letzten Jahren geleistet wurde, überzeugend zum Ausdruck kam und die Offenheit, mit der noch bestehende Unsicherheiten aufgezeigt wurden, beeindruckte.

Die Exkursion begann in Cheyenne/Wyoming, führte zuerst an den Wind River Mtns. und Teton Mtns. vorbei, z. T. durch die intermontanen Becken unter Einbeziehung des Yellowstone Nationalparkes, nach N zum Glacier National Park/Montana an der kanadischen Grenze. Von dort ging es über die Hauptwasserscheide am Loganpaß westwärts in das Columbia Plateau bis zum Grand Coulee, dann südwärts durch das Snake River Plateau, über den Red Rock Pass zum Großen Salz See, schließlich durch die Wasatch Range zum Colorado Plateau, weiter nach O über die Hauptwasserscheide am Independence Pass (Sawatch Mtns.) und durch die Front Range in Colorado nach Boulder. Somit eine Strecke, die selbst vom Blickwinkel des ganzen Kontinents aus gewaltig ist. Sie liegt fast zur Gänze im Bereich der Kordillere, nur nahe der kanadischen Grenze wurde das Vorland erreicht. T. PIPPAN schildert die geologisch-tektonische Situation und verweist gleichzeitig auf besondere morphologische Phänomene:

Die einzelnen Teile der Kordilleren haben eine verschiedene Entstehung. Der östliche bis 4400 m hohe Gebirgszug sind die Rocky Mts. Ihre paläozoischen und mesozoischen Schichten wurden im Alttertiär in der laramischen Periode gefaltet, von intrusiven Gesteinsmassen durchdrungen und z. T. von miozänen und pliozänen vulkanischen Aschen und Laven bedeckt. Nach dem Beginn der Gebirgs-

bildung erfolgte die Ablagerung oligozäner, miozäner und pliozäner korrelater Sedimente. Die N streichenden Höhenzüge bilden Sättel, deren Deckschichten abgetragen wurden, wobei die tieferen Gesteine im Kern zum Vorschein kamen. Auf den Höhen dehnen sich oligozäne bis pliozäne Verebnungsflächen, über die sich die Gipfel erheben, am Gebirgsfuß alttertiäre bis pleistozäne Pedimente aus. Die höchsten Gebirge tragen Spuren eiszeitlicher Vergletscherung. Nördlich der Wyomingsenke wurden die Rockies von W her gefaltet und über jüngere Kreideschichten der Great Plains mit einer Überschiebungsweite von vielleicht 60 km gegen E bewegt. Das Felsengebirge erfuhr im Eozän, Oligozän und Pliozän starke Hebungen. Die j u n g e n B e w e g u n g e n, die z. T. bis heute andauern, sind der eindrucksvollste tektonische Grundzug dieses Gebirges, der während der Exkursion immer wieder entgegentrat.

W der Rocky Mts. folgt eine breite Zone von Plateaus, Becken und Gebirgsketten, die sog. Basins und Ranges. Hier sind die Großlandschaften des Columbia Plateaus, des Großen Beckens und Colorado Plateaus.

Das Columbia Plateau ist mit miozänen Laven, besonders Basalt, der über 1500 m mächtig sein kann und fast horizontal liegt, auf weite Strecken bedeckt.

Das semiaride bis aride Große Becken gliedert sich in viele kleinere Becken und kurze, schmale, N-streichende, bis über 3000 m hohe Gebirgsketten, die beiderseits von Brüchen begrenzt werden und ein Bruchschollengebirge bilden. Die Beckensohle im Niveau um 900—1500 m besteht aus tertiären bis quartären Sedimenten. Die Ketten sind an jungpliozänen bis rezenten Brüchen herausgehoben, die Becken abgesenkt. Im W wird das Gebiet von der S<sup>a</sup> Nevada und dem Cascaden Gebirge begrenzt.

Im SE bilden flachlagernde paläozoische und mesozoische Schichten des Colorado Plateaus ein Tafelland. Im Liegenden sind präkambrische Schichten, im Hangenden vielfach tertiäre Laven.

Ein großer Teil Nordamerikas war während des Pleistozäns mehrfach von Eis bedeckt. Ausstrahlungszentren der Vergletscherung lagen in Ost-Kanada, von wo sich das Inlandeis bis gegen New York und den Ohio Fluß bewegte, im SW der Hudson Bay, von wo das Eis nach S und SW über den Missouri bis zum Fuß des Felsengebirges vordrang und in den Kordilleren, wo sich Inlandeis und eine Gebirgsvergletscherung gebildet hatten. Am Fuß der Rocky Mts. trafen kanadisches Inlandeis und Kordillereneis zusammen.

Große Teile der Rocky Mts. wurden durch die Gebirgsvergletscherung hochalpin geformt. Sie zeigen Trog- und Hängetäler, Talstufen, Gipfelpyramiden, Kare und Seen. Da das Gebiet auch während des Pleistozäns mehr ariden Charakter hatte, waren die Talgletscher im Vergleich zu jenen der Alpen klein. Daher ist auch eine extreme hochalpine Formung auf Gebiete großer orographischer Höhen, reichlicherer Niederschläge und günstiger stratigraphisch-tektonischer Voraussetzungen beschränkt.

Im Windriver Gebirge (Wyoming) schuf das bis 400 m mächtige Pinedale Eis glazial zugeschärfte Gipfel, die sich 600 m über eine mittelplozäne Altfläche in 3500 m erheben. Der Fremont See am Gebirgsfuß wird von Bull Lake und Pinedale Moränen umrahmt. Der Ostabfall der Grt. Teton Rge 4600 m wird durch einen Bruch gekennzeichnet, der seit dem Mittelplozän bis heute tätig ist und eine Gesamtverstellung von 6000 m bewirkte. Eine etwa 200 m hohe Bruchstufe ist seit 2000 Jahren aktiv. Das aus metamorphen präkambrischen Gesteinen bestehende Gebirge bildet eine Keilscholle mit steilem Ostabfall. Die hochalpine Gipfelformung, die hier unter allen besuchten Gebirgen am extremsten

ausgeprägt ist, wird durch die steile Plattung des festen Gesteins begünstigt. Wenn die Gesteinsflächen parallel zum Talhang streichen, ist die Trogform deutlich.

Im Yellowstone Park bildet die Geysertätigkeit den letzten Ausklang des tertiären Vulkanismus, auf den große Rhyolithergüsse zurückgehen. Unterhalb des Yellowstone Falles entstand seit dem Quartär eine 330 m tiefe Schlucht. Am Cabinbach rechts des Madisontales (Montana) wurde 1959 durch ein Erdbeben die Bull Lake Terrasse um etwa 5 m verstellt. An der linken Seite des Tales am Ausgang der Schlucht entstand damals ein Bergsturz, dessen Gesteinsmassen den parallel zum Hang verlaufenden präkambrischen Schieferplatten folgten. Das Madisonbecken geht auf pleistozäne Abbrüche zurück, wobei die Talsohle gesenkt und das Gebirge gehoben wurde. Die Verstellung der Madison Rge betrug seit dem Jungtertiär 3000 m. Im Becken treten pluviale Terrassen vom Kansan bis Wisconsin auf. Die Datierung der Terrassen wurde durch die Einlagerung von Asche aus dem Cascaden Gebirge erleichtert.

Eine sehr eindrucksvolle glaziale Formung zeigt der Glacier National Park 3180 m, der 1959 von C. P. ROSS eingehend dargestellt wurde. Das Gebirge hat synklinalen Bau. Die östliche Gebirgskette, die Lewis Rge, besteht aus präkambrischem metamorphen Kalk und Tonschiefer der Beltserie mit Einschaltung vulkanischer Metadiabasbänder. Die Gipfel bestehen vorwiegend aus Kalk, die tieferen Teile aus Tonschiefer. In den steil geklüfteten Kalkbänken sind Hochgebirgsformen, besonders steilwandige Kare, entwickelt, die auf die Wirkung der eiszeitlichen Vergletscherung zurückgehen, sich aber unter der heutigen mäßigen Vergletscherung weiterbilden. Auf verschiedenen gegen die Grt. Plains vorspringenden Auslaufrücken sind Reste einer jungtertiären Landoberfläche in etwa 2200 m erhalten, die gebirgseinwärts zu Schulterverflachungen in 2300 m ansteigen. Von diesen senken sich steile Trogwände herab, auf deren Oberkante häufig Hängetäler ausmünden. Während der jüngeren Vereisungen berührte sich das 1000 m mächtige Gebirgsis mit dem 100 m mächtigen Inlandeis aus Kanada. Dieses drang beim Rückzug der Vergletscherung in die Gebirgstäler ein und staute die Gerinne zu Seen auf. Das Gebirge erhebt sich längs der 300 km langen Lewis-Überschiebung eindrucksvoll über die Grt. Plains. Die Bewegungen erfolgten während der eozänen laramischen Gebirgsbildung, die mit Faltung und Brüchen verbunden war. Im Gelände ist die Überschiebung meist von Schutt verhüllt. Ein auffälliges Element ihres Nordflügels bildet der Chief Mt., ein isolierter, steil aufragender Deckenzeuge, dessen präkambrisches Gestein einem Sockel aus Kreide aufruhet.

