

142854

Prace
Towarzystwa Naukowego Warszawskiego.

III.—Wydział nauk matematycznych i przyrodniczych.

Travaux de la Société des Sciences de Varsovie.

III. Classe des sciences mathématiques et naturelles.

Nr 16.

JAN LEWIŃSKI.

Z MORFOLOGII I GEOLOGII STEPÓW CZARNOMORSKICH.

Zur Morphologie und Geologie der Steppen des Schwarzen Meeres.

Wydane z zapomogi Kasy pomocy dla osób, pracujących na polu naukowym
imienia Dr. Med. Józefa Mianowskiego.



WARSZAWA.

NAKŁADEM TOWARZYSTWA NAUKOWEGO WARSZAWSKIEGO.

Skład główny w księgarni E. WENDE i S-ka (T. Hiż i A. Turkuł).

1916.

Dodatek do „Sprawozdań z posiedzeń” T. N. W.

Travaux
de la
SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE VARSOVIE.
III. — Classe des sciences mathématiques et naturelles.
№ 16. — 1916.

Jan Lewiński: Zur Morphologie und Geologie der Steppen
des Schwarzen Meeres.

Druk. i Lit. JANA COTTY w Warszawie, Kapucyńska 7.

Prace
Towarzystwa Naukowego Warszawskiego.

III.—Wydział nauk matematycznych i przyrodniczych.

Travaux de la Société des Sciences de Varsovie.

III. Classe des sciences mathématiques et naturelles.

Nr 16.

JAN LEWIŃSKI.

Z MORFOLOGII I GEOLOGII STEPÓW CZARNOMORSKICH.

Zur Morphologie und Geologie der Steppen des Schwarzen Meeres.

Wydane z zapomogi Kasy pomocy dla osób, pracujących na polu naukowym imienia Dr. Med. Józefa Mianowskiego.



WARSZAWA.

NAKŁADEM TOWARZYSTWA NAUKOWEGO WARSZAWSKIEGO.

Skład główny w księgarni E. WENDE i S-ka (T. Hiż i A. Turkuł).

1916.

Dodatek do „Sprawozdań z posiedzeń” T. N. W.

CBGIOŚ, ul. Twarda 51/55



Wa5122534

<http://rcin.ug.edu.pl>



142.854

W roku 1914 zostałem przez Ziemstwo Gubernialne Chersońskie zaproszony do udziału w pracach zorganizowanej przez nie Ekspedycji Hydrologicznej; w początkach czerwca t. r. rozpocząłem badania we wschodniej części gub. Chersońskiej, ograniczonej przez rzeki Wisuń i Inhulec z zachodu, a Dniepr ze wschodu. Obszar ten był już poprzednio wielokrotnie badany, że wymienię z prac główniejszych: Hommaire de Hell'a¹⁾, Barbot'a de Marny²⁾, przedewszystkiem zaś Sokołowa³⁾. Zwłaszcza liczne badania odnoszą się do okolic Krzywego Rogu ze względu na ich rudonośność⁴⁾; obszar ten stanowi jednak tylko drobną i bardzo odrębną cząstkę całego badanego przeze mnie terytorium.

Poszukiwania badaczy dawniejszych wyjaśniły z gruba prostą zresztą budowę geologiczną obszaru, a nawet Sokołow w pracy swej o pochodzeniu limanów⁵⁾ poruszył i sprawy morfologiczne, rzecz prosta, zapatrując się na nie z zupełnie dziś przestarzałego punktu widzenia. Zadaniem więc mojem było wniknięcie w drobne szczegóły znanej w zarysie stratygrafii tego obszaru, zwracając zwłaszcza baczną uwagę na wszelkie choćby

¹⁾ Hommaire de Hell: Les steppes de la mer Caspienne. 1844. T. III, str. 419—496.

²⁾ Barbot de Marny: Geologiczeskij oczerk Chersonskoj Gubernii. S. Petersburg 1869.

³⁾ Sokołow N.: Obszczaja geologiczeskaja karta Rossii. List 48. Melitopol. Trudy Geol. Komit. 1889. T. IX, N. 1.

Sokołow N.: Gidrogeologiczeskija izsledowanja w Chersonskoj gubernii. Trudy Geolog. Komit. 1896. T. XIV, N. 2.

⁴⁾ F a s A.: Materiały po geologii trieticznych otłożenij Kriworożskahoj rajona. Trudy Geol. Komit. 1904. N. S. 10. Tamże całkowita literatura.

⁵⁾ Sokołow N.: O proischożdeniji limanow jużnoj Rossii. Trudy Geol. Komit. 1895. T. X. N. 4.

drobne zmiany oblicza¹⁾ osadów, a zarazem zastosowanie społecznych metod morfologicznych do rozwikłania najmłodszych stadyów jego historii. Poszukiwania te były niezwykle utrudnione skutkiem braku mapy hypsometrycznej, i tylko dzięki niezwykle prostym warunkom zarówno struktury jak morfologii terenu, udało się ten szkopał choćby częściowo ominąć. Badania moje zostały przedwcześnie przerwane przez wojnę, gdyż już w połowie sierpnia 1914 musiałem zjechać z pola wobec podejrzliwości i wrogiego nastroju chłopów, a zamierzone na r. 1915 badania już wcale do skutku nie doszły. Zbiory fotograficzne pozostały w Odessie i nie mogły być zużytkowane. Podaję niniejszem rezultaty moich poszukiwań w r. 1914 zastrzegając się, że późniejsze poszukiwania, zamierzone na r. 1915 i 1916 miały dopełnić i rozszerzyć zebrane przedwstępnie dane.

W całym terytorium odsłonięcia występują tylko w głęboko wciętych dolinach rzecznych, Dniepr więc i Inhulec stanowią dwa główne, południkowe przekroje przez cały teren.

¹⁾ Wyraz „facies“ proponowałbym zastąpić wyrazem „oblicza“.

RYS MORFOLOGICZNY.

Ukształtowanie powierzchni wschodniej części gub. Chersońskiej nosi cechy charakterystyczne młodości morfologicznej. Jest to równina, zlekka pochylona na południe, tak, iż jej krawędź północna wznosi się do 100—110 *m* nad poziomem morza, wówczas gdy na południu, przy ujściu Inhulca do limanu Dnieprowego poziom stepu sięga zaledwie 20—30 *m* nad poz. morza. Prócz tego ogólnego nachylenia powierzchnia stepu jest dziwnie jednostajna, a urozmaicają ją jedynie doliny rzeczne i odgałęziające się od nich bałki. Doliny te są na południu płytkie, mają tylko 20—25 *m*. głębokości, natomiast na północy dno ich leży na 60—80 *m*. poniżej poziomu otaczającego stepu. Wynika to stąd, że pochylenie powierzchni stepu jest większe, niż spadek przecinających go rzek.

Charakter morfologiczny stepów wschodniej części gubernii Chersońskiej staje się zrozumiałym dopiero na tle poglądu ogólnego na cały obszar stepów Czarnomorskich. Poczynając od południowego stoku pasma krystalicznego w granicach powiatów Bałckiego, Jelizawietgradzkiego i Aleksandrowskiego aż do samego brzegu morza Czarnego step stanowi równinę słabo ku południowi nachyloną, porżniętą przez szereg głęboko wciętych dolin rzecznych, należących zarówno do wielkich rzek, które z trudem torują sobie drogę poprzez pasmo krystaliczne, mianowicie dolin Dniestru, Bohu i Dniepru, jako też do niewielkich strumieni, które biorą swój początek na południowym zboczu pasma krystalicznego. Wszystkie te doliny zbiegają się wachlarzowato do zatoki Odeskiej, tak iż rzeki, położone pośrodku między Dniestrem a Dnieprem płyną ściśle w kierunku południkowym, wówczas gdy Dniestr odchyła się ku wschodowi, zaś Dniepr ku zachodowi. Kierunek biegu rzek odpowiada ukształtowaniu po-

wierzchni stepu, która wznosi się nieco zarówno ku zachodowi, jak ku wschodowi, natomiast w części środkowej znajdują się najniższe punkty poziomu. Morfologiczny charakter całego obszaru jest przeto zupełnie jasny: jest to typowa równina nadbrzeżna (coastal plain Davis'a) porżnięta przez szereg konsekwentnych dolin rzecznych, których układ wachlarzowaty został przez to wywołany, iż pośrodku między Dniestrem a Dnieprem przechodzi linia maksymalnej depresji o kierunku południkowym. Wpływ tej depresji uwydatnia się również w obecnym ukształtowaniu brzegów zatoki Odeskiej, które cofają się najdalej na północ właśnie na jej osi.

Wogóle zaś cały obszar stepów Chersońskich, Krymskich i północnego podgórze Kaukazu uważać należy jako płytką geosynklinę, wypełnioną przez utwory młodsze i położoną wzdłuż północnego zbocza gór Krymskich, Kaukaskich i nieistniejących obecnie ich połączeń. W tej geosynklinali o przebiegu równoleżnikowym występują poprzeczne, południkowe elewacje i depresje. Jedna z tych depresji, o której już wspominaliśmy, wywołuje wachlarzowaty układ rzek na stepach Chersońskich i warunkuje pojawienie się zatoki Odeskiej, daleko wysuwającej się na północ. Elewacji odpowiada wysoka część stepów Taurydzkich nad rzeką Mołoczna, na północ od głównych wyniosłości pasma Krymskiego. Morze Azowskie odpowiada znowuż wielkiej depresji transwersalnej. Południkowemu kierunkowi tych depresji poprzecznych odpowiada kierunek owych pasm ze skał krystalicznych, które, jak pasmo Krzyworośkie, wysuwają się daleko na południe, poza granicę pasma krystalicznego południowo-rosyjskiego.

Ten charakter ogólny morfologii stepów Chersońskich wyjaśnia odrazu wiek i pochodzenie dolin rzecznych. Wszystkie one są, jakżeśmy zaznaczyli, konsekwentne, dążą za spadkiem powierzchni pierwotnej i powstały oczywiście bezpośrednio po cofnięciu się morza na południe, a więc w czasie popontyckim; porżnęły one wynurzającą się z pod fal morza równinę przybrzeżną i wydłużały się, podążając za cofającym się morzem. Nadzwyczaj prosta budowa geologiczna obszaru, prawie poziome uławicenie warstw i brak jakichkolwiek poważniejszych zaburzeń tektonicznych powodują, iż na bardzo znacznych obszarach są rozprzestrzenione jedne i te same utwory; skutkiem

tego, iż na całej prawie powierzchni występują skały jednakowej twardości, rzeki zachowały swój bieg prawie prosty i nie mogły wytworzyć dolin subsekwentnych.

W ten sposób zasadnicze rysy ukształtowania powierzchni stepów Chersońskich są już bardzo stare, gdyż powstały one jeszcze w pliocenie, wówczas gdy charakter krajobrazu, z wązkami, głęboko wciętemi dolinami i z bardzo rozległymi poziomymi działami wodnymi posiada wyraźne cechy młodości. Kilka przyczyn złożyć się mogło na wytworzenie tej pozornej sprzeczności, a mianowicie: albo erozyja odbywa się w warunkach, umożliwiających zachowanie form młodocianych w ciągu długiego okresu czasu, albo sieć wodna wprawdzie wytworzona została w czasach bardzo odległych, lecz formy współczesne są niedawnego pochodzenia i świadczą o odmłodzeniu krajobrazu. Zdaje się, że obie te przyczyny wpłynęły na ukształtowanie powierzchni stepów Chersońskich. Istotnie erozyja odbywa się tu w warunkach, znacznie osłabiających jej działanie. Z jednej strony skutkiem małej ilości opadów atmosferycznych przeważnie w postaci silnych lecz krótkich ulew stare formy krajobrazowe mogą się dobrze przechowywać, gdyż powierzchniowa erozyja wód deszczowych jest słaba, koncentruje się w kierunku linearnym na dnie bałek, wytwarza nowe parowy, lecz nie wykonywa tej stałej choć powolnej pracy, która w klimatach wilgotnych doprowadza szybko do zminniejszenia urwistości brzegów i nadaje krajobrazowi zaokrąglone kształty dojrzałości. Z drugiej strony skały, które pokrywają większą część stepów Chersońskich, nie łatwo ulegają erozyji wód powierzchniowych. Łatwo przepuszczalny loess wogóle daje formy typu młodocianego: wapienie, z których składa się główna część utworów trzeciorzędowych, z wielką łatwością zachowują formy urwiste. Tylko gliny czerwono-brunatne stosunkowo łatwo ulegają gradacyi, lecz są one poniekąd osłonięte przed wpływem wód atmosferycznych przez pokrywającą je masę loessu. W północno-zachodniej części stepów Chersońszczyzny, gdzie zbocza dolin składają się z warstw piaszczystych i gliniastych Sarmatu i oblicza (facyi) Bałckiego, formy krajobrazowe posiadają cechy nierównie większej dojrzałości skutkiem szybszej gradacyi zboczy doliny.

Zarówno warunki klimatyczne jak budowa geologiczna sprzyjają tedy zachowaniu form młodocianych w ciągu bardzo długich

okresów. Istnieje jednak szereg faktów, które wskazują na to, że wytworzenie obecnego ukształtowania powierzchni stepów Chersońskich odbyło się w ciągu kilku odrębnych cykli erozyjnych, których ślady, mniej lub bardziej wyraźne mogą być wykryte w granicach zbadanego przezemnie obszaru.

Niewiele danych w tym kierunku dostarcza szeroka, potężna dolina Dniepru, choć już Sokółow (l. c.) zaznacza brak pontu na niektórych odcinkach jej zachodniego brzegu, lecz w dolinie Inhulca fakty morfologiczne, wykazujące kolejne fazy różnych cykli erozyjnych są bardzo wyraźne. Gdy staniemy na szczycie zbocza północnego bałki Hruszewatej (na poł. od Krzywego Rogu) i zwrócimy oczy ku południowi, to rys zasadniczy charakteru otaczającego krajobrazu stanowić będzie zupełnie na oko pozioma linia powierzchni stepu, zrzadka tylko przerwana przez wyniosłości kurhanów, i wznosząca się średnio do 95 m. n. poz. morza. O 30 do 35 m. poniżej tej linii, zaznaczającej prawie poziomą powierzchnię stepu, leży taras szeroki, 2—3 km miejscami mierzący, zwłaszcza dobrze wykształcony na wschodnim brzegu doliny Inhulca. Tu powierzchnia stepu schodzi do powierzchni tarasu wyraźnym urwiskiem. Zachodni brzeg doliny Inhulca wznosi się do tej samej wysokości, lecz bez wyraźnego urwiska stopniowo z nieznacznym pochyleniem przechodzi w powierzchnię wyżej położonego stepu. Na powierzchni tarasu koło Hruszewatej pod cienką warstwą utworów popontyckich odstaniają się utwory sarmackie, wówczas gdy wapień pontycki pojawia się w kilku miejscach u podstawy urwiska, wznoszącego się nad tym tarasem, i złożonego z tychże utworów popontyckich. Wprawdzie ten stary taras rzeczny nie wszędzie jest równie wyraźnie morfologicznie wykształcony, przeważnie świadczy o jego istnieniu (również nad Dnieprem) bezpośrednie naleganie glin czerwono-brunatnych na pont, a zwłaszcza ku południowi coraz trudniej ustalić jego istnienie, niemniej świadczy on stanowczo o tem, że obecna dolina Inhulca została zapoczątkowana przy znacznie wyższym poziomie erozyjnym. Szerokość doliny, w której zostały zmyte utwory pontyckie, dowodzi znacznej długotrwałości tej fazy erozyjnej.

W opisany powyżej taras na 25 do 30 m. wcina się dolina Inhulca, stanowiąca przykład klasyczny meandrów wgłębionych (méandres encaissés). Dolina obecna Inhulca jak wąż wiję się po

dnie tarasu, wykazując skrzyty o promieniu 500 do 750 *m.* Zbocza, jak zwykle w dolinach z wgłębionemi meandrami są łagodne na częściach wypukłych, strome na wklęsłych, co być może należy przypisać zsuwaniu się meandrów podczas ich pogłębiania.

Meandrowanie doliny Inhulca jest bardzo dobrze wyrażone na całym jej przeciągu, jak zresztą i u wszystkich dolin Chersońszczyzny.

Dno doliny Inhulca stanowi znowu charakterystyczny taras zupełnie poziomy (II), wznoszący się nad poziomem rzeki koło wsi Szyrokoje na 8 do 10 *m.*; taras ten jest zupełnie płaski i stanowi typowy taras akumulacyjny, składając się jedynie z drobnoziarnistych napływów rzecznych. W dno tego tarasu jest o 4 do 5 *m.* wcięta dolina na 50 do 100 *m.* szeroka, nie wszędzie dobrze wykształcona. Stanowi ona wąski taras (III) obrzeżający koryto rzeki, nad której poziomem wznosi się on również o 4 do 5 *m.*

W dół biegu Inhulca wysokość tarasu II ulega zmniejszeniu, tak iż w pobliżu ujścia Wisuni wznosi się on tylko niewiele ponad poziom rzeki, a poczynając od Bobrowego Kuta zanika zupełnie pod wodą; tu zaczyna się liman Inhulca.

Analogi tarasu II znajdują się również nad Dnieprem, lecz tam są one bardzo rzadkie, gdyż uległy zniszczeniu skutkiem działalności tej rzeki potężnej, obfitej w wodę i zmieniającej często kierunek swego koryta. Pierwsze ślady tego tarasu odnalazłem koło Sabłukowki, gdzie nad poziomem Dniepru na przestrzeni koło 1 *km* wznosi się taras na 5 do 6 *m.* Taras ten zaczyna się koło końca Kaczkarowki, a przy Sabłukowce dochodzi do 250 *m.* szerokości. Część tarasu położona bezpośrednio u podnóża starego brzegu doliny jest pokryta przez grubą warstwę deluwium, którą bardzo łatwo odróżnić od osadów samego tarasu po tem, że zawiera ona liczne i nieobtoczone kawałki wapienia, taras zaś składa się z drobnoziarnistego osadu piaszczysto-gliniastego z nielicznymi i zawsze otoczonymi kawałkami wapienia.

Ku południowi od tego miejsca nie znalazłem na zachodnim brzegu Dniepru śladów tarasu, gdyż został on zniszczony przez rzekę, a prócz tego zniknął by tam pod poziomem rzeki, wobec większego nachylenia powierzchni tarasu niż poziomu rzeki. Fakt, że koło Wielkiej Znamienki, nieco na południe od

Kaczkarowki, taras wznosi się na wschodnim brzegu Dniepru już już tylko na 3 do 4 m. potwierdza zanurzenie się tarasu II pod fale rzeki. W utworach tarasowych znalazłem tylko szczątki *Unio*, tak iż wiek ich może być określony tylko domniemanie; prawdopodobnie odpowiadają one utworom tarasowym z *Cyclas rivicola*, rozwiniętym w zachodniej części Chersońszczyzny.

Dane powyższe pozwalają wyciągnąć następujące wnioski, tyżące się wytworzenia obecnego ukształtowania powierzchni stepów Chersońskich: po cofnięciu się morza pontyckiego na równinie przybrzeżnej, zlekka nachylonej ku południowi i ku centralnej depresji południkowej rozwija się szereg rzek konsekwentnych, skierowanych wachlarzowato do najniższej części całego obszaru. Te rzeki, które biorą początek na północ od pasma krystalicznego, jak Boh, Dniepr, po części Inhulec, wykształcają sobie rozleglejsze doliny.

Rzeki wytwarzają doliny szerokie, lecz niegłębokie, po dnie których koryto rzeki opisuje meandry o znacznym promieniu. Poziom morza leży w tym czasie bardzo wysoko, spadek rzek jest nieznaczny; przybierają one skutkiem tego cechy dojrzałości—może nawet zgrzybienia. Do tej fazy odnosi się dolina, wykryta nad Inhulcem i ślady rozmywania pontu nad Dnieprem; zarówno jedne jak drugie powstały przed osadzeniem się glin czerwono-brunatnych i loessu.

Następną fazę stanowi znaczne odmłodzenie, które wywołało głębokie wcięcie się rzek, przyczem meandry ich zachowały się; w rezultacie pozostały głębokie doliny młodociane z wgłębionymi meandrami. Podczas tej fazy podstawa erozyi leży znacznie niżej niż obecnie; w tym czasie powstają te głębokie doliny, których dolne części są obecnie zalane i tworzą limany.

Następna faza zaznacza się powstaniem tarasu akumulatywnego nad Inhulcem i Dnieprem; taras ten powstał przy wyższym od obecnego położeniu podstawy erozyjnej. Wreszcie rzeki obecne powstały podczas nowej fazy erozyjnej, odpowiadającej nowemu położeniu podstawy erozyjnej, nieco niższemu niż w czasie tworzenia się tarasu akumulatywnego.

Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że między fazą II, której odpowiada taras akumulatywny, a stanem obecnym zaszły poważne zmiany w odwodnieniu. Gdyby mianowicie od czasu osadzenia się tarasu akumulatywnego do chwili dzisiejszej zaszło

tylko względne obniżenie się poziomu erozyjnego, to rzecz naturalna, taras ten towarzyszyłby obecnym dolinom do samego ich ujścia a wysokość jego wzrastałaby w dół rzek; w rzeczywistości taras akumulacyjny wzdłuż biegu rzek wciąż się obniża i wreszcie zapada poniżej ich poziomu, ustępując miejsca limanom; spadek powierzchni tarasu jest większy, niż spadek dna wciętych wań dolin.

Taki stan nie mógł zostać wytworzony jedynie skutkiem zmiany względnego położenia podstawy erozyi, wywołanej czy to przez podnoszenie się poziomu morza, czy to przez równomierne opuszczanie się lądu; faktem odpowiada tylko przypuszczenie nierównomiernego ruchu lądu, a mianowicie, silniejsze opuszczanie się lądu na południu, na brzegu morza, niż na północy, gdzie możliwy jest nawet ruch odwrotny — podnoszenie się lądu.

Tylko w ten sposób wyjaśnić możemy występowanie odmłodzenia, a więc obniżenia poziomu erozyjnego w górnym biegu rzek, gdzie współczesne doliny wcięły się w taras akumulacyjny i gdzie stopniowo z biegiem rzek zmniejsza się głębokość wcięcia i wysokość tarasu i jednocześnie występowanie w dolnym biegu tychże rzek dowodów, świadczących o podniesieniu się podstawy erozyi, a mianowicie, znikanie tarasu pod powierzchnią wody i wytworzenie się limanów, zajmujących całą szerokość doliny.

Oznaczenie wieku wszystkich zjawisk, któreśmy powyżej zaznaczyli, jest bardzo trudne, przynajmniej na podstawie tych danych, jakie się znajdują w granicach terytorium zbadanego przezemnie. Z bardzo znacznym prawdopodobieństwem odnieść możemy do okresu Kujalnickiego czas powstawania szerokich dojrzałych dolin rzecznych (I), które wcięły się niegłęboko w utwory pontyckie, a miejscami i w sarmackie. Utwory Kujalnickie są to osady rzeki, która wcięła się właśnie do tego poziomu, a charakter ich fauny, złożonej według Sincowa „przeważnie z mieszkańców wód słodkich, stojących lub płynących bardzo powoli“, odpowiada temu wyobrażeniu o rzekach tej fazy, któreśmy sobie na podstawie danych morfologicznych wytworzyli. Rzeki te płynęły wolno w szerokich dolinach, tworzyły silne i liczne zakola a niewątpliwie i łachy. Okres pustylny, o którym poniżej, nastąpił *po* wytworzeniu się tych dolin.

Po okresie pustynnym nastąpiło osadzanie się glin czerwono-

no-brunatnych, i być może, że okres ich powstawania zbiega się z odmłodzeniem drugiej fazy, które wywołało znaczne wcięcie meandrujących rzek. Oznaczenie wieku zjawisk późniejszych napotyka na niezwykle trudności wobec niemożności synchronizowania ich na podstawie istniejących danych ze zjawiskami okresu lodowcowego.

Zdołaliśmy ustalić przyczynę tylko jednej fazy, mianowicie IV, polegającej na ponownym odmłodzeniu w górnym biegu rzek i jednoczesnym zalaniu dolnego ich biegu i utworzeniu limanów; przyczyną tego jest nierównomierny ruch lądu, opuszczającego się na południu. Czy przyczyn poprzednich zmian poziomu erozyjnego doszukiwać się należy w wahaniach poziomu morza, czy też w ruchach epeirogenicznym — niepodobna dótychczas orzec. Jeśli mamy do czynienia z morzem otwartym i z krótkimi okresami czasu, to nie należy liczyć się ze zmianami poziomu morza, a należy brać pod rozwagę jedynie ruchy epeirogeniczne lądu, lecz w morzu zamkniętym, jakim było morze Czarne w okresie popontyckim, wahania poziomu są zupełnie możliwe. Kwestya ta może być rozstrzygnięta jedynie na brzegu samego morza Czarnego, gdzie musiałyby istnieć wszędzie tarasy brzegowe, równoległe do obecnego poziomu morza w razie, jeżeli zmiany położenia podstawy erozyjnej rzek Chersońszczyzny były wywołane jedynie przez wahania poziomu morza.

