

Zur Oberflächengestaltung der Pfannen in den Trockenräumen Zentralasiens

Mit 1 Tafel, 1 Profilvereihe und 2 Bildern

Von ALFONS GABRIEL

- Inhalt: I. Einleitung
II. Regenpfannen.
a) Kleinformen
b) Daq
c) Ältere Regenpfannenabsätze
d) Djulgeh
e) Salzabsätze der Regenpfannen
III. Grundwasserpfannen
a) Feuchte Kawire
b) Die Maschileh und verwandte Typen
c) Starre Kawire
Zusammenfassung

I. Einleitung

Der Bau des innerpersischen Trockengürtels aus hoch aufgeschütteten Bolsonen mit weit gespannten Schwemmfächern schafft alle Voraussetzungen dafür, daß bei Niederschlägen ein Transport der Verwitterungsbestandteile in die vielen abflußlosen Hohlformen eintritt, und so besitzt kaum ein anderes Wüstenland eine solche Vielfalt an Pfannenbildungen wie Persien. In den flachen Becken des Südens, die heute nur ausnahmsweise noch zusammenlaufendes Wasser erreicht, weisen ältere Absätze auf Regenpfannenbildungen in der Vorzeit hin. Ebenso finden wir als Jetzt- und Vorzeitformen andere Pfannen, die nicht wie die oben erwähnten nur durch oberflächlich zurinnende Niederschläge entstanden, sondern von Grundwasserhorizonten her gespeist wurden und auch heute noch bis zur Oberfläche durchfeuchtet sind. Diese Bildungen gehören den Verdunstungspfannen von KAISER und BEETZ¹ an, doch hält Verfasser diese Bezeichnung für nicht glücklich, da Regenpfannen der gleichen Verdunstung unterliegen. Es soll daher im Gegensatz zu „Regenpfannen“ von „Grundwasserpfannen“ gesprochen werden. Da Grundwasserpfannen bei stärkeren Niederschlägen ebenso wie Regenpfannen Wasser aus der Umgebung erhalten, sind beide Pfannen in Trockengebieten nach Regengüssen, wenn Wasser auf der Oberfläche steht, nicht voneinander zu unterscheiden. Erst wenn Regenpfannen, die nicht aus Feuchtigkeitshorizonten versorgt werden, in der Trockenzeit verdampft sind, sind Regen- und Grundwasserpfannen auseinanderzuhalten.

¹ KAISER, E. und BEETZ, W., Die Wassererschließung in der südlichen Namib Südwestafrikas. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 27, 1919.

KAISER, E., Die Diamantenwüste Südwestafrikas. Berlin, 1926.

Der Absatz gelöster Bestandteile in Wasseransammlungen führt im ariden Klima zu einer mehr oder weniger starken Durchtränkung mit Salzen, und dies in Persien ganz besonders, da die Verwitterungslösungen vielfach aus sehr salzreichen tertiären Sedimenten stammen. Selbstverständlich weisen Grundwasserpflanzen, ihrer Entstehung entsprechend, ganz besonders hohe Werte gelöster Salze auf. Böden, in denen es zu einer massiven Salzverbackung feiner und feinsten Absätze gekommen ist, nennt der Perser „Kawir“ im nördlichen und „Kefeh“ im südlichen Teil des Wüstengürtels. Die Kawir im engeren Sinn ist die Kawir humiden Charakters. Wir fassen den Begriff weiter und bezeichnen mit dem Namen alle Böden, seien sie noch feucht oder schon trocken, die durch Salzausscheidungen in staubig-sandigen Absätzen hervorgegangen sind. Wir können trotz der großen Wüstenerfahrung STRATIL-SAUERS dessen Ansicht nicht teilen, „jeden trügerischen Weichboden, bei dem ein Einsinken oder Einbrechen zu befürchten ist“ als „Kawir“ zu bezeichnen², und Ausdrücke wie „Gesteinskawir“, „Geröllkawir“ u. ä. halten wir nicht für zweckmäßig. Kawir-Böden gehören zu den Solontschak-Böden nach der Einteilung GLINKAS³ und stellen einen extremen Typus dieser Böden dar⁴.

II. Regenpfannen

Die Regenpfannen des innerpersischen Wüstengürtels sind zahlreicher und in den meisten Fällen weniger umfangreich als die Grundwasserpflanzen. Sie sind nicht charakteristisch für persische Wüsten und bei größerer Ausdehnung den Einwohnern auch anderer Trockenräume unter den verschiedensten Namen bekannt, Playa in N-Amerika, Sebka in der Sahara, Vley in S-Afrika, Takyr in der Turkmenenwüste, Schala in Zentralasien, dry lakes in Australien u. a. m. Sie sind vor allem dort vorhanden, wo es flache Senken in den Abschnitten der Wüste gibt, in denen Wasserwirkungen hervortreten und zur Entstehung neuer Sedimente beitragen. Das feine Material, das sich in den Regenpfannen sammelt, ist meist vorher an den Hängen durch Gesteinsbruchstücke vor der Deflation geschützt gewesen. In die tonigen Massen, die durch Zusammenschwemmen der an der Oberfläche befindlichen Produkte chemischer Verwitterung entstanden sind, dringt das Wasser im allgemeinen nicht in nennenswertem Maße ein, sondern steht auf ihnen bis zur völligen Verdunstung. Wenn die zusammengeschwemmten Massen mit hygroskopischen Salzen durchtränkt sind, bleiben sie lange, oft bis zur nächsten Regenzeit, feucht. Wenn auf festem Gestein ausgetrocknete Absätze der Pfannen durch die Faktoren des ariden Klimas entfernt werden, wird der Untergrund freigelegt, und die Pfanne erscheint als eine Hohlform ohne Absätze im Gestein selbst. In diesem Zustand befinden sich viele

a) Kleinformen unter den Regenpfannenbildungen. Es sind Näpfe und Bankwasserstellen, wie wir sie in größeren Gesteinsblöcken finden, die fest und wasserundurchlässig sind und in denen sich der Niederschlag sammelt. Sind besondere Gesteinsteile chemisch leichter angreifbar, so können diese Bankwasserstellen größere Tiefe erhalten. Bisweilen bleiben beim Eindampfen durch

² STRATIL-SAUER, G., Geogr. Forschungen in Ostpersien. I. Die Ostpersische Meridionalstraße. Abh. d. Geogr. Ges. Wien, Bd. XVII, Heft 2, S. 73, Wien, 1953.

³ GLINKA, K., Die Typen der Bodenbildung. Berlin, 1914.

⁴ Nach GLINKA werden weiche Solontschak-Böden von den Kirgisen „Kebir“ genannt. Es mag dies ein mißverständenes Wort sein, denn „Kawir“ leiten wir nicht von „kebir“ = „groß“, sondern von „gaw“ = „Senke ab“ („Kefeh“ von „kef“ = „Schaum“).

chemische Einwirkung auf das Gestein entstandene und allenfalls auch angewehte lockere Bestandteile zurück.

Bankwasserstellen heißen in Persien „S a n g a b“ (Steinwasser) und können auf manchen Wüstenstrecken als Wasserversorger für die Landesbewohner eine große Rolle spielen wie beispielsweise in der Murghabkuh-Wüste, wo Karawanen mit bestimmten Bankwasserstellen in einem kleinen Bergstock aus dichtem grauen Kalk etwa in der Mitte des Weges rechnen. Bei unserem Besuch im Oktober 1933 verriet nur ein toniger Rückstand am Grund großer schüssel-förmiger Mulden im Gestein die einstige Wasserfüllung⁵.

Zu den Kleinformen unter den Regenpfannen gehören auch unzählige kahle harte Tonflächen von oft nur wenigen Quadratmetern Größe, wie sie allenthalben selbst im schärfsten Teil des Wüstengürtels gefunden werden. Meist hat sich ihre helle Oberfläche in parkettartige fünfeckige Tafeln gespalten. Auch charakteristische Gräben mit alten Wasserstandsmarken, die um manche Seelößburgen in der Südlichen Lut angetroffen werden, zeigen Spuren flüchtiger Wasseransammlungen⁶. Diese Hohlformen haben nur durch strichweise über das Gebiet ziehende Wolken einen sehr seltenen episodischen Niederschlag erhalten. Der festen Salzverkrustung der Wasserstandsmarken ist es zu danken, daß sie so lange erhalten blieben und durch die Kräfte des ariden Klimas nicht entfernt wurden.

b) D a q heißen in Persien größere, tischplattenebene Flächen toniger Überbleibsel einstiger Regenseen. Sie sind kahl und meist nicht versalzt und bestehen aus feinstaubigen Absätzen, die sich in dem für kurze Zeit gesammelten Niederschlagswasser rasch bildeten. Gröberes Material, das durch die Erosionsrinnen abgespült wurde, ist bereits vor dem Erreichen der Senken abgetrennt. Die häufige auffallende Salzfreiheit der Absätze beruht, nach Ansicht des Verfassers, darauf, daß das Salz aus dem Einzugsgebiet oberflächlich durch periodische Niederschläge entfernt ist und der Wind in früherer Zeit ausgedampfte Salzabsätze in den Pfannen entfernt hat, es sei denn, das Wasser habe sich beim Eindampfen des Regensees auf durchlässigem Grund nicht bis zur Bildung einer Salzsohle halten können.

