

# 5. Der Unterlauf des Su-lo-ho und sein Verhältnis zum Lop Nor.

Von

N. G. Hörner

(Feldrapport, September 1931.)

(Mit Pl. IV.)

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite.
Vorwort (H. G. BACKLUND) . . . . .	217
Einleitung: Problemstellung . . . . .	218
I. Topographische Übersicht über den unteren Su-lo-ho . . . . .	218
II. Das Sediment in Plateaus, Terrassen und Mesas . . . . .	221
Verschiedenartigkeiten in Plateau- u. s. w. Sedimenten der Strecke Khara Nor—Lop Nor und die Bedeutung dieser Verschieden- artigkeiten . . . . .	223
Der unmittelbare Ursprung der Sedimente . . . . .	226
Die Zeit der Ablagerung der Terrassen- und Mesasedimente . . . . .	227
III. Die tektonischen Störungen der Mesasedimente . . . . .	228
IV. Die Einebnung der hohen Wüstenflächen. Kiesbelegung . . . . .	229
V. Die Ablenkung des Su-lo-ho vom Lop Nor-System. Trockenperiode I . . . . .	235
VI. Feuchtperiode I. Die C-Fläche . . . . .	237
VII. Trockenperiode II. Das Ausschneiden der grossen Windhöhlen . . . . .	238
VIII. Feuchtperiode II. . . . .	240

## Vorwort.

Die Trockenlegung der grossen abflusslosen Endbecken in Zentralasien ist von jeher eines der bedeutenden Probleme der Erdgeschichte gewesen. Die Anzeichen von (periodisch wiederkehrenden?) Verhältnissen, die einer Entwicklung von organischem Leben und ihrem Gedeihen günstiger gewesen sind, als die heutigen der unwegsamen Wüsten, haben immer wieder, seit den Tagen PRZEWALSKIS und anderer frühen Asienforscher, zu Untersuchungen und Hypothesen verschiedener Art geführt. Die einen Ansichten halten dafür, dass die Endbecken allerdings klimatisch unter dem Einfluss des grossen quartären Glazials gestanden haben, aber einer fortschreitenden Eintrocknung entgegengehen (PUMPELLY, HUNTINGTON, u. a.); andre Forscher

meinen, ohne den angedeuteten Gang der Entwicklung zu verleugnen, dass lokale Einflüsse der Winderosion u. s. w. zu periodischen Verlegungen des Wasserinhalts der Endbecken geführt haben, die ihrerseits lokale, jedoch entscheidende Störungen in dem Entwicklungsgang des organischen Lebens an Ort und Stelle verursacht haben (HEDIN, KOZLOV u. a.).

Die vorliegende Untersuchung, ein Arbeitsbeitrag der letzten grossen SVEN HEDIN-Expedition in Zentralasien, versucht, gestützt auf detaillierte Kartenaufnahmen innerhalb eines dieser Endbecken, auf eingehende Untersuchung der Sedimente und ihrer Bildungsbedingungen, sowie auf Verknüpfung der morphologischen Elemente, jedoch unabhängig von Voraussetzungen von Einflüssen grösserer, jedoch nicht näher geprüfter Tragweite, dem Problem der periodischen Trockenlegung genauer nachzugehen. Die Resultate, wie sie in diesem vorläufigen Feldrapport zusammengestellt sind, scheinen darauf hinzudeuten, dass die Voraussetzungen der früheren Forscher nicht stichhaltig waren und dass das Problem ein unabhängiges und in sich abgeschlossenes Ganzes repräsentiert. Ohne den endgültigen Resultaten Dr. HOERNERS vorausgreifen zu wollen, schien es, in Anbetracht der Bedeutung der Fragestellung für grössere Areale als das behandelte, wichtig, diesen vorläufigen Versuch zur Lösung sowie die geschaffene Karte in der Form, wie sie eingeliefert wurden, einem grösseren wissenschaftlichen Forum vorzulegen. Für die Erlaubnis zur Drucklegung, sowie für die Ermöglichung dem Rapport die Reproduktion der Karte, an der Herr PARKER C. CHEN einen bedeutenden Anteil hat, beizulegen, gebührt Dr. SVEN HEDIN besonderer Dank.

Uppsala, 1932, Mai 31.

H. G. BACKLUND.

### **Einleitung. Problemstellung:**

Hat der Su-lo-ho (temporär resp. konstant) Verbindung mit dem Lop Nor oder nicht? Hat der Su-lo-ho früher, und in diesem Falle, während welcher Zeitabschnitte dem Wassersystem des Lop Nor angehört? Wenn der Su-lo-ho später die Verbindung mit dem Lop Nor verloren hat, wie ist dieses geschehen? Welche Aufklärungen liefert der Unterlauf des Su-lo-ho über tektonische und klimatische Veränderungen?

### **I. Topographische Übersicht über den unteren Su-lo-ho und den östlichsten Zipfel der Lop Nor Senke.**

Das Su-lo-ho-System entwässert den westlichsten Teil des Kansu Tieflandes und der nächst angrenzenden Berge, besonders des Nanshan. Der Lauf des Su-lo-ho und Tang-ho oberhalb des Khara Nor sind von B. BOHLIN untersucht und wird auf seine Resultate hingewiesen.

Der Khara Nor ist ein temporärer See (trocken während der Besuche im Dezember 1930 und Juni 1931), mit äusserst flachem Boden von Feinsand, Schluff, Lehm und wahrscheinlich Ton. Das »Becken« dürfte gegenwärtig ungefähr mit Sediment gesättigt sein. Die nächsten Umgebungen sind teilweise sehr flache Strandzonen, teilweise Plateauvorsprünge (bis ca. 20 m über dem »See«) und Mesagruppen, Reste älterer Sedimentfüllungen, die ein höheres Niveau erreicht haben. Das eigentliche »Becken« des Khara Nor wird nach Westen hin durch von Süden herausragenden Terrassenvorsprüngen und Mesas verdrängt, danach erweitert sich die Senke wieder etwas. Ihr Boden wird nun teils gefüllt von flachen temporären kleinen Seen und Tümpeln, teils von ständig wassergefüllten kleinen Quellsenken, teils von reichlicher Vegetation: Schilf, Kräutern und Gebüsch. Nach Norden hin gibt es nur ganz unbedeutende Terrassen- und Mesareste zwischen der Senke und den angrenzenden niedrigen Wüstenbergen (Peishan). Von der Depression aus erstrecken sich einige 10 Kilometer südwärts langsam ansteigende, zerschnittene alte Sedimente mit schotterbedeckten Höhenflächen und Vegetation in den Senken. Die Plateaus und Mesareste erheben sich meistens nur 10—20 m über die Senken am Flusse. Ca. 30 km stromabwärts vom Westende des Khara Nor schneidet der Fluss in einem Miniaturkanjon durch den äussersten Zipfel eines kleinen Bergvorsprunges, eine Verwerfungsstaffel, deren niedrigster Oberflächenanteil in Sedimenten begraben ist. Diese Gebirgsschwelle bildet das Basisniveau der oberhalb gelegenen Flusstrecke und ihrer Erweiterungen. Obwohl die Gebirgspassage so weit unterhalb des Sees liegt, dürfte es doch diese Schwelle sein, die eigentlich den Khara Nor aufgedämmt hat (sowie die nächstfolgende Strecke).

Unterhalb des kleinen Felsenkanjons geht der Fluss ganz in losen Sedimenten. Auf gewissen Strecken wird der Fluss von einer Anzahl Terrassen — meist lokalen — begleitet. Eine Terrasse von 12—20 m über dem Flussniveau ist jedoch sehr ausdauernd und scheint sich unterhalb des Endbeckens des Su-lo-ho zu Plateaus zu erweitern. Diese Terrasse und die entsprechenden Plateaus benenne ich auf der Karte 1:200000 die C-Fläche. Auf einem etwas höheren Niveau sind bedeutende, beinahe ebene Reste einer älteren Wüstenfläche erhalten, auf der Karte B genannt. Zu ungefähr dem gleichen Niveau reichen auch mehrere Mesas und Mesareste herauf. Wo die B-Fläche der C nahekommt, ist der Höhenunterschied 10—12 m. Das Flussbett neigt sich stromabwärts ca. 2:1000, und die Neigung der nächsten Plateauflächen scheint von derselben Grössenordnung zu sein. Doch neigen sich diese Wüstenflächen nicht nur parallel dem Flusse, sondern ebenfalls (schwach) senkrecht zu demselben.

Von der östlichsten Gegend, wo die B-Fläche beobachtet wurde, und nach Westen hin, 50 km vom Endsee stromaufwärts, reicht die B-Fläche bis zu dem komplexen und bedeutend zerschnittenen Alluvialabhang der Gebirge im N. Im Alluvialabhang finden sich bedeutende Reste von altem

Feinsediment, und stellenweise Andeutungen von einer Plateaufläche, die schwach vom Berge abfällt. Diese nicht untersuchte und recht problematische Fläche wird auf der Karte A genannt. Im Westen schneidet eine bedeutende, langgestreckte Erosionssenke in die eigentlichen Wüstenplateaus und Piedmontabhänge resp. A<sup>2</sup>-Fläche ein. Die B-Fläche wird nach Westen hin mehr und mehr zerschnitten und tritt nicht weiter mit den Gebirgsfuss-sedimenten in Beziehung. Die letztgenannte Senke geht mit bedeutend unregelmässiger Topographie in das Besh Toghrak-»Tal« über, welches seinerseits direkt — unter schwachen Neigung — zum Lop Nor fortsetzt.

Die Wüstenflächen und Terrassen um den unteren Su-lo-ho sind von grösseren und kleineren, in grosser Ausstreckung geschlossenen, abflusslosen Höhlen zerschnitten. Der Boden der Senken ist meistens mit Schilf, stellenweise mit Gebüsch, seltener mit Wildpappeln bewachsen. Bedeutende »Boden«-Flächen sind vegetationslos und statt dessen mit salzinkrustiertem Sand und einer wirklichen, harten Salz- oder Gipskruste bedeckt. Stellenweise ist der Boden der Senken feucht (Salzwasser) und so lose, dass man dort nicht mit Kamelen vorwärtskommen kann. Die unvergleichlich grösste Depression des Su-lo-ho-Gebietes ist diejenige, in welche der Fluss mit einem Endsee schliesst, welcher jedoch zur Zeit vollständig ausgetrocknet ist. Zu diesem führen auch einige selbständige kleinere Bäche direkt oder indirekt (d. h. vermittelt des Grundwassers) von den naheliegenden hohen Bergen im Süden. Im Augenblick erreicht kein Tropfen Wasser den Endsee.