RYS GEOLOGICZNY.

Budowa geologiczna całego pobraża morza Czarnego jest nadzwyczaj prosta; jest ono złożone z utworów trzeciorzędowych, ułożonych nadzwyczaj prawidłowo i zlekka pochyłonych ku południowi, do otwartego morza. Ku północy utwory te stają się coraz cieńsze, wreszcie przypierają do południowej krawędzi granitowej płyty podolsko-ukraińskiej, a częściowo, mianowicie najwyższe ich piętra, wkraczają na powierzchnię płyty. Utwory trzeciorzędowe są pokryte przez potężną masę utworów nie zawierających skamielin, a mianowicie glin czerwono-brunatnych zagadkowego wieku i pochodzenia, wreszcie całą seryę wieńczone grubą warstwą loessu. Z gruba budowa powyższa jest znana od dawna, wobec czego w pracy obecnej podaję tylko nowe dane, dotyczące się szczegółów wykształcenia lub sposobu powstawania tych utworów w granicach obszaru, przemennie zbadanego.

Skąły krystaliczne.

Skąły krystaliczne pojawiają się tylko na północnej krawędzi zbadanego przemennie obszaru. Są to z jednej strony wychodnie pasma Krzyworooskiego, w kierunku południkowym wzdłuż Inhulca rozmieszczone, z drugiej zaś odsłonięcia gnejsogranitów na skrajnym wschodzie, koło wsi Marjinskoje na prawym brzegu doliny Dnieprowej. Gdy jednak Krzyworooskie występowania skąły krystalicznych stanowią wązki grzbiet, w którym skąły te wznoszą się znacznie powyżej poziomu morza, lecz szybko zapadają w głąb zarówno ku zachodowi jak i ku wschodowi, spadając niebawem poniżej poziomu morza, to odsłonięcia koło wsi Marjinskoje nie wznoszą się wprawdzie do tegoż poziomu, zalegają natomiast na dość znacznej przestrzeni mniej więcej na jednym i tym samym poziomie; skutkiem

tego we wszystkich dostatecznie głębokich bałkach pojawiają się na dnie skały krystaliczne.

Skały krystaliczne odsłaniają się mianowicie na dość znacznej przestrzeni w bałce Bierzniehowatej na zachód i na wschód od wsi Nicolaithal. W dolnym biegu tej bałki, wzdłuż wsi Marjinskoje niema nigdzie odsłoneń skał krystalicznych, choć bałki są tu rzecz prosta pogłębione najbardziej; oczywiście skały krystaliczne zanurzają się tu jeszcze głębiej. We wschodniej wszakże odnodze bałki powyższej, koło wsi Nicolaithal zabagnienie porośniętej trzciną dolinki wskazuje na obecność skał nieprzepuszczalnych na niewielkiej głębokości; istotnie tuż ku wschodowi za wsią nad strumykiem tu i owdzie odsłaniają się zaokrąglone buły czerwonego gnejsu-granitu. Skała ta pojawia się następnie w kilku punktach w dolnym biegu bałki Szyrokiej, która wpada do bałki Bierzniehowatej tuż na wschód od w. Nicolaithal. Pojawiają się tu na zboczach zrzadka bulaste skały gnejsu-granitu, powyżej których wytryskują liczne drobne źródła, zabagniające dolną część zboczy.

Znaczniejsze odsłoneńca skał krystalicznych znajdują się w zachodniej, głównej odnodze bałki Bierzniehowatej. Tu i owdzie na dnie bałki z pod grubej warstwy żwiru odsłaniają się zaokrąglone kształty brył gnejsu-granitu, który pojawia się również u podstawy zboczy, podścielając bezpośrednio utwory sarmackie. Powierzchnia gnejsu-granitu zasługuje na szczególną uwagę: liczne szczeliny rozbijające go na poszczególne bloki są znacznie rozszerzone, powierzchnia bloków jest wygładzona i zaokrąglona, tu i owdzie leżą luźne otoczaki z tej samej skały, niekiedy włoczone w jej szczeliny. Gnejsu-granit jest zlekka zwietrzały i z powierzchni szarawy, lecz już na głębokości 3—4 *cm* skała jest zupełnie świeża. Bezpośrednio na granicie leżą morskie utwory sarmackie, mianowicie gliny ze skamieniałościami, lub warstwy pokruszonych muszli. Wszystko to wskazuje niewątpliwie, iż powierzchnia skał została tu obrobiona przez kpiel morską, która wygładziła powierzchnię, zaokrągliła kształty i rozszerzyła szczeliny; przy dodatnim ruchu linii brzegowej zaczęły się zaś osadzać na plaży warstwy pokruszonych muszli. Z tej to przyczyny gnejsu-granity posiadają tylko bardzo cienką korę zwietrzałą: skałę zwietrzałą zmywa natychmiast uderzenie fal i powierzchnia skał zostaje zawsze świeża, wietrzenie przeto

zacząć się mogło dopiero po pokryciu granitu przez osady morza sarmackiego.

Obecność skał krystalicznych w bałce Bierezniewowatej wywołuje pojawienie się licznych drobnych źródeł na linii ich zetknięcia ze skałami osadowymi.

Paleogen.

Utwory paleogeniczne posiadają bardzo nieznaczną doniosłość. Odślonięte są one tylko w okolicach Krzywego Rogu, gdzie zostały one szczegółowo zbadane i opisane przez Faass'a (l. c.), obecność zaś ich na południu została ustalona przez Sokołowa w wierceniach w Kopaniach, gdzie pod warstwami ze *Spaniodon*, zalegającymi na głębokości od 97—152 *m* pojawiają się piaski kwarcowe, poczęści zaś glaukonitowe, dochodzące do głębokości 210 *m*. Piaski te zaliczyć należy do oligocenu, pod nimi zaś leżą błękitno-szare margle z otwornicami, które Sokołow zalicza przypuszczalnie do eocenu. W okolicach Krzywego Rogu zostały również wykryte utwory przedoligocenijskie, podścielające oligocen typowy w głębokich wierceniach Jamczyckiej szkoły rolniczej, w kopalni Dobrowolskiego i w kilku innych miejscach.

Oligocen okolic Krzywego Rogu jest reprezentowany przez nieprawidłowo zalegającą seryę osadów rozmaitych, przypierających do pasma krystalicznego. Charakter petrograficzny oligocenu krzyworskiego jest bardzo zmienny: już to, jak w kopalni Kamienkowicza koło Nikoło-Kozielska, składa się on z zielonkawych glin, zawierających bardzo liczne drobne otoczaki z rudy żelaznej, kwarcu i t. d.: gliny te w dolnej części obfitują w ostrzygi i igły jeżowców; rzadsze są zęby rekinów. Gdzieindziej utwory oligocenijskie są rozwinięte w postaci bardziej drobno-pyłkowatej skały gliniasto-marglowatej, zawierającej miast ostrzygi drobne i cienkoskorupowe małże.

Dobrze są rozwinięte utwory tego typu również w opisanym przez Faass'a odślonięciu koło wsi Szyrokoje; dobry przykład stanowi również odślonięcie koło Nowosetówki, gdzie pojawiają się na 4 do 5 *m*. grube błękitno-szare gliny paleogeniczne. Ku górze gliny stają się nieco margliste i w górnej części zawierają dość liczne drobne małże (*Cardita*, *Crassatella*) u samej góry zaś zjawiają się przewarstewki zbitego białego marglu. Na

glinach tych zalega bezpośrednio dwumetrowa warstwa piasku, który zaczyna już seryę utworów sarmackich.

Wobec ubóstwa zebranej fauny niepodobna dotychczas stwierdzić, czy mamy tu do czynienia z różnymi poziomami paleogenu, czy też różnice petrograficzne zależą tylko od różnic oblicza osadów, tak, iż gdy osady grubsze powstawały w pobliżu linii brzegowej, w bezpośrednim zetknięciu ze skałami krystalicznymi, to jednocześnie dalej od brzegu osadzały się utwory gliniasto-marglowate zawierające małże o cienkiej skorupie.

Sarmat.

Utwory sarmackie są rozprzestrzenione na całym obszarze zbadanym przezemnie i pojawiają się we wszystkich znaczniejszych odsłonięciach, wyjąwszy najbardziej południową część terenu, gdzie górna granica sarmatu obniża się prawie do poziomu Dniepru, a wreszcie ginie pod jego wodami.

Sarmat został podzielony na trzy piętra, mianowicie na piętro dolne z *Ervillia podolica*, środkowe z *Mactra Fabreana* i *Cardium Fittoni* (warstwy z *Nubecularia Sincowa*), i górne z charakterystycznymi małymi maktrami (*Mactra Caspia* i *Mactra bulgarica*); podział powyższy we wschodniej części gub. Chersońskiej nie został jednak dotychczas konsekwentnie przeprowadzony. Zarazem utwory sarmackie wykazują dość znaczną różnaitość składu petrograficznego. W głównej masie składają się one z wapieni, już to zbitych, już muszlowcowych, już ikrowcowych; wapienie bywają zastąpione przez margle, bardzo często spotykają się podrzędne warstewki glin zielonych. Znacznie rzadsze są piaski muszlowe z potłuczonych i poobcieranych muszli, i piaski kwarcowe, związane z pewnymi lokalnymi zmianami oblicza. Spotykają się również warstwy zawierające otoczaki, niekiedy tworzące istotne zlepieńce, lub też warstwy z wyraźnem przekątnem uławiczeniem. Niektóre poziomy z otoczakami odznaczają się znaczną stałością i zostały stwierdzone na bardzo znacznych obszarach. Te drobne, lecz stałe różnice petrograficzne posiadają wielką doniosłość praktyczną, gdyż niejednokrotnie tworzą one poziomy wodonośne; są one zarazem bardzo ważne z punktu widzenia czysto geologicznego, pozwalając wnikać głębiej w życie morza sarmackiego.

Utworki sarmatu dolnego, „piętra ervilliowego“ były znane dotychczas tylko w okręgu krzyworoskim, gdzie wykrył je Faass koło Nikoło-Kozielska, mianowicie w kopalni Kamieńkowicza, gdzie fauna tego wieku zalega w dolnej części piasków i w ilastych warstewkach, pokrywających bezpośrednio oligocen, i w odsłonięciu na brzegu Inhulca koło wsi Szyrokoje, gdzie do tegoż poziomu zaliczyć należy część piasków, zalegających na marglach oligocenijskich.

Z temi utworami jest ściśle związana gruba serya piasków białych, żółtawych, niekiedy żelazistych lub zielonkawych, nie zawierających skamieniałości; piaski te zalegają już to na nieprawidłowej, rozmytej powierzchni oligocenu, już to bezpośrednio na łupkach krystalicznych. Faass zalicza te piaski przypuszczalnie do piętra śródziemnomorskiego, zaznacza jednak zarazem ich niewątpliwy związek z utworami sarmackimi. Miąższość piasków powyższych jest zmienna, a zaczynają się one na różnej wysokości nad poziomem morza. Najgrubsze ich odsłonięcie znalazłem w urwisku brzegowym doliny Inhulca nieco na północ od przystanku Wizirka, gdzie bezpośrednio nad tarasem rzeki odsłania się do 20 m piasku z doskonale wyrażonem uwarstwieniem przekątnem. Cała ta serya zawiera przewarstewki żwiru z kwarcu szarawo-zielonkawego; grubość ziarna jest zmienna, są warstewki bardzo drobno ziarniste i o ziarnie dość grubem. Cienka warstwa (0.30—0.40 m) gliny zielonkawo-szarej oddziela te piaski od białych margli, zbitych lub sypkich, z przewarstewkami wapienia zawierającymi u dołu muszlowiec z *Macra Fabreana*.

Podobne piaski są odsłonięte na przeciwległym brzegu Inhulca w pobliżu żydowskiej kolonii Inhulec. Tu dolna granica piasków schodzi bardzo nisko, znikając w tarasie rzeki, gdziein-dziej zaczynają się one na wysokim poziomie; np. na brzegu Inhulca o $\frac{1}{2}$ km na południe od bałki Hruszewatej aż do 20 m po nad poziomem rzeki odsłonięte są łupki krystaliczne; nad niemi pojawia się biały piasek kwarcowy z twardymi konkretyami z otoczków kwarcowych. Niestety część tego odsłonięcia jest zasypana, i dopiero o 4—6 m po nad piaskami odsłaniają się znowu następujące warstwy: 0.20 m. żółtawego piaskowca, 0.30 m. piasku, 0.20 m. piaskowca, 1,00 m nieprawidłowo uwarstwionych piasków, glin zielonych i brunatnych, z soczewkami

wapienia, a na tej warstwie zalega muszlowiec z drobnopółtuczonych muszli ze śladami dużych *Maetra*.

Stosunek tych piasków, zalegających na oligocenie, do Sarmatu dolnego, jest bardzo wyraźny w odstąpieniu przy Nowosełowce, gdzie bezpośrednio na błękitnych oligocenijskich glinach margłowatych zalega dość gruba (2.00 m) warstwa piasku, u dołu białego i drobnoziarnistego, u góry zaś zawierającego 0.10 m warstwę piasku brunatnego, silnie żelazistego z półtuczonymi i obtartymi skorupkami *Ervillia*, lecz bez *Maetra Fabreana* i *Cardium Fittoni*. Nad tą warstwą leżą już białe muszlowce Sarmatu środkowego.

Poza tem znalazłem ślady poziomu ervilliowego w bałce Bierzniehowatej koło wsi Nicolaithal, już blisko od Dniepru. Bezpośrednio na świeżej, zaokrąglonej powierzchni czerwonego gnejszo-granitu zalega tu nieprawidłowa i niegruba warstwa margłowato-gliniastej pstry skały zlepieńcowatej z licznymi otoczkami kwarcu. Powyżej leży 0.40 m zbitego białego muszlowca, pokrytego przez 0.40 cm zielonkawego muszlowca z bardzo drobnych i silnie obtartych muszelek; wszystkie skamieliny są bardzo źle zachowane, oznaczyłem wszakże *Ervillia*, *Cardium plicatum*, co wobec braku charakterystycznych dla warstw wyższych *Maetra Fabreana* i *Cardium Fittoni* pozwala ze znacznym prawdopodobieństwem zaliczyć te warstwy do Sarmatu dolnego.

Sarmat środkowy jest szeroko rozprzestrzeniony, dobrze wykształcony i obfituje w skamieniałości. Pojawia się on bezpośrednio na powierzchni jednak tylko w północnej części obszaru zbadanego przezemnie, począwszy od jego granicy północnej mniej więcej do Klostendorfu na Dnieprze a do Marjina na Inhulcu; tutaj niknie on pod poziomem rzeki, gdyż jego powierzchnia posiada silniejszy spadek na południe. Pochylenie górnej powierzchni Sarmatu środkowego jest większe od ogólnego spadku powierzchni stepu, lub nawet od pochylenia dolnej granicy pontu, gdyż ku południowi wzrasta grubość Sarmatu górnego; poza tem między Sarmatem a pontem pojawiają się jeszcze utwory meotyckie, których grubość wzrasta również w miarę oddalania się od północnej granicy ich rozprzestrzenienia.

W celu wyjaśnienia składu i charakteru utworów Sarmatu środkowego przejrzymy szereg jego odsłoneń zaczynając od północnej granicy obszaru zbadanego wzdłuż dwu linii głównych przekrojów, wzdłuż Dniepru i Inhulca.

Najbardziej na północ wysuniętą wychodnię w moim obszarze stanowią odsłonecia w bałce Bierzniehowatej koło wsi Nicolaithal. Tutaj ponad opisanymi powyżej utworami Sarmatu dolnego są odsłonięte utwory następujące:

- 1) Dziwacznie ukształtowane skupienia białego wapienia, zawarte wśród gliny zielonkawo-szarej 1.00 m
- 2) Cienka warstewka białego marglu 0.05–0.10 m
- 3) Ł zielonkawo-szary 0.40 m
- 4) Margiel biały 0.05 m
- 5) Jasno-szara glina piaszczysta. 0.25 m
- 6) Biały wapień z *Mastra Fabreana* 1.00 m
- 7) Gruba warstwa złożona z rozkruszonych i poobtaczanych okruchów muszli z przypadkowo ocalałymi rzadkimi *Tapes* i in.; przemienne warstwy mniej lub bardziej pokruszone 5.00 m
- 8) Warstwa bardziej zbita, z licznymi *M. Fabreana*, *C. Fittoni* 1.00 m
- 9) Warstwy muszlowca z rozkruszonych muszli, naprzemian twardsze lub sypkie, niekiedy z całymi skorupkami, to znowu bardzo drobno roztarte; u dołu pojawia się domieszka gliny; uwarstwienie nadzwyczaj nieprawidłowe 2.50–3.00 m

Główna część przekroju powyższego zawiera typowe formy Sarmatu środkowego, z *M. Fabreana* i *C. Fittoni* w dobrych okazach; co się tyczy układu petrograficznego, na pierwszy rzut oka uderza silny rozwój muszlowca, złożonego wyłącznie z muszli pokruszonych i obtartych; zwłaszcza dolny pokład tego muszlowca jest uwarstwiony nadzwyczaj nieprawidłowo, niekiedy przekątnie. W jednych warstwach muszle są roztarte na drobny piasek, w innych są one tylko potłuczone i poobtaczane; okazy całkowite są wogóle dość rzadkie. Cała masa tych utworów jest to typowy zementowany piasek muszlowy plaży morskiej, skąd

wynika, że w czasie osadzania się utworów Sarmatu środkowego morze było tu bardzo płytkie a wybrzeże znajdowało się w pobliżu, gdyż piasek muszlowy nigdzie nie sięga do cokolwiek znaczniejszej głębokości.

Oblicze osadów ulegało dwukrotnie pewnej zmianie, czego dowodem obecność warstwy muszlowca bardziej zbitego z całkowitemi i nie poobcieranymi *M. Fabreana* i *C. Fittoni*, przedzielającej dwie warstwy muszlowca z rozkruszonych skorupki, jak również występowanie warstwy białego wapienia z *M. Fabreana* zalegającej w stropie muszlowca. Pojawienie się wapienia zbitego pozwala mniemać, że ku środkowi i pod koniec Sarmatu środkowego głębokość morza nieco się zwiększyła.

Wobec braku skamielin niepodobna stwierdzić, czy leżące powyżej ility zielonkawe z przewarstewkami i skupieniami białego marglu należą do Sarmatu środkowego, czy też zastępują Sarmat górny, w każdym razie obecność ich dowodzi, że ku końcowi Sarmatu środkowego zachodzą zmiany poważne w stosunkach oblicza, skutkiem których osadza się najdrobniejszy namuł pochodzenia lądowego, zupełnie pozbawiony skamieniałości. W przekroju powyższym utwory pontyckie zaczynają się gliną żółto-brunatną z rumoszem wapiennym, stanowiącą niewątpliwie produkt wietrzenia subaeralnego, co dowodzi iż pomiędzy utworami sarmackimi a pontyckimi istniała przerwa, podczas której obszar ten wynurzył się z fal morza. Przerwy podobnej nie można stwierdzić tam, gdzie Sarmat górny i związane z nim utwory meotyckie są dobrze rozwinięte, i gdzie prawdopodobnie nie było przerwy lądowej, lecz tylko zmiana warunków istnienia fauny; należy przeto przypuszczać, iż w przekroju w bałce Bierzniehowatej ility zielonkawe stanowią conajwyżej część Sarmatu górnego, lecz w żadnym razie nie mogą zastępować go łącznie z utworami meotyckimi (jak przypuszczał Sokółow).

Ku południowi grubość Sarmatu wzrasta znacznie, skutkiem szybkiego obniżenia się powierzchni skał krystalicznych, które już więcej się nie ukazują ani na dnie bałek, ani na brzegach Dniepru. Zarazem zmienia się skład utworów Sarmatu środkowego; tracą one mianowicie cechy typowo brzegowego utworu, warstwy z rozkruszonymi muszlami stają się rzadkie, główna masa osadu składa się z margli z podrzędnymi warstwami zbitych

wapieni. Oczywiście, te zmiany oblicza są wywołane przez większe oddalenie od brzegu, i przez powiększanie się głębokości morza w miarę obniżania się powierzchni skał krystalicznych. Jednak w początkach okresu środkowo-sarmackiego utwory brzegowe pojawiają się również dalej na południe, w postaci muszłowca z pokruszonych skorupek stanowiącego podstawę całej masy Sarmatu środkowego.

Np. koło wsi Osokorowki Sarmat środkowy składa się z warstw następujących:

- 1) Warstwa oolitu grubo-ziarnistego 1.00 m
- 2) Bardzo twardey wapień napółkrystaliczny, żółtawo-szary, z *M. Fabreana*, *C. Fittoni*, niekiedy z pięknie widocznym uwarstwieniem przekątnym 5.00 m
- 3) Dalej idzie osypisko, z pod którego ukazują się margle, mniej lub bardziej sypkie 8.00 m
- 4) Naprzemianległe warstwy to wapienia zbitego, nieco oolitycznego, to muszłowca z drobno pokruszonych i poobtaczanych muszli; w obu skałach liczne pięknie zachowane *Pelecypoda* i *Gasteropoda*; w muszłowcu skorupki bywają poobcierane.

Dalej na południe od Osokorowki pojawiają się nowe odmiany petrograficzne, a mianowicie biały wapień oolitowy, już to bardzo zbity, już znowu zupełnie sypki; ziarna oolitu nie wszystkie są okrągłe, wiele posiada kształty nieprawidłowe i dziwaczne; wśród nich pojawiają się skorupki *Nubecularia novorossica*. Oolity te występują zazwyczaj w najwyższych częściach przekroju środkowo-sarmackiego, a niekiedy w nich pojawiają się cieniutkie przewarstewki muszłowca z pokruszonych skorupek; dolna część utworów Sarmatu środkowego składa się ze zbitych białych wapieni, niekiedy marglowatych, obfitujących w *M. Fabreana* i *C. Fittoni*, wśród których pojawiają się niekiedy podrzędne warstewki nieco piaszczyste, przepełnione ślimakami. Warstwy gasteropodowe przepełnione ślimakami trawożernymi, stanowią niewątpliwie odmienny typ oblicza i odpowiadają tym fazom, gdy na dnie morza rozwijała się bogata flora.

Odmiany oolityczne w górnej części Sarmatu środkowego dowodzą pewnego zmniejszenia się głębokości morza, o czym świadczą warstewki muszlowca z pokruszonych muszli, niekiedy zaś warstewki z otoczkami; niekiedy znowu same oolity, lub zawarty w nich muszlowiec wykazują piękne uwarstwienie przekątne.

Przytoczymy dla przykładu piękny przekrój ze Złotej Bałki, gdzie bezpośrednio pod Sarmatem górnym zalegają:

- 1) Szarawo-biały wapień oolitowy, przekątnie uwarstwiony naprzemian z warstewkami sypkiego oolitu 0.50 m
 - 2) Białawo-żółty wapień miękki, ku górze nieco jaśniejszy. U dołu spotykają się warstwy muszlowca z rozkruszonych muszli i warstewki ilu zielonego z pojedynczymi okruchami białego wapienia 0.80—0.80 m
 - 3) Cieniutka warstewka białego zbitego wapienia 0.10 m
 - 4) Ił zielony z nielicznymi otoczkami z wapienia 0.20 m
 - 5) Białe miękkie margle z *Macra Fabreana*, nieco twardsze u góry. Grubość widoczna 2.00 m
- Poniżej przekrój bałki jest zakryty przez rumowisko, wszakże w innym miejscu, na poziomie o 5—6 m. niższym pojawiają się znowu białe miękkie margle 1.00 m
- 6) Zbity wapień z *M. Fabreana* i *C. Fittoni* 1.50 m
 - 7) Ił zielony 0.15 m
 - 8) Zbity muszlowiec żółtawy z *M. Fabreana* i *C. Fittoni* 1.00 m

Sarmat środkowy jest znacznie mniej urozmaicony w odślonięciach bardziej południowych, w bałce Kramarewej, koło futoru Durilina, w Dudczynie; we wszystkich tych odślonięciach przeważają masy białych margli i jedynie w częściach najniższych pojawiają się warstewki z *Gasteropodami*, z *Macra Fabreana*, *Cardium Fittoni* i muszlowiec z pokruszonych muszli.

Jednocześnie obniża się górna granica Sarmatu środkowego; koło Firsowki lub przy Żółtej Bałce wznosi się ona do 35 *m* po nad poziom Dniepru, w Kaczkarowce zaś dolna granica Sarmatu górnego leży na wysokości nie większej od 18 *m*.

W Kaczkarowce dotarto również do dolnej granicy Sarmatu środkowego, a mianowicie w wierceniu przy młynie.

Oblicze Sarmatu środkowego zmienia się nieco na południe od Mielowego, gdzie składa się on jeszcze z masy białych wapieni oolitowych.

Przytoczymy przekrój Sarmatu środkowego przy monasterze Grygorjewsko - Biziukowskim, gdzie górna jego granica nie leży po nad 10—12 *m*. nad poziomem Dniepru.

