

zeigen starke Schwankungen im Umfang und in der räumlichen Ausdehnung der Zuwanderungsbeziehungen. Häufig überwiegt die Fernwanderung gegenüber der aus den benachbarten Landgebieten zu erwartenden Nahwanderung.

4. Die Frage einer „Stufenwanderung“ vom platten Land über kleinere zu größeren Regionalzentren ist auf Grund des vorliegenden statistischen Materials selten eindeutig zu beantworten. Sie scheint jedoch überall da ausgeprägt, wo – wie in Hokkaido – ein besonders klar entwickeltes System zentralörtlicher Hierarchie vorliegt.

5. Je größer und funktional überlegener ein Wanderungszentrum, um so eindeutiger überwiegt aus dem zentralörtlichen Einzugsbereich die Zuwanderung aus Städten gegenüber der Zuwanderung vom Lande. Bei der Fernzuwanderung aus Landgebieten handelt es sich häufig nur um temporäre, zeitlich begrenzte Zuwanderung.

6. Nicht der Grad der Industrialisierung, sondern die Vielseitigkeit der Wirtschaftsstruktur bietet die besten Voraussetzungen für hohe Zuwanderungsraten. Deshalb sind zentrale Orte der mittleren und höheren Ordnung, die zugleich größere moderne Industriebetriebe besitzen, besonders attraktiv.

7. Neben den Erwartungen wirtschaftlichen und sozialen Aufstiegs spielen als Motive des Zuzugs gute Schulverhältnisse, Modernität des Lebens und inner-

urbane Freizeitwerte offenbar eine größere Rolle als Wohnbedingungen und außerurbane Freizeitwerte wie landschaftliche Umgebung, Ausflugs- und Erholungsbedingungen.

8. Die Altersgliederung der Migration hängt nicht nur von der Wirtschaftsstruktur der Wanderungszentren ab. Die Altersgliederung ist auch ein Gradmesser der städtischen Attraktivität. Der Anteil der Altersgruppe von 15–24 Jahren an den Zuwanderern kann als Schlüssel für das moderne Image einer Stadt gelten.

9. Je größer die Unterschiede im Lebensniveau (bestimmt durch Einkommen, Ausbildungs- und Angebotsbreite sowie Modernität der Lebenshaltung) zwischen Stadt und Land und großräumig zwischen Metropole und Peripherie sind, um so stärker sind in der Regel Mobilität und Wanderungsbereitschaft. Dabei überwiegt in den Außengebieten Japans (Tohoku, Süd-Shikoku, Süd-Kyushu) die Fernwanderung in die Stadtregionen von Tokyo und Osaka fast durchweg die Nahabwanderung zum regionalen Zentrum.

10. Nur durch Berücksichtigung der zentrifugalen Tendenzen bei der Anlage neuer Wohngebiete am Rande großer Stadtregionen sowie der Intensität und Reichweite der Arbeiter- und Schulpendlarbeziehungen ist eine richtige Einschätzung der Migration als Entwicklungs- und Wachstumsfaktor der Städte möglich.

DIE KAREZE IN AFGHANISTAN

Mit 1 Abbildung, 2 Bildern, 1 Luftbild und 1 Übersichtskarte (Beil. IV)

CHRISTOPH JENTSCH

Summary: Karezes in Afghanistan

Karezes, the ingenious water transport system of the Iranian Highland, also occur widely in the Kingdom of Afghanistan. The appearance of the maps of the Afghanistan topographic survey over the past few years has made it possible to precisely define and analyse the distribution of these installations.

In places signs that the system is collapsing can be seen, spurred on by the spread of water pumping. The karezes of Afghanistan differ from those of central Iran in minor details of construction and in their shorter length. As Cressey, however, has reported from Iran, successions of these installations within an oasis are very common. The construction of karezes is also influenced by relief. In irrigation, agricultural practice must have regard to the particular characteristics of the local ground water. The water yield of the bored groundwater layer varies within fairly tight limits of 20 to 60 litres per second. In consequence, the scattered karezes-irrigated oases exhibit a uniformity, indeed a monotony, which allows one to speak of a typical agricultural landscape of karezes irrigation. The karezes in Afghanistan lie mainly in the communal ownership of the villages, so that their operation and mainten-

ance form part of the common duties of the rural population.