Der östlichste Zipfel der Lop Nor-Depression, das Besh Toghrak-»Tal« und dessen Verlängerung, wird vom Su-lo-ho durch die vorher genannten Wüstenplateaus getrennt, und durch einen flachen Gebirgs- und Sairücken, welcher sich von der nord-östlichen Ecke der Kum Tagh Wüste bis an diese Plateaus erstreckt.

Es existiert keine Flussrinne oder andere Senke, die den Su-lo-ho mit dem Lop Nor-System verbindet, wie zeitweise angegeben und allgemein auf Karten angedeutet wird (vergl. STEINS »Innermost Asia«).

Das B-Plateau sendet lange Ausläufer in den östlichsten Teil der Besh Toghrak-Senke, welche übrigens grösstenteils von Mesas und grossen MESA-gruppen eingenommen wird.

Die Wüstenplateaus sind meist mit Kies bedeckt, oft steinigem. Eine derartige Kiesdecke befindet sich auch auf einigen der höchsten Mesas — isolierte Reste von Wüstenplateaus. Unter der groben Aussendecke bestehen die Plateaus und Mesas aus Feinsediment — Ton bis Sand.

Die Senken des Besh Toghrak und des Gross Lop Nor werden im Norden grösstenteils von der zerschnittenen Terrasse des Peishan-Fusses begrenzt (die hier und da kleine Mesagruppen aufweist), im Süden von der Kum Tagh Wüste, deren Rand zur Senke hin grösstenteils von dunkler Feinkies-Grobsand-Decke samt Dünen von hellem Feinsand bedeckt wird. An anderen Stellen treten die unterliegenden feinen Sedimente zutage.

## II. Das Sediment in Plateaus, Terrassen und Mesas.

Überall zwischen Khara Nor und Lop Nors Ostbucht sind die Plateaus, Terrassen und Mesas, abgesehen von Oberflächenkies, ganz aus Feinsediment aufgebaut: Ton, Lehm, Schluff und Sand. Stellenweise, jedoch sehr selten, kommt Kies vor. Grösstenteils sind die Sedimente in Wasser abgelagert; hier und dort machen ausdauernde, praktisch genommen horizontale Tone und Lehme den Eindruck von Seeablagerung. An anderen Stellen beweisen zahlreiche Erosionsdiskordanzen, Linsenstrukturen und unvermittelte Veränderungen der Korngrösse seitwärts, dass das Wasser geströmt hat. Zuweilen demonstriert die Schichtung deutlich, wie grössere oder kleinere Wasserrinnen den Lauf verändert haben. Deutliche Furchen schneiden in vorher abgelagertem Sediment ein, und die Furchen ihrerseits sind später von Sand gefüllt worden, der stark von dem umgebenden Ton abweicht. Viel allgemeiner ist es jedoch, dass die Gegensätze schwach und der Übergang zwischen früherer Ablagerung und nachfolgender Einschnidung und der neuen Ablagerung unscharf sind. Meist sieht man eine schwache Linsenstruktur von wechselndem Feinsand, Schluff und Lehm, oft mit mehr horizontalen und ausdauernden Tonbänken dazwischen. In recht grosser Ausstreckung kommen »Tonkonglomerate« in dem stromgeschichteten Sande vor (wenn man eine solch unverfestigte Ablagerung Konglomerat nennen kann). Die Tongallen bestehen ausschliesslich aus gerollten und oft schön gerundeten Tonfragmenten, deutlich Stücke von schon gründlich getrocknetem Ton, welcher aus irgend einem Grund vom Strom mitgerissen und wieder abgesetzt und in eine neue Ablagerung gebettet wurde, bevor sie den Zusammenhalt verloren. Es ist nicht ungewöhnlich, die ursprüngliche Parallelschichtung des Tons in den Bällen gut erhalten zu sehen. An einigen Stellen sind die »Tonkonglomerate« an ein bestimmtes Niveau gebunden, kommen jedoch dort sehr zahlreich vor, man erhält den Eindruck von Katastrophsedimenten. An andern Stellen tritt einwenig »Tonkonglomerat« auf den verschiedensten Niveaus auf. Voraussetzungen für den Absatz von »Tonkonglomeraten« scheinen hin und wieder vorhanden gewesen zu sein und die Erscheinung ist meist sehr lokal.

An einigen der wenigen Stellen, wo ich Gelegenheit gehabt habe, dem Schichtaufbau eine längere Strecke mehr oder weniger senkrecht zu der grossen Berggrundssenke zu folgen, sind der Sand und das »Tonkonglomerat« gewissen Strichen gefolgt, an den Seiten von feinerem Sediment umgeben. Dieses deutet eine gewisse Lokalisierung der Ströme an. Jedoch scheinen diese häufig und gründlich Richtung und Lage geändert zu haben. Abgesehen von mehr markierten Stromzonen scheint der Ton bis Schluff die centralen Teile der Senke zu dominieren, wogegen die gröberen Fraktionen, Schluff bis Sand, eine immer grössere Rolle näher dem Gebirgsfuss im N (Peishan) spielen.

Allgemein — praktisch genommen über das ganze Gebiet — sind sehr zerstörte Pflanzenphragmente, eingeschlossen in dem betreffenden Sediment, besonders im Feinsand und Schluff. Eine makroskopische Bestimmung ist absolut undenkbar, und es ist kaum zu hoffen, dass das Material auch nur einigermaßen mikroskopisch bestimmt werden kann. Teils können die kleinen Pflanzenfetzen ein Stück mit dem Strom gefolgt sein, teils sind sie deutlich autochthon: man findet zahlreiche Wurzelspuren. Schilf, möglicherweise Kräuter und Kleingebüsch. Bloss in einem einzigen Fall sind Wurzelspuren beobachtet worden, welche offenbar von einem kleinen Baum oder grossen Busch herrühren.

Die Feinheit und Struktur des Sediments, das Vorkommen von »Tonkonglomeraten« und Pflanzenresten in situ geben Aufklärung über das Wasser des Gebietes während der Sedimentationszeit: ein (wahrscheinlich von Schilf) bewachsener, meist sumpfiger Boden, wo wenigstens grosse Gebiete zeitweise unter Wasser standen und zu zufälligen Seen umgewandelt wurden. Der Strom war in grosser Erstreckung zu wirklichen kleinen Gewässern lokalisiert, die sich verschiedene Wege über das in seiner Gesamtheit äusserst schwach abfallende Gebiet suchten. Die Tongebiete sind oft trocken gelegt und Phragmente von stark gehärtetem Ton sind während einer neuen Hochwasserperiode vom Strom mitgerissen, gerollt und abgerundet und dann zusammen mit »Stromsand« abgelagert worden. Einige kleine Sandlinsen und lokale Sandniveaus zwischen Tonbänken etc. müssen Reste einer dünnen Flugsanddecke — auf trocken gelegten Teilen der Ebene — sein, welche später wieder überschwemmt und mit Ton bedeckt wurden.

Auf einem einzigen Teil der Strecke Khara Nor—Lop Nor spielen Flugsandbildungen eine grosse Rolle in den alten Plateau- und Terrassenablagerungen: in der Gegend von Besh Toghrak, in der Nähe des Gebiets, wo noch heute bedeutende Dünenanhäufungen einen Teil der Senke einnehmen. Sowohl südlich der jetzigen Depression wie nördlich derselben (bei dem grossen Terrassenvorsprung WNW von Besh Toghrak und der nächsten Strecke E derselben) bestehen die 40 bis 80 (oder 90?) m hohen Terrassenabschnitte, besonders in ihrer unteren Hälfte und ein gutes Stück darüber, aus kreuzgeschichtetem Sand mit relativ dünnen und wenig ausdauernden, gewöhnlich flach schüsselförmigen Tonbänken auf allen möglichen Niveaus. Die Dimensionen der geneigten und abgeschnittenen Sandlagerpacken deuten auf sehr bedeutende und stark veränderliche Dünen. Zwischen diesen gab es flache Senken, welche von schlammführenden Gewässern erreicht wurden. Je nachdem mehr Material hier und in der ganzen Umgebung abgelagert wurde, musste auch die Wasseroberfläche immer höher steigen; alte Dünenablagerungen wurden vor neuen bedeckt, und zwar auf höherem, noch trockenem Niveau, und in den Senken zwischen diesen wird Ton abgelagert, der auf altem, ersäuftem Dünensand zu ruhen kommt.

Das Wasser in den Senken ist wahrscheinlich bloss eine Saisonercheinung, an wenigen Stellen scheint der Ton schön karriert durch Trockenrisse, diese sind ihrerseits mit später windgetriebenem Sand gefüllt, der zu wirklichem Sandstein verfestigt wurde, zum Unterschied von über- und unterliegendem Dünenmaterial, welches sehr schwach verfestigt ist. Können sich ähnliche Trockenrisse bilden, auch wenn der Ton trocknet, nachdem er bereits im Sande eingebettet ist, eventuell lange nach der Ablagerung? Am wahrscheinlichsten ist, dass er bald nach der Ablagerung, noch direkt exponiert, trocknete. — Die höchsten Teile des Besh Toghrak-Anschnittes, besonders die nördlich der Senke, zeigen viel grössere Übereinstimmung mit den übrigen Terrassensedimenten zwischen Khara Nor und Lop Nor. Die Wasserablagerung nach vorher beschriebenem Typus: Stromsand (ausnahmsweise mit Tongallen), Schluff und Ton (im Ton wurden an einer Stelle schöne Regentropfspuren beobachtet).

#### Verschiedenartigkeiten in Plateau- etc. Sedimenten auf der Strecke Khara Nor—Lop Nor und die Bedeutung dieser Verschiedenartigkeiten.

Abgesehen von dem »fossilen« Dünengebiet bei Besh Toghrak scheint die früher gegebene Charakteristik der Naturverhältnisse im Sedimentationsgebiet in grossen Zügen für die ganze Strecke Khara Nor—Lop Nor zu gelten. Einige Verschiedenartigkeiten auf dieser Strecke verdienen jedoch Aufmerksamkeit.