Im SW des Glacier Parks erstreckt sich der 110 m tiefe, 45 km lange Flathead See. Er ist bei Polson durch Pinedale Moränen aufgestaut, die der Flathead Lobus des Kordilleren Inlandeises ablagerte, das hier seinen südlichsten Punkt erreichte. Der See ist ein Überrest des großen, schon 1910 von J. T. PARDEE erkannten glazialen *Missoula Stausees*, der während der Bull Lake und Pinedale Vereisung bestand. Er war 500 m tief und 7500 qkm groß. Der See wurde durch einen Lobus des Kordilleren Inlandeises beim L. Pend Oreille aufgedämmt. Der Eisdamm brach in der frühen Pinedale Zeit während des Eisrückzuges ganz plötzlich zusammen, so daß der enorme Stausee mit 40 cbkm/h in einigen Tagen ausfloß. An die Ausflußkatastrophe, die erstmals 1920 von J. H. BRETZ angenommen wurde, erinnern schildförmige elliptische Hügel aus grob-eckigem, wenig sortiertem Schutt und Sand, die bis 15 m hoch sind und tertiären Seeschichten aufruhem. Die z. T. schräg geschichteten sog. Rippel entstanden durch

das Fließen des Schuttes unter der Wassereinwirkung. Sie finden sich besonders typisch beim Big Creek P. 1200 m im SW von Polson. Weitere Hinweise auf die Flutkatastrophe sind die sog. Channeled Scablands auf dem Columbia Basaltplateau z. B. beim Moses See südlich von Ephrata. Das reißende Wasser hat viele bis über 10 km breite und 100 m tiefe Rinnen sowie verschiedene Becken in der altpleistozänen Ringold-Schotterformation und im liegenden Basalt ausgewaschen. Im Zusammenhang mit der Flutkatastrophe kam es oft zu mächtigen Aufschüttungen und epigenetischen Flußverlegungen. Ein Beispiel ist der Palouse Canyon W von Pullman, dessen steile Wände an Klüfte im Basalt anknüpfen. Die nischenartige Marmeshöhle wurde hier ausgewaschen. Sie war mit Unterbrechungen seit 10.000 Jahren von prähistorischen Indianern bewohnt.

Die Schlucht des Columbia River unterhalb des Grand Coulee Staudammes im Staate Washington ist in den Basalt eingeschnitten. Die 130 m hohe Talstufe wanderte aufwärts. Unterhalb des Dammes ist eine Pinedale Terrasse in Seeton und darunter eine tiefere in Basalt sehr deutlich ausgebildet.

Die große Snake River Ebene in Idaho ist eine pliozäne Senke mit über 1000 m mächtiger Lavafüllung und zwischengeschaltetem, hauptsächlich quaritärem Schutt. Beiderseits des Flusses finden sich die Melonschotter aus der Zeit des Ausbruches des pluvialen Bonneville Sees vor etwa 30.000 Jahren. Damals wurde die bis 200 m tiefe und 1,5 km breite, in das Basaltplateau eingesenkte Schlucht des Snake R. bei den Shoshone Fällen erodiert. Der *Bonneville See* strömte über den Red Rock P. 1470 m nach N auf die Snake R. Ebene, über der er 40 m hoch stand. Die Größe der transportierten Blöcke mit einem Durchmesser bis zu 3 m weist auf einen Abfluß von 4 Mill. cm/sec., was die Wassermassen des Amazonas viermal übertrifft. Die Abflußgeschwindigkeit erreichte 8 m/sec. Der 350 m tiefe See nahm eine Fläche von 50.000 qkm ein. Er floß plötzlich aus, als die von Alluvien gebildete Wasserscheide beim Red Rock P. wegerodiert wurde. Die Terrassen hier entsprechen den Abflußphasen des Pluvialsees. Bei Gletschervorstößen in den Randgebirgen des Gr. Beckens von Utah stieg sein Spiegel an, im Interglazial fiel er durch Verdunstung z. T. unter das Niveau des heutigen Gr. Salzsees, der ein Rest des Lake Bonneville ist. Die Schwankungen des Seespiegels können an den Strandlinien am Ufergehänge des Pluvialsees verfolgt werden. Im Little Valley NW von Salt Lake City entspricht der Rücken des Ausläufers des Promontory Bg. (1600 m) der Frühpinedale Bonneville Strandlinie. In 1450 m liegt die Provo- und in 1390 m die Stansbury Strandlinie. Auch aus den bis 335 m mächtigen Prä-Bonneville und Bonneville Ablagerungen im Little V., wo See- und Strandablagerungen mit fluviatilen Sedimenten wechseln, läßt sich die Entwicklungsgeschichte des Sees ablesen, die 10 Seezyklen von Kansan bis rezent erkennen lassen. (R. B. MORRISON 1965, H. D. GOODE, A. J. EARDLEY 1960). Viele kleine Algenhügel am Strand des Gr. Salzsees, die bei höherem Seespiegelstand unter Wasser gebildet wurden und abstarben, als die Wasserfläche durch Verdunstung absank, liefern einen weiteren Hinweis auf die Spiegelveränderungen des Gr. Salzsees.

Am Ausgang des Little Cottonwood Valley aus dem Wasatchgebirge 3640 m ins Gr. Becken wurde an der linken Talseite eine Bull Lake Moräne vor 160 Jahren um 20 m verstellt. Die Narbe ist zwischen den Moränenkuppen erkennbar. Am Westfuß des Gebirges treten infolge der spärlichen Vegetation sehr deutlich sichtbare große Dreiecksflächen entgegen, die auf eine große Störung hinweisen. Ihr folgt eine Bebenzone, in der sich seit 1850 bis 1962 insgesamt 264 Beben ereigneten. Die Bruchlinie ist seit dem Pliozän aktiv. Prä-Bull-Lake Moränen

wurden daran um 400 m gehoben. Seit dem Beginn des Pleistozäns erreichte der Hebungsbetrag 2000 m, wobei tiefe Schluchten in die Hänge eingeschnitten wurden. Infolge des Trockenklimas war die Vergletscherung des Gebirges gering, so daß Mittelgebirgsformen vorherrschen. An den westlichen Gebirgsfuß schließt eine jungpliozäne bis altpleistozäne Pedimentfläche. Auf dem Gebirgskamm liegt eine oligozäne Altfläche in 3000 m.

Das Arches National Monument N von Moab, Utah, ist durch bizarre Felsformen in rotem, dickbankigem Jurasandstein und Schiefer gekennzeichnet, die durch die Struktur des Gesteins, die horizontale Lagerung und saigere Klüftung bedingt sind. Die Atmosphärien und die Sonne haben an ihrer Entstehung mitgearbeitet. Die Felstore können an Faltenumbiegungen anknüpfen. Die Nischen werden zu Toren erweitert, über die Felsbrücken führen.

Der Independence P., mit 4000 m einer der höchsten Pässe der Rocky Mts., überquert das Sawatch Gebirge von Colorado. Die fast 4500 m hohen Gipfel bestehen meist aus Granit. Die Hochgebirgsformung ist infolge der maximal nur 450 m mächtig gewesenen Vergletscherung nicht sehr typisch, aber Kare, Tröge, Stufen und Hängetäler sind vorhanden. Die Gipfel zeigen mehr zugerundete Formen.

Über die *heutige Vergletscherung* der Rocky Mountains berichtet F. MAYR: Sie ist in den Staaten Montana, Wyoming und Colorado verschwindend gering; selbst die größten Eisfelder im Glacier National Park, der Sperry Glacier auf der Westseite und der Grinnel Glacier auf der Ostseite, waren 1961 nur 1,1 bzw. 1,2 km<sup>2</sup> groß; und der südlichste aktive Gletscher, der Arapahoe Glacier in der Colorado Front Range bei Denver, ist ein Eisfleck von knapp 25 ha!