Die Rückstände vergänglicher Seen können, wie die Daq-e-Muschi, die „Mausfläche“ bei Halwan, sehr oft zwischen Hügelsanden auftreten. Vielfach haben sich Daq auch zwischen unbewachsenen Wanderdünenzügen des Rig-e-Djinn und in der Südlut gebildet ähnlich den Bajiren der Takla-Makan, wo sie bisweilen niedrige Terrassen umsäumen, die oft in jardangähnliche Kleinformen zerlegt sind.

Salzfreier Ton reißt durch Austrocknen rautenförmig auf. Es entstehen tiefe scharfkantige Trockenrisse, die zeigen, daß die horizontale Grenzfläche der Ablagerung auch ihre innere Struktur beherrscht. Die regelmäßige, sehr feine Schichtung des Bodens entspricht den einzelnen Überschwemmungen. Häufig sind sandreiche Absatzperioden eingeschaltet. Oberflächlich können Platten abgehoben sein, die sich aufblättern. Abgelöste Tonhäute rollen sich wie Hobel-späne ein, und Tondüten liegen auf der Pfanne und werden durch den Wind verfrachtet. Es raschelt wie Laub, wenn man darüberschreitet. Windreiche Trockenzeiten bedingen, wo eine schützende Salzkruste fehlt, ein Abräumen der Absätze.

⁵ GABRIEL, A., Durch Persiens Wüsten. Stuttgart, 1935.

⁶ GABRIEL, A., Aus den Einsamkeiten Irans. Stuttgart, 1939.

Manche Daq gleichen aus einiger Entfernung völlig Seen, besonders wenn sie, beispielsweise wie beim Daq-e-Farhad im N Hudiyans, zwischen tiefgebräunten Höhen eingebettet liegen⁷. Die lichte, das Tageslicht grell reflektierende, durch keine Unebenheit gestörte spiegelglatte Tonfläche grenzt hier mit scharf abgezeichneten Ufern an die aus Augitandesit aufgebaute Bergumrahmung. Wo kleine Inseln aus anstehendem Gestein die Oberfläche durchbrechen, wird die Ähnlichkeit mit einem See noch größer.

c) Ältere Regenpfannenabsätze. Im ganzen innerpersischen Wüstengürtel, in der Südl. Lut, der Mughabkuh-Wüste, der Bahabad-Wüste und anderwärts stoßen wir auf dem „Kazeh“⁸ genannten Boden auf Stellen, wo Grand, Grus und auch gröbere Gesteinsbrocken netzförmige Muster bilden. Sie spiegeln das Bild von Trockenrissen wider, die sich in den in einer jungen Vorzeit entstandenen Regenpfannenabsätzen bildeten. Es wurden erst die Risse mit äolisch zugeführtem Sand eingeweht; im Zuge nachfolgender Überschüttung durch trockenen und nassen Massentransport blieben gröbere Bestandteile an den Netzleisten bevorzugt haften, und heute erkennen wir an dem freilich oft sehr verwaschenen Muster, den der dünne Steinschleier bildet, die alten Regenpfannen.

Diese „verschleierte Regenpfannen“, wie man sie nennen könnte, entgehen vielfach dem Blick des zu Fuß gehenden Beschauers. Leichter sind sie vom Rücken eines Kamels zu erkennen, und in voller Deutlichkeit müßten sie bei Flugaufnahmen hervortreten. In diesem Zusammenhang sei an die Aufnahmen E. F. SCHMIDTS⁹ erinnert, der als erster in Persien das Luftbild in den Dienst archäologischer Forschung stellte und erstaunliche Ergebnisse erzielte. So kamen auf den Luftbildern für den am Boden Mappierenden unsichtbare, unter einem Steinschleier verborgene Umrisse ganzer Niederlassungen mit vielen Einzelheiten zutage.

Die weite Verbreitung der älteren Regenpfannenabsätze im Trockengürtel von Persien, die durch immer wieder einsetzende Wasserabtragung der tonigen Verwitterungsreste gebildet worden sind, darf bei der Frage des klimatischen Ablaufes der inneriranischen Nacheiszeit nicht außer acht gelassen werden.

d) D j u l g e h sind ausgedehnte meist fruchtbare und bewachsene Schwemmlandebenen, die man nur bedingt zu den Pfannen rechnen kann, da sie nach einer Richtung hin leicht geneigt sind und bei Hochfluten entwässert werden. Ihre Salzarmut verdanken sie dem Umstand, daß sie, wohl in junger Vorzeit, genügend durchfeuchtet wurden.

Zu den wichtigsten Djulgeh der innerpersischen Trockenräume gehören die Djulgeh Kaschmar (Turschiz), die aus vom Kuh-e-surkh herabgeschwemmten, gegen die vorgelagerte Hohlform zu abgesetzten nährstoffreichen Schlamm-massen besteht, und die Djulgeh Mazhan, die der Kuh-e-Schah und die Baqeran-Berge umrahmen. Beide Djulgeh erhalten, da sie im E, N und S amphitheatralisch von Höhen abgeschlossen aber den Westwinden geöffnet sind, verhältnismäßig reiche Niederschläge. In Anbetracht des Umstandes, daß im W der Gebirgsrahmen fehlt und es hier zu einer Stockung des Feuchtigkeitsstromes kommt, versalzen sie in dieser Richtung. Die Djulgeh Kaschmar und die Djulgeh Mazhan zeigen des guten Bodens und der ausreichenden Bewässerung wegen eine Dorf- und Siedlungsdichte, wie keine andere Landschaft im Wüstengürtel. In der Dorfverteilung fällt auf, daß die Dichte im W abnimmt und schließlich

⁷ Wie Anm. 6.

⁸ Steinüberstreuter kahler Boden wie Dascht, doch kann diese im Gegensatz zur Kazeh leicht mit Vegetation bestanden sein. „Kazeh“ nicht zu verwechseln mit „Kaseh“ s. u.

⁹ Schmidt, E. F., Flights over ancient cities of Iran. Chicago, 1940.

in dem den Niederungen der Vollwüste zu geöffneten Trichter in Siedlungsleere übergeht.

e) Salzabsätze der Regenpfannen treten im Verhältnis zu gleichen Bildungen der Grundwasserpflanzen zurück. Es kann Salz, hauptsächlich NaCl, als Pulver ausblühen, und es kann sich auch eine dünne Kruste bilden. Wo sie fein und oberflächlich ist, vermögen sie Wind und Sand rasch wieder zu zerstören. Die Salzkrusten sind glatt oder höckrig, oft ist das Salz in Form feiner Schnüre, Rosetten oder Säulchen eingedampft, manchmal rein weiß und nur dann bunt, wenn Eisen oder Kupfer an der Bildung beteiligt sind. Eine zarte oberflächliche Salzschiene kann sich auch in Blasen abheben und zersplittert beim Darübergehen wie beim Pust-Boden der Kawire. Das Bild von mit hygroskopischem Salz überzogenen Regenpfannen kann sich rasch ändern; manchmal sieht eine helle, glänzend weiße Salzlandschaft plötzlich wie mit Kakao bestreut und schmutzig grau aus, wenn Staub über sie treibt.

Dickere Salzkrusten können, wie beim Namak-safid einer Grundwasserkawir, rautenförmig aufreißen, und feuchter Schlamm kann aus dem Untergrund in die Risse eindringen. Es gibt Fälle, wo Regenpfannenablagerungen sich in einen zähen, von mächtigen Salzkrusten überzogenen Salzschlamm verwandeln, in den man tief einsinkt, wenn die schützende Decke durchbrochen ist. Diese Flächen erinnern an von unten feucht gehaltene Grundwasserpflanzen, aber doch können es Regenpfannen sein, die nur oberflächlich zusammenlaufendes Wasser gespeist hat.

Bei der einem zugefrorenen Gebirgssee gleichenden seltsamen Salzpfanne, die Verfasser 1938 im Herzen der Bahabad-Wüste entdeckte¹⁰, wissen wir bis heute nicht, ob es sich um eine Regen- oder Grundwasserpfanne handelt. Verfasser ist geneigt letzteres anzunehmen und die Bildung für eine humide Kawir zu halten. Sie ist nie wieder aufgesucht worden, und nur eine nähere Untersuchung könnte die Frage klären. Die glitzernde Salzfläche nimmt nicht, wie die üblichen Kawire, den tiefsten Teil eines weiten flachen Beckens ein, sondern schließt scharf an das Gestein schroffer Berge an. Es wurde über feuchtem Salzion, der teilweise in polygonale Scheiben zerlegt ist, einem gut vorgetretenen Pfad gefolgt, der nur im Sommer und Herbst nach mehreren trockenen Monaten gangbar ist und wo die Tritte Ende August tiefe Spuren hinterließen.