Nahe dem Westende von Khara Nor<sup>1</sup> sind innerhalb eines Gebiets in den oberen Teilen der Mesas, unter dem Oberflächenkies, Ablagerungen beobachtet worden, die an einige Yardangsedimente gleich W von Gross Lop Nor erinnern. Unter andern gibt es hier eine dichte und hübsche, gegenseitig nahezu parallele Wechsellagerung zwischen Lehm und Schluff mit dichten Ripple-Niveaus. Im Lehm oberhalb dieser Ripple-Ablagerungen gibt es Massen von Schneckenschalen, *Planorbis* und *Limnaea*, welche, wenigstens bei flüchtiger Musterung, an die Lop Nor-Formen erinnern. Diese Schnecken bei Khara Nor sind die einzigen Fossile, die in Plateau- und Mesasedimenten zwischen Khara Nor und Lop Nor beobachtet wurden (mit Ausnahme der vorher angeführten unbestimmbaren Pflanzenphragmente). Die genannten Sedimente bei Khara Nor wirken wie Ufer- oder Beckenbildungen, und weichen wesentlich von den Mesa- etc. Sedimenten der Strecke Khara Nor—Lop Nor ab. Die Materialbeschaffenheit wie der Fos-

<sup>1</sup> Der östliche Teil von Khara Nor ist nicht von mir untersucht worden. Jedoch scheint ein Teil der vonweitem beobachteten grossen Mesas aus unterschiedlichem Ober- und Unterteil zu bestehen. Der Oberteil kann identisch sein mit den yardangsediment-ähnlichen Ablagerungen des Westendes des Sees. In Terrassen (etwa 20 m hoch) am nördlichen Ufer des Sees sind stromgeschichteter Sand, Tonlager und Linsen wie gewöhnlich anstehend.

silinhalt spricht dagegen für Korrelation mit dem Yardangsediment des Lop Nor — eine Korrelation, die bis auf weiteres nur eine lose Hypothese ist, eine Hypothese, die keineswegs unbedingt bekräftigt wird, auch wenn die eingesammelten Molluskenfaunen bei der Untersuchung sich identisch zeigen sollten. Gleiche Mollusken, wie sie während der Zeit der jungen Yardangsedimente gelebt haben, können ebenfalls in dieser Gegend, als die Plateau-Mesa-Sedimente abgelagert wurden, existiert haben, sind jedoch nicht angetroffen worden, da in der Regel keine Reste erhalten sind.

Wenigstens die nächsten 10 Kilometer W von Khara Nor machen die Mesasedimente längs des Marschweges in grosser Ausdehnung den Eindruck von Seesedimenten. Leicht stromgeschichteter Sand kommt allerdings ebenfalls vor, doch ist die Linsenform schwach und wenig hervortretend; nahezu horizontalgelagerter Schluff und Lehm sind gewöhnlicher.

Von Interesse sind Materialbeschaffenheit und Schichtungstypus in der Gegend, wo in unserer Zeit der untere Su-lo-ho sozusagen aus seiner Richtung zur Lop Nor-Gegend abgekoppelt wird. Der Bau der Sedimentsperre, die nunmehr die Su-lo-ho von der Lop-Senke abtrennt, müsste Aufklärung darüber geben können, ob der Su-lo-ho früher diesen Weg geflossen ist oder nicht. Die Teile dieser Sperre, die von den Routen berührt wurden, zeigen indessen allzu unzureichende Entblössungen, um die Frage zu entscheiden. Dagegen sind gute Blosslegungen in der Nähe der Sperre beobachtet worden, so in den Mesastrichen, die aus den weiten Vegetations-senken nördlich von Toghrak Bulak ( $\frac{1}{11}$ . 30) hervortreten. 4 $\frac{1}{2}$  km etwas W von N vom Lager H 130 bestehen die unteren Teile der hohen Mesas überwiegend aus kreuzgeschichtetem Sand und aus Tonkonglomerat, die oberen Teile aus abwechselnd Ton, Schluff und Sand. 6 $\frac{1}{2}$  km NW von H 130 zeigte sich eine deutliche »fossile« Flussfurche. Der niedrigere Mesastrich 6 km N bis 7 $\frac{1}{2}$  km NW von H 130 zeigt in grosser Erstreckung Stromablagerung.

In dem zerschnittenen hohen Plateau nächst N von dem westlichsten kleinen Felsen (der Dreieckspunkt des Felsens 18 auf der Karte 1:200000) auf der Wasserscheide zwischen dem Su-lo-ho und der Lop-Senke dominiert das stromgeschichtete Material vollständig, wo die Route sie passierte. Allerdings muss man mit der Möglichkeit rechnen, dass »Tonkonglomerate« etc. von mehr lokalen Gewässern als dem Su-lo-ho bedingt sein können, jedoch scheint es ziemlich sicher zu sein, dass Wasser von Su-lo-ho während der Plateau- und Mesasedimentzeit bis an den jetzigen östlichsten Zipfel des Wassersystems des Lop heranreichte (das Besh Toghrak-Tal und dessen östliche Verlängerung). Jedoch findet sich Stromsand und »Tonkonglomerat« auch in Mesas im westlichen Teil der Senke S von der Wasserscheide, in der Nähe des jetzigen untersten Su-lo-ho. Strombewegung muss es auch hier von seiten des Su-lo-ho gegeben haben, oder von Gewässern der nahe-liegenden hohen Berge im S.

Die Sedimente in den grossen Mesagruppen ca. 35 km NW vom Toghrak Bulak deuten in grosser Erstreckung auf einen See hin, wenn auch einen flachen; die Sand- und Schluffschichten scheinen hier, wenigstens im nördlichen Teil, nach Süden hin auszuweichen, und es will scheinen, als ob das Material dort von N gekommen wäre. Eine halbe Meile SW von dieser Mesagruppe (auf der Kum Tagh-Seite der Senke) finden sich Stromsediimente in Mesas. Es scheint einen See E von dem mächtigen, nunmehr fossilen Dünenstrich, welcher das Tal bei Besh Toghrak überquert, gegeben zu haben. In der während der Sedimentationszeit sehr flachen Senke kann es sehr leicht vorkommen, dass die grossen Dünen temporäre Seen aufgedämmt haben, wie es jetzt beim Vaijen Torej beim Edsin-gol geschieht. Für den See E von Besh Toghrak gibt es jedoch auch eine andere mögliche Erklärung.

Die Kum Tagh-Wüste dürfte zum grossen Teil von Sedimenten unterlagert sein, die von Ananbaruin Ula und anderen angrenzenden Teilen der Berge im Süden herbeigeführt wurden. Diese Sedimente können in solcher Ausdehnung abgesetzt worden sein, dass ein flacher See E davon aufgedämmt wurde, der Dünenstrich müsste in diesem Falle dem W-Ufer des Sees gefolgt sein (dieses ist noch nicht festgestellt). Jedenfalls sind in einem späteren Stadium Wassersedimente oberhalb des Gebietes abgesetzt worden, wo der Dünenstrich früher sich hingezogen hat. Möglicherweise markiert diese Veränderung eine Feuchtigkeitzunahme des Klimas.

W von den fossilen Dünen der Besh Toghrak-Gegend beginnen wieder die gewöhnlichen Sedimente in teilweise schilfbewachsenen Senken mit Stromstrichen und temporären Wassertümpeln. Die Ablagerungsverhältnisse haben im Detail wesentlich gewechselt.

Zuunterst am Gross Lop Nor unterhalb Yantak Kuduk scheinen wenigstens in den zentralen Teilen der Senke Seeablagerungen eine grosse Rolle zu spielen. An der östlichen Bucht des Gross Lop Nor wie auch in der Lou-lan-Gegend gibt es ältere und jüngere Mesasedimente, durch Diskordanz getrennt. Diese Einteilung konnte nicht nach E verfolgt werden, aber das kann darauf beruhen, dass die Blosslegungen unzureichend sind. Ein Teil der Mesasedimente SSW von Yantak Kuduk können sekundär umgelagert worden sein.

Es ist offenbar, dass der flache Grund, auf welchem das Sediment der jetzigen Mesas und Terrassen einmal ursprünglich abgelagert wurde, bedeutend breiter war als die jetzige Senke E vom Lop Nor an Besh Toghrak vorbei und etwas weiter östlich: Feinsediment ist sichtbar unter dem Oberflächenkies bis auf ein paar km vom Gebirgsfuss und kann sich sehr gut noch näher strecken. Da eine solche Senke relativ schnell gefüllt wird, können sich Feinsedimente praktisch genommen bis an den Gebirgsfuss erstrecken. (Vergl. Dai-Hai-tso i Nanshan.)

### Der unmittelbare Ursprung der Sedimente.

Die Abwesenheit von gröberen Fraktionen in den Plateausedimenten ist hervorzuheben. Schon ein Gebirgsstrich mit Peishans Relief an der Senke müsste der Urheber einer Menge von Grobsedimenten sein — man vergleiche die jetzigen groben Oberflächenkiese, welche die älteren Feinsedimente am Gebirgsfuss bedecken. — Drei Erklärungen sind denkbar:

1) Die Berge der Senke, wie der Peishan, haben ihre jetzige Höhe erst nach der Ablagerung der Terrassen-Mesa-Sedimente erhalten, zu jener Zeit müsste das Relief so flach gewesen sein, dass kein nennenswertes Grobmaterial von der nächsten Nachbarschaft der Senke herbeigeführt werden konnte. Allerdings sind tektonische Störungen beweislich nach der Absetzung der Mesasedimente eingetroffen, aber nichts deutet an, dass sie von der Grössenordnung sein könnten, welche für die Erklärung 1 erforderlich wäre.

Wäre die Hebung des Peishan wesentlich nach der Absetzung der fraglichen Sedimente eingetreten, müsste später viel mehr Grobmaterial auf dem Feinsediment abgelagert worden sein, besonders wenn man annimmt, dass die gröbere Fraktion, welche dem Feinsediment entspricht, schon vor der Hebung auf dem Bergblock selbst abgelagert gewesen sein müsste und später herabgespült worden wäre. Ferner könnte das Berggrundsediment am Fusse des Peishan kaum ausgebildet worden sein, falls die Hebung so spät eingetroffen wäre. Der Erklärungsversuch 1 wird von Tatsachen widersprochen und fällt fort.

2) Der Peishan bestand in seiner jetzigen Höhe während des Absetzens der Sedimente. Grobsedimente wurden allerdings unmittelbar am Bergfusse abgesetzt, aber auf dem sehr flachen Lande wurden sie nie weiter herausgeführt. Am Bergfusse wurden sie nach und nach von Feinsediment bedeckt. Diese rührten ganz überwiegend von anderen, bedeutend entlegeneren Gegenden her. Die gröberen Fraktionen dieses in Frage stehenden Sediments waren näher an dem abgelegenen Ursprungsorten verblieben: an Su-lo-ho's Quellen, an denen seiner Nebenflüsse, oder am Ananbaruin Ula und den angrenzenden Teilen der Südberge (Astin Tagh—Nanshan).

3) Die jetzigen Terrassen- und Mesasedimente sind wesentlich Umlagerungsprodukte älterer Feinsedimente, die ursprüngliche Sortierung gehört einem älterem Zeitabschnitt an.