Pod Sarmatem górnym występują tu:

- 1) Zlepieniec wapienny, złożony z otoczków do 3 *cm* średnicy z białego, szarego, zielonego i nawet czarnego wapienia z wapiennym twardym lepszczem. 1.00 *m*
- 2) Cienkouwarstwiony margiel biały z *Cardium Fittoni*, *Macra Fabreana*, u góry nieco twardszy. 0.50 *m*
- 3) Pod tym marglem zaczyna się warstwa piasku gliniastego, barwy zielonkawej; ku górze piasek ten staje się coraz bardziej marglowatym, pojawiają się przewarstewki piasku żelazistego, wreszcie przechodzi on w margiel (2). Grubość widoczna. 5.00 *m*

Odsonięty tutaj piaszczysty typ wykształcenia Sarmatu środkowego zajmuje przestrzeń stosunkowo nieznaczną, zaznaczoną wzdłuż brzegu Dniepru przez masę osuwisk; zaczyna się on nieco na południe od Konsułowki, zaś koło Klostendorfu Sarmat środkowy jest reprezentowany znowu przez białe zbite wapienie, zawierające masę wewnętrznych odlewów *M. Fabreana*, *C. Fittoni* i brzuchonogów; pośrodku wszakże tej seryi przechodzi warstwa grubego zlepieńca z płaskich otoczków z różowego wapienia; poszczególne otoczki mierzą do 18 *cm* średnicy. Oczywiście zlepieniec ten odpowiada warstwie zlepieńca koło Monastynu Grigorjewsko - Biziukowskiego. Piaski środkowo - sarmackie nie odsłaniają się już wcale koło Klostendorfu, zarówno

wskutek powiększenia się grubości wapieni Sarmatu środkowego, jak również skutkiem zmniejszenia się jego wzniesienia nad poziom rzeki, pod której zwierciadłem znikają dolne poziomy piaszczyste.

Na południe od Klostendorfu Sarmat środkowy całkowicie znika pod dnem doliny i w Berysławiu zalega już poniżej poziomu Dniepru.

Przekrój Sarmatu środkowego wzdłuż Inhulca wogóle jest podobny do przekroju tych samych utworów wzdłuż Dniepru; znaczniejsze różnice zachodzą tylko w okolicy Krzywego Rogu, gdzie wszystkie utwory trzeciorzędowe wykazują swoisty typ oblicza skutkiem bliskości wybrzeża krystalicznego o nieprawidłowych zarysach; typ ten wyróżnia się obecnością również w Sarmacie środkowym masy piasków, glin, warstw z potłuczonymi muszlami, zlepieńców; wogóle są tu rozwinięte osady przybrzeżne, obfitujące w materiał pochodzenia naziemnego; różnią się one przeto od utworów brzegowych z bałki Bierzniehowatej, które materiału terrigenicznego zawierają bardzo mało. W okolicach Krzywego Rogu zauważyć się również daje zmniejszenie się ilości materiału terrigenicznego w górnych poziomach Sarmatu środkowego, gdzie przeważać zaczynają wapień lub margle bardzo drobnopłytkowate.

Liczne przekroje Sarmatu środkowego zostały stąd opisane przez F a a s s'a, przytoczę z mych obserwacji niektóre tylko, potwierdzające charakterystykę powyższą.

W urwisku brzegowym Inhulca koło Iwanowki (Sołtykowa) są odsłonięte:

- 1) Glina zielona 0.20 m
- 2) Biały margiel gliniasty 0.20 m

Dalej przekrój jest przzerwany przez 5 m osypiska; poniżej widać

- 3) Glina zielona 0.20—0.30 m
- 4) Cienkouwarstwiony margiel z warstewkami żelazistymi 0.20—0.30 m
- 5) Zlepieniec z nielicznymi *M. Fabreana*,
C. Fittoni, u góry, sypki, gliniasty . . . 1.20 m
- 6) Cienkouwarstwiony wapień piaszczysty . . . 0.40 m

Nieco poniżej z pod usypiska wynurzają się łupki krystaliczne.

W odślonięciu koło wsi Skielewatej Sarmat środkowy składa się prawie wyłącznie z piasków i gliny: mianowicie pod muszlowcem Sarmatu górnego zalegają:

- 1) Nieprawidłowo naprzemian uwarstwione piaski, zielone gliny i brunatne wapienie 0.70 m
 - 2) Piaskowiec z warstewkami żelazistymi 0.20 m
 - 3) Drobnny piasek gliniasty 0.30 m
 - 4) Piaskowiec żółtawy, podobny do kwarcytu 0.20 m
- Uspisko przerywa profil na 4–5 m, poczem występuje.
- 5) Biały piasek, zawierający skupienia zlepione z ziarn błękitnawo-szarego kwarcu; o 1½ m poniżej odsłaniają się łupki krystaliczne.

Dalej ku południowi piaski znikają z widocznej części przekroju środkowo-sarmackiego, którego dolna granica schodzi poniżej poziomu rzeki. W balce Sałohuzce koło wsi Szesternia Sarmat środkowy jest reprezentowany przez:

- 1) Pod wapieniami Sarmatu górnego występuje zbity wapień z *Tapes* i nielicznymi *M. Fabreana* 0.20 m
- 2) Żółtawy margiel ze skamielinami w górnych poziomach, u dołu staje się oolitycznym 1.00—1.50 m
- 3) Margiel biały z rozkruszonymi muszlami 0.50 m
- 4) Ił zielonkawy

Bardzo podobny do powyższego jest przekrój Sarmatu środkowego koło wsi Marjino, gdzie jednak widoczne są tylko wapienie, mianowicie:

- 1) Twardy wapień z *M. Fabreana* 1.00 m
- 2) Szarawy oolit z płaskimi otoczkami i z *M. Fabreana* 1.00 m
- 3) Oolit szarawy

Godną uwagi w przekroju powyższym jest obecność otoczek w warstwie oolitu; możliwym jest, że poziomowi temu odpowiadają warstewki rozkruszonych muszli, które pojawiają się w niektórych przekrojach, dalej na południe położonych; dla przykładu przytoczę przekrój z Małej Aleksandrówki:

Bezpośrednio pod Sarmatem górnym zalegają tu:

- 1) Oolit szarawy, ku dołowi bardziej sypki, miejscami zabarwiony na brunatno . . . 0.50 *m*
- 2) Gлина szarawa i zielonkawa i margiel gli-niasty 0.30 *m*
- 3) Szarawy margiel gruzłowy 1.00 *m*
- 4) Szary margiel z *M. Fabreana* 0.20 *m*
- 5) Margle szarawe i zielonkawe; o 50 *cm* od górnej granicy przechodzi warstewka z rozkruszonych muszli 5.50 *m*

O jeden *m* poniżej występuje z pod osypiska

- 6) Oolit z *M. Fabreana*

Koło Sejdeminuchy znowuż w dolnej części Sarmatu środkowego pojawia się warstewka zlepieńca z otoczków, mianowicie pod Sarmatem górnym występuje:

- 1) Biały wapień. 3.00 *m*
- 2) Cienka warstwa wapienia piaszczystego . . . 0.60 *m*

Poniżej 1.00 *m* osypiska.

- 3) Wapienie oolityczne z *Nubecularia* i z czterema podrzędnymi warstewkami zlepieńca z otoczków wapiennych 2.50 *m*
- 4) Wapień cienkowarstwowany z *Nubecularia* . . . 1.00 *m*
- 5) Margle białe — powyżej. 3.00 *m*

Nieco na południe od Sejdeminuchy warstwy środkowo-sarmackie znikają pod poziomem Inhulca.

Pojawienie się zlepieńców w górnej części środkowo-sarmackiego przekroju nad Inhulcem odpowiada warstwom z rozkruszonych muszli, występującym wśród oolitów w górnej części Sarmatu środkowego w przekroju naddnieprzańskim i dowodzi niewątpliwie przejściowego zmniejszenia się głębokości morza ku końcowi tego okresu.

Sarmat górny.

Sarmat górny jest dobrze rozwinięty w przekroju wzdłuż Dniepru, gdzie doskonale się uwydatnia znaczne jego zgrubienie ku południowi (od 10 *m* przy Złotej Barce do 20 zgóry koło Kłostendorfu), oblicze pozostaje jednak dość stałe. Składa się on przeważnie z białych margli drobnopyłkowatych z podrzędnymi łałkami zielonemi, niekiedy zaś pojawiają się warstwy również bia-

łego wapienia, przepelnione odciskami małych *Maetra* (*M. bulgarica*, *M. caspia*).

Najdalej na północy, w bałce Bierzniehowatej górny sarmat nie został stwierdzony paleontologicznie, lecz nad utworami środkowosarmackimi, zaś pod pontem zalega półtora-metrowa warstwa glin z cieniutkimi przewarstewkami marglu, a w górnej części — ze skupieniami wapiennymi. Utwory te mogłyby odpowiadać utworom przybrzeżnym Sarmatu górnego, zapewne o typie lagunowym.

Koło Osokorowki Sarmat górny został stwierdzony ze wszelką pewnością; składa się on z masy wapieni z małymi maktrami, pod którymi zalegają warstwy wapieni z otoczkami, a mianowicie:

- | | |
|--|--------|
| 1) Wapień maktrowy biały | 0,20 m |
| 2) Warstwa muszłowca z pokruszonych muszli | 0,20 m |
| 3) Oolit szary | 0,50 m |
| 4) Muszłowiec z małymi maktrami | 3,00 m |
| 5) Oolit szaro-zielonkawy | 0,10 m |
| 6) Biały margiel z dużymi wapiennymi otoczkami | 0,30 m |
| 7) Oolit zielonkawo-szary | 0,30 m |
| 8) Zlepieniec z dużych otoczków wapiennych | 1,50 m |

Pojawienie się otoczków w najniższych warstwach Sarmatu górnego wskazuje na to, że na granicy między Sarmatem środkowym a górnym zaszło pewne zmniejszenie się głębokości morza, które pozwoliło na powstanie zlepieńców. Jest to zjawisko stałe.

Dalej na południe spotykamy również u podstawy Sarmatu górnego zjawiska, stwierdzające, że utwory te powstały pod bezpośrednim działaniem fal morskich, a więc na bardzo nieznacznej głębokości. Widzimy to na przekrojach następujących.

W Złotej Bałce pod wapieniami pontyckimi zalegają:

- | | |
|--|--------|
| 1) Margiel biały | 4,00 m |
| 2) Warstwowany muszłowiec szarawy, marglowaty z małymi <i>Maetra</i> | 0,75 m |
| 3) Zbity muszłowiec maktrowy | 1,00 m |
| 4) Sypki muszłowiec maktrowy | 0,40 m |

- 5) Porowaty margiel brunatnawo-szary z pod-
rzednymi warstewkami muszlowca z
Mactra 0,50 m
- 6) Naprzemianległe margle białe i iły zielone
z nielicznymi małymi Mactra-
mi w dolnej części 3,00 m
- 7) Szarawy wapień oolityczny, przekątnie
uwarstwiony naprzemian z sytkami
piaskami oolitowymi 0,80 m

Poniżej występuje już Sarmat środkowy.

W Leontjewce Sarmat górny reprezentują:

- 1) Białe margle z nielicznymi małymi Mac-
trami 4,00 m
- 2) Warstwa iłu zielonego, nadzwyczaj nie-
prawidłowa, zmiennej grubości, z pła-
skimi nieprawidłowo rozrzuconymi
kawałkami białego wapienia . . 0,10—0,30 m
- 3) Biały muszlowiec maktrowy, z podrzęd-
nymi warstewkami piasku muszlowe-
go, i dość zbitego wapienia równo-
go, oolitycznego, zawierającego po-
kruszone skorupki; wszystko razem
pięknie przekątnie uwarstwione . . 5,00 m

W bałce Kramarewskiej Sarmat górny składa się z 10 —
12 m białych margli, pod którymi zalega około 1,00 m zbitego
wapienia z małą Mactra; całą seryę podścięła zlepieniec wa-
pienny z nielicznymi maktrami.

Koło monasteru Grigorjewsko-Biziukowskiego dolna część
Sarmatu górnego jest wykształcona zupełnie swoiście. Utwory
te zaczynają się zlepieniem wapiennym, wykazującym nieznacz-
ną głębokość morza, powyżej zaś zalega potężna masa piasków,
analogicznych do piasków Sarmatu środkowego, które tu są również
odslonięte. Pojawienie się w tej miejscowości piasków zarówno
w Sarmacie środkowym jak w górnym, dowodzi, iż w tym pun-
kcie dopływ materiału terrigenicznego był wyjątkowo znaczny;
prawdopodobnie znajdowało się w pobliżu ujście wielkiej rzeki,
płynącej zapewne ze wschodu, lub z północnego wschodu, gdyż
w przekroju nad Inhulcem piaski te już nie są reprezentowane.

Wprawdzie wobec braku mapy hypsometrycznej nie mogłem wyjaśnić z całą ścisłością warunków hypsometrycznych zalegania piasków powyższych, jednak ze stosunku ich do poziomu Dniepru, wynika dostatecznie jasno, że nie istniało tutaj jakiegoś wyjątkowe wzniesienie dna morskiego, któreby wskazywało na istnienie mielizny i pozwalało wytłomaczyć zmianę oblicza wyjątkowo nieznaczną głębokością morza. Przeciwnie, zlepierńce pojawiające się u podstawy Sarmatu górnego zarówno na północ od monasteru Grigorjewsko-Biziukowskiego, jak na południe odeń aż do Klostendorfu, gdzie dolna granica Sarmatu górnego znika pod poziomem Dniepru, dowodzą, że wszędzie istniały podobne warunki sedymentacji, a głębokość morza zmniejszyła się i była wogóle bardzo nieznaczna. Tylko przypuszczenie bliżkości ujścia rzeki może wyjaśniać pojawienie się oblicza piaszczystego.

Górna granica Sarmatu górnego jest rozwinięta bardzo rozmaicie, zupełnie inaczej tam, gdzie brak zupełnie wyraźnych utworów meotyckich, inaczej znowu w tych miejscowościach, gdzie osady meotyckie są dobrze wykształcone.

Na północ od Kaczkarowki margle Sarmatu górnego dochodzą bez zmian poważniejszych do samego szczytu przekroju; zaledwie na samej granicy z Pontem pojawia się cieńsza lub grubsza warstewka ilit zielonego. Na południe zaś od tej miejscowości, gdzie istnieje Meotis, paleontologicznie stwierdzony, w górnych warstwach Sarmatu górnego spotykamy objawy, świadczące o ponownej zmianie oblicza, mianowicie pojawiają się warstwy zawierające ślimaki słodkowodne lub lądowe, jak *Helix*, *Planorbis*.

Stosunki takie widzimy w przekrojach koło Berysławia lub Kazackiego. Pojawienie się tych form wskazuje na to, iż morze zostało ostatecznie wysłodzone i że wzmogły się nadzwyczajnie wpływy lądowe.

Wręcz niepodobna przypuścić, aby wysłodzenie morza dotyczyło się tylko południowej jego części, a wcale nie wywierało wpływu na północną, należy przeto mniemać, iż na północ od granicy rozprzestrzenienia utworów meotyckich ta część utworów sarmackich, która zawiera oznaki całkowitego wysłodzenia, albo została zniszczona, albo wogóle nigdy nie istniała. Istnienie związku między utworami górno-sarmackimi z fauną lądową

i słodkowodną a utworami meotyckimi, zostaje potwierdzone przez tą okoliczność, iż w przekroju wzdłuż Inhulca warstwy górno-sarmackie z mięczakami słodkowodnymi ciągną się aż do okolic Krzywego-Rogu, a więc posuwają się znacznie dalej na północ, niż nad Dnieprem; równie daleko sięgają i utwory meotyckie. Mianowicie w okolicach Krzywego-Rogu w kopalni Towarzystwa Dubowej Bałki pod utworami meotyckimi, stwierdzonemi paleontologicznie, Faass (l. c.) odnalazł wapienie z *Dreissensia*, *Hydrobia* i *Neritina* i z podrzędnymi warstewkami piasku, *Helix* znajduje się koło Wizirki, w Bałce Zielonej i w wielu innych punktach. Dalej ku południowi przy górnej granicy Sarmatu pojawiają się już to warstwy z drobnymi ślimakami (Nowokurska), już to u samej podstawy utworów meotyckich przechodzi pokład muszlowca z pokruszonych muszli zawierający otoczaki, jak u Szestierni; gdzieindziej znowu występują warstwy marglu gliniastego z niezliczonymi *Helix*, jak koło Marjina lub Wielkiej Aleksandrowki. Koło Tarasowki serya Sarmatu środkowego zakończona jest u góry przez 1,50 m zlepieńca z *Helix*, zalegającego bezpośrednio pod utworami meotyckimi.

Ze wszystkich danych powyższych wynika, że wykształcenie najwyższego poziomu Sarmatu górnego jest zależne od obecności utworów meotyckich, i że między temi zjawiskami zachodzi ścisła współzależność.

Piętro meotyckie.

Obecność utworów meotyckich we wschodniej części gub. Chersońskiej została stwierdzona przez Sokółowa, który wykreślił północną granicę rozprzestrzenienia tych utworów, reprezentowanych przez wapienie z *Dosinia* i z *Cerithium*. Według niego granica ta przechodzi nad Dnieprem na północ od Konsulówki, a na południe od Mielowego, i przecina Inhulec na południe od Dawidowego Brodu.

Jednak już badania Faass'a wykazały, że utwory meotyckie występują w granicach regionu Krzyworońskiego i wywołały wątpliwości co do przebiegu podanej przez Sokółowa granicy ich rozprzestrzenienia. Istotnie, wypada znacznie rozszerzyć te granice, gdyż badania moje przesuwają nieco granicę Meotisu nad Dnieprem ku północy i łączą bezpośrednio jego wychod-

nie nad dolnym Inhulcem z odsłonięciami w okolicach Krzywego Rogu.

Nad Dnieprem mianowicie utwory meotyckie są odsłonięte na północ od granicy, ustalonej przez Sokołowa w Miełowym i w Kaczkarowce. Wprawdzie grubość ich jest bez porównania mniejsza, niż w klasycznych przekrojach w Berystawiu lub w Kazackiem.

W Kazackiem utwory meotyckie posiadają skład następujący:

- 1) Biały margiel ze ślimakami słodkowodnymi 0,25 m
- 2) Warstwa iltu plastycznego ciemno-szarego o zmiennej grubości 0,25—0,50 m
- 3) Biały oolit marglowaty z *Dosinia* i z licznymi *Cerithium*, przechodzący ku dołowi w oolit bardziej zbity i ciemniejszy z licznymi skamielinami 2,00 m
- 4) Mięki margiel biały, z warstewkami iltu zielonego 0,30 m
- 5) Szarawo-biały wapień zbity, u dołu jamiasty, z licznymi *Cerithium* i *Dosinia* 2,00 m

Poniżej zalega szarawy margiel z warstewkami iltu zielonego i z otoczkami, stanowiący warstwę graniczną z górnym Sarmatem.

Utwory meotyckie mierzą tu tedy powyżej 5,00 m grubości, wówczas gdy w pobliżu północnej granicy rozprzestrzenienia koło Miełowego lub Kaczkarowki miąższość ich nie przewyższa 1,50 m, a składają się one ze zbitego wapienia, zawierającego u dołu liczne otoczki, u góry zaś — *Dosinia* i *Cerithium*, są więc bardzo słabo rozwinięte w porównaniu z odsłonięciami bardziej na południe położonemi.

Na północ od skrajnej granicy występowania wapieni meotyckich, na granicy między górnym Sarmatem a Pontem zalegają iltu zielone, które Sokołow uważał za analogi utworów meotyckich. Widzieliśmy, że w najbardziej północnem odsłonięciu na całym terenie zbadanym. w bałce Bierzniehowatej także gliny odpowiadają całemu Sarmatowi górnemu; prócz tego wskazałem już powyżej, że po za granicami rozprzestrzenienia Meotisu brak najwyższego poziomu sarmackiego z *Helix* i z in-

nemi ślimakami słodkowodnymi. Uważam przeto za bardziej prawdopodobne, że na północ od Kaczkarowki utworów meotyckich wogóle niema i że był tu ląd nawet wówczas, gdy dalej na południu powstawały osady z *Helix*, należące do najwyższego Sarmatu górnego. Przypuszczenie to jednak wymaga dalszych dowodów.

Jakieśmy zaznaczyli powyżej, utwory meotyckie nad Inhulcem dochodzą do samego Krzywego Rogu. Grubość ich stale wzrasta ku południowi, a prawie powszechnie w spągu ich leżą Helixowe warstwy górnosarmackie.

Na południe od wsi Dar-Radiewicza, gdzie opisane przez Faassa utwory meotyckie są reprezentowane przez ciekłą warstwę marglu z *Dosinia* i *Cerithium*, w bałce Sałohuzce koło Szestierni widzimy przekrój następujący:

Pod warstwami pontyckimi z maleńkimi *Congeria* zalegają:

- 1) Warstwa białego wapienia, u góry i u dołu nieco bardziej margłowatego; po środku twardsze warstewki wypełnione *Cerithium* i *Dosinia* . . . 0,30—0,45 m
- 2) Warstwa rozkruszonych skorup z drobnymi otoczkami 0,25 m
- 3) Il szaro-zielony, odgraniczający Meotis od Sarmatu górnego 0,30—0,40 m

Takież stosunki panują również dalej na południe, przy czem główna warstwa utworów meotyckich—wapień, zawierający *Cerithium disjunctoides* Sinz. i *Dosinia exoleta* L., ma zarówno w stropie jak w spągu szereg glin i margli, niekiedy glin ze skupieniami margłowatemi, które oddzielają go zarówno od Congeriowych wapieni Pontu, jak od warstw Helixowych górnego Sarmatu.

Przytoczymy dla przykładu kilka przekrojów:

Koło Sejdeminuchy pod białym wapieniem z *Congeria* idzie około 1 m osypiska; poniżej pojawia się bardzo twardy wapień z *Dosinia* (0,40 m), pod nim 0,60 m bardzo twardego wapienia z *Cerithium*; poniżej zalega częściowo zakryta przez osypisko serya 1,50 do 2 m glin zielonych i margli.

Koło Tarasowki Meotis jest już bardzo pięknie rozwinięty. Pod żółtawym oolitem pontyckim z *Congeria* zalega:

- 1) Twardy margiel z konkrecjami 0,60 m
- 2) Zbity wapień żółtawy 0,30—0,40 m
- 3) Margiel biały z warstewkami iłu zielonego 0,50 m
- 4) Biały zbity wapień z *Dosinia* 0,50 m
- 5) Zbity szarawy wapień oolityczny z nie-
licznymi *Cerithium* 0,30 m
- 6) Biały margiel z *Cerithium* 0,30 m
- 7) Zielonkawo-szara glina uławiconą naprze-
mian z białym marglem 1,75 m

Dalej idą warstwy Helix'owe górnego Sarmatu.

Utworki meotyckie są jaknajściślej związane z podścielającym je Sarmatem górnym; gliny i margle dolnej części Meotisu przechodzą bez przerwy w marglowate warstwy z fauną słodkowodną.

Górna granica utworów meotyckich posiada natomiast charakter nieco odmienny: pojawiają się tu często gliny przepelnione skupieniami, margle bulaste, wapienie z nieprawidłowymi gniazdami glin; zjawiska te mogłyby wskazywać na istnienie przerwy między osadzeniem się Meotisu a Pontu.

W niektórych jednak przekrojach utworki meotyckie są jaknajściślej związane z pontyckimi, tak iż niepodobna stwierdzić istnienia przerwy w sedymentacji. Np. w przekrojach w Berysławiu lub w Kazackiem nie ma ani utworów konkrecyjnych, ani jakichkolwiek śladów wietrzenia lub rozmywania; również ścisły związek między Meotisem a Pontem istnieje w Wielkiej Aleksandrówce. Należy wszakże zaznaczyć, że ścisły związek między utworami pontyckimi a meotyckimi istnieje tylko tam, gdzie na granicy między nimi zjawiają się osady ze ślimakami słodkowodnymi. Fauna wapienia meotyckiego wskazuje na jego przynależność do dolnej części wapienia Kierczeńskiego, a więc dane powyższe mogłyby wskazywać na to, że warstwy z fauną lądową i słodkowodną odpowiadają górnej części utworów meotyckich i łączą je z pontyckimi. Gdzie utworów tych brak — tam są ślady przerwy w sedymentacji i okresu lądowego, tam, gdzie one występują — nie ma jakiegokolwiek przerwy.

Rozprzestrzenienie tych warstw gasteropodowych, które mogłyby odpowiadać górnej części Meotisu, nie jest uniwersalne; brak ich zupełnie w północnej części profilu wzdłuż Inhulca, w środkowej części są one widoczne, brak ich znowu dalej na

południe, a za to pojawiają się znowu ślady okresu kontynentalnego. Możliwym jest, iż słodkowodne osady górno-meotyczne powstawały w oddzielnych basenach, stanowiących szereg jezior lub lagun — pozostałości po morzu dolnomeotycznym; baseny te jednakże istniały w ciągu całego Meotisu górnego, zabezpieczały od rozmywania i od wietrzenia swe dno, złożone z utworów dolno-meotycznych i zachowały je aż do nowej transgresji pontyckiej.