Ebenso wie bei Grundwasserkawiren können sich bisweilen dort, wo den eindampfenden Regenseen Staub und Sand zugeführt wird, Salzpelite und Salzpsammite bilden, die eine gewisse Festigkeit erlangen und nur langsam der Deflation und Korrosion erliegen. Zahllos sind die kleinen Flecken im persischen Trockengürtel, wo harte Salzpelite und Salzpsammite entstanden sind. Die tief zerpflügelten, zum Teil hoch aufgeworfenen Salzion- und Salzlehmböden gehören im allgemeinen nicht den Regen- sondern den Grundwasserpflanzen an.

III. Grundwasserpflanzen

Die nahe der Oberfläche gelegenen Grundwasser bilden im ariden Persien eine unerschöpfliche Salzquelle, und so sind die Grundwasserpflanzen Persiens die echten Kawire. Diese Endstationen der Wanderwege großer Salzmengen nehmen in den Beckenlandschaften des Trockengürtels einen sehr großen Teil der Bodenoberfläche ein und verlieren mit Abnahme der geographischen Breite nicht nur an Umfang sondern auch an

¹⁰ GABRIEL, A., Im weltfernen Orient. München und Berlin, 1929.

Wassergehalt¹¹. Die Grundwasserpfannen, in denen heute noch die Füllung bis zur Oberfläche von unten her feucht gehalten wird, finden wir fast nur mehr im nördlichen Abschnitt des Wüstengürtels; im S ist das einst mehr oder weniger in Bewegung befindliche Material der Pfannen bereits zu starrer Masse geworden. Diese starren Kawire als ältere und erstere als jüngere Kawire zu bezeichnen, ist irreführend. Beide müssen nicht aus verschiedenen Epochen stammen, und es ist nicht das Alter der Absätze, das ihre verschiedene Beschaffenheit bedingt, sondern das Entwicklungsstadium, in dem sich die Sedimente der Pfannen befinden, und für dieses Entwicklungsstadium waren fast ausschließlich klimatische Gegebenheiten maßgebend.

Verfasser verlegt die Anlage der Kawire in eine frühere niederschlagsreichere Zeit. Nach BOBEK¹² hat es keine Pluvialperiode in den persischen Trockenräumen gegeben, und die heutigen Kawire sind nicht letzte Überbleibsel ehemaliger großer Seen, sondern Neubildungen unter dem Einfluß eines vor ein paar tausend Jahren wieder feuchter gewordenen Klimas. Verfasser ist der Ansicht, daß die heutigen Kawire unter dem Einfluß nacheiszeitlicher Klimaschwankungen durch lange Zeiten wiederholten zahlreichen Sedimentations- und Zementationsvorgängen unterworfen waren, wie aus einer Wechsellagerung von Salz- und Schlamm-schichten hervorgeht, aber doch, vielleicht im Spätglazial, als Seen entstanden und, zumindest die umfangreichen unter ihnen, seither nicht mehr verschwanden. Für die Große Kawir beispielsweise ist es schwer sich vorzustellen, daß unter den gegenwärtigen Verhältnissen bei einer Niederschlagshöhe von rd. 100 mm und einer gewaltigen Verdunstungskraft sich durch zwei bescheidene Zuflüsse im NW- und NE-Winkel ein Brei-plotter auf einer Fläche von 55.000 qkm gebildet haben kann. Wohl hält Verfasser im Gegensatz zu den aufgeworfenen dunklen zementierten Böden für Neubildungen viele Namak-safid- und ganz glatte Salzböden innerhalb der Kawir, insoferne sie als letzte Überreste verdampfender Seen angesehen werden können. HÖRNER¹³ fand in der Lop-Nor-Wüste, von der wir die Geschichte der letzten Jahrtausende verfolgen können, die glasharten zerrissenen dunklen „Blockböden“ ausschließlich im Bereich des prähistorischen Lop-Nor, während das weiße „Neusalz“ dem heutigen Lop-Nor angehört. Ähnlich ist das „weiße Salz“ der persischen Kawire einem letzten feuchten Schub zu danken, der sich auf bereits bestandener, durch Kaseh und Namak-siyah gekennzeichnete Kawir ergossen hat. Aber selbst von den Neusalzbildungen glaubt Verfasser nicht, daß sie ausschließlich in den letzten Jahrtausenden entstanden sind, angesichts der mächtigen Salzlager, die, wie unten näher ausgeführt, in der Großen Kawir bis 70 cm dick sind und nicht von ephemeren Wasseransammlungen stammen können, die den aktuellen Zuflüssen ihre Entstehung verdanken.

Bei allen klimatischen Schwankungen seit dem Pleistozän, die Ausdehnungen und Schrumpfungen der Kawire zur Folge hatten, wird die Entwicklung im S des persischen Trockengürtel immer trockener gewesen sein als im N. In der gleichen Zeit entstandene, gleich tiefe und gleich umfangreiche Endseen erfuhren im S und N verschiedene Schicksale, und neben dem herr-

¹¹ Verfasser zieht in den Kreis der Betrachtung nur die Grundwasserpfannen des Wüstengürtels zwischen ostpersischem Randgebirge und der Bergkulisse östlich der Strecke Kaschan—Kirman und nicht die Pfannen mit ihren oft jahreszeitlich verschwimmenden Übergängen zu Salzseen und trockenen Salzflächen jenseits der angegebenen Grenze.

¹² BOBEK, H., Klima und Landschaft Irans in vor- und frühgeschichtlicher Zeit. Geogr. Jahrb. a. Österreich, XXV. Bd. 1953/54.

¹³ HÖRNER, Nils. Resa till Lop. Stockholm, 1936.

schen Gesteinscharakter der umrahmenden Höhen, der eine zweite Rolle spielte, war es das Klima, das bewirkte, daß der südliche See sein feuchtes Kawirstadium bereits durchlaufen hat und seine Absätze uns ausgetrocknet entgegenreten, während die Ablagerungen des gleich alten nördlichen Sees noch naß und weich sind. Auch die feuchten Grundwasserpflanzen mögen uns, wie die trockenen, dort wo sie nicht mit einer offenen Wasserfläche bedeckt sind oder das Wasser bis zu den obersten Schichten durchsteigt, dank der festen Kruste, die sie überzieht, als trockene Salz-, Ton- oder Lehmwüste erscheinen, doch ist diese Oberfläche in erster Linie den schwankenden unterirdischen Bewegungsvorgängen in der breiigen Masse unterworfen, während die Oberfläche der starren Grundwasserpflanzen nur mehr den subaerilen Kräften des Wüstenklimas ausgesetzt ist.

Trotzdem feuchte Kawire eine gewisse Beständigkeit dadurch erlangt haben, daß ein annähernder Gleichgewichtszustand zwischen Wasserzufuhr und Verdunstung erreicht ist, geht die Entwicklung weiter, und alle Übergänge sind im persischen Wüstengürtel anzutreffen. Bohrungen, die auch über den zeitlichen Ablauf der Entwicklung Aufschluß geben könnten, sind vor allem in den zentralen Partien der feuchten Grundwasserpflanzen sehr erschwert, da einerseits den außerordentlich spröden und harten Salzkrusten, andererseits dem nach der Tiefe zu meist immer dünner werdenden Brei nicht leicht beizukommen ist.

a) Feuchte Kawire. Das klassische Bild einer feuchten Kawir ist der Große nordpersische oder Khorasaner Salzsumpf. Vermitteln Regenpfannen verschiedentlich den Eindruck eines Sees, so haben wir in der Großen Kawir das Bild eines Meeres vor uns. Die scharfen Ufer und das Fehlen jeglicher Überstreuung mit größerem Material zeigen an, daß hier fluvio-arider Transport die Schuttkegel nicht über die weiten grusbedeckten Randgebiete zu führen vermochte und die Landschaft ein noch nicht weit vorgeschrittenes Entwicklungsstadium eines einst mit Wasser gefüllten Beckens darstellt. Es besteht absolute Lebensleere.

So einförmig die riesige Fläche auch aussieht, jede Kawirreise ergibt neue Aspekte. Schon der Zardehoden¹⁴, der einem gepflegten Ackerfeld gleicht und den man bei einer Kawirdurchquerung meist zuerst betritt, zeigt eine Vielfalt von Kleinformen. Es klingt seltsam, aber man stößt hier auf einer Grundwasserpflanze auch auf eine Unzahl kleiner Regenpfannen. Denn nichts anderes sind die Mulden zwischen den Höckerchen des Zardehoden, wo sich in der Trockenzeit rote Eisensalze ausgeschieden haben oder wo weißes Kochsalz ausgeblüht ist. Größere eingesunkene Flächen sehen wie vereiste Tümpel aus. Im allgemeinen sind die Salzpelite und Salzpsammite nach regenfreien Wochen lichtgelb, und wo grünblauer Ton unter einer dünnen Rinde zum Vorschein kommt, rührt die Farbe von zersetzten organischen Substanzen her. Auch feuchte dunkle Flecken und Bänder können den Grund mustern.