Die Erklärungen 2 und 3 schliessen sich gegenseitig nicht aus. Dass das Material zum Peishan-Fusse hin weniger fein wird, deutet jedoch an, dass eine nicht unwesentliche Materialmenge auch von dieser Seite hergeführt wurde. Der Linsenbau und die stark wechselnde Struktur macht es oft unmöglich, mit Hilfe der Schichtung festzustellen, von welcher Richtung her der wesentliche Materialtransport stattgefunden hat, aber an einigen Stellen (so in den Mesas bei der Sai-Kante im N, ca. 35 km NW

von Toghrak Bulak) ist es ersichtlich, dass Material von den angrenzenden nördlicheren Gegenden ausgeführt wurde — ein Material, das schwerlich anders erklärt werden kann, als dass es im wesentlichen ein Redepositionsprodukt von wegerodierten älteren Feinsedimenten in jener Gegend sei. — An Fusse des Nanshan (um uns in die andere Richtung zu wenden) finden sich noch Reste von etwas älteren Sedimentserien, freilich stark gestörten und erodierten (vgl. BOHLINS Untersuchungen von vermutlich pliozänen Badlands am Bergfusse S von Tunhuang).

Es ist nicht möglich gewesen festzustellen, inwieweit die Terrassen- und Mesasedimente in der Gegend zwischen Besh Toghrak und dem Ostufer des Gross Lop Nor durch das Su-lo-ho-System herbeigeführt wurden, inwieweit aus der Ananbaruin Ula-Richtung und inwieweit vom Peishan. Dass der Su-lo-ho Wasser und Sedimente wenigstens so weit wie bis zum innersten Teile des jetzigen Besh Toghrak-»Tal« gesandt hat, ist ziemlich sicher. Wahrscheinlich hat das Wasser des Su-lo-ho weiter gereicht. Das frühere grosse Dünengebiet in der Besh Toghrak-Gegend und dem vorhistorischen See W davon schliesst nicht aus, dass der Fluss sich einen Weg durch das Dünengebiet gesucht hat und unter demselben fortgesetzt hat. Vergl. Waijen Toreij beim Edsin-göl der Jetztzeit. Die Wassersedimente, welche die alten Flugsandbildungen am Besh Toghrak überlagern, machen es vielleicht glaubwürdig, dass der Su-lo-ho, wenigstens zeitweilig, weiter östlich gereicht hat.

Die Ausdehnung der Niederschlagszone des Su-lo-ho zur Zeit der Ausbildung der Terrassen- und Mesasedimente ist nicht bekannt. Es ist nicht einmal sicher festgestellt, dass der eigentliche Hauptfluss nach seinem Austritt aus den Bergen in der Ya-man-Gegend westlich abschwunkte, wie heutzutage. Blockhebungen und andere ungleichmässige Niveauveränderungen, die bis in eine sehr späte Zeit fortgesetzt haben, können durchgreifende Veränderungen in den Flussläufen hervorgerufen haben.

#### **Die Zeit der Ablagerung der Terrassen- und Mesasedimente.**

Auf der ganzen Strecke Khara Nor—Lop Nor sind bestimmbare Fossile nur an einer einzigen Stelle gefunden worden: nämlich der vorher genannte Schneckenfundort im oberen Teil einer Mesa bei Khara Nor. Wie schon vorher betont wurde, ist es sehr möglich, dass gerade diese Ablagerungen jünger sind als die übrigen Teile der Mesa- und Terrassensedimente innerhalb des diskutierten Gebietes, und direkte Anhaltspunkte zum Datieren dieser Sedimente gibt es also nicht. Inzwischen erscheint es annehmbar, dass die Feinsedimente der Khara Nor—Besh Toghrak—Ost Lop Nor Senke in bedeutender Erstreckung Zerstörungs- und Umlagerungsprodukte solcher dislozierten, wahrscheinlich pliozänen Ablagerungen sind, wie BOHLIN sie am Fusse des Nanshan untersucht hat. Diese pliozänen? Ablagerungen

scheinen eine bedeutende Ausdehnung gehabt zu haben, und grosse Massen sind sichtlich entfernt worden. Wenn Umlagerungsprodukte nicht in die hier diskutierten Mesa- und Terrassensedimente eingehen, scheint es mehr als schwer verständlich zu sein, wohin sie gekommen sind. Wahrscheinlich sind die Mesa- u. s. w. Ablagerungen jünger als die grossen tektonischen Störungen, welche zum zerstören der pliozänen? Ablagerung am Nanshanfusse geführt haben.<sup>1</sup> Das Alter der Terrassen- und Mesasedimente ist jedoch bisher noch nicht einmal so weit untersucht worden, dass man mit Sicherheit feststellen kann, ob sie quartär oder tertiär sind. Quartär scheint jedoch wahrscheinlicher. Das Verhältnis zu den von BOHLIN untersuchten, stark dislozierten palaeolithischen Tonen am Hui-hui-po etc. müssen untersucht werden; es ist möglich, dass die Mesa- u. s. w. Sedimente gleichzeitig sind. Doch unter anderem besteht ein bedeutender Farbenunterschied. BOHLINS palaeolithische etc. Tonsedimente werden als stark rot bezeichnet, die Mesatone sind bei weitem blasser. Dieses kann auf verschiedene Ablagerungsbedingungen u. s. w. beruhen. Könnte es möglich sein, dass die Mesasedimente sogar jünger als die palaeolithischen Tone sind? Dieses erscheint nicht wahrscheinlich.

### III. Die tektonischen Störungen der Mesasedimente.

Am östlichsten Ende des früheren Gross Lop Nor sind, wie auch westlich vom See, zwei Altersserien zu unterscheiden, nämlich ältere und jüngere Mesasedimente; die älteren sind disloziert und erodiert worden ehe die jüngeren abgesetzt wurden. Am Ostende des Gross Lop Nor sieht es aus, als ob die jüngeren Mesasedimente ein Ende nehmen würden, die älteren setzen jedoch fort. Inwieweit die Ablagerungen längs der übrigen Teile der Strecke Lop Nor—Khara Nor älteren oder jüngeren Mesasedimenten entsprechen — oder möglicherweise beiden, ist nicht festgestellt worden, jedenfalls kann der Einteilung nicht gefolgt werden. Die Sedimente erscheinen im allgemeinen wenig gestört, werden jedoch längs gewisser Linien von sehr ausgeprägten Flexuren durchsetzt; die Absenkungen scheinen doch relativ klein gewesen zu sein. — Ganz bestimmt gibt es Störungszonen in bedeutend grössere Ausdehnung als bisher beobachtet wurde, besonders in den stark kiesbedeckten Gebieten vor dem Bergfusse.

Die östliche Verlängerung der Lop-Senke ist Absenkungen unterworfen worden, nachdem die Mesasedimente abgelagert wurden. — Hübsche Flexuren, welche diese Senkung registrieren, gibt es sowohl in der Nähe des Gross

<sup>1</sup> Die bedeutenden Ähnlichkeiten zwischen den Mesas an der Ost- und Westseite des Lop Nor macht es wahrscheinlich, dass sie ungefähr gleichaltrig sind. In diesem Falle muss man möglicherweise annehmen, dass die Mesasedimente der Lop-Wüste wenigstens teilweise jünger sind, als was (mit aller Reservation) im Lop-Rapport angenommen wurde.

Lop Nor, wie in den innersten Teilen der Senke (in eingeschränkter Bedeutung), wo diese kulissenförmig mit dem Terminalbecken des Su-lo-ho abschliesst. Die Wasserscheide zum Su-lo-ho hin wird im N von einer sehr schönen Flexur und wahrscheinlich auch einer Verwerfung begrenzt.

Die Sprunghöhe konnte nicht bestimmt werden, es muss sich um einige 10 Meter handeln. Die Flexur, die sich etwas N vom E bis NE erstreckt, tritt auf einer Strecke von 29 km sehr markiert hervor. Da die Flexur jetzt topographisch hervortritt, ist sie sekundär hervorprepariert worden. Etwas weiter nach Osten zeigt sie sich nur in der Schichtung, tritt jedoch nicht in der Topographie in Erscheinung. 3 ½ km S vom Lager 136 zeigt es sich schön, wie die Flexur von einer ebenen Wüstenfläche (B-Fläche?) durchschnitten wird. Möglicherweise ist es die Fortsetzung dieser Flexur, welche als Schichtstörung am Rande der breiten Piedmontsedimentterrassen (A-Fläche?) 17 km N von Toghrak Bulak zutage tritt.

Auf der Nordseite des innersten Teiles der Verlängerung der Lop-Senke ist entlang einer kürzeren Strecke eine entsprechende südwärts abfallende Flexur beobachtet worden — an der Nordseite der grossen Mesagruppe ca. 35 km NW vom Besh Toghrak —, eine Flexur, die nur in der Schichtung sichtbar wird, nicht topographisch hervortritt. Somit ist sowohl eine Nord- wie Südbegrenzung einer Absenkung registriert, welche in später Zeit die Verlängerung der Lop-Senke betroffen hat. Eine andere nordwärts abfallende Flexur zieht sich südlich vom Su-lo-ho nach Osten hin von einem Punkt 9 km ENE vom Lager H 130.<sup>1</sup> Möglicherweise ist dieses eine Verlängerung der Verwerfung, welche die vorhergenannte Felsstaffel erhöht hat, deren Westende der Su-lo-ho in einem kleinen Kanjon durchschneidet, ein Stück E vom E Rande des Gebietes für die 1:200000-Karte.

Eine geringere Anzahl anderer kleineren Störungen ist ebenfalls beobachtet worden, doch scheinen die Sedimente zum überwiegenden Teil ungestört zu liegen.

#### IV. Einebnung der hohen Wüstenflächen. Kiesbelegung.

Die zum grossen Teil ebenen Flächen, die jetzt nach oben hin die Terrassen und Mesasedimente begrenzen, sind durchweg Erosionsflächen. An vielen Stellen ist deutlich sichtbar, wie die hohen Flächen die Schichtung abschneiden; am hübschesten tritt dieses an solchen Stellen hervor, wo eine ebene Wüstenfläche die stark geneigten Schichten der Störungszone abschneidet, z. Beisp. 17 ½ km NW und 17 km N vom Toghrak Bulak.

Auf der Strecke Lop Nor—Besh Toghrak sind Reste von Feinsedimenten als unregelmässig zerschnittene Terrassen und Mesas, von wechselnder

<sup>1</sup> Die auf der Karte 1:200000 angedeutete mögliche Verbindung mit einer kleinen Flexur, welche 2—3 km NE von H 130 zu sehen ist, ist ganz hypothetisch.