Das Gebirge wäre für eine Vergletscherung nicht zu niedrig: die Gipfel der Front Range erreichen immerhin 4000—4300 m, die Gipfel der Windriver Mountains liegt sogar zwischen 4400 und 4500 m, der Grand Teton ist fast 4600 m hoch — aber es sind jeweils nur winzige Flächen, schmale Pyramiden oder scharfe Grate, die über die lokale Schneegrenze aufragen.

Der von uns besuchte Teil der Rocky Mountains ist trocken. Die Waldbedeckung täuscht: denn die Wälder bestehen weithin aus dürreresistenten, zum Teil sogar aus gegen Brände recht unempfindlichen (Pinus-)Arten, die nach unten zu von den Sagebrush (*Artemisia tridentata*) Steppen, nach oben zu von hochalpinen (Kobresia) Steppen abgelöst werden. Nur ein Querschnitt durch den Glacier National Park zeigte uns alle Übergänge von der Festuca-Stipa-Steppe im Osten bis zu den feuchten Mischwäldern im Westen des Logan-Passes. Die Kampfzone des Waldes (vornehmlich *Picea engelmannii*) liegt in diesem Paß um mehr als 1000 m tiefer als am Niwot Ridge bei Denver, aber immer noch zwischen 1900 und 2200 m.

Oberhalb der Waldgrenze sind die Ketten an der Continental Divide überaus windig. Am Niwot Ridge sind Monatsmittel von 40 km/h (Extremfälle 50 km/h) gar nicht selten, der 9-jährige Durchschnitt für das Winterhalbjahr (Mitte Oktober bis Ende März) liegt bei 30 km/h. Die Schneeverfrachtung durch den Wind ist viel bedeutender als bei uns und schafft ein von den Alpen völlig verschiedenes Muster der Schneefleckenverteilung, obwohl der meiste Schnee erst im Frühjahr (April bis Mai) in einer windärmeren Zeit fällt.

Lage, Größe und Massenhaushalt der heutigen Gletscher in den Rocky Mountains lassen sich am besten aus dieser Tatsache heraus verstehen. Die sinnfälligsten Beispiele dafür bietet der Glacier National Park, unter dessen Wandfluchten und Hörnern sich je nach deren Einfluß auf das Windfeld Gletscher

oder Schuttströme mit dem subalpinen Kampfgürtel verzahnen. Entstehen und Vergehen solcher Eisschilde in unmittelbarer Nähe der Baumgrenze ist eine Angelegenheit weniger Jahrzehnte. So sind von den um 1900 aufgenommenen Gletschern gerade die größten, der Blackfoot Glacier, der Harrison Glacier und der Agassiz Glacier, heute fast oder ganz verschwunden, und der Grinnel Glacier hat innerhalb von 9 Jahren (1937—1946) ein Drittel seines Volumens eingebüßt! Der Sperry Glacier schrumpfte zwischen 1900 und 1961 von 3,4 km<sup>2</sup> auf 1,1 km<sup>2</sup> zusammen; am Eisrand des Jahres 1946 war das Eis im Jahre 1913 noch 150 m dick! Im Gegensatz zu den Firnfeldern des Glacier National Park liegt der Arapahoe Glacier weit über der Waldgrenze, ist seit seinem neuzeitlichen Maximum nur um  $\frac{1}{3}$  seiner Fläche zurückgegangen und wird randlich von einem aktiven Blockgletscher begleitet.

Ein für den „homo alpinus“ ganz ungewohntes Bild boten schließlich die Tetons: eine 2500 m hohe, 15 km lange Flanke, darin eingesenkt die flachen Tröge der eiszeitlichen Hanggletscher und im Tal ein Moränenamphitheater neben dem anderen; und im obersten Teil eines solchen eiszeitlichen Troges, im Schatten gewaltiger Nordwände, der heutige Teton Glacier mit seiner Moränenbastion. Nur wenige Kilometer trennen hier Eiszeitalter und glaziale Gegenwart!

Das fachliche Programm mußte infolge des riesigen Exkursionsraumes auf wesentliche Quartär- bzw. Pleistozänprobleme konzentriert werden. H. KOHL nimmt zu folgenden Problemkreisen Stellung:

1. Die Gliederung des Quartärs der Rocky Mountains mit besonderer Beachtung auf die Stellung der Bull Lake Vereisung.
2. Das Verhältnis der eiszeitlichen Vergletscherung zum Vulkanismus und zur jungen Tektonik im Yellowstone Park und dessen Umgebung.
3. Der Kontakt zwischen Gebirgsvergletscherung und der nordamerikanischen Kontinentalvereisung in Montana.
4. Die Cordilleren-Eisdecke im nördlichen Columbia Plateau und die Bildung riesiger Eisstauseen und deren katastrophale Ausbrüche im Columbia und Snake River Plateau.
5. Die Stände des pleistozänen Bonneville Pluvialsees im Becken des Großen Salz-Sees und ihr Verhältnis zur Vergletscherung der Wasatch Mtns.
6. Der Versuch einer Parallelisierung der pleistozänen Rocky Mountains-Vergletscherungen mit denen der Alpen.

Zu 1).

Es war das große Verdienst G. M. RICHMONDS, über den gewaltigen Raum der Rockies hinweg eine Koordinierung der glazialen und fluvioglazialen Sedimente der so mannigfaltigen Einzelgruppen zu versuchen. Bestimmend wurden hierfür die in bezug auf das jüngere Pleistozän schon von E. BLACKWELDER (1915)<sup>3</sup> erkannten Moränenfolgen in den Wind River Mtns., der 4000 m hohen Gebirgsgruppe in Wyoming, in der daher auch die Typuslokalitäten für die derzeit in den Rockies unterschiedenen Kaltzeiten liegen. G. M. RICHMOND konnte 5 pleistozäne Vergletscherungen unterscheiden, wobei deutlich eine jüngere, durch ausgeprägte Wallmoränen vertretene Gruppe mit den 3 Stadien der Pinedale (letzte) und 2—3 Stadien der Bull Lake (vorletzte pleistozäne) Vergletscherung gegenüber der älteren, im allgemeinen nur als Till (Geschiebemergel) oder in

<sup>3</sup> E. BLACKWELDER (1915), Post-Cretaceous history of the mountains of central western Wyoming; Jour. Geol. 23.

fluvioglazialen Schotterfeldern nachweisbaren Gruppe mit den Sacagewea Ridge, Cedar Ridge und Washakie Point (älteste) Vergletscherungen hervortritt. Dazu kommt die postglaziale Vergletscherung (Neoglaciation), die ebenfalls nach Örtlichkeiten der Wind River Mtns. benannt wird und in das vor 4000 Jahren beginnende Temple Lake Stadium und das historische Gannett Peak Stadium (16.—19. Jh.) gliedert wird.

In einem prächtigen natürlichen Aufschluß am nördlichen Steilabfall zum Bull Lake (O-Seite der Wind River Mtns.) konnten alle 5 Tills übereinander mit entsprechenden Verwitterungszonen dazwischen vorgeführt werden. Die 3 Prä-Bull Lake Tills, überlagert von Bull Lake Till, konnte G. M. RICHMOND auch in Montana am W-Hang der St. Mary Ridge zeigen. Ein ähnlicher Aufschluß in den La Sal Mtns. war uns nicht zugänglich. Im Vorland der Wind River Mtns. sowie in den intermontanen Becken waren die entsprechenden fluvioglazialen Schotterterrassen oft modellartig zu sehen, wobei die älteren Terrassen im Vergleich zu den Terrassen unseres Alpenvorlandes relativ frisch wirken, was wohl als Folge des trockenen Klimas erklärt werden kann.

Pinedale und Bull Lake Moränenwälle konnten am Bull Lake und am an der W-Seite der Wind River Mtns. gelegenen Fremont Lake bei Pinedale, aber auch an vielen anderen Stellen, wie in Montana, an der Wasatch Range usw. verglichen werden. Bei dem nur flüchtigen Eindruck — man bedenke den Zeitdruck auf einer so großen Fahrt — fiel die für die vorletzte Vereisung verhältnismäßig große Frische der Bull Lake Moränen auf, obwohl diese durch eine reife Bodenbildung von den Pinedale Moränen getrennt werden, während die einzelnen Stadien gelegentlich nur durch schwache Böden unterschieden werden können. Im krassen Gegensatz dazu stehen die tiefgründig verwitterten älteren Tills, die allerdings wegen des Fehlens von Moränenwällen keinen morphologischen Vergleich erlauben.