Der schwarzbraune oder dunkelgraue Boden, der „Čarbeh“ der Perser, bildet nicht, wie BROR ASKLUND¹⁵ meint, die tiefen und deshalb feuchten Stellen des Zardehoden. Čarbeh kann über alle Unebenheiten hinwegziehen und sehr regelmäßig verteilt sein. Bisweilen ist er, wie im S-Teil der Kawir-nau, in wenige

¹⁴ Für die Klassifikation der Typen der Kawirböden siehe: GABRIEL, A., Die Lut und ihre Wege. Ergebnisse von drei Iranreisen. Zeitschr. f. Erdkunde, Frankfurt 1942.

¹⁵ ASKLUND, BROR, Zur Geologie Ostpersiens in: S. HEDIN, Eine Routenaufnahme durch Ostpersien. 2. Bd., Stockholm 1927.

Meter breiten Streifen angeordnet. Wie Verfasser auf Grund von Bodenproben Gelegenheit hatte festzustellen, verdankt der dunkle Boden seine Feuchtigkeit seinem Gehalt an hygroskopischen, vor allem Magnesiumsalzen. Es handelt sich um die „Ölflecke“ SCHWEINFURTHS¹⁶ aus der Arabischen Wüste, eine Erscheinung, die später auch von WETZEL¹⁷ und anderen beschrieben wurde.

Zumeist in den peripheren Abschnitten größerer Kawire, daher fast stets im Zardehboden, finden sich die „Schatt“, gefährlich zu passierende Schlammrinnen, die die feinen und feinsten Verwitterungsbestandteile in die tiefsten Teile der Senken leiten. Vielfach verschwinden die Schatt ganz plötzlich im Grund, und hier wird der Weitertransport unter der festen Oberfläche durchgeführt.

Der Kal-Schaitan, der HEDIN¹⁸ am N-Ende der Djandaqer Kawirroute so viel zu schaffen machte, ist ein solcher Schatt. Auch am nördlichen Ende der Turuder Kawirstrecke gibt es einen solchen und ebenso um die Inselberge des 'Ali Narkher und Kahriyar. Den Einstieg in die Domdar-Kawir macht ein etwa 40 m breiter Schatt auch in den trockenen Sommer- und Herbstmonaten zu einem Wagnis.

Es ist anzunehmen, daß Wasser in der Regenzeit vom Zardehboden zum größten Teil an Ort und Stelle aufgesaugt wird, denn außer den Schatt sind wenig Furchen in die Oberfläche eingegraben, und auch die tiefen Gruben, die an Dolinen einer Karstlandschaft erinnern, sind nicht zahlreich. Erst recht im Inneren einer Kawir weisen nur ausnahmsweise auftretende Erosionsrinnen auf fließendes Wasser hin.

In den peripheren Abschnitten der Großen Kawir, in seltenen Fällen auch im Inneren, läßt sich der Druck unterirdisch nachgleitender Massen beobachten. Das von den Rändern her zufließende Verwitterungsmaterial hat das Bestreben der Schwerkraft zu folgen und in den tiefsten Teil der Senken zu gelangen. Vermutlich gleitet die Masse auf älteren abgesunkenen oder durch jüngere Transgression bedeckten verhärteten Schichten dahin. Nach BROR ASKLUND¹⁹ dürfte beim Erdfließen höchstwahrscheinlich der wechselnde Feuchtigkeitsgehalt des Kawirtons große Bedeutung haben. Im Sommer befindet sich trockenes zusammengezo­genes Tonmaterial auf gelartiger Unterlage. Bei Zusammenziehung der oberen Tonlage können wohl Bewegungen entstehen, die ein Aufbiegen der Unterlage bewirken. Wie immer der Vorgang des Erdfließens sich auch abspielt, es ist ihm bei der Ausfüllung der großen flachen Senken eine wichtige Rolle zuzuschreiben. Das Material übt durch stetes leichtes Rücken gegen die tiefsten Teile der Pfannen einen Druck aus, der sich in langgezogenen flachen Aufwölbungen der Oberfläche zeigt.

Diese Erhebungen traf Verfasser verschiedene Male in größeren Kawiren. Am eindrucksvollsten waren sie im S-Teil der Kawir-nau zu beobachten. Fast einen ganzen Tag lang wurde hier zwischen oder über Bodenwellen geritten, die parallel der Küste zogen und offenbar durch Pressung von der Peripherie gegen das Innere entstanden waren. Dort, wo der Weg senkrecht über die Kuppen führte, ging es dauernd in sanftem Steigen und Fallen wie über breite Dünungswogen, die letzten Ausläufer eines Sturmes auf dem Meer. Von jeder Höhe öffnete sich auf die folgende das gleiche Bild. Die Kamelkarawane benötigte von

¹⁶ Siehe: WALTHER, J., Das Gesetz der Wüstenbildung. 1924.

¹⁷ WETZEL, W., Die Salzbildungen der chilenischen Wüste. Chemie der Erde. 1928.

¹⁸ HEDIN, SVEN, Zu Land nach Indien durch Persien, Seistan, Belutschistan. 2 Bde. Leipzig 1910 und 1920.

¹⁹ Wie Anm. 15.

Wellental zu Wellental und Wellenberg zu Wellenberg stets 7—8 Minuten, was einer Entfernung von etwa 400 m entspricht.

Sehen wir von diesen Dünungswogen ab, so ist die übrige Fläche der Großen Kawir für das Auge völlig flach, obwohl sie sich gegen die Mitte zu leicht senkt. Trotzdem wäre es irrig anzunehmen, daß die Große Kawir eine einheitlich gegen das Innere zu abgedachte Wanne bildet. Bisher ist die Große Kawir nur auf 5 oder 6 Linien gequert worden, aber es ist deutlich, daß sie aus mehreren, vielleicht sogar zahlreichen *E i n z e l m u l d e n* zusammengesetzt ist.

Man stößt in der Kawir immer wieder auf alte Wasserstandsmarken und Uferlinien; selbst eine 3 m hohe Terrasse wurde im Inneren der 'Arusaner Kawir südlich von Daghdaghu festgestellt²⁰. Es ist bisher keinem Reisenden möglich gewesen, diese strandlinienähnlichen Bildungen in dem ungangbaren Gelände, das ein Abweichen vom Pfad nicht zuläßt, weiter zu verfolgen und ihren Verlauf zu bestimmen. Besser erkennt man den Aufbau der Kawiroberfläche aus einzelnen geschlossenen Mulden bei einem freilich schwer zu erhaltenden Blick aus erhöhter Lage. Von der Höhe zweier ganz in Kawirmasse eingebetteter Inselberge, des Kuh-e-Airakan im S und des Kuh-e-'Ali-Narkher im N, sieht man den Boden der Kawir in der Ferne Bögen und Kreise in den verschiedensten Farben bilden. Sicherlich umrahmen sie außerordentlich flache Depressionen, die vielleicht bisweilen durch Tiefenlinien mit einander in Verbindung stehen und die Rückstände der am spätesten ausgetrockneten Salzseen enthalten.

Wir können als gewiß annehmen, daß die *O b e r f l ä c h e n g e s t a l t u n g* des Salzumpfes vor allem in seinen zentralen Partien sehr häufigen *V e r ä n d e r u n g e n* unterliegt. Ursache dafür ist der Druck des Gewichtes der langsam zentripetalwärts fließenden Kawirmasse. Der seitliche Druck in den peripheren Abschnitten der Pfanne wird zu einem von unten nach oben gerichteten weiter im Inneren, und die so entstehenden Hebungsvorgänge bewirken einen dauernden Wechsel der Lage der oberflächlichen Mulden. Sie können dieses Jahr hier auftreten, können sich im folgenden Jahr anderswo zeigen, ein Umstand, den wir auch den Aussagen der Umwohner entnehmen, die versichern, daß winterliches Oberflächenwasser sich in verschiedenen Jahren an verschiedenen Stellen sammelt und daß diese temporären, sehr seichten Seen auch wandern.

Veränderungen der Oberflächengestaltung in feuchten Kawiren beobachtet der Kawirreisende fast immer, wenn er zu verschiedenen Malen gleiche Wege geht. Pfade in der Kawir, die eine Zeitlang nicht benutzt werden, können rasch verschwinden. Als Verfasser am Čil-e-Gur-e-Khar nach dem Weg nach Malheh ausschaute, war nichts mehr von ihm zu entdecken. Auch Gräber, sofern es gelingt solche herzustellen, sucht man oft schon nach kurzer Zeit in der Kawir vergeblich. Niedergetretene Salztonplatten, die dezimeterhoch von der Unterlage abgehoben waren und mit dieser nur durch Salzsäulchen zusammengehalten wurden, sah man jenseits Damagheh-'Alafi in der Kawir-nau wieder hochgehoben. Der Schatt von Turud, der in früherer Zeit kein ernstliches Hindernis in den Weg gelegt hatte, hätte den Verfasser 1933 fast unmittelbar vor dem Ziel noch zum Umkehren gezwungen. In der Kawir von Domdar und anderwärts sollen unerwartet durch Aufstau zwischen Rissen der festen Decke gebildete Salztonmauern ein öfteres Verlegen des Pfades erzwingen. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß der Verfasser 27 Jahre nach HEDIN auf der Strecke 'Arusan-Turud die vom schwedischen Forscher vermerkte Terrasse südlich

²⁰ HEDIN, SVEN, Eine Routenaufnahme durch Ostpersien. Stockholm 1906 und 1918 und Anm. 18.