Höhe, am und vor dem Fusse des Peishan, bewahrt. Verschiedene Oberflächensedimente dürften auf etwas ungleiche Art und Weise, und teilweise zu verschiedenen Zeitpunkten ausgeschnitten worden sein, nämlich eine solche Schneidung, die am Fusse von Wüstengebirgen vorkommt: Erosion von seiten zufälliger, breiter, flacher, wechselvoller Bäche, von Flächenströmen und von unzähligen kleinen Miniaturrinnsalen, welche während der seltenen Regengüsse an der Unterlage zehrend, Steinchen und Kies am Piedmontabhang in Bewegung setzten. Wie die hier und da vorkommenden, ebenen, etwas geneigten Terrassenflächen, wie auch die ebenen Wüstenflächen überhaupt ausgebildet werden, ist nicht zufriedenstellend erklärt worden. Es will scheinen, dass zwei verschiedene Erosionstypen vorliegen und gleichzeitig tätig sind, nämlich teils eine Tiefenerosion der Rinnen, teils eine »Abhobelung« der Flächen zwischen den Rinnen. Eine Beispiel hierfür wurde auf dem Piedmontabhang beobachtet, oberhalb des Lagers H 123 (W von der Westgrenze der 1:200000 Karte). Zwei Terrassenvorsprünge mit etwas verschiedener Neigung sind von einer Erosionsrinne getrennt, die sich abwärts zu einer breiteren Senke erweitert. Aufwärts scheinen die Terrassenvorsprünge sich zu einer einzigen zu vereinigen. Jede der beiden geneigten Flächen der Terrassenvorsprünge hat als Basisniveau eine resistente Schicht in den Sedimenten, aus welchen die Fläche herausgeschnitten ist.

In den Ravinen vollzieht sich ein »Massentransport« bei den hin und wieder vorkommenden Regengüssen. Auf den ebenen Flächen findet Massenbewegung statt, sowohl mit, als ohne Vermittlung von Wasser. Ein Faktor, mit dem zu rechnen ist, dürfte das »Kriechen« der Oberflächenkieses während der stetigen starken Temperaturschwankungen sein.

Am Ostufer des Gross Lop Nor stürzt der Oberflächenkies den Kliff hinab, je nachdem er vom Plateau bis an den Rand geführt wird. Vom Beginn der Trockenlegung des Gross Lop Nor bleibt der Kies am Fusse des Kliffs liegen. Wäre die erwähnte Strandlinie datiert, könnte man hier möglicherweise ein Beispiel erhalten für die Transport- oder Wanderungsgeschwindigkeit des Kieses auf einer Wüstenfläche von gewisser Neigung.

Ein flüchtiges Routestudium der Terrassen am Peishan-Fusse, Lop Nor—Besh Toghrak hat keinerlei Regelmässigkeit oder System in der Anordnung der Terrassenniveaus gezeigt.

In der Vegetationssenke, die die direkte Fortsetzung des Gross Lop Nor nach E bildet (die Strecke Lop Nor—Besh Toghrak), finden sich viele Mesareste bewahrt. Ein Teil der höher gelegenen (welche ca. 25 m und etwas mehr erreichen) haben noch eine Decke von steinigem Oberflächenkies bewahrt, die 1—2 m mächtig ist und ausnahmsweise Blöcke von einigen dm Durchmesser enthält. Vermutlich hat es einmal eine ziemlich kontinuierliche, aber oft grobe Kiesfläche über den Mesasedimenten gegeben, welche die Senke zwischen dem Peishan-Fuss und Kum Tagh bis zu einer Höhe von 25 m oberhalb des jetzigen Vegetationsniveaus füllte; am Yantak

Kuduk—Besh Toghrak und weiter nach E hin wahrscheinlich 50—90 m oberhalb des Bodens der jetzigen Senke.

Die Fläche des Kum Tagh ist an den besuchten Stellen meist mit äolischem Material bedeckt, nämlich Dünen aus hellem Feinsand und ebenerem Boden aus grobem, dunklem Sand. Auch am Rande zur Senke hin finden sich Entblössungen nur auf begrenzten Strecken. Zum grössten Teil dürfte die Fläche des Kum Tagh auf die oben für den Peishan-Fuss diskutierte Weise auserodiert worden sein. An ganz wenig Stellen ist eine Kies- etc. Schicht unter dem Flugsand beobachtet worden, an andern Stellen ist ersichtlich wie der Flugsand direkt den Ton, Lehm, u. s. w. überlagert. Der Teil des Kum Tagh, der dem jetzigen Schlussbecken des Su-lo-ho am nächsten liegt, sowie zwischen diesem und Besh Toghrak, hat deutlich seine Oberflächengestaltung zum grossen Teil durch Windwirkung erhalten.

Eine der besuchten Lokalitäten an der äussersten Grenze des Kum ist von besonderem Interesse: nämlich das Yantak Kuduk-Gebiet. Hier strahlen verzweigte (und teilweise anastomosierende) Rücken vom Kum Tagh-Rande mehrere km zur Senke hin aus. Der Unterteil der Rücken besteht aus den gewöhnlichen feinen Plateau- und Mesasedimenten, nach oben hin von einer schützenden Schicht von steinigem und blockreichem Kies bedeckt. Die Verteilung der Rücken erinnert ungesucht an gewisse Flussmündungsverzweigungen. Ein Fluss von den naheliegenden hohen Bergen im S, wahrscheinlich vom Ananbaruin Ula, scheint während eines feuchteren Zeitabschnitts (oder vielleicht zufällig, im Zusammenhang mit tektonischer Hebung weiter stromaufwärts) quer durch die Kum Tagh Wüste haben fließen können, und in der Ebene der Senke gemündet zu sein (während dort noch Feinsedimente vorhanden waren, die einige 10 m mächtiger waren als jetzt).

Als der Fluss vom Abhang des Kum Tagh die flache Sedimentebene erreichte, verzweigte er sich in eine Menge Arme, und seine Last von Kies und Steinen wurde abgelagert. Später versiegte der Fluss in der Wüste, lange ehe er die Senke erreichte. Aber Kies und Geröll der alten Flussbetten haben ihre Unterlage gegen Erosion geschützt, so dass die früheren Stromzweige jetzt von hohen Rücken markiert werden.

In der Gegend des Unterlaufes des Su-lo-ho sind besonders drei Wüstenniveaus markiert, das höchste am Fusse des Berggebietes im N, 130 m und mehr über dem Flussniveau (Aneroidbestimmung, jedoch an einer Stelle, wo der Abstand 17 km war; die Fläche wird der Bequemlichkeit wegen mit A bezeichnet). Sie ist nicht näher untersucht worden. In grosser Erstreckung ist sie zerschnitten, doch erscheinen zusammenhängende »Plateaus«, z. Beisp. 17 km N von Toghrak Bulak. Die Fläche, die hier unbedeutende, flache Unebenheiten zeigt, steigt schwach zum Berge hin, doch ist die Neigung bedeutend geringer, als die für Piedmontabhänge

typische. Schon diese oberste Fläche wird von der Flexur unvermittelt abgeschnitten.

Inwieweit diese Fläche ein altes Formelemnt repräsentiert, und inwieweit sie noch in Entwicklung und Veränderung begriffen ist, ist nicht festgestellt worden. Diese höchste Formfolge in den Plateausedimenten, — nämlich die A-Fläche und die zerschnittenen Sedimentreste, welche mit ihr zusammengehören oder ihr nachfolgen — unterscheidet sich inzwischen sehr auffallend von niedrigeren Wüstenflächen, so besonders nördlich vom Su-lo-ho, im östlichsten Teil des Gebietes der Karte 1:200000. Entweder muss es einen Unterschied in der Entstehungsart oder in der Entstehungszeit zwischen den höchsten Formenreihen und den übrigen geben. Dass ein Unterschied in Erosionsprozessen und Erosionsschutz vorliegt ist deutlich; nämlich die Lage am Berge, mit (zufälligem) Zufluss von Wasser und Zuschuss von (mehr oder weniger zerbrochenen) Steinen von ebendort, muss zur Ausbildung derjenigen Gleichgewichtsform zwischen Erosion und Akkumulation führen, wie sie für Piedmontabhänge charakteristisch ist, obgleich, wie gesagt, die Neigung der A-Fläche auffallend gering ist.

Im östlichen Teil des Gebietes, welches auf der Karte 1:200000 wiedergegeben ist, ist es sehr auffallend, wie der dunkle Kies vom nächsten Berge längs einer bemerkenswert scharfen Grenze an der Basis der höheren Formreihe aussetzt. Der Kies auf der Wüstenfläche unterhalb (»B-Fläche«) ist bedeutend heller, und hat reichlich Einschlag von nahezu weissem Quarz. Dieser Kies rührt (wenigstens wesentlich) von anderen Lokalen her. Die scharfe Grenze, und in noch höherem Grade, der topographische Einschnitt, zeigt, dass man es keineswegs mit einem vertönenden Piedmontabhang, der allmählich in die B-Fläche übergeht, zu tun hat. Nichts deutet darauf hin, dass der Einschnitt durch tektonische Störungen bedingt wurde. Wo eine tektonische Störung am Rande des A-Plateaus beobachtet wurde, haben die Störungen in entgegengesetzte Richtung gewirkt: nämlich das Gebiet im N ist abgesenkt worden; der Einschnitt ist also eine Erosionserscheinung. Die A-Fläche muss wahrscheinlich auf eine ältere Periode zurückgeführt werden, als die nächst unterhalb folgende Wüstenebene (auch in dem Falle, wenn die A-Terrasse viele Veränderungen seit ihrer Anlage durchgemacht hat). In dem untersuchten Gebiet wenigstens ist allzuwenig von dieser, vermutlich alten, Terrasse bewahrt worden, als dass man einige aufklärende Schlüsse betreffs der Bildungsbedingungen und Entwicklung derselben ziehen könnte. Die A-Fläche dürfte bei ihrer Anlage und wesentlichen Ausbildung ein höheres Basisniveau gehabt haben als das, welches später existierte.