The karezes are found in the entire highland area south and west of the Hindu Kush but there is an especially marked concentration on the eastern plateau. Karezes are lacking on the north side of the Hindu Kush mountain system. The explanations of this one-sided distribution appear to lie less in natural conditions – the salinisation danger is general – as more in the ethnic groupings of the population. Estimates of the agricultural land area of the country indicate that almost one-fifth of irrigated land receives water only through karezes, which underlines the continuing importance of this waterretrieval system.

Immer wieder haben Qanate oder Karezze, die kunstvollen Grundwasserleitungen des Orients, in der geographischen Literatur besondere Beachtung gefunden¹⁾. Handelt es sich doch bei ihnen um eine außerordentliche kulturelle Leistung der Bevölkerung des Trockenlandes, die dem außenstehenden Betrach-

¹⁾ Zuletzt CRESSEY, 1958, TROLL, 1963, und HUMLUM, 1964 (siehe Literaturverzeichnis).

ter in vielen Landschaften des Trockengürtels sofort ins Auge fällt und Bewunderung abnötigt. Zwischen Ostanatolien und Nordwestafrika, ja sogar in Südamerika, hat der Mangel an Oberflächenwasser die Bewohner der ariden Landstriche zur Erfindung und Anlage von Grundwasserkanälen geführt, um einerseits Trinkwasser und andererseits Wasser für die Feldbewässerung zu gewinnen.

Vom Ursprung und der Ausbreitung der Qanate im größeren Raum soll an dieser Stelle nicht gehandelt werden, vielmehr geht es um die Nutzung der Karez und deren Verbreitung in Afghanistan, die nicht nur das Kulturlandschaftsbild weithin beherrschen und damit eine enge Wechselbeziehung zwischen Natur und Wirtschaft aufzeigen, sondern die auch sehr stark in den gesellschaftlichen Bereich hineingreifen. Denn diese Systeme zur Gewinnung von Grundwasser sind keine einmaligen Leistungen einzelner, sondern überaus arbeitsaufwendige Gebilde, die einen organisatorischen Zusammenschluß der Nutznießer erfordern und durch die alljährlich anfallenden Arbeiten einen dauernden Zwang zur Zusammenarbeit ausüben. In manchem erinnern die sozialen Organisationsformen an die im Zeitalter der Wiesenbewässerung in Europa, wie sich überhaupt die gesellschaftlichen Erscheinungen um die Bewässerung auf der ganzen Welt ähnlich sind. Die meisten haben aber gemeinsam, daß das System mit der Organisation steht und fällt. Das kann so weit gehen, daß der gemeinsame Betrieb mit dem Ausscheiden einzelner zusammenbricht.

Es erhebt sich nun die Frage, ob das mehrere tausend Jahre alte System der Qanate und Karez auch heute noch den wirtschaftlichen Ansprüchen genügt und von dem Willen der Bevölkerung, die es erhalten und genutzt hat, weiter getragen wird. Bis in die allerletzte Zeit hinein konnte man sich hier den Ausführungen HUMLUMS anschließen, der das System der Karez in höchstem Maße lebendig glaubt: „Daß die Bewässerung aus Karez nicht nur eine alte Methode der Bewässerung ist, die dank der Tradition weiter besteht, mag durch die Tatsache erhärtet werden, daß im Jahre 1957 eine afghanische Bank ein Darlehen von 310 000 Afghani für den Karezbau in der Provinz Paktia gewährte.“²⁾ Man darf aus diesem Ereignis nicht den verallgemeinernden Schluß auf landesweite Karezbautätigkeit ziehen, denn der genannte Betrag hielt sich auch zu diesem Zeitpunkt mit einem Gegenwert von 7500 \$ in mäßigen Grenzen.

Tatsächlich wurden in den letzten Jahrzehnten in den verschiedenen Landschaften Afghanistans auch neue Karez gegraben. Wenn es sich dabei nicht um Ausbauten an bestehenden Karez handelte, so waren es meist Anlagen zum Ersatz von aus mancherlei Ursachen trockengefallenen Karez. Karezbauten bei Neubesiedlung sind nicht bekanntgeworden. Der Berufsstand der Karezbauer, der meist mit einer Fa-

milientradition verbunden war, ist zahlenmäßig zur Bedeutungslosigkeit geschwunden. Somit bestehen schon von dieser Seite her heute kaum noch Möglichkeiten, den Bau oder Betrieb von Karez zu aktivieren.