Auf Grund von C<sup>14</sup>-Daten wird das Pinedale in die Zeit 25.000—6500 vor der Gegenwart, das Bull Lake älter als 32.000 eingestuft. Die ältesten C<sup>14</sup>-Daten aus den Rockies stammen allerdings von Seeablagerungen (American Falls/Idaho 42.000 W-292, Alberta/Kanada 25.000 bis 37.000 und Bonneville See siehe Pt. 5) und setzen eine richtige Korrelation mit den oft sehr entfernten entsprechenden Moränen voraus, was sehr schwierig ist, sodaß sich gewisse Unsicherheiten ergeben können.

Zu 2).

Die sehr ausgedehnte pleistozäne Vergletscherung des Yellowstone Parks, die sich entlang der Teton Mtns., verstärkt durch die Gletscher dieser Gruppe bis über das Becken Jackson Hole (oberes Snake River Gebiet) ergoß, konnte an zahlreichen Stellen mit der sehr bedeutenden jungen Tektonik und dem ausgedehnten Vulkanismus dieses Raumes altersmäßig in Beziehung gebracht werden. Gestörte pleistozäne vulkanische Gesteine und pleistozäne Sedimente, sowie abgesunkene Talböden sprechen für die bis in die Gegenwart reichende quartäre Tektonik. An der Ostflanke der Teton Range (Jackson Hole) wird seit dem Mittelplozän der namhafte Absenkungsbetrag von 20.000 Fuß angegeben. Die jungen tektonischen Bewegungen erstrecken sich über den Yellowstone Park hinweg in das Madisontal hinein, wo noch deutlich die Spuren des Erdbebens 1959 an einer 24 km langen, etwa 5 m hohen Bruchstufe und an dem gewaltigen Bergsturz zu erkennen sind, der etwa 100 m hoch den Madison River zum Earthquake Lake aufstaute (vgl. die Beschreibung von T. PIPPAN). Durch Ero-

sion und glaziale Sedimente getrennte Lavaströme, sowie die Verknüpfung von Vereisungsspuren mit der Tätigkeit der Geysir beweisen den bis ans Ende des Pleistozäns tätigen Vulkanismus mit seinen sich bis in die Gegenwart erstreckenden Begleiterscheinungen. Im westlich an den Yellowstone Park anschließenden Madison-Plateau werden Bull Lake Moränen, die vorwiegend Blöcke des liegenden tertiären Rhyolithstromes enthalten, von einem Obsidiandrhyolithstrom überflossen. Dieser Strom wieder trägt Erosionsspuren und Moränen der Pinedale Vereisung.

Weithin über die Rocky Mountains und ihre Umgebung verbreitete vulkanische Aschen bekannter Ausbrüche ergeben wertvolle stratigraphische Zeitmarken, so besonders die Asche des Mt. Mazama mit einem Alter von ca. 6600 und des Glacier Peak/Wash. von 12.000 Jahren. Die Pearlette Asche/Kansas liefert Anhaltspunkte für eine Parallelisierung der Cedar Ridge Vergletscherung der Rocky Mountains mit der kontinentalen Kansas Vergletscherung.

Zu 3).

Im nördlichen Montana konnte gezeigt werden, wie sich im Vorland des Glacier National Park während der Bull Lake Maximalstände und dem Frühpinedale die Gebirgsgletscher der Rocky Mountains mit dem Kontinentaleis vereint haben. Beide Vergletscherungen werden, obwohl sie durch einen reifen Boden getrennt sind, im kontinentalen Bereich dem Wisconsin zugeordnet. Während im St. Mary Tal alle 3 Prä-Bull Lake Tills der Gebirgsvergletscherung und im Vorland alle ihnen entsprechenden fluvioglazialen Schotterterrassen auftreten, gibt es hier keine Hinweise für eine ältere Kontinentalvereisung.

Zu 4).

Vom Hochland der kanadischen Kordillere ergoß sich während der pleistozänen Vereisungen wiederholt eine breite geschlossene Eismasse (Cordilleran Ice Sheet) nach S in das Columbia Plateau, wo sie sich in einzelne Eisloben auflöste. Diese Eisloben dämmten wiederholt die nach W gerichteten Täler ab, wodurch riesige, an ihren Strandlinien und entsprechenden See- und Deltaablagerungen gut zu verfolgende Eisstauseen entstanden. Zur Bull Lake und Pinedale Zeit wurde durch das Vordringen eines Eislobus in das Becken des heutigen Pend Oreille Sees der Clark Fork River zum größten dieser Seen, dem weit verzweigten Lake Missoula (im Frühpinedale 7500 km<sup>2</sup> — im Bull Lake noch größer) aufgestaut; ferner der Columbia Eissee durch den mächtigen Okanogan Lobus, der das Columbia Tal etwa beim heutigen künstlichen Grand Coulee Staudamm abdämmte und den Fluß zum Ausweichen durch die Grand Coulee Furche zwang. Zur Bull Lake Zeit sind außerdem ein Coeur D'Alene und ein Spokane Eissee nachgewiesen worden.

Der Missoula See ist nachweislich 3mal katastrophenartig ausgebrochen, hat dabei den Spiegel der anderen Seen vorübergehend wesentlich erhöht und seine Fluten haben sich vom Spokane und vom Columbia Stausee weg über das Basaltplateau gegen SW hin ergossen. Für uns Europäer unwahrscheinlich anmutende Erosionserscheinungen, wie mächtige Spülrinnen, plötzlich einsetzende Canyons, karstähnliche Hohlformen als Erosionswannen mit stehenden Wässern an den Wasserscheiden, riesige Rippelmarken in Form von mehr als 100 m langen, 20—30 m breiten und etwa bis 20 m hohen Schotterwällen, sowie entsprechende Block- und Grobmaterialablagerungen waren die Folge. Das Alter der letzten dieser Fluten wurde als postfrühpinedale erkannt.

Zu 5).

Im Becken des heutigen 5200 km<sup>2</sup> großen Salz-Sees lag während der pleistozänen Vereisungen ein bis zu 10mal größerer Pluvialsee, der Bonneville See, der nach N über den Red Rock Pass, z. T. auch katastrophentypisch zum Snake River abfloß. Seine Uferlinien konnten bis etwa 300 m über dem heutigen See vom Paß südwärts, an den Bergspornen am Großen Salz See und bei Salt Lake City gut beobachtet werden. Im Little Valley am Promontory Point ist in der mächtigen Schottergrube, mit deren Material einst der Bahndamm durch den See geschüttet wurde, mit 2 Prä-Bonneville Land- und Seeablagerungen, den Seeablagerungen der Alpine, Bonneville und Draper Formation (= Lake Bonneville Gruppe) eine annähernd vollständige Folge der Pluvialseeablagerungen aufgeschlossen. R. B. MORRISON hatte jüngst (1965) neben den 2 älteren weitere 8 Seenzyklen innerhalb der Bonnevillegruppe unterscheiden können. Die Alpine Formation konnte auf Grund der Verzahnung mit Moränen am Ausgang des Little Cottonwood und des Bells Canyons aus der Wasatch Range als gleichaltrig mit der Bull Lake Vergletscherung der Rocky Mountains erkannt werden. Sie ist von der Bonneville Formation durch den ausgeprägten Promontory Boden getrennt. Die Bonneville Formation konnte mit Hilfe von C<sup>14</sup>-Daten mit der Pinedale Vergletscherung korreliert werden, die ein Alter von 20.000 (W-876, L-775 N) bis 12.780 ± 350 (W-493) und 11.700 ± 300 (L-775 K) ergaben. Für die obere Alpine Formation werden folgende aus Schneckenschalen gewonnenen Daten angegeben: C<sup>14</sup> — 40.000 ± 2000 (W-875) und 37.000 (L-775 G); Th<sup>230</sup> — U<sup>234</sup> — 37.000 ± 1500 und 40.000 ± 1500 (L-775 G). Diese 2 verschiedenen Datierungen stimmen gut überein. Andererseits ergeben sich aber bei C<sup>14</sup>-Bestimmungen von Karbonaten große Unsicherheiten, auf die R. B. MORRISON und J. C. FRYE selbst aufmerksam machen (1965, S. 22) und die besonders bei den Bestimmungen von Schneckenschalen aus den Prä-Bonneville Ablagerungen auffallen, wo C<sup>14</sup>-Datierungen das unmögliche Alter von 28.500 ± 1500 (L-775 L) und 25.400 ± 2500 Jahre (L-775 M) ergaben, während Th<sup>230</sup>-U<sup>234</sup>-Bestimmungen aus denselben Proben ein Alter von 89.000 ± 8000 und 97.000 ± 6000 Jahre (L-775 L) bzw. von 128.000 ± 25.000 und 212.000 ± 30.000 (L-775 M) erschlossen. Über den älteren Prä-Bonneville-Seeablagerungen liegt eine Aschenschicht, die als Äquivalent der Pearlette Asche in Kansas erkannt wurde und eine Einstufung dieses Horizontes in das Spät-Kansas erlaubt.