Daghdaghu nicht beobachtete. Die tiefste Stelle auf dem 120 km langen Weg fand Verfasser nicht wie HEDIN am N-Rand der Kawir sondern südlich der Mitte (siehe Profile). Bei beiden Querungen betrug übereinstimmend der Abfall von der Küste gegen die tiefste Stelle rd. 50 m.

Die schwankenden Druckverhältnisse in der zähflüssigen Breimasse unter der Decke machen es erklärlich, daß das Namak-safid, der weiße Polygonboden, von dem wir annehmen, daß er die tiefsten Teile einer Kawir einnimmt, und der Schollen- und Namak-siyah-Boden, die ihn meist umrahmen, auch an Stellen des Salzumpfes angetroffen werden, die nicht am niedrigsten liegen.

In der Kawir-nau durchziehen die beiden meist versalzten aufgeworfenen Schollenstreifen den Zardehboden in einem fast 50 m über dem Tiefpunkt liegenden Niveau. Auch in der Kawir von Allah-karim liegt, nach den Beobachtungen des Verfassers, der salzigste Abschnitt nicht im tiefsten Teil der Senke, und auf dieselbe Erscheinung stößt man in der Domdar- und Tabaqeh-Kawir (s. Profile).

Trotzdem sind Gesetzmäßigkeiten bei der Ausbildung der Oberflächenformen in versalzenden dickbreiigen Grundwasserpflanzen unverkennbar. Je tiefer es gegen das Innere zu geht, desto stärker wird die Konzentration der Salze und desto feiner die in der Sole suspendierten Verwitterungsreste, und desto mehr wächst die Kraft der Sole, allen Tonschlamm niederzuschlagen und das Salz rein auskristallisieren zu lassen. Es entstehen die außerordentlich spröden und harten Salzböden, die bei Niederschlägen abdichten und einen festen Schutz gegen die Verdunstung abgeben.

Die trockenen Oberflächenformen im Inneren einer feuchten Kawir, das Namak-siyah, die Kaseh und das Namak-safid, haben v. NIEDERMAYER und der Verfasser beschrieben²¹. HEDIN, der uns als erster ausführlich mit dem Charakter der persischen Grundwasserpflanzen bekannt machte, reiste in der nassen Jahreszeit und kam durch Kawirteile, die nicht die Vielfalt der Oberflächenformen aufweisen wie auf den Routen v. NIEDERMAYERS und des Verfassers. Was aber HEDIN bisher als einziger näher beschrieben hat, sind die vollkommen ebenen Salzablagerungen, die eine bemerkenswerte Mächtigkeit haben²²). Schon BUHSE²³ hatte in der Großen Kawir eine Dicke der Salzlage von 70 cm gemessen. HEDIN fand die kompakte Salzschiefer in der Großen Kawir vor allem in zwei E-W-streichenden Gürteln in Depressionen. Der südliche Salzstreifen ist auf der Djandaqer Route 8 km breit; die Salzschiefer ist etwa 10 cm stark. Unter ihr breitet sich von Wasser durchtränkter Ton. Auf gleicher Unterlage ruht die Salzdecke des schmäleren nördlichen Gürtels; sie hat eine Dicke von 45 cm. Wo der 'Arusaner Pfad das Salzgebiet quert, maß HEDIN eine Mächtigkeit der Salzkruste von 70 cm. Die Oberfläche war im Februar von Moder und Staub grauschwarz gefärbt. Als Verfasser in der Trockenzeit über das Salzlager kam, zeigte die Bodenoberfläche die Form, die die Eingeborenen „Pust“ (Haut) nennen und die wir schon bei den Regenpfannen kennen gelernt haben.

Die glatten kompakten, meist weißen Salzlager in der Großen Kawir können, wie erwähnt, nur als Rückstände einstiger Seen gedeutet werden. Die mehr oder weniger aufgeworfenen dunklen und spröden Böden sind unzweifelhaft die älteren. Über ihre Petrogenese, die in eine aride Periode der Zementation fällt, bestehen Unklarheiten. Die große Härte der

²¹ NIEDERMAYER, O. v., Die Binnenbecken des iranischen Hochlandes. Mitt. Geogr. Ges. München, 1920, XIV. Ferner siehe Anm. 5, 10, 14.

²² Wie Anm. 18 und 20.

²³ BUHSE, F. A., Die große persische Salzwüste und ihre Umgebung. Deutsche Rundschau f. Geographie und Statistik, 1892, XV.

pelitischen Massen läßt an einen verkieselten Zement denken. Gewiß ist, daß Steinsalz als Hauptkomponente der Zemente mit seiner Fähigkeit, außerordentlich zähe Zementationsprodukte zu bilden, eine besondere morphologische Rolle spielt. WETZEL²⁴ hat auf die dem Steinsalz eigentümliche hervorragende Kristallisationskraft, die auf der Intensität der Grenzflächenspannung beruht, hingewiesen. Ist den nachdringenden neuen Lösungen der Weg nach außen durch die vom Steinsalz bewirkte dichte Zementation versperrt, dann wirkt die Kristallisation hebend und spannend, läßt die oberste zementierte Decke zu Schollen zerreißen, die Schollenränder sich aufwärts krümmen und sogar ganze Schollen sich mehr oder weniger steil aufrichten. Wieweit bei der Bildung der Schollenböden der persischen Kawire auch Druckvorgänge von seiten gleitender Massen beteiligt sind, müssen künftige Forschungen lehren. Unter welchen Bedingungen sich die echte Kaseh mit ihrem groteskten Irrbau von Höhlen und Klüften bildet, wissen wir nicht.

Verfasser hat den berüchtigten Kasehboden, in dem der Leidensweg der Karawane rot vom Blut der Kamele gefärbt ist, in seiner vollen Ausbildung nur in der Domdar-Kawir gesehen. WETZEL²⁵ hat aus der chilenischen Wüste, freilich auf anderer Unterlage, eine ähnliche extreme Form der Oberflächenverkrustung mit klingend harten, aufgekippten, fast mannshohen Krustenschollen, die zwischen und unter sich immer neue Salzausblühungen entstehen lassen, beschrieben. Unter ähnlichen Verhältnissen wie in den persischen Kawiren ist die Bildung wahrer Kaseh dem Verfasser in den Trockenräumen unserer Erde nur aus der Lop-Nor-Wüste bekannt. HÖRNER²⁶ geriert 1930/31 in echten Kasehboden und hat darüber ausführlich berichtet. Er spricht von der Kaseh als von „Salzblockgelände“ mit 20—50 cm und manchmal auch bedeutend höher aufgerichteten scharfkantigen und zackigen Kämmen, die ein unregelmäßiges Netzwerk bilden. Er kam auch in ein Wirrwarr von 1—1½ m hohen zerklüfteten Salzrücken.

Die Rolle des Windes auf die Oberflächenformen feuchter Grundwasserpfannen ist nicht groß. v. NIEDERMAYER²⁷ hat davor gewarnt, die Wirkung des Windes im persischen Wüstengürtel zu überschätzen. Der Verfasser kann sich seiner Meinung anschließen, soweit die semiariden Gebiete des N in Betracht kommen, jedoch nicht die Kernwüste im S²⁸. Auch über die Große Kawir treiben in dichten Schwaden Sand- und Staubwolken, vor allem im trockenen Halbjahr, aber die Windwirkung ist hier, wie auch in den benachbarten Pfannen, stark zurücktretend, besonders im Vergleich mit den Verhältnissen im Südteil des Wüstengürtels. In der nassen Jahreszeit kann in den Grundwasserpfannen des N kein Material vom Boden abgehoben werden. Die trockene Jahreszeit ist nicht lange genug und die Kraft des Windes nicht ausreichend, um ihn als zerstörende Kraft in Erscheinung treten zu lassen. Die peripheren, oberflächlich fest verbackenen Psammite und Pelite halten der Deflation stand, und vollends unangreifbar ist die Salzzementdecke des Inneren.

Trotzdem stößt man häufig in der Großen Kawir auf kleine Sandschlifferscheinungen, die aber für eine Umgestaltung der Oberflächenformen nicht von Bedeutung sind. Lehmhöckerchen des Zardebodens sind, vor allem in der

²⁴ Wie Anm. 17.

²⁵ Wie Anm. 17.

²⁶ Wie Anm. 13.

²⁷ Wie Anm. 21 (S. 48).