Utwory pontyckie.

Najmniej nowych faktów zebrałem co do utworów pontyckich. Utwory te są rozprzestrzenione na całym obszarze przemennie zbadanym, wyjąwszy niektóre terytoria wzdłuż dolin rzecznych, gdzie pont został zmyty podczas powstawania szerokich dolin rzecznych fazy I.

Osady pontyckie są reprezentowane przez niezbyt gruby (3—6 *m.*) kompleks utworów wapiennych, przeważnie muszłowców z podrzędnymi warstwami glin, piasków, oolitów. Zrzadka tylko (np. koło Andrejewki) pojawiają się w górnej części Pontu margle białe lub szare. Zazwyczaj utwory pontyckie wyróżniają się swą barwą z pośród całej seryi utworów trzeciorzędowych gubernii Chersońskiej; są one żółte, żółto-brunatne, czerwono-brunatne, wogóle posiadają wszystkie barwy, świadczące, iż zawierają one bardzo znaczną ilość żelaza, i to w postaci limonitu. Pod tym względem utwory pontyckie różnią się jaskrawo od leżących pod nim osadów Meotisu i Sarmatu, wśród których wapienie i margle są przeważnie białe, a gliny wszystkie mniej lub bardziej zielonkawo-szare, co wskazuje na obecność w nich soli żelazawych. Jedynie w wyjątkowych przypadkach (np. w Berysławiu) zabarwienie żółto-brunatne schodzi poniżej Pontu i obejmuje część utworów meotycznych.

W tym jednak przypadku brak warstwy glińskiej na granicy między Pontem a Meotysem, wszędzie zaś, gdzie istnieją graniczne warstwy gliny pod Pontem, zabarwienie żółto-brunatne kończy się na ich powierzchni.

Wobec tego mniemać należy, że utwory pontyckie zawdzięczają swe zabarwienie wietrzeniu subaeralnemu w ciągu długiego okresu kontynentalnego i że wietrzenie sięgało do powierzchni glin, stanowiących spąg Pontu. Gliny te stanowiły zapew-

ne poziom nieprzepuszczalny, wody gruntowe zatrzymywały się nad nimi, stanowiły one przeto granicę między pasem utlenienia a pasem cementacji.

Za przypuszczeniem powyższem przemawiają: obfitość skupień wapiennych w glinach podpontyckich i głębokie zmiany, jakie zaszły w utworach pontyckich. W wapieniach pontyckich bowiem brak zupełnie prawie skorupki muszli, często wapienie te zostały przekryształizowane, tak iż miejscami, np. koło Małej Aleksandrowki lub Szestakowej wapienń pontycki jest zupełnie krystaliczny i porowaty; wszystko to przemawia za długotrwałym okresem bezpośredniego wietrzenia subaeralnego utworów pontyckich, tem bardziej, że obecnie są one w znacznej mierze osłonięte przed działaniami atmosferycznymi przez potężną warstwę zalegających w ich stropie glin czerwono-brunatnych, które tylko w przypadkach wyjątkowych mogą przepuszczać wodę do skał głębiej leżących. Są nawet niektóre dane, wskazujące na warunki, w jakich mogło się odbywać wietrzenie subaeralne Pontu; powrócimy do nich jeszcze poniżej.

Pod względem stratygraficznym utwory pontyckie mogą być, jak to ustalił Sokółow, podzielone na dwie części: górna składa się z żółto-brunatnego wapienia muszlowcowego, przepętnionego *Cardium* i zazwyczaj cienkopłytkowego, dolna składa się z bardziej gruboławicowego żółtego wapienia zbitego, oolitycznego, z nielicznymi *Cardium*, z bardzo licznymi natomiast małymi *Congeriami*, a niekiedy z drobnymi ślimakami *Neritina* i *Hydrobia*. Prawdopodobnie zwolna wzrastała zawartość soli w morzu pontyckiem.

Głębokie zmiany wapienia pontyckiego wskazują niewątpliwie na jego wietrzenie subaeralne w ciągu bardzo długiego okresu. Ze śladów, jakie po niem pozostały, możemy wnioskować o warunkach, w jakich się ono odbywało.

Wobec znacznej grubości prawie wyłącznie wapiennego utworu i wobec znacznej głębokości dolin rzecznych, należałoby się spodziewać, iż w wapieniach pontyckich znajdują się ślady wietrzenia krasowego, któreby w tych warunkach normalnie rozwijać się powinno. Nigdzie wszakże zjawisk tego typu odnaleźć nie zdołałem. Górna powierzchnia wapieni pontyckich jest równa, bez karów, bez głębokich lejków krasowych; nie ma ani kominów wypełnionych przez gliny, któreby odpowiadały rozsze-

rzonym przez wodę szczelinom, nie ma podziemnych kanałów lub grot w wapieniu, które powstawać muszą podczas wietrzenia krasowego. Brak jakichkolwiek śladów wietrzenia krasowego w wapieniach znacznej grubości, które w ciągu dłuższego czasu podlegały wietrzeniu subaeralnemu może być wywołany tylko przez wielki brak opadów atmosferycznych. Przypuszczenie powyższe znajduje poważne potwierdzenie w zjawiskach, które prawie powszechnie można obserwować na powierzchni Pontu, a nawet i na powierzchni Sarmatu tam, gdzie wapień pontycki został z jego powierzchni usunięty. Mianowicie, bezpośrednio pod masą glin czerwono-brunatnych wapień przybiera często bardzo szczególny charakter: przybiera on postać skały cienkopłytywatej o barwie różowej lub ceglasto-czerwonej; górna powierzchnia jest wygładzona, zaokrąglona i pokryta błyszczącym czarnym „lakierem“, złożonym z tlenków manganu i żelaza. Taki czarny „lakier“ znalazłem koło Osokorowki, gdzie pokrywa on powierzchnię zbitego muszlowca górnosarmackiego, koło futoru Durylina, gdzie w pokrytej „lakierem“ różowej skale znalazłem odciski *Cardium obsoletum*, bezpośrednio zaś pod nią zalegają zielonkawo-szare margle Sarmatu górnego, a więc „lakier“ czarny pokrywa resztki najniższej części pontu; koło Dudczyna „lakier“ występuje na powierzchni pontu, który ma jeszcze 4 m. grubości, koło Kaczkarowki „lakier“ pokrywa powierzchnię oolitu z Congeriami, a więc pontu dolnego. Poza tem znalazłem czarny lakier w bardzo wielu różnych punktach, przeważnie na powierzchni wapienia pontyckiego. Studniarze z różnych miejscowości stwierdzają jednoznacznie, że powierzchnia wapienia pod gliną czerwono-brunatną jest powszechnie czarna, błyszcząca „jakby pokryta prochem“; istnienie więc czarnej powłoki jest zjawiskiem powszechnem, niezależnym od charakteru skały, i występującem zawsze na powierzchni skał starszych, wytworzonej przed osadzeniem się glin czerwono-brunatnych.

Zdaje mi się, że możliwem jest tylko jedno, choć istotnie śmiałe, wytłomaczenie powyższego zjawiska: jest to „pustyniowy lakier ochronny“ Walter'a, pokrywający dawną powierzchnię pustyni Czarnomorskiej. Pustynia ta była oczywiście wykształcona w typie pustyni kamienistej (Hammady), czego dowodzi brak piasków i innych utworów pustynnych. Przypuszczenie powyższe jest tem bardziej prawdopodobne, że przemawia za niem

brak form krasowych w wapieniach, wskazujący na niedostateczność opadów atmosferycznych. Szczególny charakter wietrzenia wapieni pontyckich tłumaczyłby się tedy swoistym działaniem wietrzenia subaeralnego w klimacie pustynnym.

Trudno mi bardzo ustalić wiek tej „pustyni kopalnej“, są jednak pewne dane, które wprawdzie nie dają jeszcze możliwości ścisłego określenia wieku, umożliwiają jednak synchronizowanie okresu pustynnego z innymi zjawiskami lokalnymi.

Stwierdziliśmy mianowicie powyżej, że po cofnięciu się morza pontyckiego na obszarze stepowym powstał szereg rzek konsekwentnych, spływających wachlarzowato za spadkiem powierzchni ku cofającemu się morzu. Rzeki te płynęły w szerokich, płaskich, dojrzałych dolinach. Tą fazę erozyjną synchronizowaliśmy z utworami kujalnickimi, wykształconymi jako osady dojrzałej doliny rzecznej. Czarna powłoka „lakieru“ pustynnego została wytworzona dopiero po ukształtowaniu szerokich dolin rzecznych fazy Kujalnickiej, gdyż pokrywa ona nie tylko powierzchnię pontu, lecz również i Sarmatu, występującego bezpośrednio pod glinami czerwono-brunatnymi wzdłuż brzegów dolin, z których Pont został zmyty podczas tej właśnie fazy powstawania szerokich dolin rzecznych; czarny lakier pustynny pokrywa przeto nie tylko powierzchnię równiny pontyckiej, lecz również taras I.

Z powyższego wynika, że pustynię kamienistą stepów czarnomorskich odnieść należy do okresu pokujalnickiego. Znacznie trudniej orzec cośkolwiek o górnej granicy okresu pustynnego. Jak wiadomo, na utwory pontyckie należą glina czerwono-brunatna, już to bezpośrednio, już to na granicy między niemi występują piaski i inne utwory rzeczne z fauną słodkowodną. Wiek tych utworów nie został dotychczas ściśle określony; gdyby odnosiły się one, co jest prawdopodobnym do początku okresu czwartorzędowego, to pustynię kamienistą popontycką należałoby zaliczyć do końca okresu plioceńskiego.

Poziom piasków kwarcowych i szarych glin.

Bezpośrednio na powierzchni pontu zalegają w północnej części zbadanego terenu piaski grubsze lub drobnoziarniste, niekiedy z warstewkami żwiru również kwarcowego. Piaski te

bywają niekiedy całkowicie zastąpione, kiedy indziej zaś pokryte przez gliny plastyczne szare lub zielonkawo-szare, lub przez gliny piaszczyste o zmiennej grubości. Osady te występują tylko w postaci odosobnionych wysepek, częstszych w północnej części terytorium, gdzie powierzchnia skał starszych jest silniej rozmyta i nieprawidłowa, ku południowi zaś znikają zupełnie.

Piękny przykład piasków tego poziomu jest odsonięty w odkrywcę przy piecu wapiennym na południe od Rachmanowki, gdzie pontu brak. Serya zaś Sarmatu kończy się zupełnie poziomą warstwą gliny zielonkawej (0,80 m), którą pokrywa tejże grubości warstwa żółtawego piaskowca, sypkiego w stanie świeżym, lecz twardniejącego przy wysychaniu. Bezpośrednio na powierzchnię tego piaskowca nalega masa białego, gruboziarnistego piasku kwarcowego, z bardzo dobrze wyrażonym uwarstwieniem przekątnym, uwydatnionem jeszcze przez to, że wśród piasku znajdują się liczne bardzo cienkie warstewki szarego żwirku kwarcowego. Piaski te mierzą 2 do 2,2 m grubości, a ich rozprzestrzenienie poziome na ścianie przekroju, t. j. z południozachodu na północo-wschód wynosi conajwyżej 150 m; z obu stron piaski urywają się raptownie; może to być wynikiem późniejszego rozmywania. Na piaskach zalegają typowe gliny czerwono-brunatne, których grubość dochodzi do 4,5 m w tych miejscach, gdzie zalegają one wprost na piaskowcu, i maleje do 2 m tam, gdzie między piaskowiec a glinę są wtrącone piaski. Granica między piaskiem i gliną czerwono-brunatną jest ostra, a na powierzchni piasku nie ma śladów rozmywania.

W obszarze Krzyworoskim są również szerzej rozprzestrzenione szare gliny, zalegające w spągu glin czerwono-brunatnych. W licznych otworach świdrowych w Jamczyckiej szkole rolniczej (o 7 wiorst na południo-wschód od Krzywego Rogu) bezpośrednio na Sarmacie zalegają piaski, które już to są pokryte przez gliny szare, już to ku górze przybierają barwę czerwoną i wykazują przejścia do glin czerwono-brunatnych, które leżą w ich stropie.

Również w północnej części terytorium zbadanego zostały wykryte gliny szare, podściełające glinę czerwono-brunatną w otworach świdrowych na gruntach wsi Marjinskoje: zalegają tu one bezpośrednio na granicy. Przytoczymy przekrój jednego z tych utworów.

- 1) Czarnoziem przechodzący w glinę czerwono-żółtą 1,25 *m*
- 2) Gлина czerwono-żółta 5,85 *m*
- 3) Gлина jasno-czerwona 3,10 *m*
- 4) Gлина czerwona 3,50 *m*
- 5) Gлина ciemno-czerwona 3,25 *m*
- 6) Gлина zielonawo-szara 1,50 *m*

Głębiej występuje granit.

W bardzo licznych wierceniach, wykonanych w południowej części zbadanego terytorium jak również w odsłonięciach naturalnych, nigdzie nie ma warstwy szarych glin lub piasków, któreby oddziaływały gliny czerwono-brunatne od utworów pontyckich; zazwyczaj gliny te nalegają bezpośrednio na powierzchnię Pontu, pokrytą czarnym lakierem.

Poziom piasków i szarych glin składa się oczywiście z utworów słodkowodnych, które zostały osadzone w mniejszych i większych korytach rzek, związanych z obecnymi dolinami rzecznyymi, a rozwniętych zwłaszcza w północnej części obszaru.

Gliny czerwono-brunatne.

Gliny czerwono-brunatne są rozprzestrzenione na całym terytorium zbadanym; brak ich tylko w kilku punktach przekroju wzdłuż Inhulca, a loess zalega bezpośrednio na utworach pontyckich. Gliny te występują w znacznej, choć zmiennej grubości, są już to nieco piaszczyste, to znowu bardzo tłuste, zawierają bardzo wiele żelaza i nie posiadają wyraźnego uwarstwienia. Górna granica glin czerwono-brunatnych, oddzielająca je od loessu, niezawsze jest wyraźna. Często w dolnej części loessu staje się piaszczysty, niekiedy występują w nim warstwy gliny czerwono-brunatnej, jak np. koło Sabłukowki, gdzie odsłania się w urwisku Dnieprowem przekrój następujący:

nad grubą (10 do 12 *m*) warstwą gliny czerwono-brunatnej zalega 5 do 6 *m* loessu, potem znowu warstwa gliny czerwono-brunatnej na 1 do 1,5 *m* gruba, a dalej aż do szczytu przekroju idzie loess.

Sokołowo przypuszczał, że grubość glin czerwono-brunatnych wzrasta ku istniejącym dolinom rzecznyim i na tej podstawie przypisywał glinom czerwono-brunatnym pochodzenie delu-

wialne. Moje obserwacje nie potwierdzają tego przypuszczenia. Np. otwór świdrowy na ziemiach rządowych koło Beryslawia przeszedł przez następujące warstwy:

- | | |
|--|--------|
| 1) Czarnoziem | 0,45 m |
| 2) Glina piaszczysta z konkrecjami marglowymi | 1,05 m |
| 3) Loess żółtawy | 3,65 m |
| 4) Loess żółty | 1,55 m |
| 5) Loess jasno-żółty z warstewkami gliny czerwonej | 4,55 m |
| 6) Glina brunatna i ciemno-brunatna | 1,55 m |
| 7) Glina piaszczysta czerwona | 7,90 m |
| 8) Glina czerwono-brunatna z jaśniejszymi żyłkami | 4,55 m |
| 9) Glina jasno-czerwona | 3,30 m |

Warstwy do 4 włącznie reprezentują oczywiście loess, warstwa 5 stanowi przejście od loessu do gliny czerwono-brunatnej, a dalej idzie potężna (15,75 m) masa glin czerwonych i czerwono-brunatnych z podrzędnymi warstwami bardziej piaszczystymi. Zważywszy, że otwór powyższy jest o 12 wiorst od brzegów doliny Dnieprowej oddalony, stwierdzić należy, że o wyraźnym zgrubieniu glin czerwono-brunatnych ku dolinom rzecznych jako o dowodzie deluwialnego sposobu powstawania tychże glin mowy być nie może.

Gdzieindziej grubość glin czerwono-brunatnych jest zmienna i często znacznie mniejsza.

Wiercenie na ziemiach rządowych koło Małej Sejdeminuchy wykazało tylko 1,5 m gliny, wiercenie koło Nowopietrowskiego wykazało znowu 17 m glin czerwono-brunatnych, na gruntach włościańskich Wielkiej Aleksandrowki mierzą one 9,9 m grubości, w Nowokurskiej — 9 m, a koło Starosielja — 15 m. Z powyższych nielicznych danych wybranych przypadkowo zśród bardzo wielkiej liczby opracowanych wierceń, wynika, że grubość glin czerwono-brunatnych jest bardzo zmienna, że osiąga one znaczną grubość nawet na działach wodnych. Niepodobna z danych dotychczasowych ustalić rozkładu grubości glin czerwono-brunatnych i niepodobna jeszcze wykreślić kształtu ich górnej powierzchni. Jest to tem trudniejsze, że niejednokrotnie w górnych poziomach gliny te są uławiczone naprzemian z loes-

sem lub z gliną loessopodobną a kiedy indziej są z loessem związane za pomocą przejść stopniowych.

Możemy tylko stwierdzić, że nie ma powiększania się grubości glin czerwono-brunatnych ku dolinom rzecznych; byłoby ono zresztą zupełnie niezrozumiałe. Powierzchnia Pontu jest prawie pozioma, gdyby więc grubość glin czerwono-brunatnych wzrastała ku dolinom rzecznych, to powierzchnia ich posiadałaby spadek ku działom wodnym, co oczywiście przeczyłoby przypuszczeniu Sokołowa o ich deluwialnem pochodzeniu, które zostało przezeń oparte właśnie na domniemanem pogrubianiu się glin ku dolinom rzecznych.

Wyjaśnienie ukształtowania poziomu glin czerwono-brunatnych i zależnego odeń poziomu wód gruntowych posiadałoby wielkie znaczenie dla hydrologii tego terytorium, jest ono jednak obecnie niemożliwe wobec braku mapy hypsometrycznej i niedostatecznej liczby wierceń.

Pochodzenie glin czerwono-brunatnych jest zagadkowe i dotychczas nie zostało wyjaśnione; zawierają one zazwyczaj skupienia marglowate i kryształy gipsu, są zasolone i z tego powodu są nadzwyczaj ważne dla regime'u wód podziemnych całego terytorium, gdyż stanowią przyczynę słoności wszystkich jego wód, lecz wobec zupełnego braku skamieniałości o wytlómaczenie ich pochodzenia jest nadzwyczaj trudno.

Nie ulega wątpliwości, że utwory te nie są wcale związane z Pontem; są one już to od niego oddzielone przez warstwy osadów słodkowodnych, jak to ma miejsce na północy, już to nalegają na powierzchnię wapienia pontyckiego, pokrytą czarnym lakiem. Należy przeto uważać za pewne, iż okres ich powstawania jest oddzielony od końca okresu pontyckiego i powstawania łądu przez okres o charakterze pustynnym. Z danych przytoczonych powyżej wnioskuje się, że gliny brunatno-czerwone nie są ani utworami deluwialnymi, ani osadami rzeczными, a zarazem różnią się znacznie od loessu — osadu, charakterystycznego dla klimatu stepowego.

Oczywiście, sposób powstawania glin czerwono-brunatnych musi być zgoła odmienny, a w hipotezach, któreby je miały wytłómaczyć, uwzględnionem być musi szerokie rozprzestrzenienie poziome tego utworu, jego zmienna grubość, brak skamielin i obecność gipsu i soli. Wiemy, iż osady tego typu powstawać

mogą jedynie w klimacie pustynnym, że przy nieco obfitszych opadach atmosferycznych i przy prawidłowym i stałym odpływie wód niemożliwym jest tworzenie się i zachowanie osadów solonośnych. Osady tego rodzaju możliwe są w takich tylko terytoriach, gdzie ilość opadów atmosferycznych jest niedostateczna dla ustalenia prawidłowego odwodnienia powierzchni.

Mniemałbym tedy, że gliny czerwono-brunatne pojmować można tylko jako utwór pustynny, przyczem sposób ich powstawania możnaby porównywać z „Takyrem“ turkiestańskim. Wielkie ulewy, które zdarzają się od czasu do czasu znoszą na równą powierzchnię pustyni masy mułu gliniastego lub cząsteczek piasku, pokrywają czasowo znaczne przestrzenie a wysychając niebawem, pozostawiają na nich materiał przyniesiony.

Sole rozpuszczone w wodzie pozostają na miejscu i „Takyry“ skutkiem tego jest zawsze zasolony, wśród gliny wykrystalizowuje gips, sól zaś przy wysychaniu wody wykwitła na powierzchnię i wytwarza wilgotną powłokę, która zatrzymuje wszystkie cząsteczki pyłowe; w ten sposób „Takyry“ w dalszym ciągu narasta subaeralnie. Śród gliniastych i piaszczystych utworów Takyru, niekiedy zalewanych przez wody, to znowu szybko wysychających, odbywa się intensywne przekształcanie soli rozpuszczalnych, powstawanie konkrecyi, kryształów gipsu i t. p. i zacierają się pierwotnie dostrzegalne uwarstwienie. Żelazo wobec braku wody występuje w postaci hematytu — skąd przeważnie czerwone zabarwienie.

Przypisanie glinom czerwono-brunatnym takyrowego pochodzenia wyjaśniałoby w zupełności ich stosunek do loessu: przy zmianie warunków klimatycznych i powiększeniu się ilości opadów atmosferycznych górna warstwa takyru zostaje nieco wyługowana, pokrywa się roślinnością i zamienia w step; wówczas zaczyna się osadzać loess. Obecność warstw gliny czerwono-brunatnej wśród loessu jak również istnienie ogniw przejściowych między nimi wskazywałyby na to, że przemiana warunków klimatycznych z pustynnych w stepowe nie zaszła od razu i gwałtownie, lecz odbywała się powoli z czasowymi nawrotami do stanu poprzedniego, a wówczas wśród loessu powstawały osady glin czerwono-brunatnych typu bardziej pustynnego. Przeciwno wywodom powyższym ten tylko wytoczyć można argument, że utwory takyrowe w Turkiestanie są warstwowane, wśród glin zaś

czerwono-brunatnych uwarstwienia niema; zaznaczyliśmy jednak już powyżej, że przekrystalizowywanie i stała wędrówka soli i powstawanie skupień zacierają ślady uwarstwienia.

Tak tedy dla okresu popontyckiego nakreślić możemy następujący przebieg zmian klimatycznych: pierwotnie na całym obszarze zapanowuje pustynia; na powierzchni pontu rozwija się pustynia kamienista „Hammada“, a powierzchnia skał zostaje pokryta przez czarny lakier pustynny. Następnie ilość opadów atmosferycznych wzrasta, są one zapewne rzadkie, lecz ulewne; powstaje pustynia typu tacyrowego; wreszcie stopniowo, z nawrotami do pierwotnego stanu, takyr przeobraża się w step skutkiem dalszego powiększania się ilości opadów atmosferycznych.

Niepodobna dotychczas zestawić w czasie zjawisk powyższych z osadami rzecznyymi północnej części zbadanego obszaru, niewiadomo, czy osady te powstały przed, czy po pokryciu powierzchni pustyni przez czarny lakier. Nie można również dotychczas wyjaśnić, jaki był stosunek tych zmian klimatycznych do różnych cykli erozyjnych, i czy odmłodzenie zaszło podczas czy po okresie pustynnym. Zwrócić wszakże należy uwagę na tę okoliczność, że pomimo istnienia pustyni na stepach Czarnomorskich, wielkie rzeki, biorące początek na północ od pasma krystalicznego mogły nie zmieniać swego kierunku, i mogły, jak dziś Colorado, nacinać i pogłębiać swe doliny pomimo panowania klimatu pustynnego.

Loess. Najmłodszym utworem w całym terytoryum zbadanem jest loess, który wszędzie pokrywa gliny czerwono-brunatne, niekiedy zaś zalega bezpośrednio na powierzchni skał starszych. Moje badania nic istotnego nie dorzuciły w tym względzie, prócz stosunku loessu do glin czerwono-brunatnych i niekiedy naprzemianległego ich uwarstwienia, o czym była mowa już powyżej.

Z Zakładu Geologicznego
Uniwersytetu Warszawskiego.

Zur Morphologie und Geologie der Steppen des Schwarzen Meeres.