Andererseits kann man sich jetzt auch in Afghanistan der bewährten technischen Anlagen bedienen, um Grundwasser ohne größeren Arbeitsaufwand zutage zu fördern. In jüngster Zeit sind preisgünstige Dieselpumpen, meist tschechoslowakischer Herkunft, auch in die abgelegeneren Landstriche Afghanistans gelangt. Seit 1968 werden einfache Motorpumpen in Lizenz in Kabul montiert. Interessant ist dabei, daß vorwiegend einzelne Landbesitzer solche Pumpenanlagen erwerben, offenbar, um aus der Karezgenossenschaft mit ihrem streng begrenzten Wasserangebot auszuscheren. Pumpen sind zudem mobil, ihr Standort läßt sich nach den Erfordernissen leicht verändern. Allerdings geht es auch bei der Installation von Pumpen zur Trinkwassergewinnung und Feldbewässerung nicht ohne Erdarbeiten ab, denn zumindest müssen Brunnen bis zum Grundwasserhorizont abgeteuft werden. Um die zuunterst installierte Pumpe zugänglich zu halten, scheint es zweckmäßig, auch in der Tiefe eine breite Arbeitsplattform anzulegen. Das bedingt meistens Ausschachtungsarbeiten von 10 m im Geviert, und das bei Grundwassertiefen von häufig 20 m und mehr. So hinterlassen die Pumpenanlagen zur Wassergewinnung in den ostafghanischen Hochländern ebenfalls markante Spuren in der Landschaft. Im ganzen ist aber der Arbeitsaufwand in keiner Weise mit dem beim Karezbau zu vergleichen.

So scheint sich vor unseren Augen ein Wandel in den Wassergewinnungsmethoden in Afghanistan anzubahnen, der bemerkenswerterweise in der Landschaft Katawaz im Osten des Landes, einem traditionellen paschtunischen Siedlungsgebiet – sonst ein Gebiet der Beharrung –, seinen Anfang genommen hat. Spätestens seit der zweiten Hälfte der sechziger Jahre wird sich also die Feststellung, daß die Karez in Afghanistan noch durchaus lebendig und zahlenmäßig in Zunahme begriffen sind, nicht mehr aufrechterhalten lassen. Vielmehr weist die Zahl der trockengefallenen Anlagen darauf hin, daß auch das Karez in der Zukunft moderneren Methoden der Wassergewinnung wird weichen müssen. Um so wichtiger erscheint es, einmal den gegenwärtigen Bestand und die Verbreitung der Karez festzuhalten und ihre Rolle im Rahmen der Bewässerungswirtschaft Afghanistans hervorzuheben.

Grundlage dieser Darstellung bildet neben den vielfachen Geländebegehungen im Lande eine Auswertung der topographischen Karte von Afghanistan im Maßstab 1:100 000, die seit dem Jahre 1967 vollständig zur Verfügung steht. Selbstverständlich wird man auch bei dieser Originalkarte nicht auf die letzte Vollständigkeit rechnen dürfen, wenn nämlich die Anlage eines Karezes aus den Luftbildern nicht klar hervorgeht. Besonders die Angabe von trockengefalle-

²⁾ HUMLUM (1959), S. 213, Anm. 19.

nen Karez in der Karte wird man vorsichtiger bewerten müssen, zumal diese Unterscheidung in den Karten Nordafghanistans überhaupt nicht getroffen wird. Nur für die Gegenden, in denen sich überhaupt keine funktionsfähige Anlage mehr findet, wird dieses Merkmal einige Aussagekraft besitzen.

Die Ergebnisse aus den topographischen Karten sind in einer Übersichtskarte der Karez in Afghanistan zusammengetragen (siehe Beilage IV). Die Zusammenstellung erlaubt aber keine Aussage über die Wasserspende und die Bedeutung eines Karezes. Zwischen den einzelnen Grundwasserleitungen bestehen selbstverständlich gewisse Unterschiede, die von einer kurzen Erbohrung des Grundwasserstromes bis zu etwa 15 km langen unterirdischen Stollenanlagen reichen. Die Verschiedenheiten der Wasserführung lassen sich in den Rahmen von 10 bis 100 Liter/sec stellen; HUMLUM gibt als häufigste Wasserspende 20–60 Liter an³⁾.