Zu 6).

Die Tatsache, daß G. M. RICHMOND sich ein Jahr lang zum Studium des Pleistozäns der Alpen und ihrer Umgebung in Europa aufgehalten hatte, regte besonders zu einem Vergleich zwischen den Rockies und den Alpen an. Während bezüglich der Gleichzeitigkeit der Pinedale Vergletscherung mit unserer Würmvergletscherung kaum ein Zweifel bestand, scheiterte eine weitere Parallelisierung an der Stellung der Bull Lake Vereisung, die von den amerikanischen Kollegen auf Grund von bereits unter 1) und 5) erwähnten C<sup>14</sup>-Daten in den Zeitraum vor etwa 32.000 gestellt wird, also in einem Zeitraum vor der Paudorfer Bodenbildung, in dem in den Alpen keine entsprechende Vergletscherung nachgewiesen werden konnte, und der im Bereich der amerikanischen Kontinentalvereisung dem Wisconsin zugerechnet wird. Es wird aber weiter zu prüfen sein, ob Bull Lake und Früh-Wisconsin wirklich identisch sein können. Die selbst von G. M. RICHMOND angedeutete Möglichkeit, ob Bull Lake Riß entspräche, stand daher im Mittelpunkt der Diskussion. Die Mehrzahl lehnte mit der Begründung ab, daß

die — allerdings nicht immer überzeugenden —  $C^{14}$ -Daten dies nicht zuließen und schließlich die Bull Lake Moränen im Verhältnis zu den älteren amerikanischen und den alpinen Reißmoränen zu frisch erschienen.

Von paläopedologischer Seite betrachtet — hier darf die Auffassung von J. FINK eingeblendet werden — ergab sich hingegen, daß der Boden zwischen Bull Lake und Pinedale deutlich ausgeprägt ist und durchaus mit dem Reiß/Würm-Boden im alpinen Bereich gleichgestellt werden kann. Intra-Pinedale Böden hingegen konnten nicht oder nur in schwächster Entwicklung beobachtet werden. Am locus typicus, im Vorfeld der Bull Lake Moränen, liegt auf der aus ihnen hervorgegangenen Schotterflur ein deutlicher Boden mit der Abfolge A—B—C<sub>Ca</sub>, wobei der Charakter des B-Horizontes nicht ganz klarzustellen war (die Aufschlüsse mußten meist erst von den Exkursionsteilnehmern freigelegt werden, sodaß wenig Zeit für ein genaues Studium blieb). Besonders deutlich tritt die mit alpinen Verhältnissen vergleichbare Situation in Jakson Hole im Vorland der Teton Mts. auf, wo die Abfolge Tschernosem (heutiger Boden), Löß (Pinedale) und B<sub>t</sub>—D<sub>Ca</sub> (unmittelbar auf Schwemmfächer der Bull Lake Zeit) vorliegt. Auf weitere Beispiele kann hier aus Raummangel nicht näher eingegangen werden<sup>4</sup>, nur noch wenige paläopedologische Hinweise:

Überzeugend stets die — von G. M. RICHMOND als wesentlich erkannte — Beziehung zwischen heutigem Boden, bedingt durch das heutige Klima, und dem letztinterglazialen Boden, wobei letzterer bedeutend stärker entwickelt ist als der heutige; das entspricht der mittel- und osteuropäischen Gesetzmäßigkeit, wonach der letztinterglaziale Boden eine typische Braunerde und der heutige (nur) ein Tschernosem ist. Diese Abstufung bleibt stets im gleichen Verhältnis: so findet sich an der Grenze Washington : Montana bei etwa 400—500 mm Jahresniederschlag an der Oberfläche Tschernosem, als letztinterglazialer Boden eine Braunerde (Parabraunerde?), während im westlich anschließenden semiariden Raum der heutige Boden durch Kastannosem vertreten wird und der fossile nur mehr durch eine (kräftige) Kalkkruste unterhalb des Pinedale Lösses.

Intra-Pinedale Böden fallen praktisch nicht ins Gewicht (s. o.). Hingegen fanden sich tiefere Böden, die von den amerikanischen Kollegen als intra-Bull Lake bezeichnet wurden, in meist intensiverer Ausbildung als der Boden zwischen Bull Lake und Pinedale, sodaß Vergleiche mit alpinen M/R-Böden gezogen werden könnten. Doch reichen hierfür die Beobachtungen nicht aus.

Auch H. KOHL faßt seinen Bericht dahingehend zusammen, daß bei den doch nur flüchtigen Eindrücken, die eine so große Exkursion gewähren konnte, es nicht möglich ist, so heikle Fragen endgültig zu beantworten, an denen die zuständigen Bearbeiter jahrelang gearbeitet hatten. Auch muß bedacht werden, daß das Beweismaterial oft noch lückenhaft ist und weitere Untersuchungen, insbesondere im Verzahnungsbereich der amerikanischen „alpinen“ zur „nordischen“ Vergletscherung, erforderlich sind.

Ergänzend hier die Stellungnahme H. GRAUL's aus dem einleitend erwähnten Kurzbericht zu dieser entscheidenden stratigraphischen Frage:

Um es auf eine kurze Formel zu bringen: allenthalben haben die Rocky Mountains-Gletscher im Vorland oder in den Becken 2 Gruppen von Endmoränen hinterlassen, die als zwei vollständige Glaziale Serien verfolgbare sind. Sie werden seit E. BLACKWELDER (1915) mit Pinedale (die jüngere) und Bull Lake (die ältere) bezeichnet, jede meist mit drei Hauptstadien. Im allgemeinen

<sup>4</sup> Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, daß die hier geäußerte Auffassung von jener abweicht, die R. B. MORRISON und J. C. FRYE in der — leider erst nach dem Kongreß erschienenen — Arbeit „Correlation of the Middle and Late Quaternary Successions of the Lake Lahontan, Lake Bonneville, Rocky Mountain (Wasatch Range) Southern Great Plains, and Eastern Midwest Areas“; Report 9, Nevada Bureau of Mines, 1965, niedergelegt haben. Siehe auch Bericht Exkursion G.

werden beide als Wisconsin-zettlich aufgefaßt (siehe dazu die aus R. B. MORRISON u. J. C. FRYE (1966) entnommene Tabelle). Doch macht G. M. RICHMOND den völlig unkonventionellen Vorschlag, den größeren Teil der Bull Lake-Ablagerungen mit dem europäischen Riß zu parallelisieren. Diese als Diskussionsvorschlag für die Symposien gedachte Idee war sicher aus den vielerlei Gesprächen mit alpinen Quartärforschern während seines längeren Europa-Aufenthaltes entsprungen.

Für die Tatsache eines großen Intervalls zwischen Bull Lake und Pinedale sprachen mehrere auf der Exkursion vorgeführten Aufschlüsse; sie können hier nicht näher beschrieben werden.

In den Symposien kam es zu keiner Einigung, ob dieses warme Intervall nun als Interglazial im Sinne eines Riß/Wärm oder als Interstadial im Sinne unseres Paudorfer Interstadials anzusehen sei. Die europäischen Bodenkundler sprachen sich mehr für ersteres, die Periglazialforscher wegen der nicht immer deutlichen morphologischen Unterschiede zwischen Bull Lake- und Pinedale Moränen meist für letzteres aus, d. h. sie plädierten für eine Gleichstellung von Bull Lake mit „Altwarm“. Eine relative Altersstellung lassen, wie bei uns, die morphologischen Unterschiede, wie Verwitterungsgrad, durch solifluidale oder durch Abspülung bedingte Abtragung der älteren Serien oder die Tiefe der Einschnidung zwischen den glazigenen Aufschüttungen, zu. Alle diese morphologischen Erscheinungen waren selbstredend den Bearbeitern der einzelnen Areale bei weitem geläufiger als sie uns bei einer schnellen Besichtigung eindeutig bewußt werden konnten.