Im Jahre 1914 wurden mir vom Zemstwo des Gouvernement Cherson hydrogeologische Untersuchungen im östlichen Teile dieses Gouvernement, das vom Dniepr im Osten, von den Flüssen Wisun und Inhulec im Westen begrenzt wird, anvertraut; Dieses Areal war schon früher mehrmals untersucht worden, und besonders wichtig dafür sind die Arbeiten von Barbot de Marny ¹⁾, Hommaire de Hell ²⁾ und Sokolow ³⁾. Besonders zahlreich sind Arbeiten über die Umgebung von Kriwoi Rog die dank ihrer Erzführung die meiste Aufmerksamkeit auf sich lenkten ⁴⁾, dies Gebiet aber stellt nur einen ganz winzigen und dazu ganz eigenartigen Teil des von mir untersuchten Gebietes dar. Die früheren Untersuchungen haben den einfachen geologischen Aufbau dieses Gebietes in seinen Grundzügen festgestellt; Sokolow ⁵⁾ hat sogar in seiner Arbeit über die südrussischen Limane die Morphologie berührt, zwar mit jetzt gänzlich veralteten Methoden. Meine Aufgabe bestand deshalb in dem detailliertem Studium der Stratigraphie und vor allem der früher

¹⁾ Hommaire de Hell. Les steppes de la mer Caspienne. 1844. Bd. III, S. 419—496.

²⁾ Barbot de Marny: Geologische Skizze des Gouv. Cherson (Russ.) S. Petersburg 1869.

³⁾ Sokolow N.: Allgemeine geologische Karte von Russland. Blatt 48. Melitopol. Mem. Com. Geol. Bd. IX № 1.

Sokolow N.: Hydrogeologische Untersuchungen im Gouv. Cherson.. Mem. Com. Geol. Bd. XIV № 2.

⁴⁾ Faass A.: Materialien zur Geologie der Tertiärablagerungen im Rayon von Kriwoi Rog. Mem. Com. Geol. N. S. № 10. Dasselbst die vollständige Litteratur.

⁵⁾ Sokolow N.: Ueber die Entstehung der Limane Südrusslands. Mem. Com. Geol. Bd. X. № 4.

vernachlässigten faziellen Unterschiede sowie in der Anwendung der neuen morphologischen Methoden auf die jüngsten Stadien der Entwicklung dieses Gebietes. Meine Untersuchungen wurden bedeutend durch den Mangel von hypsometrischen Karten erschwert, und es gelang diese Schwierigkeit nur Dank den höchst einfachen stratigraphischen sowie morphologischen Verhältnissen zu überwinden.

Meine Anfangs Juni 1914 eingesetzten Untersuchungen mussten leider vorzeitig Mitte August abgebrochen werden, da die Landbevölkerung nach dem Ausbruche des Krieges sich misstrauisch und feindselig mir gegenüber stellte, die für d. 7. 1915 und 1916 geplanten Arbeiten mussten aber selbstverständlich ausfallen. Ich führe hier die Resultate meiner Untersuchungen vor, muss aber betonen, dass ihr weiterer Ausbau für die folgenden Jahre in Betracht genommen war, und dass sie deshalb keinen Anspruch auf Endgültigkeit erheben können. Da mir aber die Fortsetzung dieser Untersuchungen recht zweifelhaft erscheint, gestatte ich mir die bisherigen Resultate hiermit festzulegen.

Im ganzen Gebiete sind natürliche Aufschlüsse nur in den tief eingeschnittenen Flusstälern und Trockentälern (Balka) zu finden. Der Dniepr und der Inhulec bieten aber zwei fast ununterbrochene meridionale Profile durch das ganze Gebiet dar.

MORPHOLOGISCHE SKIZZE.

Die Oberflächengestaltung des östlichen Teiles des Gouv. Cherson bietet einen jugendlichen Charakter dar. Es ist eine schwach gegen Süden geneigte Ebene, so dass ihre nördliche Grenze bis 100—110 *m* ü. d. M. ansteigt, während im Süden an der Inhulecmündung die Oberfläche der Steppe nur in 20—30 *m* Meereshöhe liegt. Von dieser leichten Neigung abgesehen ist die Oberfläche der Steppe ganz eben, und nur von den Flusstälern und den von ihnen abzweigenden Trockentälern (Balka) unterbrochen. Diese Täler sind weniger tief im Süden, wo sie 20—25 *m* tief eingeschnitten sind, während im Norden die Sohle der Täler 60—80 *m* unter der Oberfläche der Steppe liegt. Die Neigung der Oberfläche der Steppe ist also grösser, als das Gefälle der Flüsse.

Der morphologische Charakter der Steppen des östlichen Teiles des Gouv. Cherson wird erst auf Grund eines allgemeinen Überblickes über die Steppen des Schwarzen Meeres verständlich. Von der Südkante der kristallinen Platte in den Kreisen von Balta, Jelisawetgrad, Aleksandrowsk bis zum Gestade des Schwarzen Meeres bildet die Steppe eine schwach gegen Süden geneigte Ebene, die von zahlreichen tief eingesenkten Flusstälern zerschnitten wird, die sowohl grossen Flüssen, die sich mühsam von Norden her den Weg durch die kristallinen Gesteine bahnen (wie die Täler des Dniester, Boh und Dniepr) wie auch kleineren Flüssen, die am Südabhange der kristallinen Platte ihren Anfang nehmen, gehören. Alle diese Täler fliessen fächerförmig dem Busen von Odessa zu, in der Weise, dass die zwischen dem

Dniestr und Dniepr gelegenen Flüsse eine meridionale Richtung einnehmen, während der Dniestr gegen Osten, der Dniepr gegen Westen abschnellen. Die Richtung der Flusstäler entspricht der Oberflächengestaltung der Steppe, deren Oberfläche sowohl gegen Osten wie gegen Westen ansteigt, im mittleren Teile aber eine deutliche Einsenkung aufweist.

Der morphologische Charakter dieses ganzen Gebietes ist also ganz klar und einfach: es ist eine typische „Küstenebene“ von Davis die von zahlreichen consequenten Flussläufen zerschnitten ist, deren fächerförmige Anlage dadurch hervorgerufen wurde, dass zwischen dem Dniestr und Dniepr sich eine maximale Depression in meridionaler Richtung hinzieht. Der Einfluss dieser Depression tritt ebenfalls zu Tage in der jetzigen Gestaltung der Uferlinie des Busens von Odessa, die an der Axe dieser Depression am meisten gegen Norden zurücktritt.

Das ganze Gebiet der Steppen des Schwarzen Meeres im Gouv. Cherson, in der Tauris und nördlich vom Kaukasus muss als ein flaches Senkungsgebiet aufgefasst werden, das durch jüngere Schichten ausgefüllt ist, und sich längs dem Nordabhange der Krimischen und Kaukasischen Gebirge sowie deren fehlenden Verbindungen hinzieht. In dieser west östlich streichenden Senkungsmulde machen sich transversale Depressionen und Elevationen von meridionaler Richtung fühlbar. Eine dieser Depressionen, wie es oben ausgeführt wurde, bedingt das fächerförmige Zusammenfließen der Flüsse der Chersonischen Steppen sowie das Erscheinen der weit gegen Norden vorgeschobenen Odessaer Bucht. Einer Elevation entspricht der höhere Teil der taurischen Steppen am Flusse Molotschnaja, der nördlich von den Haupterhebungen der Krimischen Gebirge liegt. Das Meer von Azow entspricht wieder einer transversalen Depression. Der meridionalen Richtung dieser transversalen Depressionen entspricht die Richtung jener Rücken aus kristallinen Gesteinen, die, wie der Rücken von Kriwoi Rog sich weit gegen Süden vorschieben,

ausserhalb der Grenzen der südrussischen kristallinen Platte hervortretend.

Dieser allgemeine Charakter der Morphologie der Chersonischen Steppen macht des Alter und die Entstehung der Fluss-täler verständlich. Sie sind alle, wie schon hervorgehoben wurde, consequent, fliessen längs dem allgemeinen Gefälle des Terrains und wurden offenbar unmittelbar nach dem Rückzuge des Meeres gegen Süden gebildet, also in nachpontischer Zeit. Sie haben sich in die von dem Meere sich befreiende Küstenebene eingeschnitten, und verlängerten sich, dem zurückweichenden Meere nachfolgend. Da der geologische Aufbau des ganzen Gebietes höchst einfach ist, die Schichten ungestört und fast horizontal lagern, treten fast im ganzen Gebiete Gesteine von derselben Widerstandsfähigkeit auf, weshalb die consequenten Flüsse ihre gerade Richtung einhalten konnten, subsequeute Täler aber nicht zur Ausbildung gelangt sind.

Die Grundzüge der Oberflächengestaltung der Chersonischen Steppen weisen also ein hohes Alter auf, da sie noch im Pliocän angelegt wurden, der Charakter der Landschaft aber, mit ihren engen, tiefen Tälern, breiten und flachen Talscheiden trägt ein juveniles Gepräge. Verschiedene Ursachen konnten diesen scheinbaren Widerspruch zeitigen: entweder ermöglichen die Verhältnisse die Erhaltung von juvenilen Formen innerhalb langer Zeiträume, oder das Entwässerungsnetz wurde zwar in langvergängerer Zeit angelegt, die jetzt bestehenden juvenilen Formen wurden aber durch eine Verjüngung verursacht. Beide Ursachen scheinen im untersuchten Gebiete gewirkt zu haben. Die Erosionswirkungen können in den Chersonischen Steppen sich nicht voll entwickeln. Einerseits können ältere Landschaftsformen länger erhalten werden, da die Niederschläge in Form starker aber kurzer Regengüsse auftreten, weshalb die oberflächliche Erosion des Regenwassers nur schwach sein kann, in linearer Richtung wirkt, und zwar neue Schluchten ausbildet, aber jene langsame und stetige Arbeit nur in geringem Maasse ausüben kann, die

in niederschlagsreicheren Klimaten steile Böschungen rasch verflacht und in der Landschaft die gerundeten Formen der Reife erzeugt. Andererseits leisten jene Gesteine, die den grössten Teil der Chersonischen Steppen bedecken, einen bedeutenden Widerstand den Wirkungen des Oberflächenwassers. Der durchlässige Loess bietet im allgemeinen juvenile Formen dar; in den Kalksteinen, die den Hauptteil der tertiären Ablagerungen ausmachen, werden steile Abhänge leicht erhalten, der Gradation unterliegen verhältnissmässig leicht nur die rotbraunen Tone, sie werden aber vor der Einwirkung der Atmosphärlilien durch eine mächtige Schicht von Loess geschützt. Im nordwestlichen Teile des Gouv. Cherson, wo die Talhänge aus tonigen und sandigen Schichten des Sarmats und der „Facies von Balta“ bestehen, bieten die Landschaftsformen ein viel reiferes Gepräge dar, da die Gradation an den Talhängen viel rascher vor sich geht.

Die Erhaltung von juvenilen Formen wird also sowohl durch die klimatischen Verhältnisse, wie durch den geologischen Aufbau begünstigt. Zahlreiche Tatsachen weisen aber darauf, dass die jetzige Oberflächengestaltung der Chersonischen Steppen innerhalb einiger Erosionszyklen ausgebildet wurde, deren mehr oder minder deutliche Spuren innerhalb des von mir erforschten Gebietes auftreten.

Das weite, mächtige Dnieprrtal bietet nur wenig in dieser Richtung dar, obgleich schon Sokolow (l. c.) den Mangel der pontischen Ablagerungen in einigen Abschnitten seines westlichen Ufers hervorhebt, um so deutlicher treten aber im Tale des Inhulec Spuren verschiedener Erosionszyklen auf.

Wenn wir auf der Höhe des nördlichen Hanges der Balka Hruschewataja (südlich von Kriwoi Rog) stehen, und unsere Blicke gegen Süden wenden, da wird der Hauptzug der umgebenden Landschaft durch die ganz horizontale und ebene Oberfläche der Steppe gebildet, die bis 95 *m* Meereshöhe reicht, und nur von den aufgeschütteten Kurhanen (Skythengräbern) unterbrochen wird. 30 bis 35 *m* unterhalb dieser Linie, die die fast

horizontale Oberfläche der Steppe darbietet, liegt eine bis 2—3 *km* breite ebene Terrasse, die besonders deutlich am Ostufer des Tales ausgebildet ist, wo sie mit einem Steilhange zur Oberfläche der Steppe hinaufsteigt. Das westliche Ufer des Inhulectales steigt zu derselben Höhe an, übergeht aber ohne deutliche Geländestufe allmählich in die höhergelegene Oberfläche der Steppe.

Auf der von postpontischen Bildungen bedeckten Terrasse werden bei dem Dorfe Hruschewataja sarmatische Ablagerungen entblösst, die pontischen treten aber an der Basis des Steilhanges auf, der sich über der Terrasse erhebt und aus postpontischen Bildungen besteht. Zwar ist diese alte Flussterrasse nicht allerwegen ebenso deutlich ausgebildet, besonders gegen Süden ist ihre Anwesenheit immer schwieriger morphologisch festzustellen da die Terrasse unter einer mächtigen Schicht von rotbraunen Tonen und Loess begraben ist, so dass, sowohl am Inhulec wie am Dniepr, nur das direkte Auflagern der rotbraunen Tone sowohl direkt dem Sarmat, wie den unteren Horizonten des Ponts von einer Abtragung und Terrassenbildung zeugen, jedenfalls beweist sie unläugbar, dass das jetzige Inhulectal bei einem viel höheren Erosionsniveau angelegt wurde. Die Breite des Tales, in welchem die pontischen Ablagerungen zerstört wurden, zeugt von der beträchtlichen Dauer dieser Erosionsphase.

In obiger Terrasse schneidet sich das Inhulectal 25—30 *m* tief ein, ein klassisches Beispiel von eingesenkten Mäandern darstellend. Das Inhulectal schlängelt sich in Curven von 500—750 *m* Radius über dem alten Talboden. Die Abhänge sind, wie immer in Tälern mit eingesenkten Mäandern, steil an den concaven, flach an den convexen Stellen.

Die Mäander des Inhulectales, sowie übrigens aller Täler des Gouv. Cherson, sind in seinem ganzen Verlaufe gut ausgebildet. Der Talboden des Inhulectales stellt abermals eine charakteristische Terrasse (II) dar, die bei Schirokoje sich 8—10 *m* über dem Flussniveau erhebt; diese Terrasse verdankt ihre Ent-

tehung der Akkumulation, da sie ausschliesslich aus feinkörnigen Flusssedimenten besteht. In diese Terrasse ist 4—5 *m* tief ein 50 bis 100 *m* breites Tal eingesenkt, das nicht allerwegen gut ausgebildet ist; dadurch wird noch eine Terrasse (III) gebildet die sich wieder 4—5 *m* über den Wasserspiegel erhebt.

Gegen Süden, längs dem Inhulec vermindert sich die Höhe der Terrasse II, so dass sie an der Wissunmündung sich nur wenig über dem Niveau des Flusses erhebt, bei Bobrow Kut aber gänzlich unter dem Wasserspiegel verschwindet; hier fängt der Liman des Inhulec an.

Analoge der Terrasse II sind ebenfalls am Dniepr zu finden, sie sind da aber sehr selten, da sie durch diesen mächtigen Fluss vernichtet wurden. Die ersten Spuren dieser Terrasse kommen bei Sablukowka vor, wo sie sich 5 — 6 *m* über dem Wasserspiegel in über 1 *km* Länge erhebt. Diese Terrasse fängt bei Katschkarowka an, und erreicht bei Sablukowka 250 *m* Breite. Der am Fusse des alten Talufers gelegene Teil der Terrasse wird von deluvialen Ablagerungen bedeckt, die sich dadurch von den Bildungen der Terrasse leicht unterscheiden, dass sie zahlreiche kantige Kalksteinbruchstücke enthalten, die Terrasse wird aber aus feinkörnigen sandig-tonigen Ablagerungen zusammengesetzt, und führt nur seltene und immer abgerundete Kalkgerölle.

Südlich von Katschkarowka habe ich am westlichen Dnieprufer keine weitere Spuren dieser Terrasse gefunden, da sie durch den Fluss zerstört wurde, und ausserdem bald südlich unter das Niveau des Flusses untertauchen musste, da ihre Oberfläche ein stärkeres Gefälle, als der Fluss aufweist, was durch das Auftreten dieser Terrasse bei Bolschaja Znamienka, am Ostufer des Dniepr, etwas südlich von Katschkarowka, in nur 3—4 *m* Höhe über dem Wasserspiegel bestätigt wird. In den Terrassenbildungen habe ich nur Bruchstücke von Unionen gefunden und ihr Alter kann nicht palaeontologisch bestimmt werden; wahrschein-



lich entsprechen sie den Terrassenbildungen mit *Cyclas rivicola*, die in dem westlichen Teile des Gouv. Cherson zur Ausbildung gelangten.

Auf Grund obiger Tatsachen dürfen wir ein folgendes Bild der Entstehung der jetzigen Oberflächengestaltung der Chersonischen Steppen aufzustellen: nach dem Rückzuge des pontischen Meeres wird auf der sanft gegen Süden und zur zentralen Depression geneigten Küstenebene eine Reihe consequenter Flussläufe ausgebildet, die fächerförmig dem niedrigsten Teile des Gebietes zuströmen. Jene Flüsse, die nördlich von dem kristallinen Rücken ihren Anfang nehmen, wie der Boh, der Dniepr, teilweise der Inhulec, bilden sich weite aber flache Täler aus, auf deren Boden die Flüsse mit bedeutendem Radius ihre Mäander beschreiben. Die Erosionsbasis liegt zur Zeit sehr hoch, das Gefälle der Flüsse ist gering, sie tragen deshalb einen reifen, vielleicht spätreifen Charakter. In diese Phase I gehört das am Inhulec sichtbare Tal, sowie die ebenfalls am Dniepr auftretenden Spuren der Abwaschung des Ponts; beide sind vor der Ablagerung der rotbraunen Tone entstanden.

Die folgende Phase (II) wird durch eine ganz bedeutende Verjüngung gekennzeichnet, die ein tiefes Einschneiden der Flüsse hervorgerufen hat, wobei ihre Mäander erhalten wurden. Es sind tiefe juvenile Täler mit eingesenkten Mäandern entstanden. Während dieser Phase lag die Erosionsbasis viel niedriger als heute; zu dieser Zeit entstehen jene tiefe Täler deren Untertheil jetzt überflutet und zu Limanen umgestaltet ist.

Die folgende Phase (III) verursacht die Ausbildung einer Akkumulationsterrasse am Inhulec und am Dniepr, die bei einer höheren Lage der Erosionsbasis als die jetzt bestehende entstanden ist. Endlich wurden die jetzigen Flussläufe abermals in die akkumulative Terrasse eingesenkt, entsprechend einer erneuten Erniedrigung der Erosionsbasis.

Es unterliegt keinem Zweifel, das zwischen jener Phase der die Akkumulationsterrasse entspricht und dem jetzigen Zus-

tande bedeutende Veränderungen der Entwässerung eingetreten sind. Wenn nämlich von der Ablagerungszeit der akkumulativen Terrasse bis jetzt nur eine relative Senkung der Erosionsbasis eingetreten wäre, würde diese Terrasse in wachsender Höhe die Flussläufe bis zu ihrer Mündung begleiten. In Wirklichkeit senkt sich die Terrasse gegen die Mündung der Flüsse, und verschwindet endlich sogar unter ihrem Spiegel, der Limanbildung Platz machend. Das Gefälle der Oberfläche der Terrasse ist grösser, als das Gefälle des Bodens des in sie eingesenkten Tales.

Diese Sachlage konnte unmöglich ausschliesslich durch eine Veränderung der relativen Lage der Erosionsbasis herbeigeführt werden, die entweder durch die Hebung des Meeresspiegels oder durch die gleichmässige Senkung des Landes hervorgerufen wäre. Sie kann nur durch eine ungleichmässige Senkung des Landes erklärt werden, die stärker im Süden, am Meere als im Norden war, wo sogar eine Hebung möglich erscheint. Nur in dieser Weise können wir das Auftreten einer Verjüngung also einer Senkung der Erosionsbasis im Oberlaufe der Flüsse wo sie in die Akkumulationsterrasse eingeschnitten sind, die allmählich stromabwärts erfolgende Verminderung der Tiefe des Einschnitts und der Höhe der Terrasse, sowie das gleichzeitige Auftreten im Unterlaufe derselben Flüsse von Anzeichen einer Hebung der Erosionsbasis erklären, die in dem Untertauchen der Terrasse unter den Wasserspiegel und in der Bildung von Limanen, die die ganze Breite der Täler einnehmen ihren Ausdruck findet.

Die Bestimmung des Alters aller oben angedeuteten Vorgänge ist sehr schwierig, wenigstens auf Grund der in meinem Gebiete gefundenen Tatsachen. Mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit kann die Entstehungszeit der breiten, reifen flach in das Pont teilweise ins Sarmat eingeschnittenen Flusstäler (I) der Kujalnikperiode gleichgestellt werden. Die Kujalnikbildungen stellen Ablagerungen eines Flusses dar, der gerade so tief eingeschnitten war und werden ebenfalls von den rotbraunen Tönen bedeckt; ihre Fauna die nach S i n z o w „hauptsächlich aus Süs-

wassermollusken besteht, die stehende oder langsam fließende Gewässer bewohnen“ entspricht jener Vorstellung von den Flüssen dieser Phase, die wir auf Grund morphogenetischer Erwägungen aufgestellt hatten. Diese Flüsse bewegten sich träge in breiten Tälern, bildeten zahlreiche Mäander und zweifellos Altwässer.

Nach der Bildung dieser Flusstäler ist eine Wüstenperiode eingetreten, über die der geologische Teil näheres enthält. Nach der Wüstenperiode hat die Ablagerung der rotbraunen Tone eingesetzt, und es ist möglich, dass ihre Bildungszeit mit der Verjüngung der zweiten Phase zusammenfällt, die das tiefe Einschneiden der mäandrierenden Flüsse hervorgerufen hat. Die genaue Bestimmung des Alters sowohl dieser, wie auch aller späteren Vorgänge ist bis jetzt unmöglich, da jegliche Anhaltspunkte zu ihrer parallelisierung mit den diluvialen Erscheinungen fehlen.

Es ist uns gelungen die Ursachen nur einer, nämlich der vierten Phase zu bestimmen, die eine erneute Verjüngung des Oberlaufes der Flüsse und zugleich die Überflutung ihres Unterlaufes und die Limanbildung hervorgerufen hat; diese Erscheinungen verdanken ihre Entstehung einer Schaukelbewegung des Landes, das sich im Süden senkt, im Norden aber steigt. Es ist uns unmöglich zu sagen, ob die früheren Verschiebungen der Erosionsbasis durch Schwankungen des Meeresspiegels oder durch epirogenetische Bewegungen des Landes verursacht waren. Zwar darf das Meeresniveau als constant betrachtet werden wenn wir mit dem offenen Meere und mit kurzen Zeiträumen zu tun haben, in einem geschlossenem Meeresbecken aber, wie es das Schwarze Meer in postpontischer Zeit war, sind Niveauschwankungen der See ganz gut annehmbar. Die Lösung dieser Frage ist aber nur am Strande des Meeres zu suchen, wo, falls die Verschiebungen der Erosionsbasis der Flüsse des Gouvernement Cherson nur durch Schwankungen des Meeresspiegels hervorgerufen wären, allerwegen dem Niveau des Meeres parallele Strandterrassen vorkommen müssten.

GEOLOGISCHE SKIZZE.

Der geologische Aufbau des ganzen Küstenstreifens des Schwarzen Meeres ist höchst einfach. Er besteht aus sehr regelmässig gelagerten und schwach gegen das offene Meer geneigten tertiären Ablagerungen, die gegen Norden an Mächtigkeit verlieren, um endlich am ukrainisch-podolischen kristallinen Rücken auszukeilen; ihre höchsten Stufen transgredieren aber teilweise über die kristallinen Gesteine. Das Tertiär wird von mächtigen fossilereen Ablagerungen bedeckt, nämlich von rotbraunen Tonen rätselhaften Ursprungs und Alters, die ihrerseits vom Loess überlagert werden. Diese Grundzüge des Aufbaus sind längst bekannt, weshalb ich mich nur auf neue Thatsachen, die die facielle Ausbildung oder die Bildungsweise aufklären, beschränken werde.

Kristalline Gesteine.

Der kristallinen Gesteine erscheinen nur an der nördlichen Grenze des erforschten Gebietes. Es sind einerseits die mehrmals beschriebenen (Literatur Faas l. c.) Aufschlüsse des Rückens von Kriwoi Rog, die längs dem Inhulec erscheinen, andererseits Aufschlüsse der Gneiss-granite im Osten des Gebietes, unweit des Dorfes Mariinskoje am rechten Dnieprufer. Die ersteren bilden nur einen schmalen Rücken, in welchem die kristallinen Gesteine sich zwar zu beträchtlicher Höhe über dem Meeresspiegel erheben, gegen Osten und Westen aber steil unter die jüngeren Schichten und unter den Meeresspiegel einfallen. Die Aufschlüsse bei Mariinskoje dagegen, erheben sich zwar nicht so hoch, behalten aber dieselbe Höhenlage auf einem grösseren

Areale. Es werden deshalb am Boden aller genügend tiefen Täler (Balka) kristalline Gesteine erschlossen, so in der Balka Bieźrezniewataja östlich und westlich vom Dorfe Nicolaital. Im Unterlaufe dieses Trockentales längs dem Dorfe Mariinskoje sind nirgends kristalline Gesteine anstehend zu finden, obgleich es hier am tiefsten eingeschnitten ist, sie erscheinen aber im östlichen Teile derselben Balka östlich vom Dorfe Nicolaital, sowie in der hier mündenden Balka Schirokaja; es erscheinen hier am Talboden und an den Gehängen abgerundete Parteen von rotem Gneissgranite der die unmittelbare Unterlage des Talbodens bildet, und dessen Versumpfung, sowie das Erscheinen zahlreicher kleiner Quellen am Abhange verursacht.