Die Ursache der Senkung des lokalen Basisniveaus nach der vermuteten »A-Zeit« ist unbekannt. Der Fluss zunächst dem unteren Su-lo-ho muss in eine Periode von gesteigerter Schneidung eingetreten sein, wahrscheinlich durch Senkung des Schlussbeckens — zu der Zeit vielleicht noch Lop Nor. Die vermehrte Einschneidung könnte auch klimatisch bedingt sein, gleich

dem was im folgenden für die B-Fläche für wahrscheinlich angenommen wird. Auf jeden Fall dürfte der Fluss jener Zeit eine »Basislinie« (Denudationsbasis) für die Anlage und Ausschneidung der B-Fläche ausgemacht haben.<sup>1</sup> Die B-Fläche kann entweder ursprünglich, wie eine gewöhnliche Flussebene, direkt durch Seitenerosion serpentinisierender Flüsse, ausgeschnitten worden sein (unwahrscheinlich), oder durch »flächenhafte Abtragung« auf die bisher nicht erklärte Art und Weise, die zur Bildung ebener Wüstenflächen im allgemeinen führt. Der zerfetzte, jedoch so markierte Einschnitt zwischen A und B ist in diesem Falle schwer zu erklären. Auf der B-Fläche, wie auf so manchen andern Wüstenflächen, kommen zahlreiche Steine und Blöcke vor (die Grössenordnung bis 2 dm gewöhnlich, einzelne bis zu 4 dm beobachtet), deren Hinaustransport auf die ebene Fläche schwer erklärlich ist. Möglicherweise könnte man sich Schlammströme denken (hier wahrscheinlich an breite Flussbetten gebunden); die Blöcke könnten innerhalb einer durch und durch beweglichen Masse transportiert worden sein.

Wie die Karte angibt, scheint das B-Niveau teils als eine grössere Ebene zwischen Su-lo-ho und den A-Resten, teils als mehr isolierte kleine Plateaus, Vorsprünge und Mesas zwischen Senken bewahrt worden zu sein. Es ist nicht zufriedenstellend bewiesen, dass alles, was auf der Karte 1:200000 zur B-Fläche gerechnet wird, wirklich die Reste einer einheitlichen Fläche sind. Dafür spricht jedoch die auffallende Übereinstimmung in der Höhe zwischen voneinander isolierten Plateauresten (vergl. z. B. die Plateaus 4 km N und 4 km NE vom Lager 130 von Toghrak Bulak); diese Plateaus liegen jetzt ein paar km voneinander entfernt, mit Su-lo-ho dazwischen. Oder man vergleiche die beiden Plateaus 7 km E bis ESE von Toghrak Bulak, auf 2—3 km gegenseitigen Abstand und praktisch genommen untereinander identischer Höhe (Nivellement). Ca. 19 km NW von Toghrak Bulak haben die Plateauflächen auf 1 1/2 km Abstand voneinander, getrennt durch eine 45 m tiefe Senke, beinahe dieselbe (gegenseitige) Höhe (eine Altimeterbestimmung gab 3 Meter Unterschied). Auf ziemlich bedeutenden Gebieten ist die Fläche noch einheitlich und die Wüstenebene ungebrochen, mit einer so schwachen Neigung, dass sie mit dem blossen Auge nicht konstatiert werden kann. Auch diese einheitliche Fläche scheint den isolierten Plateaus zu entsprechen (nicht nivelliert, nur Altimeterbestimmungen und Spiegel, resp. Wasserwagerichtung). Die angeführten Verhältnisse können unmöglich auf einem Zufall beruhen, ein Ursprungszusam-

<sup>1</sup> Hier wird angenommen, dass das B-Niveau — abgesehen vom Oberflächenkies — aus Material ausgeschnitten ist, das wesentlich gleichaltrig mit dem ist, das in A eingeht. Dieses ist nicht vollständig bewiesen, denn nirgendwo ist direkt beobachtet worden, wie das Material von A und B sich zu einander verhalten. Flexuren kommen unter beiden Flächen vor, und es ist möglich, dass eine Flexur für beide gemeinsam ist (vgl. die Karte). — Dass die Sedimente unter der B-Fläche nach der Einschneidung der A-Stufe abgelagert sein sollten, ist ganz unwahrscheinlich, beinahe ausgeschlossen.

menhang zwischen den Plateaus muss vorhanden sein, auch wenn die Flächen nach der Trennung individuelle Veränderungen durchgemacht haben.

Es gibt jedoch Beobachtungen, welche das System an einigen Punkten zu stören scheinen; so z. B. ist die Höhenziffer für den (ziemlich unregelmässigen) Gipfel 11 1/2 km NW vom Lager H 130 bedeutend grösser, als sie sein dürfte, um in das System zu passen (es liegen ihm Aneroidbestimmungen zu Grunde und sie sind unsicher, wahrscheinlich zu hoch; einige spätere Höhenzahlen von demselben Tage und derselben Route sind beinahe sicher zu hoch). An anderen Stellen kann man direkt beobachten, dass gewisse Anteile sich etwas über das gewöhnliche B-Niveau erheben; es rührt sich da immer um kleinere, isolierte Partien, z. B. die Hügel S vom Fluss, 10 km ENE vom H 130. Es will scheinen, als ob derartige isolierte Partien von einer »Abhobelung« verschont geblieben wären, welcher die grösseren Flächen auf irgend eine oder andere Weise unterworfen gewesen sind. Dieser Umstand muss untersucht werden.

Die angeführten Ausnahmen können die Tatsache nicht abschirmen, dass wenigstens das allermeiste, das auf der 1:20000 Karte die »B-Farbe« trägt, eine genetisch einheitliche Flächengruppe repräsentieren muss, angelegt unter andern Verhältnissen als den jetzt existierenden.

Die Barometerbeobachtungen sind keineswegs genügend genau, um das Neignungsverhältnis der B-Fläche zu beurteilen.<sup>1</sup> Nur die Abwägungsziffern sind voll zufriedenstellend.

Das zugängliche Beobachtungsmaterial scheint allerdings zu zeigen, dass die B-Fläche zweierlei Neigung hat, teils stromabwärts (nach Westen), teils zu der Gegend hin, wo die Flussfurche jetzt hinzieht (vergl. die Höhenziffern der Karte, aber observiere die Unsicherheit der Barometerzahlen).

Warum sind die isolierten Plateaus, Vorsprünge und Mesas, welche dem B-Niveau angehören, erhalten geblieben, während die zwischen- und umliegenden Partien heruntererodiert worden sind? In einigen Fällen beruht es deutlich darauf, dass der Fluss bei seiner Erosion die B-Plateaus durchschnitten hat, an andern Stellen sind keine Flüsse tätig gewesen, und es scheint schwer, zufriedenstellend zu erklären, warum sie so verschieden wirkten. Eine mögliche Erklärung für die isolierten Plateaus, Vorsprünge und Mesas, die dem B-Niveau zugehören, wäre, dass sie alte Flusswege repräsentieren, deren Böden dank der »Steinpflasterung« resistenter als die Umgebung wurden und der Erosion besser widerstanden haben. Es müssten also alte Flusswege sein, welche jetzt mit »invertiertem Relief« hervortreten: anstatt die niedrigsten in der Gegend zu sein, ragen sie über die Umgebung heraus.

Dieser Versuch, die wahrscheinliche Erklärung für die Yantak Kuduk-

<sup>1</sup> Die meisten der Barometerwerte auf der östlichen Hälfte der Karte sind allerdings korrigiert mit Hilfe von Observationen an fester Station (H 130), aber die Instrumente waren unbefriedigend.

»Sporen« auf die Verhältnisse am unteren Su-lo-ho zu überführen, ist äusserst hypothetisch, und ihr wird bis auf weiteres wenig Bedeutung zugemessen. Für diese Erklärung sollte zunächst vor allem die Grobheit des Oberflächenmaterials auf den Plateauresten sprechen, welche schwer zu erklären wäre, ohne einen Flusslauf anzunehmen; des weiteren die Verteilung und Orientierung der stehengebliebenen Reste (hier ein recht schwaches Argument; vergl. die Karte). Ferner, dass die B-Fläche mit Steinen und Blöcken in der Längsrichtung der Rücken, zum Besh Toghrak Tale hin, fortsetzt, während kein entsprechendes Material um den jetzigen Endsee des Su-lo-ho beobachtet wurde.

Wenn die mehr isolierten B-Plateaus alte Flussbetten repräsentieren, so sollte der Su-lo-ho zur »B-Zeit« noch bis zum östlichen Zipfel der Lop Nor-Senke gereicht haben. Die Barometerhöhenzahlen für die verschiedenen Teile der B-Fläche sprechen zunächst gegen diese Erklärung, sind jedoch nicht sicher genug. Wenn sie die Neigungsverhältnisse richtig wiedergeben, so bleibt noch die Möglichkeit, dass die relativen Höhen nach der Ausbildung der B-Fläche verändert worden sein können (am ehesten dann durch Kippung dieses Anteils der Erdkruste, welche, wie vorher betont wurde, bis in späte Zeit unruhig war). Für diesen letzten Erklärungsversuch ist keinerlei Beleg gefunden worden.

## V. Die Ablenkung des Su-lo-ho vom Lop Nor-System. Die Trockenperiode I.

Es ist also nicht ausgemacht, ob der Su-lo-ho zur Zeit der Ausbildung der B-Fläche dem Lop Nor-Systeme angehörte oder nicht. Früher scheint jedenfalls eine Verbindung vorhanden gewesen zu sein (vergl. die Plateau- u. s. w. Sedimente), später als die Bildungszeit der B-Fläche hat eine Verbindung nicht existiert.

Wie ist das jetzige Endbecken des Su-lo-ho gebildet worden? — Entweder ist das Gebiet nicht einmal während der Bildungszeit der Plateau- u. s. w. Sedimente ausgefüllt gewesen, wie andere Teile der Gegend zwischen den Süd- und Nordbergen, oder auch ist das Becken sekundär. Mit Rücksicht auf die Verteilung der Sedimente in der übrigen Gegend sowie deren Beschaffenheit und Struktur ist die erste Erklärung unwahrscheinlich. Die Sedimente nahe der Endsenke zeigen, dass sie eine Fortsetzung in diese gehabt haben müssen. In den Randgebieten des Endbeckens gibt es noch Mesas, Reste dieser älteren Füllung. Die Wüstenplateaus um den Su-lo-ho (B- und C-Flächen) herum können nicht gebildet worden sein, wenn das Endbecken damals ebenso tief gewesen wäre, wie jetzt.

Man kann mit ziemlicher Bestimmtheit die erste Erklärung abschreiben und annehmen, dass das Endbecken eine sekundäre Senke ist.