²⁸ GABRIEL, A., Ein Beitrag zur Gliederung und Landschaftskunde des innerpersischen Wüstengürtels s. Festschrift Geogr. Ges. Wien, Wien, 1957.

Halwaner Kawir, oft tief unterschliffen; ab und zu sieht man auch Korrosionserscheinungen durch die strudelnde Tätigkeit des Sandes, der sich in Löchern des „schwarzen Salzes“ gefangen hat; bisweilen sind die Randteile der Scheiben des „weißen Salzes“, die bis zwei Dezimeter über den flachen Boden ragen und die einzelnen Polygone von einander scheiden, durch Korrosion durchlöchert und in dünne Grate mit abenteuerlich gezackten Kanten verwandelt; Sandschliff vermag auch in manchen Fällen die Leisten, die die Salzpolygone trennen, völlig zu zerstören. Aber im ganzen ist auf der Decke einer feuchten Kawir die abhebende und zerschleifende Windwirkung unerheblich.

Eher noch scheinen äolische Ablagerungen eine Rolle zu spielen. Staub und Sand wird an feuchten Stellen, deren es auch in der Trockenzeit eine Unzahl gibt, abgesetzt. Durch das nachdringende Grundwasser wird dieses Material immer wieder verfestigt, und vielleicht entstehen durch diesen Vorgang flache Rippen und Rücken, doch ist auch die sedimentierende Wirkung des Windes in den Kawiren des N sicherlich nicht von großer Bedeutung.

Das Entwicklungsstadium der Großen Kawir ist in ihrem eigenen Bereich nicht überall gleich. So liegt der wässrigste Teil im NE, wo vielleicht die Oberfläche das ganze Jahr über noch mit Wasser bedeckt ist. Am weitesten ist die Entwicklung im Sadfeher Abschnitt vorgeschritten. Hier ist die sonst scharfe Uferlinie scheinbar verwischt, und fluvioaride Eindeckungen schieben sich weit in die Kawir hinein vor. Ebenso wie innerhalb der Großen Kawir die Entwicklung zu starrer Kawir verschieden weit gegangen ist, ist sie es auch in den anderen Kawiren. Maßgebend sind neben dem Wechselspiel der Wüstenkräfte die geologischen Verhältnisse sowie Umfang und Tiefe der Pfannen.

Die südliche Grenze der Kawire, deren Rinde durch feuchte Schichten unterlagert wird, ziehen wir bei etwa 33° n. Im Becken von Gulschan gibt es noch eine Kawir, die HEDIN irrtümlich für einen permanenten See hielt, auf der aber beim Besuch des Verfassers 1928 keine offene Wasserfläche mehr stand²⁹. Die Beschaffenheit der Badjistaner Kawir ist nicht bekannt. Verfasser würde meinen, daß sie in ihren zentralen Teilen ständig bis zur Oberfläche vom Grundwasser feucht gehalten wird. Daß die beiden nordwestlichsten Mulden des Trockengürtels dauernd freies Wasser enthalten, ist auf den Dambruch des Qara-Čai 1883/4 zurückzuführen, der die hydrographischen Verhältnisse der Qummseen bestimmte.

b) Die Maschileh gehört zu den feuchten Kawiren, sie hat sogar mehrere Monate des Jahres offene Wasserflächen, nimmt aber durch die Seltsamkeit ihres Oberflächenbaues eine gesonderte Stellung ein. Trotzdem sie von Qumm aus leicht zu erreichen ist, gehört sie bis heute zu einer der unbekanntesten Kawire.

Verfasser hatte nur Gelegenheit, die Maschileh zu umwandern, konnte aber keine Querung durchführen. Die beiden einzigen verlässlichen Beobachter, die über das Innere dieser Kawir berichteten, waren BIDDULPH und VAUGHAN, die 1890 ihren östlichen Abschnitt in meridionaler Richtung durchstießen³⁰.

Die Oberfläche der Maschileh soll aus einer kompakten Salzdecke bestehen, die völlig eben ist und wie Eis aussieht. Nach BIDDULPH ist sie mehrere Fuß mächtig, doch gelang es nicht, sie zu durchstoßen. Die solide riesige Scholle ruht

²⁹ Wie Anm. 10, 15, 18, 20.

³⁰ BIDDULPH, C. E., A journey across the western portion of the great Persian desert etc. Proc. R. G. S., 1891, XIII.

VAUGHAN, H. B., A journey through Persia. R. G. S. Suppl. Papers, 1893, III.
Ders.: Journeys in Persia (1890/91) G. J., 1896.

angeblich auf Schlamm und keilt gegen die Peripherie zu aus. Bei einer Durchbohrung des Salzes würde die ganze Scheibe von Wasser überschwemmt werden. Die sehr seichte Wasserschichte, die in der Regenzeit auf der Salzdecke steht, ist nicht imstande ihre Oberfläche anzugreifen.

Diese Angaben erinnern an die Beschreibungen, die wir, vor allem von französischen Forschern, von dem über 7000 qkm großen Schott-el-Djerid in N-Afrika erhielten. Auch hier soll eine solide Salzkruste, die hart und durchschimmernd wie Flaschenglas ist, auf dickem schlammigen Grund schwimmen. Wasser der letzten Regengüsse steht in flachen Schichten hier und dort auf der weißen Kruste. An einzelnen Stellen, den „Meeraugen“ der Eingeborenen, blickt offenes Wasser durch die Decke. Die Salzkruste ist nicht starr, sie scheint sich über dem schwankenden Untergrund zu bewegen. Mehrfach wurde beobachtet, wie unter dem Druck des Windes ruckweise Wasser aus den Löchern hervor- drang, die man zur Befestigung der Zeltschnüre in der Salzkruste geschlagen hatte. Ebenso wie bei der Maschileh schiebt sich zwischen Salzscheibe und Ufergürtel ein grauer Streifen ein, in dem Salzkruste, Schlammgrund und Wasserfläche sich gegenseitig durchdringen.

Es ist möglich, daß der Bau der Decke der Maschileh nicht, wie Verfasser früher meinte, grundsätzlich von ähnlichen Bildungen in anderen Kawiren abweicht. Die schon erwähnten Salzgürtel, die HEDIN aus der Großen Kawir beschrieb, mögen der oberflächlichen Salzscheibe der Maschileh verwandt sein, umsomehr als HEDIN fand, daß die kompakte Salzschi- chte einen messerscharfen Rand hat, in der Mitte am dicksten ist und nach S und N auskeilt. Auch die Kawir von Frat mag eine ähnliche feste Salzdecke aufweisen. Wo die Bewohner der umgebenden Dörfer das Salz brechen, ist es 10 cm dick und ruht auf plastischem Lehm, der mit Wasser durchtränkt ist. Ähnliche Verhältnisse fand HEDIN in der Kawir von 'Abbasabad, doch hatte die Salzschi- chte hier eine Stärke von 18 cm³¹. Alle diese Beobachtungen sind eine Stütze für die von TIETZE³² und BOBEK³³ abgelehnte Austrocknungstheorie.

c) Starre Kawire sind keine Grundwasserpflanzen mehr, aber sie sind aus solchen hervorgegangen und sollen daher mit diesen besprochen werden.

Das lohnendste Feld, starre Kawire zu untersuchen, bieten der Namakzar und der Schurgez-Hamun in der Wüste von Schahdad. Beide Kawire sind schwer zu erreichen. Der Schurgez-Hamun ist bis heute unbetreten, und über den Namakzar haben bisher einzig STRATIL-SAUER und der Verfasser berichtet. Während der Verfasser den Namakzar nur in eiligen Ritten auf der Route nach Deh-Salm querte, konnte STRATIL-SAUER³⁴ von einem Lager weiter nördlich mehrere Vorstöße gegen den Namakzar hin unternehmen.

Die allmähliche Zunahme der Schärfe der Wüste des innerpersischen Trokengürtels mit abnehmender geographischer Breite bringt es mit sich, daß in postglazialer Zeit die Austrocknung der Pfannen im S am weitesten gegangen ist. Hier ist nahezu ein Endzustand der einstigen Endseen, die allmählich zu Kawiren wurden, erreicht. Die Ablagerungen, die sich bei der Wasserschumpfung bildeten, sind bis in unbekannte Tiefe ausgetrocknet, ihre

³¹ HEDIN, SVEN, Genom Khorasan och Turkestan. 2 Bde. Stockholm, 1892.

³² TIETZE, E., Zur Theorie der Entstehung der Salzsteppen. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst., Wien, 1877.

³³ Wie Anm. 12.

³⁴ STRATIL-SAUER, G., Geogr. Forschungen in Ostpersien. II. Routen durch die Wüste Lut und ihre Randgebiete. Abh. Geogr. Ges. Wien, Bd. XVII, Heft 3.

STRATIL-SAUER, G. und L., Kampf um die Wüste. Berlin, 1934; ferner wie Anm. 6.

mumifizierte Decke wurde den Stürmen preisgegeben, und die Grenzen der Kawire, die im N zumeist noch wohl erhalten sind, haben ebenfalls äolische Kräfte weitgehend verwischt.