Bedeutender sind die Aufschlüsse von Gneissgraniten im östlichen Aste der Balka Bieźrezniewataja, wo der Granit am Talboden hie und da in abgerundeten Parteen unter der Schuttbedeckung hervortritt, an der Basis der Hänge aber direkt vom Sarmat überlagert wird. Die Oberfläche des Granites verdient besondere Aufmerksamkeit: die zahlreichen Sprünge sind stark erweitert, die Oberfläche der Blöcke ist abgerundet und geglättet, hie und da liegen Gerölle aus demselben Gestein, zuweilen in dessen Klüfte eingekleilt. Der Gneissgranit ist etwas angewittert und verfärbt an der Oberfläche, in 3–4 *cm* Tiefe ist er aber ganz frisch, wird unmittelbar von sarmatischen Ablagerungen bedeckt, nämlich von Tonen oder von Muschelsand. Alles dies beweist zweifellos, dass die Oberfläche der Gesteine durch die Brandung bearbeitet wurde, die die Oberfläche geglättet, die Formen abgerundet, die Sprünge erweitert hat; beim Vordringen des Meeres wurde hier aber Muschelsand abgelagert. Die geringe Mächtigkeit der Verwitterungsrinde wird dadurch erklärt, dass die Brandung die verwitterten Teile sofort abspült und die Oberfläche in frischem Zustande erhält, so dass die Bildung einer Verwitterungsrinde erst nach der Bedeckung des Granites durch die Ablagerungen des sarmatischen Meeres beginnen konnte die ihr aber zugleich als Schutz dagegen dienten.

Das Paläogen.

Die Bedeutung des Paläogens ist ganz gering; diese Bildungen stehen nur in der Umgebung von Kriwoi Rog an, von wo sie von Faass (l. c.) eingehend beschrieben wurden; von Sokolow wurden sie im Bohrloche von Kopani (im südlichen Teile des Gebietes) festgestellt, wo unter den von 97—142 *m* durchbohrten Spaniodonschichten Quarz-teilweise Glaukonitsande erscheinen die bis 210 *m* herabreichen. Diese Sande müssten dem Oligocän angewiesen werden, da sie von blaugrauen Foraminiferenmergeln unterlagert werden, die nach Sokolow schon zum Eocän gehören. In der Umgebung von Kriwoi Rog wurden voroligocäne Ablagerungen in den Bohrungen and der Jamtschitskaja Landwirtschaftlichen Schule, in der Erzgrube von Dobrowolski und an einigen anderen Orten vorgefunden.

Das Oligocän der Umgebung von Kriwoi Rog wird durch eine unregelmässig gelagerte Serie wechselnder Ablagerungen dargestellt, die an den kristallinen Rücken angelehnt sind. Die petrographische Zusammensetzung ist sehr veränderlich; entweder sind es, wie in der Erzgrube von Kamieńkowicz bei Nikolokoselsk grünliche Tone mit zahlreichen kleinen Gerollen aus Eisenerz, Quarz u. s. w., in den unteren Lagen von Austern und Seeigelstacheln erfüllt, mit selteneren Haifischzähnen, oder sie werden durch mergelige Tone vertreten, die statt Austern kleine und dünnschalige Pelecypoden führen. Ablagerungen dieses letzteren Typus sind gut bei Schirokoje aufgeschlossen (Faas (l. c.); einen guten Aufschluss habe ich bei Nowoselowka gefunden, wo 4—5 *m* mächtige blaugraue oligocäne Tone erscheinen, die im oberen Teile zahlreiche kleine Pelecypoden (*Cardita*, *Crassatella*) führen; ganz oben erscheinen dünne Zwischenlagen von weissem Mergel. Diesen Tonen liegen direkt zwei Meter Sande auf, die schon die sarmatische Schichtenfolge anfangen.

Die Armut der bisher bekannten Fauna verhindert die Feststellung, ob wir es hier mit verschiedenen Horizonten des Paläogens zu thun haben, oder, ob die petrographischen Unter-

schiede nur von faciellen Verhältnissen abhängen, so, dass, während in der unmittelbaren Nähe des kristallinen Ufers gröbere Sedimente mit Austern entstanden, gegen das offene Meer hin tonig-megelige Sedimente mit dünnschaligen Pelecypoden zur Ablagerung gelangten.

Die sarmatischen Ablagerungen.

Die sarmatischen Bildungen sind im ganzen von mir erforschten Gebiete verbreitet; sie erscheinen in allen wichtigeren Aufschlüssen, den südlichsten Teil ausgeschlossen, wo sie unter dem Spiegel des Dniepr verschwinden.

Die Ablagerungen des Sarmats wurden in drei Stufen eingeteilt, nämlich in eine untere mit *Eroillia podolica*, eine mittlere mit *Maetra Fabreana* und *Cardium Fittoni* (Nubecularien-schichten von Sinzow) und eine obere mit kleinen Mactren (*Maetra caspia* und *Maetra bulgarica*). Diese Einteilung war aber bisher im östlichen Teile des Gouv. Cherson nicht consequent durchgeführt. Zu gleicher Zeit weisen die sarmatischen Ablagerungen beträchtliche Schwankungen des petrographischen Charakters auf. In der Hauptmasse bestehen sie aus derben, muscheligen oder oolitischen Kalksteinen, die in Mergel übergehen. Oefters kommen Zwischenschichten von grünem Ton. Seltener sind Muschelsande aus zerstoßenen und abgerollten Muscheln, sowie Quarzsande, die mit besonderen lokalen Verhältnissen verbunden sind. Es kommen auch gerölleführende Schichten vor, die manchmal wirkliche Conglomerate bilden, oder Schichten mit gut ausgeprägter diagonaler Schichtung. Manche Geröllhorizonte sind sehr beständig und wurden in grosser Ausdehnung festgestellt. Diese geringfügigen Unterschiede sind sehr wichtig, da sie eine tiefere Einsicht in das Leben des sarmatischen Meeres gestatten.

Die Ablagerungen des unteren Sarmats, der Ervillienstufe waren bisher nur aus der Umgebung von Krivoï Rog bekannt, sie wurden von F a s s bei Nikoło-Kozelsk in der Erzgrube

von Kamienkowitz gefunden, wo eine Fauna dieses Alters im unteren Teile der Sande und in tonigen Schichten die unmittelbar dem Oligocän auflagern, auftritt, sowie im Ufer des Inhulec bei Schirokeje, wo demselben Niveau ein Teil der den oligocänen Mergeln auflagernden Sande zuzurechnen ist.

Mit diesen Bildungen ist eine mächtige versteinungslose Serie weisser, gelblicher, manchmal eisenschüssiger oder grünlicher Sande innig verknüpft; diese Sande sind entweder der unregelmässigen und erodierten Oberfläche des Oligocäns, oder der kristallinen Gesteine aufgelagert. Faass schreibt ihnen mutmaasslich mediterranes Alter zu, betont aber zugleich ihre innigen Beziehungen zu den sarmatischen Ablagerungen. Die Mächtigkeit dieser Sande ist schwankend und sie treten in verschiedener Metershöhe auf. Den mächtigsten Aufschluss habe ich im Steilufer des Inhulectales nördlich von der Haltestelle Wizirka gefunden, wo unmittelbar über der Akkumulationsterrasse über 20 m Sand mit Diagonalschichtung ansteht.

Diese ganze Serie führt untergeordnete Kiesschichten aus grau-grünlichem Quarz; die Grösse des Kornes schwankt, es kommen sehr feinkörnige und grobe Schichten vor. Eine wenig mächtige (0.30—0.40 m) Schicht grau-grünen Tones trennt diese Sande von den auflagernden weissen Mergeln, die fest oder mürbe sind, Bänkchen von Kalkstein und im unteren Teile einen Muschelkalk mit *Mastra Fabreana* führen.

Ähnliche Sande sind am östlichen Inhulecufer nahe der jüdischen Kolonie Inhulec aufgeschlossen. Hier steigt die untere Grenze der Sande sehr niedrig herab und verschwindet unter dem Niveau der Terrasse; an anderen Orten erscheinen die Sande erst in einem viel höheren Niveau, so am Ufer des Inhulec 0.5 km südlich von der Balka Hruschewataja, wo die kristallinen Schiefer bis 20 m über dem Niveau des Flusses ansteigen, und erst in dieser Höhe von einem weissen Sande mit harten Concretionen aus grauen Quarzkörnern bedeckt werden. Höher ist der Aufschluss verschüttet, und erst in 4--6 m über den Sanden

werden wieder sichtbar: 0,20 *m* eines gelblichen Sandsteins, 0,30 *m* Sand, 1,00 *m* unregelmässig geschichteter Sande, grüner und brauner Tone mit Kalklinsen; erst diese Schicht wird von Kalkstein aus Muschelsand mit Spuren grosser *Maetra* bedeckt.

Das Verhältniss dieser, das Oligocän bedeckender Sande zum unteren Sarmat ist sehr klar im Aufschluss bei Nowoselowka ausgesprägt, wo den blauen oligocänen mergeligen Tonen unmittelbar eine 2 *m* mächtige Schicht Sand aufliegt, der unten weiss und feinkörnig ist, im oberen Teile aber eine 0,10 *m* dicke Schicht braunen stark eisenschüssigen Sandes führt, der zerbrochene und abgerollte *Ervilliaschalen*, aber weder *Maetra Fabreana*, noch *Cardium Fittoni* führt, und von weissen Muschelkalken des mittleren Sarmats bedeckt wird, wo die genannten Arten zahlreich auftreten.

Ausserdem habe ich Spuren des *Ervillia*horizontes in der Balka Bierezniewataja unweit von Nicolaital gefunden, wo der frischen abgerundeten Oberfläche des Gneissgranites eine unregelmässige und wenig mächtige Schicht eines bunten conglomeratartigen tonigen Mergels mit zahlreichen Quarzgeröllen aufliegt. Oberhalb liegt 0,40 *m* eines festen weissen Muschelkalkes, der von 0,40 *m* eines grünlichen Muschelkalkes aus kleinen und stark abgerollten Muschelschalen bedeckt wird. Alle Versteinerungen sind sehr schlecht erhalten, es war aber möglich *Ervillia* und *Cardium plicatum* festzustellen; da die für den mittleren Sarmat bezeichnenden *Maetra Fabreana* und *Cardium Fittoni* gänzlich fehlen, können diese Schichten mit grosser Wahrscheinlichkeit dem unteren Sarmat zugerechnet werden.

Der mittlere Sarmat ist weit verbreitet, gut entwickelt und versteinungsreich. Er ist aber anstehend nur im nördlichen Teile des von mir erforschten Gebietes zu finden, da er südlich von Klostendorf am Dniepr und von Marjino am Inhulec unter dem Flussniveau versinkt. Die Neigung der oberen Grenze des mittleren Sarmats ist grösser, als die allgemeine Neigung der Oberfläche der Steppe, oder der oberen Grenze des Ponts, da die

Mächtigkeit des oberen Sarmats gegen Süden zunimmt, und ausserdem zwischen den sarmatischen und pontischen Ablagerungen schieben sich noch die mäotischen Bildungen ein, deren Mächtigkeit gegen Süden ebenfalls wächst.

Um die Zusammensetzung der mittelsarmatischen Ablagerungen aufzuklären werden wir seine Hauptaufschlüsse in den beiden Hauptprofilen, längs dem Dniepr und dem Inhulec, anführen. Der nördlichste Aufschluss dieser Bildungen befindet sich in der Balka Bierezniehowataja unweit von Nicolaithal, wo über den oben angeführten untersarmatischen Bildungen folgende Schichten entblösst werden:

- | | |
|---|-------------|
| 1) Unregelmässige Concretionen weissen Mer-
gels in grünlich grauem Tone einge-
schlossen | 1.00 m |
| 2) Weisser Mergel | 0.05—0.10 m |
| 3) Graugrüner Ton | 0.40 m |
| 4) Weisser Mergel | 0 05 m |
| 5) Hellgrauer sandiger Ton | 0.25 m |
| 6) Weisser Kalk mit <i>Macra Fabreana</i> | 1.00 m |
| 7) Mächtige Schicht, bestehend aus abgeroll-
ten Schalenbruchstücken, mit seltenen
ganzen <i>Tapes</i> ; die Schalen abwechselnd
mehr oder minder fein zerrieben | 5.00 m |
| 8) Dichtere Schicht mit ganzen <i>Macra Fa-
breana</i> und <i>Cardium Fittoni</i> | 1.00 m |
| 9) Muschelsand, abwechselnd fest und mür-
be, wenig oder sehr fein zerrieben; un-
ten mit Tonbeimengung; sehr unregel-
mässige Kreuzschichtung | 2.50—3.00 m |

Der Hauptteil obigen Profiles enthält die mittelsarmatischen *M. Fabreana* und *C. Fittoni*; bezeichnend ist die Zusammensetzung fast ausschliesslich aus mehr oder weniger verkittetem Muschelsande, dessen unterste Schicht sehr unregelmässig geschichtet ist. Diese ganze Serie bildet eine typische Strandablagerung und

weist auf grosse Ufernähe und geringe Meerestiefe zur mittelsarmatischen Zeit.

Die faciiellen Bedingungen erlitten eine zweimalige Veränderung, da zwischen den beiden Muschelkalklagen aus zerriebenen Muscheln eine Schicht mit ganzen und nicht abgerollten *M. Fabreana* und *C. Fittoni* erscheint, und zweitens über der oberen Muschelkalklage ein weisser dichter Kalk mit *M. Fabreana* auftritt. Die Erscheinung dieses dichten Kalkes legt die Vermutung nahe, dass die Meerestiefe zur Zeit etwas grösser wurde.

Es ist wegen Versteinerungsmangel unmöglich festzustellen, ob die auflagernden grünlichen Tone mit untergeordneten Schichten und Concretionen von weissem Mergel noch zum mittleren Sarmat gehören, oder schon den oberen vertreten, jedenfalls wird durch sie bewiesen, dass gegen Ende des mittleren Sarmats ein bedeutender Facieswechsel eintritt, da ein höchst feinkörniger ter-rigener versteinungsloser Schlamm zur Ablagerung gelangt.

In obigem Profile fangen die pontischen Ablagerungen mit einem gelbbraunem Lehme mit Kalkschotter an, der zweifellos ein Produkt der subaeralen Verwitterung darstellt, wodurch eine Sedimentationsunterbrechung zwischen den sarmatischen und pontischen Ablagerungen bewiesen wird, die durch eine teilweise Verlandung hervorgerufen wurde. Eine solche Unterbrechung kann nicht da festgestellt werden, wo der obere Sarmat und die mit ihm verknüpften mäotischen Ablagerungen gut entwickelt sind, und wo wahrscheinlich keine continentale Phase, sondern eine Veränderung der Lebensbedingungen eingetreten war. Es ist also anzunehmen, dass im Profile an der Balka Bierznieh-wataja die grünen Tone nur höchstens einen Teil des oberen Sarmats vertreten, keinesfalls aber das Aequivalent der gesammten obersarmatischen und mäotischen Ablagerungen darstellen können.

Gegen Süden wächst die Mächtigkeit des Sarmats bedeutend an, gemäss dem raschen Einfallen der kristallinen Gesteine, die nirgends mehr anstehend zu finden sind. Zugleich erleidet die

Zusammensetzung der mittelsarmatischen Bildungen eine tiefe Veränderung; sie verlieren den Charakter von typischen Strandbildungen, Schichten aus zerriebenen Muscheln werden seltener, die Hauptmasse besteht aus Mergeln mit untergeordneten festen Kalken, was offenbar für die grössere Entfernung von der Küste sowie für grössere Meerestiefe spricht. Dennoch erscheinen im Anfange der mittelsarmatischen Zeit küstennahe Bildungen ebenfalls weiter südlich, durch einen Muschelkalk aus zerriebenen Muscheln dargestellt, der die Basis des mittleren Sarmats bildet. Z. B. bestehen die mittelsarmatischen Ablagerungen bei Osokorowka aus folgenden Bildungen:

- 1) Grobkörniger Oolit 1.00 m
- 2) Sehr harter halbkristalliner Kalk, gelbgrau, mit *M. Fabreana*, *C. Fittoni* . . . 5.00 m
- 3) Weisse, feste oder mürbe Mergel (teilweise durch Gehängeschutt verdeckt) . . . 8.00 m
- 4) Wechsellagernde Schichten von dichtem etwas oolitischen Kalk, und Muschelkalk aus zerriebenen und abgerollten Muscheln; in beiden zahlreiche, gut erhalten *Pelecypoden* und *Gasteropoden* Schalen, im Muschelkalk abgerollt.

Weiter südlich von Osokorowka erscheint ein neues Gestein, nämlich ein weisser Oolit teils sehr fest, teils sandartig zerreiblich; die Oolitkörner sind nicht alle rund, sondern öfters unregelmässig; darunter erscheinen Reste von *Nubecularia novorossica*. Diese Oolite erscheinen hauptsächlich im oberen Teile des mittelsarmatischen Profiles, und führen manchmal untergeordnete Schichten, aus zerriebenen Muscheln bestehend. Der untere Teil der mittelsarmatischen Bildungen wird von festen weissen teilweise mergeligen Kalken gebildet, die massenhaft *M. Fabreana* und *C. Fittoni* führen; manchmal erscheinen hier untergeordnete sandige Schichten, die von Gasteropodenschalen erfüllt sind. Die von herbivoren Schnecken wimmelnden sandigen Schichten

bezeichnen einen besonderen faciiellen Typus, und entsprechen den Phasen, während deren der Meeresboden von einer reichen Flora bedeckt wurde.

Die oolitischen Abarten im oberen Teile des Mittelsarmats beweisen eine Verminderung der Meerestiefe, umsomehr, da sie Schichtchen von zerriebenen Muscheln manchmal Gerölle führen; manchmal sind aber die Oolite selbst diagonal geschichtet.

Als Beispiel führen wir den schönen Aufschluss in der Zolotaja Balka, wo unmittelbar unter dem oberen Sarmat folgende Schichten erscheinen:

- 1) Grauweisser oolitischer Kalk, diagonal geschichtet mit abwechselnden Lagen von mürbem Oolit 0.50 m
- 2) Weissgelber weicher Kalk, etwas heller in den oberen Partien. Im unteren Teile kommen Schichten von zerriebenen Muscheln und von grünem Ton mit Bruchstücken weissen Kalksteins vor 0.70—0.80 m
- 3) Eine dünne Schicht weissen festen Kalksteins 0.10 m
- 4) Grüner Ton mit seltenen Kalksteingerollen 0.20 m
- 5) Weisse weiche Mergel mit *M. Fabreana*, etwas härter in den oberen Lagen; sichtbar 2.00 m

Weiter folgt 5—6 m Gehängeschutt, dann erscheinen wieder:

- 6) Weisse weiche Mergel 1.00 m
- 7) Fester Kalkstein mit *M. Fabreana* und *C. Fittoni* 1.50 m
- 8) Grüner Ton 0.15 m
- 9) Fester gelber Muschelkalk mit *M. Fabreana*, *C. Fittoni* 1.00 m

Der mittlere Sarmat ist viel monotoner entwickelt in den

weiter südlich gelegenen Aufschlüssen, in der Balka Kramarewa, beim Gehöft (Chutor) Durilins, in Dudschino, wo die weissen Mergel den Hauptteil des Profils ausmachen, und nur in der untersten Lagen Schichten mit Gasteropoden, *M. Fabreana*, *C. Fittoni* und zerriebenen Muscheln erscheinen.

Zugleich senkt sich die obere Grenze der mittelsarmatischen Bildungen; bei Firsowka oder an der Zolotaja Balka steigt sie bis 35 m über dem Niveau des Dniepr, bei Katschkarowka erhebt sie sich nicht über 18 m.

Die facielle Ausbildung des mittleren Sarmats verändert sich etwas südlich von Mielowoje, wo er noch hauptsächlich von weissen Mergeln zusammengesetzt wird. Das ist klar ersichtlich in dem Profile der mittelsarmatischen Bildungen beim Kloster Grigoriew-Biziukow, wo seine obere Grenze 10—12 m über dem Dnieprniveau nicht übersteigt.

Unter dem oberen Sarmat erscheinen hier:

- 1) Ein kalkiger Conglomerat, bestehend aus bis 3 cm messenden Gerollen von weissem, grauem, grünem und sogar schwarzem Kalkstein mit hartem kalkigen Zement 1.00 m
- 2) Feingeschichteter weisser Mergel mit *C. Fittoni*, *M. Fabreana* 0.30 m
- 3) Toniger grünlicher Sand; gegen oben wird der Sand mergelig, führt Schichten eisenschüssigen Sandes, übergeht endlich in den Mergel (2). Sichtbare Mächtigkeit 3.00 m

Die hier aufgeschlossene sandige Ausbildung des mittleren Sarmats tritt in einem wenig ausgedehnten Gebiete auf und wird durch Erdrutsche am Dnieprufer gekennzeichnet; sie erscheint etwas südlich von Konsulowka, bei Klostendorf aber wird der mittlere Sarmat wieder aus weissen Kalken zusammengesetzt, die zahlreiche *M. Fabreana*, *C. Fittoni* und Gasteropoden führen.

In der Mitte wird aber diese Serie durch eine Schicht eines groben Conglomerates aus flachen Kalksteingeröllen bis 10 *cm* Durchmesser unterbrochen, der offenbar dem Conglomerat vom Grigorjew-Bisiukow Kloster entspricht. Die sandige Ausbildung wird hier aber schon nicht vertreten.

Südlich von Klostendorf verschwindet der mittlere Sarmat endgültig unter dem Talboden.

Die Ausbildung des mittleren Sarmats längs dem Inhulec ist im allgemeinen seiner Entwicklung längs dem Dniepr ähnlich, das Gebiet von Kriwoi Rog ausgeschlossen, wo alle tertiären Bildungen einen abweichenden Charakter aufweisen, was von der Nähe der unregelmässigen Küste aus kristallinen Gesteinen verursacht wird.

Die mittelsarmatischen Bildungen bestehen hier ebenfalls aus Sanden, Tonen, Lagen von zerriebenen Muscheln, Conglomeraten, d. h. aus küstennahen, an terrigenem Material reichen Gebilden; dadurch unterscheiden sie sich von den küstennahen Ablagerungen in der Balka Bierezniewataja, die an terrigenem Material sehr arm sind. In dem Gebiete von Kriwoi Rog macht sich eine Verminderung der Zufuhr des terrigenen Materials in den oberen Horizonten des mittleren Sarmats fühlbar, wo Kalkstein oder sehr feinkörnige Mergel überwiegen.

Zahlreiche Aufschlüsse wurden hier von F a a s (l. c.) beschrieben, von meinen Beobachtungen führe ich einige an, die obige Auffassung vollends bestätigen.

Im Steilufer des Inhulectales bei Iwanowka (Saltykowo) erscheinen:

- | | |
|---|---------------|
| 1) Grüner Ton | 0,20 <i>m</i> |
| 2) Weisser toniger Mergel | 0,20 <i>m</i> |
| Weiter folgt 5 <i>m</i> . Gehängeschutt, dann | |
| 3) Grüner Ton | 0,20 <i>m</i> |
| 4) Feingeschichteter Mergel mit eisenschüssigen Schichten | 0,30 <i>m</i> |
| 5) Conglomerat mit wenigen <i>M. Fabreana</i> , | |

- C. Fittoni*, oben mürbe, tonhaltig . . . 1,20 m
6) Feingeschichteter sandiger Kalkstein . . . 0,40 m

Etwas unterhalb erscheinen schon kristalline Schiefer.

Im Aufschlusse nahe vom Dorfe Skielewataja bestehen die mittelsarmatischen Bildungen fast ausschliesslich aus Sand und Ton, nämlich unter dem oberen Sarmat erscheinen:

- 1) Unregelmässig wechsellagernde Sande, grüne Tone und braune Kalke 0,70 m
- 2) Sandstein mit eisenschüssigen Schichten 0,20 m
- 3) Feiner toniger Sand 0,30 m
- 4) Quarzitähnlicher gelblicher Sandstein 0,20 m

Der Aufschluss wird von 4 m. Schutt verdeckt, dann erscheint:

- 5) Weisser Sand mit Concretionen aus groben Körnern blaugrauen Quarzes 1,50 m

Dann folgen kristalline Schiefer.

Etwas südlicher verschwinden die Sande aus dem sichtbaren Teile des mittelsarmatischen Profils, dessen unterer Teil unter das Niveau des Flusses versinkt. In der Balka Salohuzka beim Dorfe Schesternia wird der mittlere Sarmat durch folgende Schichten vertreten.