Andere hydrologische Angaben der Karte (Flüsse, Brunnen, Zisternen, Quellen) erlauben es dann, die Gebiete herauszuschälen, in denen Karez die einzigen Wasservorkommen darstellen. Karez sind natürlich über dieses Gebiet hinaus verbreitet, haben aber dort, wo auch Flusswasser zur Verfügung steht, die vornehmliche Aufgabe, einwandfreies Trinkwasser zu liefern. Doch scheint es zweckmäßig, die Regionen ausschließlicher Karezvorkommen abzugrenzen, um den recht einheitlichen Typ der aus Karezern bewässerten Agrarlandschaft zu erfassen und zu betonen. In die Übersichtskarte wurden außerdem die Lokalbezeichnungen „Karez“ oder „Qanat“ aufgenommen, sofern sie außerhalb des heutigen Verbreitungsgebietes der Anlagen auftreten.

Bei „Qanat“ und „Karez“ handelt es sich um synonyme Begriffe für ein und dieselbe Erscheinung. Das Wort „Qanat“ scheint, weil arabischen Ursprungs, mehr im westiranischen, „Karez“ mehr im ostiranischen Raum heimisch zu sein. Nur an zwei oder drei Stellen innerhalb Afghanistans findet sich in der Topographie der Begriff „Qanat“. Dennoch zeichnet sich ein geringfügiger Unterschied in der Bauweise zwischen den westiranischen und ostiranischen Anlagen ab, der allerdings durchaus von den natürlichen Gegebenheiten bedingt sein kann: Bei keinem der afghanischen Karez gibt es nämlich Ausmauerungen und Abstützungen von Stollen und Schächten mit Hilfe von gebrannten Ziegeln und Holz. Zweifellos ist in den Ablagerungen überall die natürliche Standfestigkeit groß genug, so daß man auf künstliche Festigung verzichten kann.

Anlage und Aussehen des Karezes sind an anderer Stelle in der Literatur so ausführlich behandelt worden, daß sich hier eine Wiederholung erübrigt⁴⁾. Naturgemäß sind im Verbreitungsgebiet des Karezes in Afghanistan die Bedingungen von Relief und Untergrund nicht sehr verschieden von den iranischen Vorkommen. In der überwiegenden Zahl sind die Karez in den sanft abfallenden Aufschüttungen von den Gebirgen zu den großen Becken hin angelegt. Aber der in den Schemazeichnungen erscheinende

typische Fall mit dem Ursprung des Grundwasserstollens am oder in der Nähe des anstehenden Gebirges, mit dem unterirdischen Verlauf des Stollens in den Ablagerungen eines Schwemmfächers und dem Austritt des Grundwassers am Übergang dieser Ablagerung in die ebene Salztonfläche kommt doch sehr selten vor. Dazu sind die Entfernungen zwischen den einzelnen Einheiten zu groß. Hunderte von Kilometern weit ist der Beckengrund vom Gebirge aus oft-mals sehr mächtig mit Schottern zugedeckt. Vielmehr übernehmen Horizonte von Lehm, die zwischen den Schottern immer wieder auftreten, die Rolle des Grundwasserstaus. Außerdem dichtet sich der unterirdische Kanal durch Schwebstoffe im Laufe der Zeit von selbst ab. So treten also Karez sehr häufig allein in den Aufschüttungen vor dem Gebirge auf.

Die Ableitung von Karez aus Trockenbetten episodischer Flüsse kann man kaum als eine Sonderform bezeichnen, denn diese Methode beweist genaue Kenntnisse von den Grundwasserverhältnissen unter Trockenbetten und findet sich daher auch recht häufig. Diese Kenntnis machen sich übrigens auch die Nomaden nutzbar, indem sie in solchen Schotterbetten Brunnen graben. Naturgemäß ist diese Wassergewinnung meist nur von kurzer Dauer, bis abkommendes Wasser die Gebilde zerstört.