Ein derart blind schliessendes Becken kann auf zwei Arten gebildet worden sein; entweder tektonisch, oder dadurch, dass der Wind das Material herausgeblasen und wegtransportiert hat. Überall, wo die Sedimente um die Senke herum entblöst gesehen wurden, haben sie ungestört gelegen, soweit dieses durch Okulärbesichtigung kontrolliert werden konnte.<sup>1</sup> In- dessen sind die »Plateausedimente« um das Becken herum in grosser Ausdehnung teils durch Oberflächenkies, teils durch Flugsand verdeckt, und die südliche Begrenzung des Beckens habe ich gar keine Gelegenheit gehabt zu studieren. Nicht weit vom Su-lo-ho-Ende finde ich Flexuren (und wahrscheinlich Verwerfungen) in den Plateau- und Mesasedimenten, aber die Störungsrichtungen sind entgegengesetzt denjenigen, die das Schlussbecken gebildet haben könnten, und die Störungen haben vor dem Austrocknen in Verband mit der B-Fläche stattgefunden. Die B-Fläche dürfte, wie vorher betont wurde, den derzeitigen Su-lo-ho als Denudationsbasis gehabt haben. Aber es können auch im Terminalbecken Senkungen eingetreten sein, trotzdem keine Spuren beobachtet wurden, und diese ev. Senkungen können nach der Ausbildung der B-Fläche eingetreten sein. Es könnte auch eine derartig schwache, »weiche« Niederbeugung eingetroffen sein, dass ihre Spuren in den umgebenden Sedimenten nicht zu beobachten sind.

Die Möglichkeit, dass das Terminalbecken tektonischen Ursprungs sein kann, steht also offen, aber nichts ist beobachtet worden, das für diese Erklärung spricht.

Die andere Möglichkeit, Winderosion, scheint wahrscheinlich, aber ist unbewiesen. Dass der Wind in dieser Gegend mehr oder weniger »geschlossene« Höhlen von bedeutender Grösse ausgeschnitten hat, ist deutlich, aber diese Höhlen sind in grosser Ausdehnung jünger, als die erste Anlage der Terminalsenke.

Zwei wesentliche Voraussetzungen für kräftige Windwirkung scheinen gerade an dieser Stelle für die heutige Terminalsenke vorhanden zu sein.

1. Die stärksten Winde sind in dieser Gegend gewissen bedeutsamen Ablenkungen unterworfen, wesentlich durch die Verteilung der Gipfel und Pässe im Peishan, und durch die Richtung der Senke zwischen dem Peishan und den grossen Südbergen bedingt. Nach den Grossripples, Dünen und Erosionsformen zu urteilen, liegt die Su-lo-ho-Senke ungefähr dort, wo bei den gewöhnlichsten Stürmen Winde von E und NNE aufeinandertreffen. Wahrscheinlich wird die Windintensität beim Zusammentreffen erhöht, und dieses begünstigt wahrscheinlich Wirbelbildung, welche den Boden effektiv angreift. (Zufälligerweise wurde ich Zeuge des Effektes einer »Windbegegnung« in Endbecken des Su-lo-ho, obwohl von sehr zufälliger Art und

<sup>1</sup> Es wird angenommen, dass die stark geneigten Schichten in wenig verfestigtem jungen Dünensand, und im Wassersediment in alten Dünensenken, N vom Endsee, ganz primäre Sedimentationslage haben. Das Gebiet sollte genauer studiert werden.

mit ungewöhnlicheren Richtungen. Die Transporteffektivität war auffallend, besonders in bezug auf »Staub«.).

2. Die feinen »Plateausedimente« in den nächst angrenzenden Teilen von Kum Tagh werden nur von einer Decke von Sand und Feinkies geschützt und sind durch den Wind leicht genug zu verschieben; sie sind ein effektives Werkzeug bei der Erosionsarbeit desselben. Dagegen wird gerade in dieser Gegend der steinige Oberflächenkies vermisst, der so grosse Teile der übrigen Wüstenflächen der Gegend schützt.

Falls das Terminalbecken tektonischen Ursprungs ist, fordert die Flussablenkung und die Senkung des Basisniveaus keine besondere Erklärung. Im Falle das Becken durch Winderosion gebildet wurde, so sind die hydrographischen Verhältnisse von besonderem Interesse. Die Windschneidung kann nur während einer Periode geschehen sein, als die Gegend trockener als gewöhnlich war, während einer Zeit, als der Su-lo-ho nicht bis hierher reichte, und als das Grundwasserniveau wesentlich niedriger (wenigstens 12 Meter) als vorher lag. Die Periode möge provisorisch »Trockenperiode I?« benannt werden.<sup>1</sup> — Das Fragezeichen deswegen, weil es nicht bewiesen ist, dass das Endbecken des Su-lo-ho wirklich durch Winderosion angelegt wurde.

Falls der Su-lo-ho noch während der »B-Zeit« zur Lop-Senke floss und das Endbecken des jetzigen Su-lo-ho später durch Winderosion angelegt wurde, so bleibt zu erklären, warum der Fluss in dieses Becken abgelenkt wurde, welches kaum bis an den alten Flusslauf herangereicht zu haben scheint. Von dem Rande des neuen Beckens dürfte die »flächenhafte Abtragung« immer weiter zurückgegriffen haben und mit der Zeit eine vermutlich ganz unbedeutend niedrigere Wüstenfläche die ursprünglichen B-Fläche ersetzt haben, die schwach zu den neuausgeschnittenen Höhlen abfiel; oder eher zu lokalen strukturellen Denudationsbasen (resistente Schicht) am Rande der Höhlen.

## VI. Feuchtperiode I. C-Fläche.

Auf die (einigermaßen hypothetische) Trockenperiode I folgte eine Zeit, wo der Su-lo-ho bis an seinen jetzigen Unterlauf heranreichte, und

<sup>1</sup> Die Nummer I bezeichnet die erste Trockenperiode in der Geschichte des Su-lo-ho als beweislich selbständiger Fluss, unabhängig vom Lop Nor-System. Es wäre ja denkbar, dass auch der Übergang von der A- zur B-Fläche eine Trockenperiode (ältere) markierte, aber das A-Niveau ist so problematisch, dass es augenblicklich ausser Rechnung gelassen werden muss.

Betreffs der Wasserführung im untersten Su-lo-ho muss man daran denken, dass Veränderungen in diesem durch tektonische Störungen weiter oben im Flussystem bedingt werden können, und dass eine sogenannte Trockenperiode im Schlussbecken des Su-lo-ho nicht unbedingt eine wirkliche Klimaerscheinung zu sein braucht.

vielleicht zum erstenmal in sein neues Endbecken mündete.<sup>1</sup> Andere (kleinere) Gewässer, die primär ihr Wasser von den angrenzenden hohen Bergen im S erhielten, mündeten unabhängig vom Su-lo-ho in dieselbe Senke.

Der Su-lo-ho und andere Bäche schnitten in die B-Fläche ein und arbeiteten Flussebenen aus, die vielleicht durch Oberflächendenudation seitwärts erweitert wurden, und zwar 12—20 m unter der B-Fläche. Die auf diese Art angelegte neue Fläche wird C genannt. Ausbreitung und Höhenlage: siehe die Karte 1:200000. Die C-Fläche ist, wie die B-Fläche, an einigen Stellen sehr eben, an andern Stellen leicht uneben: schwache, »weiche« vertönende Hügel und Gruben mit einem Höhenunterschied von vielleicht höchst einigen Metern (die Partien, wo die Fläche durch »fremde«, spätere Erosion zerschnitten wurde, ist natürlich nicht mitgerechnet).

Auf 12—20 m unter der B-Fläche scheinen die Flüsse während der Feuchtperiode I auf ihr damaliges Basisniveau eingestellt gewesen zu sein (Gleichgewicht zwischen Erosion und Akkumulation; die Neigungsverhältnisse der verschiedenen Flächen müsste viel sorgfältiger untersucht werden). Die C-Fläche — gewiss bedeutend umgestaltet durch spätere Denudation — scheint schon in ihrer ersten Anlage eine Erosionfläche gewesen zu sein, die C-Terrasse wahrscheinlich eine Erosionsterrasse. Bei Toghrak Bulak scheinen Schichten von höheren Mesas — wahrscheinlich Reste von B — unter der C-Fläche fortzusetzen. Dieses ist die einzige Stelle, wo ein Zusammenhang der Schichten unter den B- und C-Flächen direkt beobachtet wurde. Man sollte am ehesten erwarten, dass wenn Material mit Flüssen und Bächen zu dem neuen Endbecken geführt würde, diese Sedimentation dort das Basisniveau so erhöhen würde, dass auf den auserodierten Flussebenen erneuter Absatz eintreten müsste. Dieses scheint nicht der Fall gewesen zu sein. Ein 1—2 m mächtiges Kiesbett, oft mit Blöcken, ist wahrscheinlich das einzige, was in gewissem Grade ein Produkt der ablagern- den Tätigkeit auf der C-Fläche sein könnte. Das Endbecken scheint im Verhältnis zur Sedimentation so geräumig gewesen zu sein, dass keine nennenswerte Erhöhung stattgefunden hat.

## VII. Trockenperiode II. Das Ausschneiden der grossen Windhöhlen.

Sehr gut dokumentiert ist die Trockenperiode, die auf die Feuchtperiode I und die Ausschneidung der C-Fläche folgte. Der Su-lo-ho reichte nicht mehr bis an sein Endbecken und die Grundwasserfläche in der Gegend

<sup>1</sup> Im Falle das Endbecken tektonisch angelegt ist, braucht es keine Trockenperiode I gegeben zu haben. Die »Feuchtperiode I«, mit ihren niedrigeren Wüstenflächen, kann eine direkte Fortsetzung der Periode sein, wo die B-Flächen gebildet wurden, nur dass das Basisniveau tektonisch gesenkt wurde und der Fluss vielleicht erst dann zum jetzigen Terminalbecken abgelenkt wurde.

des bisherigen Unterlaufes des Su-lo-ho sank bis auf mehr als 20 m unter die C-Fläche.<sup>1</sup>

Auf bedeutenden Gebieten wurde jetzt die erodierende Wirkung des Windes besonders effektiv. Dimensionierte Höhlen wurden ausgeschnitten, teilweise geschlossene, bei denen der hauptsächlichliche Erosions- und Transportfaktor kein anderer als der Wind gewesen sein kann, auch wenn zufällige Regenrinnsale in hohem Grade des Aussehen der Umrandung der Höhlen bestimmt haben. Es ist überraschend, unumstrittene windgeschnittene Höhlen auch an solchen Stellen zu finden, wo das Oberflächenmaterial aus steinigem Kies besteht, von vielleicht mehreren dm Mächtigkeit, welches jegliche Windwirkung anscheinend verhindern dürfte.

In vielen Fällen zeigt die Lage der Höhlen, wie der Windangriff zum Resultat führen konnte. Zahlreiche Höhlen liegen — resp. scheinen ursprünglich angelegt worden zu sein — am Grenzeinschnitt zwischen einer höheren und niedrigeren Wüstenfläche, z. B. B und C.