### Exkursion G: Great Lakes — Ohio River Valley (J. FINK und T. PIPPAN)

Nach dem Kongreß fand eine 13tägige Exkursion unter Führung von R. P. GOLDTHWAIT und zahlreichen anderen Forschern aus den verschiedenen bereisten Bundesstaaten und dem südlichen Kanada statt. Zuerst brachte ein Flug die Teilnehmer von Denver (mit Zwischenlandung in Kansas City) nach St. Louis. Er war in zweifacher Hinsicht bemerkenswert: Zum ersten konnte man die mit mehr oder weniger mächtigem Löß bedeckte Tafel der Great Plains beobachten, die durch zahlreiche Erosionsfurchen zerschnitten ist und deren Felder, um die weitere Erosion zu bannen, streng in der Isohypse gepflügt sind. Trotzdem dieses Bild aus vielen Veröffentlichungen bekannt ist, überrascht es dennoch durch seine Geschlossenheit und Ausdehnung. Ein Vergleich mit Europa zeigt, daß weder andere textuelle Zusammensetzung oder physikalische Eigenschaften, noch ein besonders exponiertes Relief die Ursache der Erosion sind, sondern allein das Klima: Erreichen doch die Niederschläge in der Zeiteinheit das 10- und mehrfache europäischer Räume! (Diese würden in unseren Lößgebieten mit dem durchwegs stärkeren Relief noch verheerender wirken als in den USA!) Zum zweiten, daß wir vom klimatisch so günstigen „Gebirgsort“ Denver in kürzester Frist in das fast subtropische Tiefland am Zusammenfluß von Missouri und Mississippi hinüber wechselten und eine für die kontinentale Vergletscherung Amerikas wesentliche Erscheinung am eigenen Leib zu spüren bekamen: Die Gletscher, von zwei Zentren im N kommend, reichten tiefer als 40° nördlicher Breite und stießen damit direkt in vegetationsbegünstigte Räume vor. Ganz schmal kann nur der Saum einer Kältesteppe gewesen sein, z. T. überfuhren die Gletscher bei ihren sehr raschen Vorstößen — die Eismechanik wird ebenfalls durch die südliche Breite, aber auch die ebene Landschaft bestimmt worden sein — Flächen mit Baumbestand. Es sind daher in den glazigen Ablagerungen im Gegensatz zur alpinen und nordischen Vergletscherung Europas sehr viele Holzreste, oft ganze Baumstämme, zu finden, die eine absolute Messung erlauben. Dieser Reichtum verleitet allerdings derzeit die amerikanischen Geologen, die vor der Entwicklung der Radiokarbonmethode sehr eingehende und durchaus richtige Geländeergebnisse erzielten, bei jeder Felduntersuchung die Analyse des Labors abzuwarten und diesen Ergebnissen (zu) große Bedeutung beizumessen. Und so kommt es, daß sie ab dem Zeitraum, der etwa um Paudorf (im europäischen Sinn) beginnt, minutiös gliedern können und ältere, allein auf feldgeologischen Beobachtungen basierende stratigraphische Systeme außer Kraft setzen, dafür aber für die prä-Paudorf Abschnitte umso unsicherer sein müssen. Dies soll die einzige kritische Bemerkung zu der sonst

vorbildlichen Arbeit der amerikanischen Quartärforscher darstellen. R. P. GOLDTHWAIT hatte eine methodisch ausgezeichnete Exkursion zusammengestellt, bei der jeweils kurze Einführungsvorträge und gut ausgewählte Profile den europäischen Teilnehmern die Einführung in die Situation, aber auch in die Problematik des Raumes wesentlich erleichterten. Es ist sehr schade, daß aus dem Raum der nordischen Vereisung nur sehr wenige Teilnehmer kamen, sie werden eine solche Gelegenheit für einen Vergleich mit ihrem Raum nicht mehr so leicht finden.

Auch die Exkursionsroute war methodisch bestens gewählt: sie führte von Edwardsville gegenüber St. Louis quer durch Illinois (Führer J. C. FRYE und H. B. WILLMAN) bis nahe an den Michigansee, am Südrand von Chicago vorbei wieder quer durch Indiana (W. J. WAYNE und A. M. GOODING) nach S bis zum Ohio und in den Norden von Kentucky (L. L. RAY), dann wieder quer durch Ohio (R. P. GOLDTHWAIT, J. L. FORSYTH und G. W. WHITE) bis Cleveland, von wo ein kurzer Flug über den Erie-See nach London, Kanada, angetreten wurde. Unter Führung von A. DREIMAN ging es dann bis zum Niagara und im Raum von Toronto (P. F. KARROW) fand die Exkursion ihr Ende.

Die geologisch-morphologische Beschreibung des Exkursionsraumes gibt T. PIPPAN: Die vom östlichen Kanada und dem Gebiet W der Hudson Bay ausgehenden Inlandeismassen trafen sich im inneren Tiefland und überlagerten sich in Mittel- und Westillinois. Diese Beziehung ist für Nordamerika einmalig. Die Typuslokalitäten für das Nebraskan, Aftonian, Kansan und Yarmouth treten innerhalb der Ablagerungen des westlichen, jene des Illinoian, Sangamon und Wisconsin im Sedimentbereich des östlichen Gebietes auf. Die verschiedenen Herkunftsgebiete ergaben eine Differenzierung der Mineralvergesellschaftung, was die Identifizierung der Moränen erleichtert.

Die girlandenförmig angeordneten Endmoränen lassen die Gliederung der Inlandsstirn in verschiedene durch das Relief vorgezeichnete Loben erkennen. Es entstanden der Miami-Lobus, der am weitesten nach S vorgedrungene Scioto Lobus, der Killbuck Lobus und Grand Valley Lobus in Ohio. Die drei letzteren Zungen verschmolzen während des Eisrückzuges zum Erie Lobus, der durch die Wabash Moräne gekennzeichnet ist. Zwischen dem Scioto- und Killbuck Lobus liegt eine eisfrei gebliebene Bucht. Im Staate Indiana sind Kansan, Illinoian und Wisconsin Moränen mit interglazialen Tonen dazwischen vertreten. Die meisten Moränen sind hier als Geschiebelehmdecken ausgebildet, worauf wohl ihre abgeflachten Formen zurückgehen. Kansan Moränen finden sich auch in SW-Ohio. Daran schließen bis zum Wisconsinrand die Illinoian Moränen. Der Gletscher wanderte mit jeder Eiszeit etwas nach E.

Im flach lagernden Kalk entstanden Moränenebenen. Bei Utica sind die Wisconsin Endmoränen deutlich hügelig, aber das Relief ist nicht so lebhaft bewegt wie im Jungmoränengebiet des Norddeutschen Tieflandes oder Alpenvorlandes. Die durch Hangerosion abgeflachte Illinoian Endmoräne NE von Columbus bei Yelloway ist 25 m hoch. Im Spät-Illinoian und Früh-Wisconsin kam es zu Eiszerfallserscheinungen. Im hügeligen Relief entstanden viele Eisstauseen und Kamesterrassen beim Gletscherrückzug nach N. Kames finden sich z. B. N von Bloomington (Ind.). Als sich der Woodford Gletscher vor 25.000 Jahren zurückzog, entstand hinter der Bloomington Moräne bei Peoria (Illin.) der Illinois Stausee, in den 20 Deltas hineingebaut wurden. Aus der Diskordanz zwischen steil einfallenden Delta- und flach lagernden Deckschichten wurden die korrelierten Seespiegelstände ermittelt.

In der Umgebung des Erie Sees sind hauptsächlich Wisconsin Ablagerungen,

bei Toronto auch Sangamon und Illinoian vertreten. Hier wurde der Ontario- und Erie See-Gletscherlobus studiert. Während der Schwankungen der Eisstirn entstanden proglaziale Seen: Der Huron-, Michigan- und Obere See bildeten den riesigen Algonquinsee, der mit dem Atlantischen Ozean verbunden war. In der Umgebung des Erie Sees sind 11 Seespiegelschwankungen zwischen 174 m des heutigen und 240 m des Maumee I. Spiegelstandes (Spätwisconsin) verfolgbar. Bei Vorstößen des Erie Lobus stieg der Seespiegel an. Das S-Ufer des Ontario Sees wurde nach dem Wisconsin glazialisostatisch gehoben, weshalb die Strandlinien der proglazialen Seen hier höher liegen als ihre Äquivalente an der S-Küste des Erie Sees. Das Gefälle gegen NE beträgt  $1/2^{\circ}/_{00}$ . Die Klärung dieser Verhältnisse erforderte eine sehr minutiöse Forschungsarbeit. Die Moränen um den Erie See sind etwa 14.000 Jahre alt. Es entstanden aber keine echten Endmoränenwälle. Bei London liegt eine Toteistopographie vor. S von London wechseln Strandablagerungen mit Spät-Wisconsin-Moränen, was die Schwankungen des Erie-Gletscherlobus andeutet. Hier erhebt sich über dem See ein Kliff mit einer Abfolge mehrerer Stadialmoränen des Wisconsin und tonig-schluffigen interstadialen Seeablagerungen dazwischen. Im Scarborough Kliff Park NE von Toronto bildet das Scarborough Kliff 107 m hohe, in erdpyramidenartige Gebilde aufgelöste Steilabfälle zum Ontario See, die aus 4 Wisconsin Moränen mit Bänderton und Seeschotter dazwischen bestehen.