Daß das Grundwasser für ein Karez meist am Gebirgsrand erbohrt und erfaßt wird, hängt vor allen Dingen damit zusammen, daß gerade in der Übergangszone der Grundwasserspiegel noch nicht so unermeßlich tief liegt, wie er unter den jungen Aufschüttungen der großen Becken absinken kann. Hier zeigen sich besonders die Austritte von Tälern, auch wenn sie oberflächlich trocken liegen mögen, als sehr ergiebig. Oftmals werden am Gebirgsrand mehrere Quellstollen zusammengeführt, die erst in ihrer Gesamtheit das nennenswerte Wasserdargebot des Karez ausmachen. Gelegentlich lassen sich parallel zum Gebirgsrand verlaufende Grundwasserstollen beobachten, die stärker noch als die hangabwärts gerichteten Karez die sehr verteilten Wasseradern sammeln können. Möglicherweise dienen die schräg über eine Aufschüttung allmählich abwärts verlaufenden Anlagen einem ähnlichen Zweck.

Eine Betrachtung der kleineren und größeren Karezbewässerungsanlagen ergibt, daß oft das Grundwasser keineswegs nur in einem Horizont vorkommt. Vielmehr sind häufig mehrere Grundwasserhorizonte verschlossen, wie das System sich in verschiedener Tiefe überkreuzender Karez erweist. Recht typisch ist die folgende Anordnung (s. Abb. 1), die auch von CRESSEY aus dem Iran geschildert und als „succession“ bezeichnet wird⁵⁾: Am Gebirgsrand wird unter einer sich abdachenden Aufschüttung das Grundwasser erfaßt und mit einem Karez zu einer tiefer gelegenen Siedlung geführt. Dort tritt das Wasser an die Ober-

³⁾ HUMLUM (1959), S. 213, Anm. 18.

⁴⁾ CRESSEY (1958), S. 28, HUMLUM (1959), S. 212 f.

⁵⁾ CRESSEY (1958), S. 29.