- 1) Unter den obersarmatischen Kalksteinen erscheint ein weisser fester Kalkstein mit *Tapes* und spärlichen *M. Fabreana* 0,20 m
- 2) Gelber Mergel, etwas oolitisch im unteren Teile 1,00—1,50 m
- 3) Weisser Mergel mit Muschelbruchstücken 0,50 m
- 4) Grünlicher Ton 0,50 m

Sehr ähnlich ist das mittelarmatische Profil bei Marjino, wo aber nur die Kalke anstehen, nämlich:

- 1) Fester Kalkstein mit *Macra Fabreana* 1,00 m
- 2) Grauer Oolit mit flachen Geröllen und *M. Fabreana* 1,00 m
- 3) Grauer Oolit 0,00 m

Beachtenswert ist hier das Vorkommen von Gerollen im Oolite; möglicherweise entsprechen diesem Horizonte die in weiter südlich gelegenen Profilen erscheinenden Schichten mit zerriebenen Muscheln, z. B. bei Malaja Aleksandrowka, wo unter dem oberen Sarmat ercheinen:

- 1) Grauer Oolit, teilweise bräunlich gefärbt 0,50 m
- 2) Grauer und grünlicher Ton und toniger Mergel 0,30 m
- 3) Grauer knolliger Mergel 1,00 m
- 4) Grauer Mergel mit *M. Fabreana* 0,20 m
- 5) Graue und grünliche Mergel; 50 cm vom oberen Rande erscheint eine Schicht von Muschelsand 5,00 m
- 6) Oolit mit *M. Fabreana* 0,00 m

In der Nähe von Sejdeminucha erscheint abermals ein Conglomerat im unteren Teile der mittelsarmatischen Ablagerungen.

- 1) Weisser Kalkstein 3,00 m
- 2) Sandiger Kalkstein 0,50 m

Das Profil wird in 1 m Mächtigkeit von Schutt verdeckt, dann:

- 3) Oolitische Kalke mit *Nubecularia* und mit vier untergeordneten Schichten von Conglomerat aus Kalksteingeröllen 2,50 m
- 4) Feingeschichteter Kalkstein mit *Nubecularia* 1,00 m
- 5) Weisse Mergel über 3,00 m

Etwas südlich davon verschwinden die mittelsarmatischen Ablagerungen unter der Talsohle des Inulecthales.

Das erscheinen von Conglomeraten im oberen Teile des mittelsarmatischen Profiles am Inhulec entspricht den Schichten mit zerriebenen und abgerollten Muscheln innerhalb der Oolite im oberen Teile des mittleren Sarmats im Dnieprprofile und beweisen ebenfalls eine vorübergehende Verminderung der Meerestiefe gegen Ende dieses Zeitabschnittes.

Der obere Sarmat.

Die obersarmatischen Bildungen sind im Dnieprprofil gut entwickelt, wo eine bedeutende Zunahme ihrer Mächtigkeit gegen Süden (von 10 *m* bei Zolotaja Balka bis über 20 *m* bei Klostendorf) auftritt, die fazielle Entwicklung aber genug konstant bleibt. Sie sind hauptsächlich aus weissen Mergeln mit untergeordneten grünen Tonen zusammengesetzt, öfters erscheinen auch Schichten eines weissen Kalksteins, der von Abdrücken kleiner *M. caspia*, *M. bulgarica* überfüllt sind.

Im nördlichsten Punkte, in der Balka Bierezniewataja wurde der obere Sarmat nicht paläontologisch festgestellt, aber über den mittelsarmatischen Ablagerungen und unter den pontischen erscheint eine 1½ *m* mächtige Schicht von grünen Tonen mit dünnen Zwischenlagen von weissem Mergel, im oberen Teile — mit mergeligen Concretionen. Diese Bildungen könnten teilweise Küstenbildungen des oberen Sarmats, wahrscheinlich von Lagunentypus, entsprechen.

Bei Osokorowka kommt sicherer oberer Sarmat vor; er besteht aus Kalken mit kleinen Mactren, die von einem conglomeratartigem Kalke unterlagert werden nämlich:

- | | |
|--|---------------|
| 1) Weisser Mactrakalk | 0,20 <i>m</i> |
| 2) Muschelkalk aus zerriebenen Muscheln | 0,20 <i>m</i> |
| 3) Grauer Oolit | 0,50 <i>m</i> |
| 4) Muschelkalk mit kleinen <i>Mactra</i> | 3,00 <i>m</i> |
| 5) Graugrünlcher Oolit | 0,10 <i>m</i> |
| 6) Weisser Mergel mit grossen Kalksteingeröllern | 0,30 <i>m</i> |
| 7) Graugrüner Oolit | 0,30 <i>m</i> |
| 8) Conglomerat aus grossen Kalkgeröllern | 1,59 <i>m</i> |

Das Erscheinen von Geröllern in den untersten Schichten des oberen Sarmats bezeugt, das an der Grenze der mittel und obersarmatischen Bildungen eine Verminderung der Meerestiefe eingetreten ist; diese Erscheinung wiederholt sich in allen Profilen.

Weiter südlich finden wir ebenfalls an der Basis des oberen Sarmats Erscheinungen, die dem unmittelbaren Einfluss der Wellenbewegung zuzuschreiben sind, und in einer sehr geringen Tiefe entstanden sein müssen.

Es wird durch folgende Profile bewiesen.

In der Zolotaja Balka liegen unter den pontischen Bildungen:

- 1) Weisser Mergel 4,00 m
- 2) Dünngeschichteter grauer, mergeliger Muschelkalk mit kleinen *Maetra* 0,75 m
- 3) Fester Maetrakalk 1,00 m
- 4) Bröckeliger Maetrakalk 0,40 m
- 5) Löcheriger graubrauner Mergel mit untergeordneten Muschelbänken mit *Maetra* 0,50 m
- 6) Wechsellagernde weisse Mergel und grüne Tone mit seltenen kleinen *Maetra* im unteren Teile 3,00 m
- 7) Grauer oolitischer Kalkstein, diagonal geschichtet abwechsehd mit mürben Oolitsanden 0,50 m

In Leontjewka besteht der obere Sarmat aus:

- 1) Weisse Mergel mit spärlichen kleinen *Maetra* 4,00 m
- 2) Eine Schicht grünen Tones, sehr unregelmässig, von veränderlicher Mächtigkeit mit flachen, unregelmässig zerstreuten Bruchstücken von weissem Kalkstein 0,10—0,30 m
- 3) Weisser Maetrakalk, mit untergeordneten Schichten von Muschelsand und von einem rosafarbenem, oolitischem Kalksteine mit Muschelbruchstücken; alles schön diagonal geschichtet 5,00 m

In der Balka Kramarewskaja wird der obere Sarmat von 10—12 m. weisser Mergel zusammengesetzt, die von 1 m eines

festen Kalkes mit kleinen *Maetra* unterlagert werden. An der Basis liegt ein kalkiger Conglomerat mit spärlichen *Maetra*.

Bei dem Kloster Grigorjew-Biziukow ist der untere Teil des oberen Sarmats ganz abweichend entwickelt. Diese Bildungen fangen mit einem kalkigen Conglomerat an, der auf eine geringe Meerestiefe hinweist, und von einer mächtigen Schicht von Sanden bedeckt wird, die den hier ebenfalls anstehenden Sanden des mittleren Sarmats analog sind. Das Erscheinen einer sandigen Ablagerung sowohl im mittleren wie im oberen Sarmat an dieser Stelle, weist auf eine sehr intensive Zufuhr von terrigenem Material hin, und macht es wahrscheinlich, dass sich hier in der Nähe die Mündung eines bedeutendes Flusses befinden musste, der wahrscheinlich von Osten oder Nordosten kam, da im Inhulecprofile diese sandige Facies schon vollständig fehlt.

Zwar war es mir wegen Mangel einer hypsometrischen Karte unmöglich die hypsometrischen Verhältnisse dieser Sande zu bestimmen, aus ihrem Verhältniss zum Niveau des Dniepr kann man aber ersehen, dass hier keine besondere Erhebung des Meeresbodens stattfand, die auf eine unterseeische Bank weisen und die abweichende Facies durch eine geringe Meerestiefe erklären könnte. Im Gegenteil, beweisen die an der Basis der obersarmatischen Bildungen sowohl nördlich vom Kloster, wie südlich davon bis Klostendorf erscheinenden Conglomerate, dass allerwegen ähnliche Sedimentationsbedingungen herrschten und dass die Tiefe des Meeres im allgemeinen sehr gering war. Nur die Voraussetzung der Nähe einer Flussmündung kann das Erscheinen einer sandigen Facies erklären.

Die obere Grenze der obersarmatischen Bildungen ist sehr verschieden ausgebildet, ganz anders da, wo deutliche mäotische Ablagerungen fehlen, anders da, wo sie gut ausgebildet sind.

Nördlich von Katschkarowka reichen die obersarmatischen Mergel ohne bedeutendere Veränderung bis zum Gipfel des Profiles; nur an der Grenze des Ponts erscheint eine wenig mächtige Schicht von grünem Ton. Südlich davon, wo die mäotischen

Bildungen erscheinen, erleiden die obersten Schichten des oberen Sarmats Veränderungen, die von einer erneuten Veränderung des Facies zeugen; es stellen sich nämlich Schichten mit Süßwasser — oder Landschnecken, wie *Helix*, *Planorbis*. Solche Verhältnisse sind in den Profilen von Beryslaw oder Kasazkoje zu beobachten. Diese Fauna weist auf die endgültige Aussüßung des Meeres und auf wachsende continentale Einflüsse.

Es ist nicht möglich anzunehmen, dass das Aussüßen des Meeres nur dessen südlichen Teil betreffen könnte, ohne den nördlichen zu beeinflussen, wir sind deshalb gezwungen anzunehmen, dass nördlich von der Grenze der Verbreitung der Mäotis jener Teil des oberen Sarmats, der eine Süßwasserfauna führt entweder vernichtet oder überhaupt nicht abgelagert wurde. Der Zusammenhang zwischen den obersten sarmatischen Schichten und den mäotischen Ablagerungen wird dadurch bestätigt, dass im Profile längs dem Inhulec obersarmatische Schichten mit Süßwasserconchylien bis in die Umgebung von Kriwoï Rog, also viel weiter nördlich als am Dniepr reichen; ebensoweit reichen auch die mäotischen Bildungen.

Es wurden nämlich in der Umgegend von Kriwoï Rog in der Erzgrube der A. G. Dubowaja Balka unter paläontologisch festgestellten mäotischen Ablagerungen von Faas Kalke mit *Dreissensia*, *Hydrobia* und *Neritina* gefunden. *Helix* habe ich bei Wizirka, in der Balka Zielonaja und an anderen Punkten gefunden. Weiter südlich erscheinen an der oberen Grenze des Sarmats entweder Schichten mit kleinen Schnecken (Nowokurskaja), oder es liegen an der Basis der mäotischen Ablagerungen Schichten mit zerriebenen und abgerollten Muscheln und Gerollen (Schestiernia); an anderen Stellen treten tonige Mergel mit unzähligen *Helix* (Marjino, Bolschaja Aleksandrowka) auf. Bei Tarasowka wird die obersarmatische Serie von 1,5 m Conglomerat mit *Helix* abgeschlossen, der direct von den mäotischen Bildungen überlagert wird.

Aus obigem erhellt zu Genüge, dass die Ausbildung des

obersten Horizontes des Sarmats von der Anwesenheit der mäotischen Schichten abhängig ist, und dass diese Erscheinungen in engstem Zusammenhange bestehen.

Mäotische Stufe.

Die mäotischen Bildungen wurden im östlichen Teile des Gouv. Cherson durch Sokolow festgestellt, der die nördliche Grenze der Kalke mit *Dosinia* und *Cerithium* verzeichnet hat; sie soll den Dniepr zwischen Konsulowka und Mielowoje, den Inhulec aber südlich von Dawidow Brod schneiden. Schon die Untersuchungen von Faass haben gezeigt, dass die mäotischen Bildungen viel nördlicher im Gebiete von Kriwoï Rog vorkommen und dadurch Zweifel an die Richtigkeit der von Sokolow angegebenen Grenze hervorgerufen. Meine Beobachtungen verschieben diese Grenze etwas nördlicher am Dniepr, und verbinden direct die Aufschlüsse der Mäotis am unteren Inhulec mit dessen Vorkommen in der Umgebung von Kriwoï Rog.

Am Dniepr nämlich erscheinen mäotische Schichten in Mielowoje und Katschkarowka, nördlich von der Sokolowschen Grenze, ihre Mächtigkeit wird aber ganz gering im Vergleich mit den klassischen Profilen von Berislaw oder Kasazkoje.

Bei Kasazkoje sind die mäotischen Ablagerungen folgendermassen entwickelt.

- 1) Weisser Mergel mit Süßwasserschnecken 0,25 m
- 2) Dunkelgrauer plastischer Ton 0,25—0,50 m
- 3) Weisser mergeliger Oolit mit *Dosinia exoleta* und seltenen *Cerithium disjunctoides*, gegen unten fester und dunkler mit zahlreicheren Versteinerungen 2,00 m
- 4) Weisser weicher Mergel mit Zwischenschichten von grünem Ton 0,30 m
- 5) Grau-weisser fester Kalkstein, an der Basis löcherig, mit zahlreichen *Cerithium* und *Dosinia* 2,00 m

Diese Serie wird von einem hellgrauen Mergel mit grünen Toneinlagen unterteuft, der Gerolle führt und die Grenzschichten mit dem oberen Sarmat darstellt.

Die mäotischen Ablagerungen sind hier also über 5,0 m mächtig, an ihrer nördlichen Verbreitungsgrenze aber, bei Mielowoje oder Katschkarowka übersteigt ihre Gesamtmächtigkeit nicht 1,5 m; sie bestehen hier aus einem festen Kalkstein, der an der Basis zahlreiche Gerolle, höher — *Cerithium* und *Dosinia* führt; diese Bildungen sind also nördlich viel schwächer entwickelt, als im Süden.

Nördlich von der äussersten Grenze des mäotischen Kalkes liegen an der Grenze zwischen den sarmatischen und den pontischen Ablagerungen grüne Tone, die von Sokolow als Analoge der mäotischen Bildungen betrachtet wurden. Wir haben gesehen, das im nördlichsten Aufschlusse, in der Balka Bierezniewowataja ebensolche Tone dem ganzen oberen Sarmat entsprechen. Ausserdem fehlt jenseits der Verbreitungsgrenze der Mäotis die oberste sarmatische Bildung mit *Helix* und anderen Land- und Süsswasserschnecken. Es scheint mir deshalb wahrscheinlich, dass nördlich von Katschkarowka mäotische Bildungen in jeglicher Ausbildung wirklich fehlen, und dass hier sogar ein Land auftauchte, während weiter südlich die Helixschichten des obersten Sarmats zur Ablagerung gelangten. Diese Vermutung harret jedoch weiterer Bestätigung.

Die mäotischen Bildungen reichen am Inhulec bis an Kriwoi Rog heran, ihre Mächtigkeit wächst gegen Süden an und fast allerwegen werden sie von obersarmatischen Helixschichten unterlagert.

Südlich vom Dorfe Dar-Radiewitscha, wo die von Faas beschriebenen mäotischen Bildungen durch eine dünne Mergelschicht mit *Dosinia* und *Cerithium* dargestellt werden, steht die Mäotis in der Balka Salohuzka bei Schestiernia in folgender Ausbildung an:

Unter den pontischen Bildungen mit kleinen *Congeria* erscheint:

- 1) Weisser Kalkstein, in den obersten und untersten Lagen etwas mergelig, der in der Mitte härtere, von *Dosinia* und *Cerithium* überfüllte Schichten führt . 0,30—0,45 *m*
- 2) Muschelsand mit kleinen Gerollen . . . 0,25 *m*
- 3) Graugrüner Ton, der die mäotischen von den obersarmatischen Bildungen abgrenzt 0,30—0,40 *m*

Ebensolche Verhältnisse bestehen weiter südlich, wobei die Haupschicht der mäotischen Ablagerungen der *Cerithium disjunctoides* Sinz. und *Dosinia exoleta* L. führende Kalkstein von Tonen, Mergeln, Tonen mit Mergelconcretionen sowohl unter, wie überlagert wird, die ihn sowohl von den Congerienkalkcn des Ponts, wie von den Helixschichten des oberen Sarmats trennen.

Zur Erläuterung mögen folgende Profile dienen:

Bei Seideminucha erscheint unter weissem pontischem Congerienkalk ca. 1,0 *m* Schutt, dann sehr fester Dosiniakalk (0,40 *m*), dann 0,60 *m* ebenso festen Cerithiumkalkes, der von 1,5 bis 2,0 *m* mächtigen grünen Tonen und Mergel unterlagert wird.

Bei Tarasowka sind die mäotischen Ablagerungen sehr schön entwickelt; hier lagern sie unter pontischem Congerienoolite.

- 1) Fester weisser Mergel 0,60 *m*
- 2) Fester gelblicher Kalkstein 0,30—0,40 *m*
- 3) Weisser Mergel mit grünen Tonschichten 0,50 *m*
- 4) Weisser fester Dosiniakalk 0,50 *m*
- 5) Grauer oolitischer Kalkstein mit spärlichen *Cerithium* 0,30 *m*
- 6) Weisser Mergel mit *Cerithium* 0,30 *m*
- 7) Graugrüner Ton wechsellagernd mit weissem Mergel 1,75 *m*

dann folgen Helixschichten des oberen Sarmats.

Die mäotischen Ablagerungen sind innig mit den obersar-

matischen verknüpft; die untermäotischen Tone und Mergel gehen ohne Unterbrechung in die mergeligen Schichten mit Süßwasserfauna über. Die obere Grenze der mäotischen Bildungen ist aber abweichend ausgebildet; hier treten öfters concretionenführende Tone, knollige Mergel, Kalke mit unregelmässigen Tonnestern auf, was auf eine Sedimentationslücke zwischen den mäotischen und den pontischen Ablagerungen weisen könnte.

In einigen Profilen sind aber die mäotischen Bildungen innig mit den pontischen verbunden, so dass an ihrer Grenze weder concretionäre Bildungen, noch irgend welche Spuren von Verwitterung oder Denudation auftreten, und nichts auf eine Unterbrechung der Sedimentation deuten kann. Diese Verbindung zwischen den pontischen und mäotischen Bildungen besteht aber nur da, wo an ihrer Grenze Schichten mit Süßwasserconchylien auftreten. Da der Fauna nach der mäotische Kalk zum unteren Teile des Kertschkalkes gehört, könnten obige Verhältnisse darauf zu deuten sein, dass die Schichten mit Süßwasser- und Landschnecken dem oberen Teile der mäotischen Ablagerungen entsprechen, und sie mit den pontischen verbinden. Wo diese Bildungen fehlen, da finden sich Spuren einer Sedimentationsunterbrechung und einer Landperiode vor, die gänzlich da fehlen, wo diese Bildungen vorhanden sind.

Die Verbreitung dieser Schneckschichten, die den obermäotischen Bildungen entsprechen können, ist nicht allgemein; sie fehlen gänzlich amnördlichen Inhulec, erscheinen am mittleren, um weiter nach Süden, wo sich Spuren einer continentalen Periode einstellen, wieder zu verschwinden. Es ist möglich, dass die obermäotischen Süßwasserbildungen in gesonderten Becken, Lagunen oder Seen zum Absatz gelangten, die Relikten des untermäotischen Meeres darstellten. Diese Becken aber bestanden die ganze obermäotische Zeit hindurch, wodurch die ihren Boden bildenden untermäotischen Schichten vor der Verwitterung und Abtragung bewahrt, und bis zur neuen pontischen Transgression erhalten wurden.

Pontische Bildungen.

Was die pontischen Bildungen betrifft habe ich nur wenig neues zu berichten; sie sind im ganzen Gebiete verbreitet, mit Ausnahme einiger Partien längs den Hauptflusstälern, wo sie während der (I) Phase der Ausbildung weiter, flacher Flusstäler abgetragen wurden.

Die pontischen Ablagerungen sind durch eine wenig mächtige (3 — 6 *m.*) Serie kalkiger Bildungen dargestellt, die hauptsächlich aus Muschelkalk mit untergeordneten Tonen, Sanden, Ooliten bestehen. Nur selten erscheinen in dem oberen Teile des Ponts weisse oder gelbe Mergel, in der Regel sind die pontischen Ablagerungen abweichend von der ganzen Serie des Tertiärs gelb, braungelb, rotbraun gefärbt, und nehmen im allgemeinen alle Färbungen an, die von einer starken Eisenführung in Gestalt von Limonit hervorgerufen sein können.

Dadurch unterscheiden sie sich von den mäotischen und sarmatischen Schichten, unter denen die Mergel und Kalke beinahe ausschliesslich weiss, die Tone aber grün oder graugrün sind; nur in Ausnahmefällen geht die gelbbraune Färbung unter die pontischen Bildungen herab, und betrifft, wie in Berislaw, einen Teil der mäotischen Schichten. In diesem Falle macht sich aber der Mangel einer tonigen Schicht an der Grenze der mäotischen und pontischen Ablagerungen bemerkbar, wo aber eine solche Schicht hervortritt, endigt die gelbbraune Färbung an ihrer Oberfläche.

Es ist deshalb anzunehmen, dass die pontischen Bildungen ihre Färbung der subaeralen Verwitterung während einer längeren continentalen Periode verdanken, und dass diese Verwitterung nur bis zur Oberfläche der sie unterlagernden Tone herabsteigen konnte; diese Tone mussten die undurchlässige Schicht darstellen, die das Grundwasser aufhielt und dadurch die Grenze zwischen der Zone der Oxydation und der Cementation bildete. Das häufige Auftreten von kalkigen Concretionen in den subpontischen Tonen, sowie die tiefen Veränderungen, die in den pon-

tischen Ablagerungen eingetreten sind, sprechen für obige Annahmen. In den pontischen Kalken fehlen nämlich die Schalen gänzlich, die Kalke sind umkristallisiert, so dass lokal, wie bei Malaja Alexandrowka oder Schestakowa der pontische Kalkstein porös und grobkristallin ist. Alles dies spricht für eine längere Periode der unmittelbaren subaëralen Verwitterung des Ponts, umso mehr, dass diese Bildungen jetzt fast gänzlich vor den Atmosphärien durch eine mächtige Schicht rotbrauner, undurchlässiger Tone geschützt werden. Übrigens es wurden einige Hinweise auf jene Umstände, unter denen die subaerale Verwitterung des Ponts stattfinden konnte, gefunden, die weiter gründlicher erörtert werden.

In stratigraphischer Beziehung können die pontischen Bildungen, wie es schon S o k o l o w festgestellt hat, in zwei Teile gegliedert werden: der obere besteht aus einem gelbbraunem Kalkstein, der von *Cardium*abdrücken überfüllt und gewöhnlich dünnbankig ist, der untere dagegen aus einem gelben festen oolitischen Kalkstein, der in dicke Bänke gesondert erscheint, spärlich *Cardium*, um so zahlreichere aber kleine Congerien und kleine *Neritina* und *Hydrobia* führt. Wahrscheinlich wurden diese Veränderungen durch das allmähliche Anwachsen des Salzgehaltes des pontischen Meeres herbeigeführt.

Die tiefgreifende Veränderung des pontischen Kalkes ist zweifellos durch seine subaerale Verwitterung während eines langen Zeitabschnitts herbeigeführt, aus deren Spuren wir auf die zur Zeit herrschenden Verhältnisse schliessen können. Angesichts der bedeutenden Mächtigkeit überwiegend kalkiger Schichten und der tief eingeschnittenen Flusstäler wären in den pontischen Kalken Spuren einer karstähnlichen Verwitterung zu erwarten, die bei diesen Umständen sich ausbilden müsste. Solche Spuren sind aber nirgends zu finden. Die Oberfläche der pontischen Kalksteine ist eben, ohne Karren, ohne tiefe Karstrichter; es fehlen tiefe mit Ton ausgefüllte Röhren, es fehlen unterirdische Gänge oder Grotten, die bei der Karstbildung entstehen müssten. Der

Mangel von Karstbildung in mächtigen Kalksteinen, die eine längere Zeit der subaeralen Verwitterung preisgegeben waren kann nur durch einen grossen Mangel von Niederschlägen hervorgerufen werden; diese Vermutung wird durch die fast allwegen auf der Oberfläche des Ponts, sowie des Sarmats da, wo die pontischen Bildungen abgetragen sind zu beobachtenden Phänomäne bekräftigt. Es erleidet nämlich der Kalk unmittelbar unter den ihn bedeckenden rotbraunen Tonen eine sonderbare Veränderung: er zerfällt in dünne Platten, nimmt eine rosige oder ziegelrote Färbung an; seine Oberfläche ist abgerundet, geglättet und von einem glänzenden schwarzen Überzuge bedeckt, der aus Eisen und Manganverbindungen besteht. Solchen schwarzen „Lacküberzug“ habe ich gefunden bei Osokorowka, wo er die Oberfläche eines festen oversarmatischen Muschelkalkes bedeckt, bei Durilins Futor, wo in dem vom „Lacküberzug“ bedeckten Gesteine Abdrücke von *Cardium obsoletum* gefunden wurden, und das zum untersten Pont gehört, da es direct oversarmatische grünlichgraue Mergel überlagert; bei Dudtschino tritt der schwarze Lacküberzug auf der Oberfläche des noch 4 m mächtigen Ponts auf, bei Katschkarowka bedeckt er die Oberfläche des Congerienoolits, also des unteren Ponts.