Nach Ansicht des Verfassers haben sich die alten Endseen der Südlichen Lut nach einer wechselvollen Geschichte von Feucht- und Trockenzeiten im Pleistozän, während derer es zu Wasserfüllungen, Kawirbildungen, Sedimentierung und Ausräumung kam, in einer letzten niederschlagsreicheren Periode in verschiedenen Niveaus gebildet und wurden in postglazialer Zeit durch eine vermutlich periodisch verlaufende Austrocknung in den heutigen geschrumpften und fast schon ganz starren Zustand übergeführt. Dabei sind anscheinend ergiebige Salzlager entstanden, die die Bewohner der nächst gelegenen Oasen, nach einem Bericht von KHANYKOV³⁵, ausbeuten. Verfasser ist, wie bereits erwähnt, nicht der Ansicht, daß sich die Kawire erst nach Ablauf einer postglazialen Trockenzeit gebildet haben. Der Meinung BOBEKS³⁶ gegenüber, daß erst die Zuflüsse in einer feuchteren jüngsten Vergangenheit, die noch andauert, durch Laufverlängerung und vermehrte Wasserführung die Kawire der Südlichen Lut geschaffen haben, gibt Verfasser zu bedenken, daß den Schurgezhamun heute überhaupt kein Zufluß mehr erreicht und das Gleiche für die höher als die durch den Kal-Schur gespeiste Kawir gelegene N-Bucht des Namakzar zutrifft, die übrigens vermutlich nie durch den Kal-Schur sondern durch Zuflüsse von N, Richtung Tabbasain, Wasser erhielt. In diesem Zusammenhang sei auf das unweit gelegene interessante Flußbett des Kal-Taraschah verwiesen, der jenseits der Wasserscheide des Kal-Schur in die Kawir von Gulschan mündet und dessen unbedeutende Abflußrinne im letzten Laufstück in gleich angemessenem Verhältnis zur heutigen Kawir steht wie das mächtige Flußtal mit drei markant ausgebildeten Flußterrassen weiter aufwärts zum einstigen größeren See (HEDIN³⁷).

Wir finden in starren Kawiren die gleichen Oberflächenformen wieder wie in feuchten Kawiren, doch sind sie weitgehend durch die Faktoren eines extrem ariden Klimas umgestaltet. Der „Bienenwabe“ STRATIL-SAUERS entsprechen die Scheiben des Namak-safid, dem „Trichterfeld“ entspricht die Kaseh, und die einem bewegten Meer gleichende, durch Korrosion bearbeitete Salzlehmfläche östlich des Gudar-Barut dem welligen Gelände des Zardehbodens. Stürme haben einen Belag von Sand, Grus und sogar Kieselsteinen über die Oberfläche geworfen. Oft zeichnet sich das Netz des Rautenbodens nur durch einen Steinschleier ab, und Polygone sind nur dort gut ausgebildet, wo eine dichtere Überstreuerung fehlt. Vielfach sind Salztafeln mit einer dünnen Sand- und Staubkruste überzogen, die wie auf einem „Riesenmohnkuchen“ (STRATIL-SAUER) auf dem Salz gleichsam festgebacken ist. Aufgepreßte Wülste zwischen Salztafeln sind wesentlich niedriger als in humiden Kawiren und ergiebig von Sand und Kies bedeckt. Viele flache Mulden tragen auf ihrem Grund ein richtiges Deflationspflaster.

In der nördlichen Ausbuchtung des Namakzar grenzt die Kawir an manchen Stellen nicht, wie die meisten Kawire im N, an flache Schwemmkegel von Erhebungen, sondern tritt bis an den Fuß steiler Pfeiler und Mauerzüge aus jüngeren Sedimenten heran. Auch wo die Oberfläche der Kawir hier aus Salz-

³⁵ KHANYKOV, N. V., Mémoire sur la partie méridionale de l'Asie Centrale. Recueil de voyages et de mémoires publiés par la Soc. Géogr. Paris, 1861, VII.

³⁶ Wie Anm. 12.

³⁷ Wie Anm. 18, 20.

tafelpolygonen besteht, zerbrechen diese nicht, wie erwartet werden konnte, und werden nicht zu Schollen, die sich wie im Eisstoß aus ihrem festen Gefüge herauspressen, sondern sie breiten sich im Gegenteil unmittelbar im Schutz der senkrechten Hänge ungestört aus.

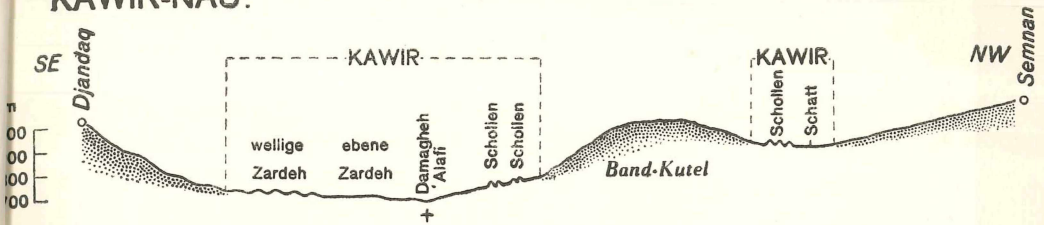
Fließfähiger Brei in der Unterlage ist in den starren Kawiren des S, wo sie bisher untersucht wurden, nirgends mehr vorhanden. Tiefere Grabungen STRATIL-SAUERS in der Salztafelpolygonkawir des Namakzar bis 1,30 m³⁸ ergaben nur eine „etwas feuchte“ tonige, rd. 15 cm mächtige Zwischenschichte in 60 cm Tiefe. In Bewegung befindliche Kawirmasse dürfte es im S-Teil des Trockengürtels Zentralpersiens nur mehr an zwei Stellen geben: Im Mündungsgebiet des dauernd wasserführenden Kal-Schur, und in den dem Lauf der Abflusrrinnen in der Zangi-Ahmad-Wüste eingeschalteten Kawiren. Unweit erster Stelle muß das Salzlager sein, das oben erwähnt ist. In der Zangi-Ahmad-Wüste füllt versalzter Boden in allen für feuchte Kawire charakteristischen Oberflächenformen alte Seebecken, die stark zerschnittene Terrassen aufweisen. Die Kawire erhalten nur noch ganz ausnahmsweise bei Hochfluten Wasserzufuhr durch Flußbetten, die in einer Zeit sehr beträchtlicher Wasserführung entstanden sind. Sie sind vielfach über 100 m breit und tief eingeschnitten. Heute vermag nur mehr ein Grundwasserstrom in der Talsohle im Oberlauf einen dürftigen versumpften Schilf- und Binsenstreifen zu erhalten. Verfasser ist der Meinung, daß gleichbleibende klimatische Verhältnisse auch diese letzten Stellen feuchter Kawire im südlichen Abschnitt des Wüstengürtels früher als die humiden Kawire des Nordens in starre Kawire überführen würden.

Zusammenfassung

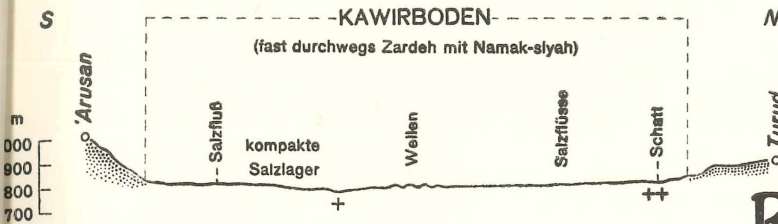
Die Pfannen der Trockenräume Zentralpersiens werden eingeteilt in solche, die ihre Feuchtigkeit ausschließlich durch Niederschläge erhalten, und andere, die auch aus Grundwasserhorizonten gespeist werden. Während erstere in allen Wüsten vorhanden sind, sind letztere, unter dem Namen Kawir, in einem bestimmten Zwischenstadium im Gang der Austrocknung einstiger Endseen für unser Gebiet bezeichnend. Es werden den Kawiren humiden Charakters, deren Masse dauernd in Bewegung ist und deren Oberflächenformen in erster Linie durch innenbürtige Kräfte verändert werden, die starren Kawire gegenübergestellt, die eine weitere Entwicklung bezeichnen und deren Oberflächenformen nur mehr durch subaerile Agentien umgestaltet werden. Die Unterschiede sind vor allem durch die zunehmende Verschärfung des ariden Klimas von N nach S bedingt. Es werden die Gründe angeführt, die nach Ansicht des Verfassers gegen die Auffassung sprechen, Kawire seien Neubildungen unter dem Einfluß eines in jüngster Vergangenheit wieder feuchter gewordenen Klimas.

³⁸ Wie Anm. 34 (STRATIL-SAUER, Forschungen, S. 101).