Im Terrasseneinschnitt liegen die feinen Sedimente ganz oder beinahe entblösst, und hier hat die Winderosion einen Angriffspunkt. Wahrscheinlich wird die Effektivität des Windes verstärkt durch Wirbelbildung, bedingt durch den Absatz in der Bodenfläche. Die Höhlen werden erweitert durch die gemeinsame Aktion des seltenen Regenwassers und des weit mehr beständigen Windes. Der Forttransport des Materiales und die weitere Vertiefung der Höhlen kann nur durch den Wind geschehen sein. Einige kleinere und oft flache Windhöhlen sind, Perlenketten gleich, längs den wahrscheinlich ursprünglich temporären Wasserrinnen angereicht, deren Ränder, mit ihren während der Trockenperiode entblössten Feinsedimenten, dieselbe Rolle gespielt haben, wie der Einschnitt zwischen 2 Terrassenniveaus.

Die C-Fläche hat in grosser Ausdehnung den Windangriffen widerstanden; siehe z. B. N von der Toghrak Bulak-Gegend, besonders 4 km NNE bis 5 km NE vom H 130, wo die Windhöhlen die B-Flächen zwar zerschnitten, jedoch die C-Flächen beinahe unberührt gelassen haben. Wahrscheinlich beruht dieses darauf, dass die C-Fläche gut geschützt war durch den Kies, den Flüsse und kleinere Bäche während der Feuchtperiode I abgelagerten. Dieses führt zu dem vorher ausgesprochenen Gedanken, dass die stehengebliebenen Plateaureste und Mesastriche der B-Fläche dank der

<sup>1</sup> Das Sinken der Grundwasserfläche braucht nicht nur das Resultat von Verdunstung zu sein. Es ist möglich, dass die Verlängerung der Lop-Senke (das Besh Toghrak-Tal) damals wie heute tiefer eingeschnitten war, als die Endstrecke des Su-lo-ho. Ein Grundwasserstrom vom Su-lo-ho-Gebiet durch die Sandlager und Linsen der »Plateausedimente« können einen grossen Teil des Grundwassers der Endgegend des Su-lo-ho abgeleitet haben (dessen Zuflüsse so stark vermindert waren). Auch während späterer Stadien, wo noch Wasser im Salzsee war, kann ein Teil des Wassers vom Su-lo-ho-Ende durch den Sand fortfiltriert worden sein. Vergl. dass der Su-lo-ho-See so viele schwerlösliche Salze enthält (z. B. Gips etc.), aber relativ wenige leichtlösliche, wie Kochsalz. Ist der Rest der Lösungen in den Sand eingedrungen?

Kiesbedeckung früherer Zeitabschnitte besonders resistente Flusswege markieren könnten, während die dazwischenliegenden, schlechter geschützten Gebiete den Angriffen des Windes zum Opfer fielen. Einige grobe Hauptzüge in den jetzigen Restflächen und Höhlen können somit ein invertiertes Relief bedeuten, wo die Flussbetten der B- und C-Flächen zwei bestimmt verschiedene Altersgenerationen ausmachen. Diese Betrachtungsweise ist betreffs der B-Fläche stark hypothetisch. Wenn überhaupt richtig, so ist diese Darstellung jedenfalls sehr schematisch. Im Feld sind die Verhältnisse keineswegs immer so klar und geordnet. Wind- und Wassererosion und Transport, sowie Bodenbewegungen in sowohl trockenem, wie nassem Zustande, haben hier und da eine sehr unregelmässige, hügelige und grubige Detailtopographie geschaffen, während an andern Stellen Mesakomplexe und Terrassenränder phantastisch ausgeschnittenes Steilrelief aufweisen. Das Detailwirrwarr ist doch begrenzt und hat die breiteren Hauptzüge nicht vernichtet.

Wahrscheinlich war auch die (etwas hypothetische) Trockenperiode I eine Periode von Windhöhlenschneidung, aber ich habe keine Möglichkeit gefunden, zu entscheiden, was diese zeitige Winderosion ausgerichtet hat, ausser dass sie vielleicht zuerst das jetzige Terminalbecken angelegt hat. Ihre jetzige Ausbreitung und ebenfalls ihre jetzige Tiefe — oder besser etwas grössere Tiefe als die heutige — haben die Windhöhlen sicher während der Trockenperiode II erhalten. Die Tiefschneidung wurde wahrscheinlich durch die damalige Grundwasserfläche begrenzt.

### VIII. Feuchtperiode II.

Die so markierte und für die Umbildung des Gebietes so bedeutungsvolle Trockenperiode II wurde abgelöst durch eine neue (wenigstens lokale) Feuchtperiode, während welcher der Fluss wieder bis an sein Terminalbecken reichte. Der Fluss passte sich so allmählich an sein neues, höheres Basisniveau an, das durch Windaushöhlung des Terminalbeckens gesenkt worden war. Es ist jedoch nicht ganz ausgeschlossen, dass das Endbecken durch relativ schwache Kippung gesenkt worden sein kann, trotzdem keine Spuren davon vorhanden sind. Die grosse Rolle und Effektivität der Windschneidung wird auf jeden Fall durch sichere Windhöhlen bestärkt.

Im Anfang hat der Fluss die Windhöhlen, auf die er auf seinem Wege zum Endbecken traf, gefüllt und in diesen temporären Tümpeln fand einige Sedimentation statt (vergl. z. B. den kontinuierlichen Übergang vom niederen zum hohen Terrassenniveau, unter dem Niveau der C-Fläche, längs des Flusses W vom Lager H 130). Nacheinander wurden die Plateaupartien zwischen den Höhlen durchschnitten — an wenigstens einer Stelle wurden Miniaturkanjons in den unverfestigten Plateausedimenten gebildet. Die Tümpel in den Höhlen wurden mehr und mehr vermindert, und wurden

schliesslich ganz abgezapft. Der Endsee, der am untersten Su-lo-ho nachblieb, war der eigentliche Schlusssee. Augenblicklich ist derselbe trocken, aber zur Zeit der Expedition STEINS (1915?) gab es dort Wasser.

Keine Strandlinien, die die Ausbreitung des Sees in späterer Zeit markieren, sind beobachtet worden. Durch die Verteilung der jüngsten Krustenflächen und Vegetationen erhält man den Eindruck, dass der See noch in später Zeit zeitweise eine etwas grössere Ausdehnung als zur Zeit der Expedition STEINS gehabt haben dürfte, dass jedoch die damalige Wasserfläche einigermassen die Grössenordnung des heutigen Sees angab.

Am Nordende des Beckens gibt es doch unterhalb eines wahrscheinlich durch Wellen geformten Erosionseinschnittes einige sehr schwach und schlecht ausgebildete kleine Wälle, welche alte Strandwälle gewesen sein müssen. Diese liegen  $3\frac{1}{2}$  m (Spiegelbestimmung) oberhalb des nächstgelegenen Krusten-Tales (und sicherlich noch einige m oberhalb des heutigen Seeniveaus). Dieses ist, soweit bisher beobachtet wurde, die einzige erhaltene Registrierung der Obergrenze eines alten, grösseren Seestadiums. Die Umgebungen des Sees eignen sich im allgemeinen garnicht für Aufbewahrung alter Strandlinien. Im Westen gehen die Dünen vielfach über das Gebiet des alten Sees hinaus, im Osten sind die äusserst flachen Feinsedimente der Flussmündungen teils vom Winde zerschnitten, teils zu Vegetationskegeln angehäuft (unter anderem Tamariskkegel).

Jedoch scheint der erwähnte Einschnitt und die schwach ausgeprägten Wälle nahe bei H 137 zu beweisen, dass der Endsee während eines frühen Abschnitts der Feuchtperiode II eine bedeutend grössere Ausdehnung gehabt hat, als während späterer Zeitabschnitte. Nach einem ziemlich weit zurückliegendem Hochwasserstadium (während der Feuchtperiode II) ist somit der See zu den unbedeutenden temporären Resten unserer Tage zusammengeschrumpft.

Während der Feuchtperiode II hat eine gewisse Ablagerung in den während der vorhergehenden Trockenperiode ausgeschnittenen Windhöhlen stattgefunden. Zum grössten Teil ist dieses dadurch geschehen, dass steigendes Grundwasser das windgetriebene Material, meist Feinsand, das in den Grund der Höhlen geweht war, zurückgehalten hat, und teils den Sand durch Inkrustierung fixierte: das Grundwasser verdunstet am Boden der Höhlen und Salze, meist Gips, bleiben nach als Krusten. Die Vegetation spielt auch eine Rolle als Sandbinder in den Höhlen.

An einigen Stellen längs des Su-lo-ho hat einige Akkumulation stattgefunden (und erneute Erosion) in dem tiefsten »Feuchtperiode II-Tale«. Hier und da gibt es kleine unbedeutende Akkumulationsterrassen, ganz unbedeutend oberhalb des jetzigen Flussniveaus, aber sie sind so unregelmässig wechselnd, dass sie wahrscheinlich nur lokal und zufällig bedingt sind.

### Zur Karte, Pl. IV.

Die beigelegte Karte 1 : 200000 wurde von dem ursprünglichen Massstab 1 : 100000 reduziert. Der englische Originaltext der Zeichenerklärung der Karte wurde beibehalten, um keinen Misverständnissen bei der Reproduktion Anlass zu geben. Auf der Karte sind teils die Marshrouten während des Untersuchungsganges, teils auch (im östlichen Teil) die Fixpunkte der Triangulation angegeben worden. Aus der Verteilung dieser und jener kann eine Vorstellung von dem Grade der Genauigkeit der Karte in ihren verschiedenen Teilen und der Angaben im Text erhalten werden. Für den östlichen Teil der Karte spielt als Fixpunkt das Lager 130 eine Rolle; er ist etwas östlich vom zentralen Teil der Karte zu finden.

Die Karte umfasst sowohl den Unterlauf und das Endbecken des Su-lo-ho, als auch die Senke von Besh Toghrak, die als äusserster Zipfel der Senke des Gross Lop Nor aufgefasst wird. Für die letztgenannte Senke und ihre nordöstlichen Ausläufer wird auf eine Karte hingewiesen, die einem Feldrapport beigelegt ist, der in der Zeitschrift »Geografiska Annaler» unter dem Titel »Lop Nor» druckgelegt wurde.

H. G. B.

*Gedruckt* 28/6 1932.



# SU-LO-HO TERMINAL REGION

COMPILED FROM ROUTE MAPS BY NILS G. HÖRNER AND PARKER C. CHEN (PACING) MAY-JUNE 1931  
EASTERN PART ADJUSTED TO TRIANGULATION BY PARKER C. CHEN.