Die Seebecken wurden durch die Gletschertätigkeit ausgeschürft und durch glazialisostatische Absenkung der Erdkruste unter der Eislast vertieft (s. o.). Seit dem Schwinden der Vereisung steigt die Erdrinde wieder an. Mit diesem Zeitpunkt entstanden am Ausfluß des Erie- in den Ontario See die Niagarafälle mit der anschließenden Schlucht. Die Niagara Fälle überwinden die 50 m hohe Stufe zwischen Erie- und Ontario See, deren Oberkante aus festem Silurdolomit besteht; die Stufe wandert jährlich um 1 m zurück. Darunter folgt die 11 km lange Schlucht. Der Wasserfall entstand, nachdem das Eis die Stufe im Niagarakalk verlassen hatte. Schlucht und Wasserfälle sind nach Radiokarbondaten 12.000—13.000 Jahre alt. Beim Whirlpool erfolgte die Hauptunterbrechung im ständigen Ruckerodieren der Schlucht und Wasserfälle, als ein plombiertes Schluchttal unbekanntes Alters aus der Zeit eines früheren interglazialen Niagaralaufes erreicht wurde. Als dessen Füllung schnell weggerodiert wurde, erfolgte hier eine rasche Richtungsänderung des Flusses, wodurch ein riesiger Kolk mit Strudeln entstand.

Durch die Wirkungen des Inlandeises kam es wiederholt zu Flußverlegungen, wofür mehrere Beispiele gezeigt wurden. Etwas oberhalb der Vereinigung des Illinois mit dem Mississippi folgte letzterer fast während des ganzen Pleistozäns dem Illinois Tal. Bei Starved Rock liegt die Schlucht des Illinois Flusses im ordovizischen Sandstein, der fast saigere Wände bildet. Sie entstand im Spät-Wisconsin. Früher ging der Fluß 6 km weiter S durch das Ticona Tal. Die Lage des jetzigen Illinois in seinem Schluchttal wurde durch eine subglaziale Entwässerungsrinne bestimmt, die vor 18.000 Jahren im Woodfordian angelegt wurde.

Während und nach dem Sangamon erstreckten sich vom Ohio Fluß nach N tiefe Täler. Das steilwandige Ohio Tal zwischen Madison und Cincinnati liegt in ordovizischem Kalk und ist 125 m tief in eine tertiäre Fläche eingesenkt. Bei den beiden Orten wurde das Tal bis 62 m tief mit eiszeitlichem Schotter unbekanntes Alters ausgefüllt. Während des Nebraskan und Kansan schnitten sich die Zuflüsse des Ohio in die Hochfläche von Cincinnati ein. Im langen Yarmouth

Interglazial erfolgte eine tiefe Flußerosion, die Seitentaleinschnitte beiderseits des Ohio wanderten flußauf. Im Illinoian verließ der Ohio sein altes Tal bei Cincinnati und legte das heutige an. Dieses diente im Wisconsin als Abflußrinne für die Schmelzwässer und fluvioglazialen Schotter. Die Seitentäler wurden durch diese Sedimente abgedämmt. Es entstanden Stauseeablagerungen, die terrassiert wurden. Als das Ohio Tal eine glaziale Abflußrinne war, erhielt es seine Steilhänge. Es entstanden drei fluvioglaziale Terrassen.

Den fachlichen Schwerpunkt der Exkursion bildete ohne Zweifel die Frage nach der Gliederung der letzten Eiszeit (Wisconsin). Neben den Radiokarbonaten wurden besonders die paläopedologischen Befunde beachtet, weshalb hiezu wieder von J. FINK Stellung genommen wird. Die folgenden Bemerkungen sind sehr kurz, weil einer späteren eingehenden Behandlung dieses Fragenkomplexes (s. o.) nicht vorgegriffen werden soll. Auf der Exkursion wurde — wie dies H. GRAUL in seinem Bericht formuliert — „die These vertreten und im Gelände zu beweisen versucht“, daß zeitlich vor den großen Moränen der letzten Eiszeit, die früher als Cary, Tazewell und Iowan bezeichnet wurden und heute im Woodfordian zusammengefaßt werden, nicht sofort das letzte Interglazial (Sangamon) folgt, sondern ein Interstadial, das als Farmdale bezeichnet wird und um 25.000 v. h. liegt. Davor soll nun ein weiter Vorstoß des Eises gelegen haben, das Altonian, und erst dieses schließt an das Sangamon gegen unten an. Bezüglich der spätglazialen Abfolge besteht völlige Übereinstimmung, das Twocreekan (abgeleitet aus Two creek forest bed) entspricht dem Alleröd und das Valderan der Schlußvereisung oder Jüngeren Dryas der Paläobotaniker.

Im Prinzip somit die gleiche Großgliederung wie in Europa, wo ein langer, wechselvoller Zeitraum zwischen Göttweig (R/W) und Paudorf liegt, allerdings ein Zeitraum ohne nachweisbare Moränen, und erst nach Paudorf (das generell etwas älter als Farmdale ist, diesem aber im groben stratigraphischen Bild entsprechen dürfte) folgt der relativ kurze Zeitraum der Maximalvergletscherung und damit die Bildung der Jugendmoränen. Diese Abfolge ist aus hunderten Lößprofilen Europas bestätigt. So überrasche es nicht, daß das erste Profil der Exkursion südlich von Edwardsville die bekannte Abfolge zeigte: Über dem Sangamonboden, hervorgegangen aus Illinoian-Geschiebemergel (Riß) und typologisch ähnlich dem Göttweiger Boden, folgen die Roxana-Schluffe, z. T. verschwemmtes Bodenmaterial beinhaltend, aber auch einen blaßbraunen autochthonen Boden; dann in ca.  $\frac{2}{3}$  Höhe des Aufschlusses eine schwach humose Bodenbildung, die in der Position und stratigraphisch Farmdale (Paudorf?) entspricht, und darüber massiver Löß. Der starke Anteil an Schluff (silt) zwischen Sangamon und Farmdale ist durch die Nähe des Ausblasungsgebietes (direkt neben der Mississippi-Niederung) verständlich, sodaß die Roxana-silt's eine lokale, aber stratigraphisch faßbare Modifikation der „periglazialen“ Abfolge darstellen. Charakteristisch die dem Maximalstand der Gletscher im Woodfordian entsprechenden typischen Löss.

Ein weiteres, absolut mit Europa (und den Rockies; siehe Jakson Hole!) vergleichbares Profil liegt bei Lancaster im mittleren Ohio, wo das Illinoian nahe an die Appalachen herankommt (und die Jugendmoränen weiter zurückbleiben). Auf den outwash gravels der Illinoian Moräne, also der Rißterrasse im europäischen Sinn, die hier bis zu 60 m mächtig wird, liegt das „Normalprofil“ der alpinen Hochterrasse: Parabraunerde, darunter Löß, darunter der Sangamonboden, der unmittelbar mit der Schotteroberkante verbunden ist. Der Löß zwischen Sangamon und dem heutigen Boden zeigt die (typische) Zweiteilung, und

zwar ist er im unteren Teil etwas vergleyst, auch solifluidal, im oberen als echter Löß entwickelt.