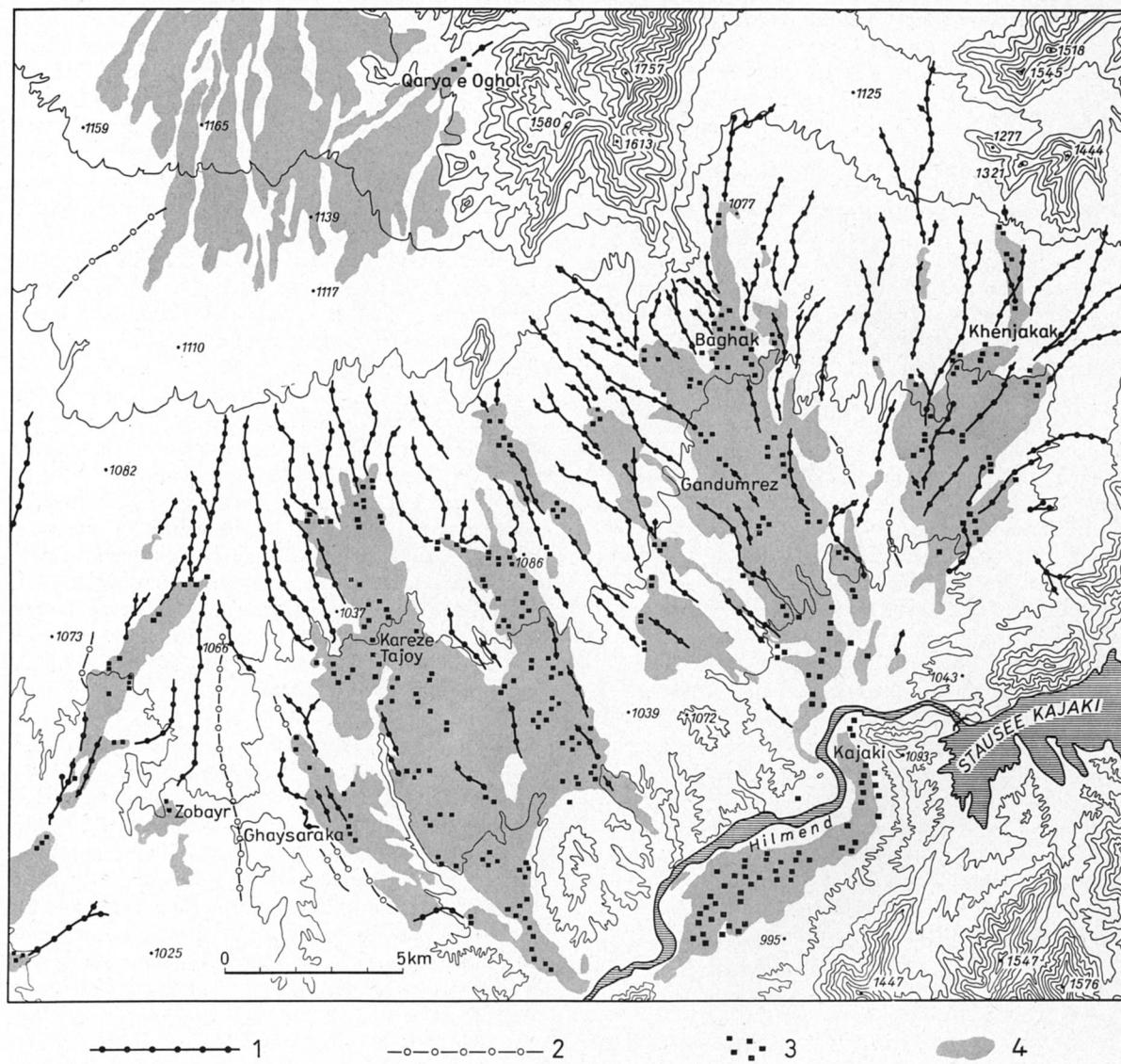


Abb. 1: Karez-Abfolgen am mittleren Hilmend bei Kajaki/Afghanistan

1 Karez-Stollenstrecke; 2 aufgegebenes Karez; 3 Ortschaft; 4 bewässertes Land

fläche und versorgt die Siedlung sowie das darunterliegende Bewässerungsland. Innerhalb dieser Oase wird das Grundwasser mit einem weiteren Karez erbohrt und zu einer noch tieferen Siedlung gebracht, an die sich abermals Kulturland anschließt. Diese Abfolge kann sich mehrmals wiederholen. So legt eine solche Anordnung die Vermutung nahe, daß sich die bewässerte Oase selbst günstig auf die Regeneration des Grundwassers und die Bildung neuer Wasserhorizonte in geringerer Tiefe auswirkt. Auch die Vegetationsbedeckung ist dafür verantwortlich, daß der Niederschlag der Regenzeit nicht ungehindert abfließt, sondern zu einem Teil dem Grundwasser zugeführt wird.

Die in Karten oder Luftbildern erkennbaren Verzweigungen von Karez sind zunächst irreführend, denn es handelt sich bei einem solchen Netz um nichts anderes als ein Karez mit den Spuren seines Alters und der Ereignisse, die die Benutzer gezwungen haben, zu Bruch gegangene Strecken durch andere zu ersetzen. Demzufolge findet man auch gerade in den Kerngebieten der heute noch aktiven Karezbewässerung die meisten verfallenen Anlagen. Hier müssen Grundwasserstollen ständig erneuert werden. So ist aus der Häufigkeit der abgegangenen Karez keineswegs auf eine Abkehr von diesem Wassersystem zu schließen.

Die Länge des unterirdischen Verlaufes eines Karez-

zes – und nur dieser kann bei Längenvergleichen herangezogen werden –, hängt in erster Linie von der Neigung der Oberfläche ab. Der Stollen muß zur Grundwasserförderung ein gewisses Mindestgefälle haben. Es muß aber in jedem Falle geringer sein als das Gefälle der Oberfläche, um das Wasser tatsächlich ans Tageslicht zu führen. Ist also die Oberfläche, z. B. an einem Gebirgsglacis, sehr stark geneigt, so kann der Stollen nach sehr kurzer bedeckter Strecke das Tageslicht erreichen. Dient das Karez in einer Fastebene von unmerklicher Neigung zur Wasserversorgung, so wird der unterirdische Verlauf außerordentlich lang, wie sich das bei den längsten Anlagen dieser Art im Iran beobachten läßt. Denn erst nach sehr weiter Entfernung überholt dabei das Gefälle der Oberfläche die unabdingbare Neigung des Stollens. Im Extremfall, wenn keine Neigung mehr vorhanden ist, ist auch die Anlage eines Karezes nicht mehr denkbar. Schließlich sind dabei noch die recht häufigen Grundwassertiefen zwischen 20 und 40 Metern zu berücksichtigen, die allein durch die Differenz der beiden Neigungen aufgehoben werden müssen, um Grundwasser zu Oberflächenwasser zu machen. Abgesehen einmal von der Tatsache, daß das Grundwasser irgendwie erfaßbar sein muß, hängt die Anlage des Karezes auch sehr direkt von den Geländeeverhältnissen ab. Entsprechend der vielfältigen Gestaltung der Oberfläche von den Hochgebirgen bis hin zu den Becken und Ebenen finden sich in Afghanistan Karez von sehr unterschiedlicher Länge. Häufig wird im lokalen Sprachgebrauch schon die einfache Quellfassung, die kaum künstlich bearbeitet ist, als „Karez“ bezeichnet. Daneben gibt es aber weitreichende Anlagen, besonders in den Hochländern des Ostens, die eine Länge von 10 km erreichen können. Eine unterirdische Anlage von mehr als 15 km läßt sich aber in diesem Gebiet nicht nachweisen.