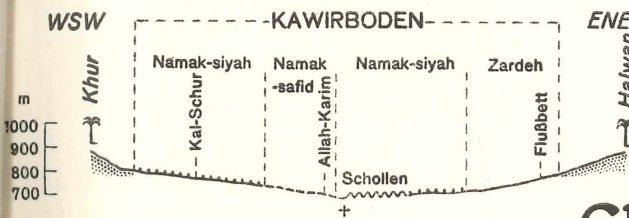
KAWIR-NAU:



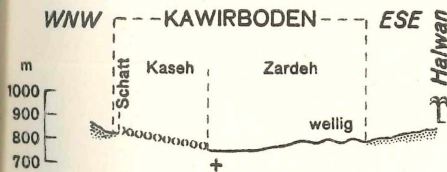
ARUSAN-TURUD:



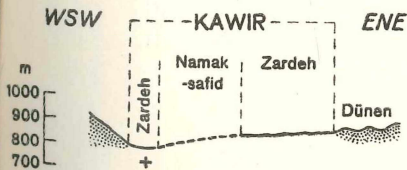
KHUR-HALWAN:



DOMDAR-KAWIR:



TABAQEH-KAWIR:



Routen des Verfassers durch die

GROSSE KAWIR

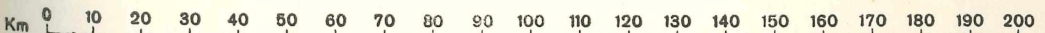
(Bezogen auf Meereshöhe von 1101 m für Djandaq)

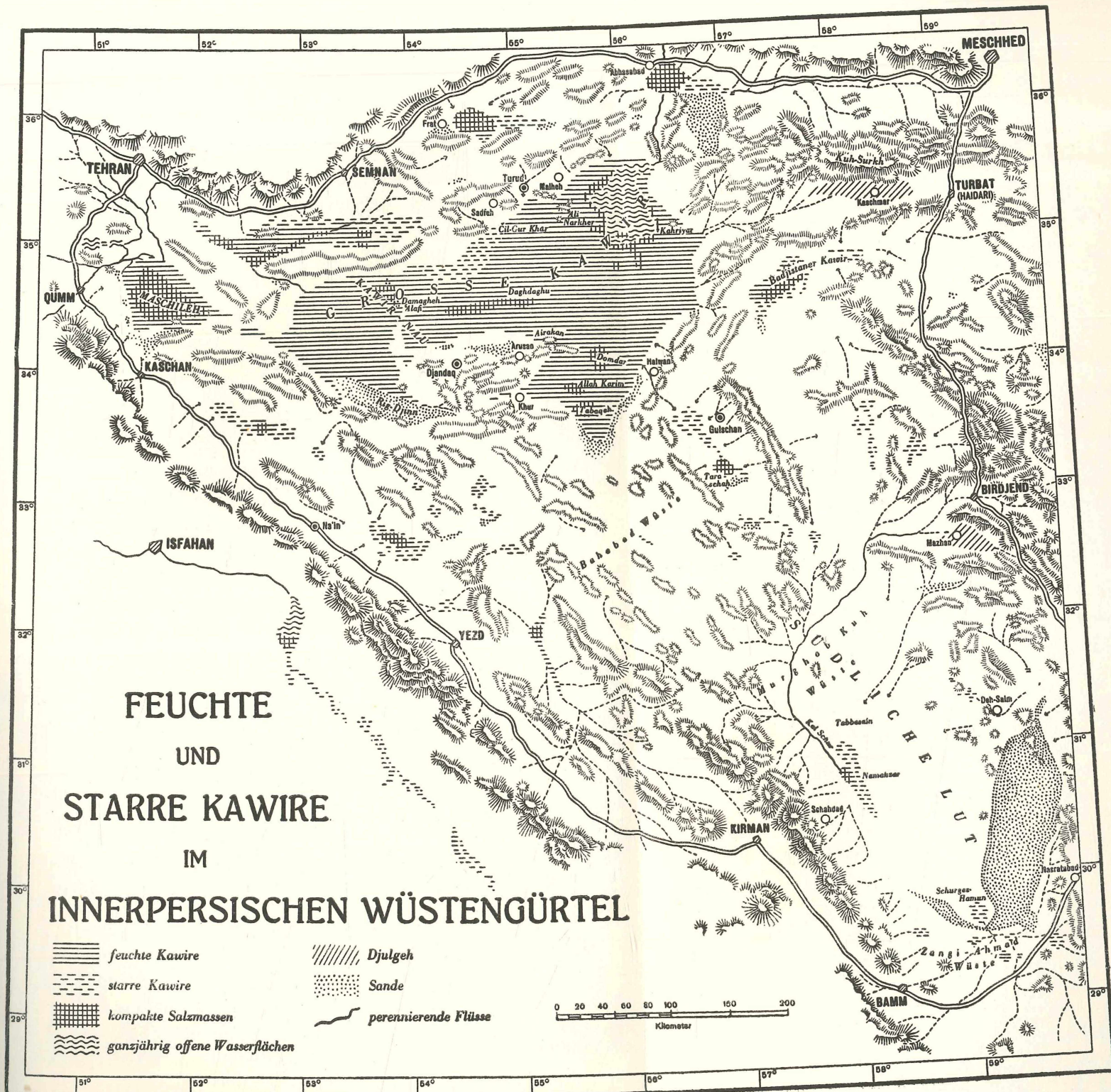
Böden:

- höckriger, mit Salz durchtränkter Lehm („Zardeh“)
- spröde, dunkel, wenig aufgeworfen („Namak-siyah“)
- aufgeworfene Schollen
- dunkel zementiert, mit Höhlen und Klüften („Kaseh“)
- weiße Scheiben („Namak-safid“)

+ tiefste Stelle (nach Gabriel)

++ tiefste Stelle (nach Hedin)





FEUCHTE
UND
STARRE KAWIRE
IM
INNERPERSISCHEN WÜSTENGÜRTEL

- | | | | |
|---|---------------------------------|---|----------------------|
|  | feuchte Kawire |  | Djulgheh |
|  | starre Kawire |  | Sande |
|  | kompakte Salzmassen |  | perennierende Flüsse |
|  | ganzjährig offene Wasserflächen | | |

0 20 40 60 80 100 150 200
Kilometer

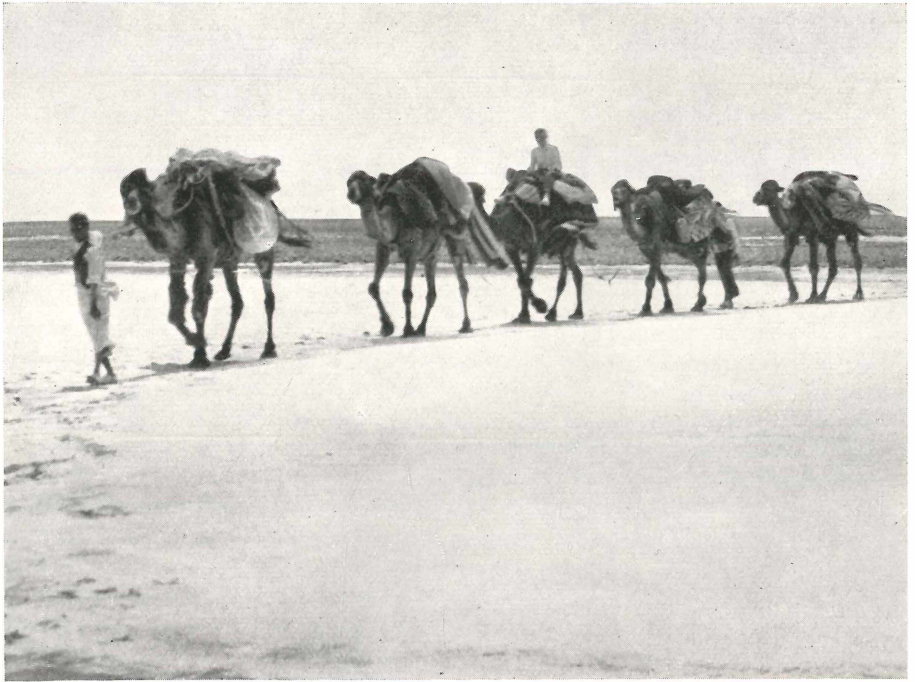


Bild 1. Schatt im peripheren Abschnitt der Großen Kawir mit tragender Salzdecke im Niveau des Zardehbodens.
Phot. GABRIEL



Bild 2. Namak-safid mit vom Wind gratförmig zugeschliffenen Netzleisten in der Tabaqeh-Kawir.
Phot. GABRIEL



Bild 1. Schatt im peripheren Abschnitt der Großen Kawir mit tragender Salzdecke im Niveau des Zardehbodens.

Phot. GABRIEL



Bild 2. Namak-safid mit vom Wind gratförmig zugeschliffenen Netzleisten in der Tabaqeh-Kawir.

Phot. GABRIEL

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1957

Band/Volume: [99](#)

Autor(en)/Author(s): Gabriel Alfons

Artikel/Article: [Zur Oberflächengestaltung der Pfannen in den Trockenräumen Zentralpersiens 146-160](#)