Zum Unterschied von diesen beiden weltweit vergleichbaren Profilen lagen die übrigen meist innerhalb der Endmoränen des Woodfordian. Alle diese Profile wurden nun in dem Sinn gedeutet, daß während des Altonian (Zeit zwischen Sangamon und Farmdale) eine große, über die des Woodfordian hinausgehende Vergletscherung Platz gegriffen hätte. Diese Hypothese wird vorwiegend auf C<sup>14</sup>-Daten gestützt. H. GRAUL nimmt in seinem Bericht zu diesem Problem wie folgt Stellung: „In den entsprechenden Abhandlungen des zum Kongreß vorgelegten Sammelbandes „The Quarternary of the United States“ werden alle bisherigen Isotopen-Datierungen in ein Diagramm verarbeitet, in dem auch ihre Position zur Geographischen Breite und zu hangenden oder liegenden Geschiebemergeln verzeichnet ist. Dadurch wird zeitlich vor der massiven Vereisung des Woodfordian und dem Eisrückzug im Farmdale bis über 46° N hinaus ein mehrmaliger höchst exzessiver Eisvorstoß im Früh-Wisconsin (= Altonian) deutlich gemacht, der in dieser oder auch in anderer Form in Europa bisher unbekannt blieb. Ohne Zweifel knüpfen sich an diese Beobachtungen und Deutungen der nordamerikanischen Kollegen allerhand Fragen an, scheint doch drüben bestätigt zu sein, daß jedem Löß im Vorland ein großer Eisvorstoß nicht nur aus dem Hudson Bay Becken, sondern sogar noch über die Zweigbecken der Großen Seen hinaus entspräche. Es ist jedenfalls nicht anzunehmen, daß bei wesentlichen Vorgängen einer Vereisung in Nordamerika und in N-Europa nicht die gleichen Erscheinungen erzielt worden wären.

Wenn man nun alle während der Exkursion vorgelegten Radiokarbon-Datierungen in eine Tabelle bringt, ist festzustellen, daß die Daten der ältesten Woodfordian Geschiebemergel mit 23.000 bis 17.292 (OWU-76) v. h. reichen. Aus der Catfish Creek Moräne bei Port Talbot im südlichsten Ontario wird sogar eine Messung von 28.200 mit Schwankung bis 24.000 v. h. angegeben. Seetone oder dergleichen, welche eine davorliegende wärmere und eisfreie Zeit anzeigen, werden bei Cleveland/Ohio zwischen 23.313 und 24.600 datiert. Die vor diesem Intervall gelegenen Geschiebemergel sind nur an einer Stelle (Gravelly Till in Port Talbot, Ontario) datiert und zwar mit 44.200 v. h., an gleicher Stelle eine mit Seetonen erfaßbare eisfreie Phase zwischen Geschiebemergeln mit 47.000 bis 47.500 v. h. Alle anderen Messungen sind zeitlich nur mehr nach oben fixiert, können also wesentlich ältere Daten beinhalten, und m. E. ist es daher nicht möglich, anhand der derzeitigen Meßmethoden zu entscheiden, ob solche Ablagerungen nicht auch ins Illinoian gehören können. Wenn wir die Unsicherheit der C<sup>14</sup>-Datierung für die Zeit vor 25—30.000 Jahren in Rechnung stellen, dann kann man nicht gerade behaupten, daß die absolute Zeitmessung der Straten vor unserem Paudorf Interstadial besonders gesichert ist.

Morphologische Unterschiede zwischen Früh- und Spät-Wisconsin Moränen wurden nicht vorgeführt, Früh-Wisconsin Schotterfelder gibt es nicht. Die aglazigen Ablagerungen zwischen den Geschiebemergeln sagen ebenfalls nicht allzuviel aus, da das Inlandeis oft und rasant oszillierte. Die Oszillationen konnten leicht mehrere hundert Kilometer betragen haben, wie Ähnliches auch aus dem nordamerikanischen Spätglazial bekannt geworden ist. Daher wurden auch so oft Hölzer von dem rasch vorrückenden Eis in die Moräne aufgenommen. Im übrigen werden die Geschiebemergel unterschieden nach Farbe, Dolomit-Kalk-Verhältnis, Sand-Ton-Verhältnis, nach quantitativem und qualitativem Geschiebeinhalt, nach Kompaktheit und anderen sedimentologischen Kennzeichen. Wie weit

diese sich von Lobus zu Lobus ändernden Erscheinungen mit Erfolg zu einer Korrelierung fossiler, oft wenig mächtiger Geschiebemergel herangezogen werden können, kann ich allein auf Grund der Exkursionsteilnahme nicht beurteilen. Jedenfalls sind hierbei nicht nur die Unterschiede von Lobus zu Lobus, sondern auch die innerhalb ein und demselben Geschiebemergel zu berücksichtigen.“

Sehr eindrucksvoll waren hierfür die systematisch angewandten sedimentologischen Untersuchungen von A. DREIMANNIS. Diese in Südontario aufgestellte Stratigraphie unterscheidet sich von der der amerikanischen Kollegen dadurch, daß er ein langes Intervall vor dem Woodfordian annimmt (ca. 25—45.000) <sup>5</sup>, während dem der südliche Ontariosee eisfrei gewesen sein soll. In der Typuslokalität für dieses große Interstadial, in Port Talbot am Rand des Eriesees, liegt ein Torf mit Insekten zwischen Geschiebemergel und gestauchtem Seeton. Der Geschiebemergel, in welchem auch Mastodon gefunden wurde, ist mit 44.200 ± 1500 in Groningen datiert worden. A. DREIMANNIS ist daher versucht, diesen Aufschluß im Sinne der heute in Europa beinahe schon überholten Auffassung eines „Großen Interstadials“ innerhalb des Würm zu deuten <sup>6</sup>. Eine Korrelation mit dem südlich des Eriesees anschließenden Raum ist daher sehr schwierig.

Faßt man die feldgeologischen und paläopedologischen Beobachtungen nunmehr zusammen, so ergibt sich, daß nirgends ein zwingender Beweis für eine mächtige Alt-Wisconsin (Altonian) Vergletscherung erbracht werden konnte. Die unterhalb des undeutlich ausgebildeten Farmdale Bodens auftretenden Geschiebemergel können ebenso gut auch dem Illinoian zugerechnet werden. Wenn ein kräftiger Boden gezeigt wurde, war er auch stets von den amerikanischen Kollegen als Sangamon stratifiziert worden und entsprach typologisch den äquivalenten Böden in Europa <sup>7</sup>. Auch die stets intensivere Verwitterung des Yarmouth Bodens, der dem M/R entspricht, konnte bestätigt werden. Wenn trotzdem die amerikanischen Profile anders als in Mittel- und Osteuropa interpretiert werden, so liegt dies daran, daß jeder Raum eben nur eine bestimmte Aussagefähigkeit besitzt und die Möglichkeiten anderer Räume nicht genügend bekannt sind. So fällt es in Nordamerika schwer, die Quartärstratigraphie der Rocky Mountains mit der der Großen Seen zu korrelieren. Aber in Europa besteht die gleiche Schwierigkeit, wenn wir die nordische mit der alpinen Vereisung vergleichen wollen, denn dem ungeteilten Riß im alpinen Bereich steht ein in Warthe und Drenthe gegliedertes Saale gegenüber!

Es wird daher unerlässlich sein — und damit können wir Europäer unsere Dankesschuld an die amerikanischen Führer und Organisatoren des Kongresses abstaten — unseren Gastgebern nun in unsere Räume Einblick zu geben. Es ist kein Zufall, daß G. M. RICHMOND und H. E. WRIGHT, die bereits unsere Gebiete kennen, eine uns entsprechende oder schon sehr angenäherte stratigraphische Auffassung vertreten. Es war also kein Abschied von einem fremden Kontinent, als unsere Chartermaschine von Chicago zum Rückflug startete, sondern der Beginn intensiver internationaler Zusammenarbeit, die durch die bisher größte und fachlich intensivste Veranstaltung der INQUA ausgelöst wurde.

<sup>5</sup> A. DREIMANNIS und J. C. VOGEL, Reevaluation of the Length of the Port Talbot Interstadial in the Lake Erie Region, Canada; Contr. of the Dept. of Geol., Univ. of Western Ontario, Nr. 69, 1965.

<sup>6</sup> Und fand sofort Anerkennung bei F. W. SHOTTON, der in Upton Warren eine große Schwankung in die Zeit von 29—45.000 annimmt und sie im SOERGELschen Sinne mit Göttweig parallelisiert! Vgl. G. R. COOPE, F. W. SHOTTON and I. STRACHAN, A Late Pleistocene Fauna and Flora from Upton Warren, Worcestershire; Phil. Transaction of the Royal Soc. of London Ser. B, Nr. 714, Vol. 244, p. 379—421, 1961.

<sup>7</sup> Leider konnte der etwas problematische „Sidney soil“ nur im Farbfoto gezeigt werden. Typologisch scheint er ähnlich dem Göttweiger Boden ausgebildet.