Ausserdem habe ich den schwarzen Lacküberzug an sehr vielen Stellen gefunden, hauptsächlich auf der Oberfläche des pontischen Kalksteins. In fast allen Brunnen, die auf die Oberfläche des Kalksteins unter dem rotbraunen Tone gestossen haben, wurde der schwarze Lacküberzug auf der Oberfläche des Kalksteins gefunden. Dieser Überzug ist also eine universelle Erscheinung, die auf der vor der Ablagerung der rotbraunen Tonen gebildeten Oberfläche der älteren Gesteine, unabhängig von deren Charakter auftritt.

Meiner Meinung est ist nur eine, obwohl gewagte, Deutung dieser Erscheinung möglich: es ist der „Wüstenlack“ Walters der die alte Oberfläche der Wüste am Schwarzen Meere bedeckt. Die Wüste war offenbar als Steinwüste (Hammada) aus-

gebildet, wofür der Mangel von Sanden und anderen Wüstenbildungen spricht. Für obige Vermutung spricht ebenfalls der Mangel von Karstphänomenen in den Kalksteinen, der von der Armut der Niederschläge zeugt; zugleich wäre die absonderliche Verwitterung der Kalksteine durch das Wüstenklima erklärt.

Es ist schwer das Alter dieser fossilen Wüste festzustellen, es ist aber möglich ihre Bildungszeit mit anderen Ereignissen in demselben Gebiete zu synchronisieren. Es wurde nämlich von uns festgestellt, dass nach dem Rückzuge des pontischen Meeres eine Reihe consequenter Flussläufe ausgebildet wurde, die in breiten reifen Tälern fächerförmig dem weichenden Meere zuströmten. Diese Phase wurde von uns mit den Kujalnikablagerungen synchronisiert, die ebenfalls ein breites reifes Tal ausfüllen. Der schwarze Überzug von Wüstenlack ist erst nach der Bildung der breiten Täler der Kujalnikphase zur Ausbildung gelangt, da sie nicht nur die Oberfläche des Ponts, sondern ebenfalls die sarmatischen Kalke da bedeckt, wo diese unmittelbar unten den rotbraunen Tönen auftreten, d. h. an den Rändern der Flusstäler, von welchen die pontischen Ablagerungen zur Zeit der Entstehung der breiten Flusstäler weggeschwemmt wurden. Der schwarze Wüstenlack bedeckt deshalb nicht nur Oberfläche der pontischen Küstenebene, sondern ebenfalls die Terrasse I.

Aus obigem erhellt, dass die „Steinwüste der Steppen des Schwarzen Meeres“ zur nachkujalnischen Zeit gestellt werden muss. Viel schwieriger ist es aber die obere Zeitgrenze der Wüstenperiode zu bestimmen. Die pontischen Ablagerungen werden durch rotbraune Tone bedeckt, die ihnen bald unmittelbar aufliegen, bald durch Sande oder andere Flussbildungen mit Süßwasserfauna von ihnen getrennt werden. Das Alter dieser Absätze ist bisher nicht bestimmt, wenn sie aber, was warscheinlich erscheint, zum Anfang des Quartärs gerechnet sein sollten, müsste die postpontische Steinwüste ins oberste Pliocän gestellt werden.

Die Stufe der Quarzsande und der grauen Tone.

Unmittelbar auf der Oberfläche des Ponts liegen im nördlichen Teile des erforschten Gebietes Sande, die grob- oder feinkörnig sind und öfters Zwischenlagen von ebenfalls quarzigem Schotter führen. Diese Sande werden öfters durch plastische graue oder grünlich graue Tone bedeckt, manchmal sind sie aber von ihnen gänzlich verdrängt. Diese Ablagerungen treten nur in isolierten Partien im nördlichen Teile des Gebietes auf, wo die Oberfläche der älteren Schichten stärker erodiert und unregelmässig ist, verschwinden aber gegen Süden gänzlich.

Ein schönes Beispiel dieser Sande bietet das Profil im Tagebau der Kalksteingrube in Rachmanowka, wo pontische Ablagerungen fehlen, die sarmatischen aber mit einer ganz horizontalen Schicht grünen Tones (0,80 *m*) abschliessen, die von einer ebensodicker Bank eines gelblichen Sandsteins bedeckt wird. Diesem Sandsteine liegt unmittelbar eine 2 bis 2,2 *m* dicke Schicht eines weissen grobkörnigen Quarzsandes auf, dessen diagonale Schichtung dadurch noch augenfälliger wird, dass der Sand dünne Zwischenschichten eines grauen Quarzschotters führt. Die horizontale Verbreitung dieser Sande übersteigt nicht 150 *m* in dem N-S gerichteten Profile; beiderseits bricht der Sand brüsk ab, was durch die spätere Abtragung verursacht sein kann. Die Sande werden durch typische rotbraune Tone bedeckt, deren Mächtigkeit bis 4,5 *m* da beträgt, wo sie direct dem Sandsteine aufliegen auf 2 *m* aber da zurückgeht, wo sich zwischen ihnen und dem Sandsteine die Quarzsande einstellen. Die Grenze zwischen den Sanden und den rotbraunen Tonen ist scharf und die Oberfläche der Sande trägt keine Spuren der Abtragung.

In der Umgebung von Kriwoï Rog sind ebenfalls die die rotbraunen Tone unterlagernden grauen Tone weiter verbreitet. In zahlreichen Bohrlöchern in der Jamtschitskaja Landwirtschaftlichen Schule (7 *km* SO von Kriwoi Rog) wurden Sande erbohrt, die den Sarmat bedecken, von grauen Tonen bedeckt sind,

manchmal aber gegen oben eine rötliche Färbung annehmen und allmähliche Übergänge zu den sie überlagernden rotbraunen Tonen aufweisen.

Ebenfalls im nördlichen Teile des Gebietes wurden in den Bohrlöchern auf den Feldern des Dorfes Marjinskoje graue Tone unter den rotbraunen gefunden; hier liegen sie unmittelbar den Graniten auf. Wir führen hier das Profil eines dieser Bohrlöcher an.

- 1) Schwarzerde (Tschernoziom), in rotgelben Ton
übergehend 1.25 *m*
- 2) Rotgelber Ton 5.85 *m*
- 3) Hellroter Ton 3.10 *m*
- 4) Roter Ton. 3.50 *m*
- 5) Dunkelroter Ton 3.25 *m*
- 6) Grünlich-grauer Ton dem Granite aufliegend 1.50 *m*

In den mir bekannten sehr zahlreichen Bohrlöchern im südlichen Teile des Gebietes sowie in den natürlichen Aufschlüssen kommen nirgends Sande oder graue Tone vor, die die rotbraunen Tone von den pontischen Schichten trennten. Diese Tone liegen unmittelbar der vom schwarzen Lack bedeckten Oberfläche des Ponts auf.

Die Stufe der Sande und der grauen Tone besteht offenbar aus Süßwasserbildungen, die in grösseren und kleineren Flussläufen zum Absatz gelangten, die mit den jetzigen Talzügen zusammenhängen und hauptsächlich im nördlichen Teile entwickelt sind.

Die rotbraunen Tone.

Die rotbraunen Tone sind fast im ganzen Gebiete verbreitet, sie fehlen nur in einigen Punkten am Inhulec, wo der Loess direct den pontischen Kalken aufliegt. Diese Tone treten in bedeutender, obgleich wechselnder Mächtigkeit auf, sind entweder etwas sandig oder aber sehr fett, sind sehr eisenhaltig und besitzen keine deutliche Schichtung.

Die vom Loess trennende obere Grenze der rotbraunen Tone ist öfters wenig scharf. Manchmal werden die unteren Lagen des Loess sandig, manchmal erscheinen in ihm Zwischenlagen von rotbraunen Tonen, wie z. B. bei Sablukowka, wo im Steilufer des Dniepr folgende Schichten anstehen: über einer mächtigen (10—12 *m*) Schicht von rotbraunem Tone liegt 5 bis 6 *m* Loess, dann wieder 1 bis 1.5 *m* rotbrauner Tone, dann weiter bis zur Oberfläche Loess.

Sokolow meinte, dass die Mächtigkeit der rotbraunen Tone gegen die bestehenden Flusstäler zunimmt und schrieb auf dieser Grundlage den rotbraunen Tonen eine deluviale Herkunft zu, diese Anschauungen werden aber durch meine Beobachtungen nicht bestätigt. Z. B. das Bohrloch auf den Domänenbesitzungen bei Berislaw hat folgende Schichten durchbohrt.

- | | |
|---|---------------|
| 1) Tschernoziom | 0.45 <i>m</i> |
| 2) Sandiger Lehm mit Mergelconcretionen . . . | 1.05 <i>m</i> |
| 3) Gelblicher Loess | 3.65 <i>m</i> |
| 4) Gelber Loess | 1.55 <i>m</i> |
| 5) Hellgelber Loess mitt Einlagen von roten Tonen | 4.55 <i>m</i> |
| 6) Brauner und dunkelbrauner Ton | 1.55 <i>m</i> |
| 7) Sandiger roter Ton | 7.90 <i>m</i> |
| 8) Rotbrauner, heller gebänderter Ton | 4.55 <i>m</i> |
| 9) Hellroter Ton | 3.30 <i>m</i> |

Die Schichten 1 bis 4 stellen den Loess dar, die Schicht 5 vermittelt den Übergang zu den rotbraunen Tonen, weiter folgt eine mächtige (15,75 *m*) Serie roter und rotbrauner Tone mit untergeordneten sandigeren Schichtchen. Da diese Bohrung 12 *km* von dem Tale des Dniepr entfernt liegt, muss als festgestellt gelten, dass die Mächtigkeit der rotbraunen Tone keine Abnahme mit der Entfernung von den Talzügen erkennen lässt.

Die Mächtigkeit der rotbraunen Tone ist aber im allgemeinen veränderlich und oft viel geringer. Eine Bohrung bei Malaja Sejdeminucha hat nur 1.5 *m* rotbraunen Tones aufgewiesen,

bei Nowopietrowskoje wurden ihrer abermals 17 *m* erbohrt, bei Bolschaja Alexandrowka messen sie 9.9 *m*, in Nowokurskaja — 9 *m*, bei Starosielje 15 *m*. Aus obigen aufs geratewohl aus der sehr bedeutender Anzahl von mir bearbeiteter Bohrlöcher herausgegriffenen Beispielen erhellt, dass die Mächtigkeit der rotbraunen Tone sehr veränderlich ist, und dass sie eine grosse Mächtigkeit sogar auf den Wasserscheiden erreichen; das Material ist aber noch unzureichend um die Ursachen dieser Veränderlichkeit feststellen zu können, und eine Hypsometrie ihrer Oberfläche zu skizzieren, was um so schwieriger ist, dass in den obersten Schichten die rotbraunen Tone mit Loess wechsellagern oder mit ihm durch allmähliche Übergänge verbunden sind. Jedenfalls es lässt sich schon jetzt mit Bestimmtheit sagen, dass keine Zunahme der Mächtigkeit gegen die Flussläufe festgestellt werden kann, was übrigens ganz unverständlich wäre. Die Oberfläche der pontischen Ablagerungen ist fast horizontal, wenn also die Mächtigkeit der rotbraunen Tone gegen die Flusstäler sich vergrösserte, hätte ihre Oberfläche ein Gefälle gegen die Wasserscheiden, was mit den Ansichten Sokolow's über die deluviale Entstehung der rotbraunen Tone unvereinbar wäre, obgleich sie sich gerade auf der vermutlichen Mächtigskeitszunahme gegen die Flusstäler stützen.

Die Entstehung der rotbraunen Tone ist rätselhaft und bis jetzt noch nicht aufgeklärt; sie führen mergelige Concretionen und Gypskristalle, sind salzförend und gänzlich versteinungsfrei. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Bildungen mit den pontischen gar nicht verknüpft sind: sie sind voneinander entweder durch Süsswasserschichten getrennt, oder lagern auf der von Wüstenlack bedeckten Oberfläche der älteren Gesteine. Die Bildungszeit der rotbraunen Tone war also von der pontischen Zeit durch eine Wüstenperiode abgetrennt. Aus obigen Ausführungen können wir schliessen, dass die rotbraunen Tone weder deluvialer noch fluvialer Herkunft sein können; zu gleich sind sie vom Loess gänzlich verschieden.

Selbstverständlich muss die Bildungsweise der rotbraunen Tone ganz eigenartig gewesen sein, und die Hypothesen über ihre Abstammung müssten ihre weite horizontale Verbreitung, ihre veränderliche Mächtigkeit, ihre Gyps- und Salzföhrung sowie den Mangel von organischen Einschlüssen berücksichtigen. Solche Bildungen können nur im Wüstenklima entstehen, da bei reichen Niederschlägen und regelmässigem Abfluss die Bildung gips- und salzföhrender flächenhaft weit verbreiteter Schichten unmöglich ist.

Ich möchte deshalb meinen, dass die rotbraunen Tone nur als Wüstenbildungen aufgefasst werden können, wobei ihre Bildungsweise mit dem „Takyrboden“ des Turkestans zu vergleichen wäre. Grosse, obgleich seltene Regengüsse tragen auf die Oberfläche der Wüste grosse Massen eines tonigen Schlammes oder Sandes zusammen, überschwemmen auf kurze Zeit grosse Areale; die temporären flachen Seen trocknen bald aus, der Schlamm häuft sich auf. Die zusammengeschwemmten löslichen Salze bleiben am Platze, der „Takyrboden“ ist immer versalzt; in den Tonen kristallisiert Gyps aus, das Kochsalz blüht an der Oberfläche aus und bildet einen feuchten Überzug, auf dem Staubteilchen kleben bleiben; auf diese Weise wächst der Takyrboden in der Trockenzeit subareal auf. Im tonigen und sandigen Takyrboden der zeitweise überschwemmt wird, dann wieder austrocknet, geht eine intensive Umkristallisierung der löslichen Salze vor sich, es werden Concretionen gebildet, und die Schichtung wird allmählich weniger deutlich. Das Eisen tritt wegen Wassermangel als Eisenoxyd auf, was die rote Färbung hervorruft.

Die Deutung der rotbraunen Tone als ehemaligen Takyrboden erklärt ihre Beziehungen zum Loess. Bei einer Veränderung der klimatischen Verhältnisse und der Vergrösserung der Niederschlagsmenge wird die obere Schicht des Takyr's etwas ausgelaut, wird von Pflanzen bedeckt und verwandelt sich in eine Steppe; dadurch wird die Loesbildung eingeleitet. Das Vorkommen von rotbraunen Tonen als Zwischenschichten im Loess sowie

von Uebergangsbildungen zwischen ihnen deutet darauf, dass die Veränderung des Wüstenklima in ein Steppenklima nicht rasch und gewaltig eingetreten ist, sondern dass sie langsam mit Rückschlägen vor sich ging; bei Rückschlägen des Wüstenklima sind nämlich die Einlagen der roten Tone innerhalb der Loessserie entstanden. Gegen obige Ausführungen wäre zu betonen, dass die Takyrbildungen im Turkestan geschichtet sind, wogegen den rotbraunen Tonen jegliche Schichtung fehlt; wir haben aber schon darauf gedeutet, dass die Umkristallisierung, das Wandern der Salze und die Entstehung der Concretionen die Schichtung verwischen können.

Somit wären für die nach pontische Zeit folgende klimatische Veränderungen anzunehmen: anfangs wurde das ganze Gebiet zur Steinwüste, die Oberfläche der Gesteine wurde vom schwarzen Wüstenlack bedeckt. Dann wächst die Menge der Niederschläge an, sie sind wahrscheinlich selten, aber um so intensiver; es entsteht die Takyrwüste, die aber allmählich und mit einigen Rückschlägen in eine Loessteppe umgebildet wird.

Es ist bis jetzt unmöglich den zeitlichen Zusammenhang obiger Erscheinungen mit den Flussablagerungen des nördlichen Teiles des untersuchten Gebietes festzustellen, wir wissen nicht, ob sie vor, oder nach der Entstehung des schwarzen Lacküberzuges abgelagert wurden. Das Verhältniss dieser klimatischen Veränderungen zu den verschiedenen Erosionszyklen kann ebenfalls nicht festgestellt werden; wir wissen nicht, ob die Verjüngung der Wüstenbildung voranging oder ihr folgte. Es ist aber zu beachten, dass die grossen Flüsse, deren Fluss- und Quellgebiete nördlich vom kristallinen Rücken liegen, die Wüste des Schwarzen Meeres durchqueren und ihre Täler einschneiden und vertiefen konnten, wie es der Rio Colorado jetzt tut.

Loess. Die jüngste Ablagerung im ganzen Gebiete (ausser den letzten Flussterrassen) ist der Loess, der allerwegen die rotbraunen Tone, manchmal auch unmittelbar die Oberfläche der älteren Gesteine bedeckt. Meine Untersuchungen haben nichts

wichtiges in dieser Richtung gebracht, ausser der Tatsache, dass zwischen dem Loess und den rotbraunen Tonen manchmal Übergänge bestehen, und dass andererseits im Loess noch untergeordnete Lagen rotbrauner Tone vorkommen, wie es oben ausgeführt wurde.

Geologisches Institut
der Universität zu Warschau.





DO NABYCIA WE WSZYSTKICH KSIĘGARNIACH

NASTĘPUJĄCE DZIEŁA

wydane z zapomogi Kasy Pomocy dla osób pracujących
na polu naukowym

imienia D-ra Medycyny JÓZEFA MIANOWSKIEGO,
lub ofiarowane na rzecz Kasy.

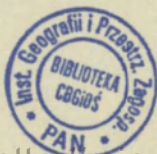
NAUKI PRZYRODNICZE.

- Berdau Feliks dr. Flora Tatr, Pienin i Beskidu Zachodniego, 1890, VI + 827 + 55 3 —
- Braun Juljan. Badania w dziedzinie azotowych związków organicznych i ich pochodnych (1900 — 1908), 1908, VII — 238. 1 —
- * Chmielewski Z. Podręcznik analizy chemiczno-rolniczej 1905, 169 1 —
- Dyakowski B. Zarys metodyki elementarnej kursu historii naturalnej. Wyd. W. Jezierski. 1909, 38. — 30
- Dzieje myśli. Tom I zes. 1. O rozwoju metod badań naukowych. Wiedza ludów pierwotnych. Dzieje astronomii. Rys rozwoju fizyki. W opr. Wł. Heinricha, Ludwika Krzywickiego, Stanisława Kramsztyka i Ludwika Brunera, 1907, XXXI + 296, z 83 ilustracyami w tekście 1 50
- Tom I zes. 2. Rozwój historyczny pojęć chemicznych. Szkic ewolucji pojęć w mineralogii. Zarys rozwoju matematyki: a) rozwój matematyki do końca XVI w., b) zarys rozwoju geometrii w starożytności, wiekach średnich i w epoce odrodzenia, c) rozwój matematyki od początku w. XVII. W opr. Leona Marchlewskiego, Józefa Siomy, Michała Feldbluma, Władysława Smosarskiego i Stefana Kwietniewskiego, 1911, 279, z 33 ilustr. 1 50
- Tom II zes. 1. Historia ogólnej nauki o ziemi (geografii — geologii). Dzieje nauk biologicznych. Dzieje antropologii. Dopelnienie do historii fizyki. W opr. Wacława Nałkowskiego, Józefa Nusbauma, Ludwika Krzywickiego i L. Brunera. 1907, 471, 40 ilustracyi w tekście, 2 tablice 2 —
- Tom II zes. 2. Dzieje psychologii. Dzieje językoznawstwa. W opr. S. Loria i J. Baudouina de Courtenay. Warszawa, 1909, str. 302 1 50
- * Faraday M. Dzieje świecy. Przekład M. i St. Kalinowskich. 1914. XXIII + 105 — 50
- * Filipowicz Kazimierz dr. Wiadomości początkowe z botaniki (podług dzieła d-ra Le Maout: „Leçons élémentaires de botanique“) z 194 drzeworytami w tekście, 1884, III + 225 + II (kart.) — 25
- Grzybowski J. prof. Przeglądowa mapa geologiczna ziem polskich z tekstem objaśniającym z trzema przekrojami, pod red. prof. J. Morozewicza, wyd. Zyg. Weyberg. 1912, 139, 1 mapa kol. 1 —
- Guenther Konrad. Zagadnienia życia w świetle darwinizmu. Z upoważn. autora spolszczyli Ad. Kudelski i Kazimierz Kulwiec. 1906, XIX + 425 2 —



Silberstein Ludwik. Elektryczność i magnetyzm. I. 1908, VIII + 366	3 50
II. 1910, 304 3 —	
III. cz. I, 1913, 173.	1 80
Słownik Geograficzny Królestwa Polskiego i innych krajów słowiańskich. Tomów 14. Komplet	60 —
Świat i człowiek. Zeszyt I, wyd. 2. Pojęcie rozwoju. Wszczę- świat i jego rozwój. Rozwój ziemi, opr. I. Waserberg, S. Kram- sztyk, W. Nałkowski, 1908, XVI + 215 + 82 ilustr. + 3 t. kolor.	1 35
Zeszyt II, wyd. 2. Rozwój życia organicznego. Gene- alogia roślin. Genealogia zwierząt. Pochodzenie człowieka. Rozwój człowieka, opr. J. Nusbaum, Z. Wóycicki, J. Eismond, K. Stołyhwo, L. Krzywicki, 1912, 321 + 73 ilustr. + 1 tabl.	1 60
Zeszyt III, wyd. 2. Rozwój kultury. Rozwój mowy. Rozwój stosunków gospodarczych. W opr. L. Krzywickiego i K. Appela. Warszawa 1912, str. 356 + 65 ilustr.	1 80
Zeszyt IV, wyd. 2. Rozwój społeczny. Rozwój psychicz- ny. Rozwój w dziejach sztuki. Znaczenie rozwoju. W opr. L. Krzywickiego, M. Borowskiego, Wł. Tatkiewiczza i F. Zna- nieckiego. Warszawa, 1913, str. 355 + 5 ilustr.	2 —
* Szokalski W. T. Początek i rozwój umysłowości w przyrodzie, 1885, VIII + 468.	— 60
* Tennenbaum Szymon. Fauna koleopterologiczna wysp Balearskich 1915. 150 + IV	— 75
* Tombeck D. i Gouard E. Chemia przemysłowa, przełożył J. Harabaszewski. 1915, XI + 422	1 80
Tur Jan. Nowe badania nad rozwojem układu nerwowego potworów platyneurycznych. 1915. 128.	—
* Warming E. Zbiorowiska roślinne. Zarys ekologicznej geografii roślin. Z wydania niem. E. Knoblauch'a przeł. z upow. auto- ra E. Strumpf i J. Trzebiński. 1900, XV + 450.	1 50
Witkowski Aug. prof. Uniw. Jagiellońskiego. Zasady fizyki. Tom I, wyd. 4-te. (Fizyka ogólna. Dynamiczne własności materii. Akustyka). 1915, XX + 535 + 205 rys.	2 40
Tom II, wyd. 2 (Ciepło. Fizyka cząsteczkowa. Promie- niowanie). 1908, X + 651 + 285 fig. + 2 tabl. kolor.	2 40
Tom III. (Elektryczność i magnetyzm). 1914, IX + 1 nlb. + 656 + 326 fig.	2 40
** W. K. Rzeki i jeziora, tekst objaśniający do mapy hydrograf. daw- nej Słowiańszczyzny, część półn.-zachod. 1883, II + 125 + 1 nlb.	— 5
* Wóycicki Zygmunt. Obrazy roślinności Królestwa Polskiego. Ze- szyt I. Roślinność niziny Ciechocińskiej. 1911, 12 nlb. + tabl. 10 + 20 str. nlb. objaśnień	1 —
Zeszyt II. Roślinność wyżyny Kielecko-Sandomierskiej. 1912, 36 + 10 tabl.	1 —
Zeszyt III. Roślinność wyżyny Kielecko-Sandomierskiej 1912, 32 + 10 tabl.	1 —
Zeszyt IV. Roślinność Bolesławia i Olkusza. 1913, 34 + 10 tabl.	1 —
Zeszyt V. Roślinność Ojcowa. 1913, 39 + 10 tabl.	1 —
Zeszyt VI. Roślinność Ojcowa. 1913, 26 + 10 tabl.	1 —
Zeszyt VII. Roślinność okolic Częstochowy i Olsztyna. 1914, 30 + 10 tabl.	1 —

Geprüft und freigegeben durch die Kais. Deutsche Presseabteilung
Warschau den 5/VIII 1916. T.-N. 2157. Dr. N. 58.



Biblioteka Zespołu
Katedr Geografii
U M K
Toruń

~~036A/1916~~

Redaktor i Wydawca

Jan Tu

Adres Redakcyi: Kaliksta № 8 (w lokalu Towarzystwa
Naukowego Warszawskiego).

Cena kop. **50.**