Aus den geschilderten Abhängigkeiten läßt sich auch ersehen, daß Karez im Süden Afghanistans für die fern dem Gebirge gelegenen Gebiete, etwa das Seistan-Becken, niemals eine Bedeutung gehabt haben können. Der nach Süden hin sich abdachende Schotterkörper der Dasht-e Margo hat im allgemeinen eine Grundwassertiefe von mehr als 40 m. Sein Gefälle nach Südwesten hin ist so gering, daß sich auch auf weitere Entfernung auf natürliche Weise kein Grundwasser an die Oberfläche herausleiten ließe. In dem noch einmal um 50 m eingesenkten eigentlichen Seistan-Becken beherrscht der oberflächliche Wasserzufluß durch den Hilmend den Wasserhaushalt. Hier liegt im gleichen Niveau der Endsee des Hilmend, dem praktisch auf gleicher Höhe der Grundwasserspiegel entspricht. Das für ein Karez notwendige Gefälle läßt sich dabei nicht herstellen.

Als Grundwasser hat das Wasser aus Karezzen bei seinem Austritt an die Oberfläche Eigenschaften, die es vor allem als Trinkwasser geeignet machen. Es fehlen stets organische Verschmutzungen, wegen sei-

ner geringen Fließgeschwindigkeit weist es auch wenig Schwebstoffe auf und ist das ganze Jahr über gleichmäßig kühl mit Temperaturen um 15° C. Natürlich können in diesem Wasser Mineralien gelöst sein, darunter vor allem Salz. Sicher spielt die Förderung von salzhaltigem Wasser bei der Aufgabe und dem Verfall von Karezzen eine wichtige Rolle.

In den Austrittsöffnungen, an denen das Karezwasser an die Oberfläche führt, leben oft größere und kleinere Fische, die von der Bevölkerung dort eingesetzt sind, um immer die Reinheit des Wassers überprüfen zu können. Da die Anlagen der Karezze in sich geschlossene Systeme sind und nicht mit dem Netz des natürlichen Oberflächenwassers verbunden sind, zeigen diese Fische gleichzeitig an, daß die Wassermenge, wie auch die Lebensbedingungen hinsichtlich Temperatur und Mineralgehalt des Wassers im Laufe des Jahres annähernd gleich bleiben.

Die geringe Temperatur und das Fehlen von düngenden Stoffen lassen das Grundwasser zunächst für die Bewässerung als nicht so günstig erscheinen. Mehr oder weniger lange oberirdische Kanalstrecken, die das Wasser zu den Feldern führen, gleichen diese Nachteile aber weitgehend aus. Andererseits versucht man, die offenen Kanäle so kurz wie möglich zu halten, um in der Aridität des Klimas die Verdunstung einzuschränken.

Mehr noch als in den Bewässerungsoasen mit Flusswasser ist man in den Karezgebieten darauf angewiesen, wegen der geringen gleichbleibenden Wassermenge auch nachts Wasser auf die Felder zu verteilen. Hierbei verbinden sich zwei Vorteile, nämlich einmal, daß die Pflanzen nicht während der größten Sonnenbestrahlung mit dem Wasser in Berührung kommen, dann aber auch, daß die Bewässerung in den fühlbar kalten Nächten der Übergangsjahreszeit die Temperaturgegensätze auf den Feldern herabsetzt.

Bei einer beträchtlichen Anzahl von Karezzen ist beim Austritt des Wassers an die Oberfläche ein Stauteich angelegt. Dieser hat bei der häufig geringen Schüttung die Aufgabe, Wasser anzusammeln, um die Kanäle wenigstens für die Hälfte des Tages hinreichend zu speisen (siehe Luftbild).

Die Wasserspende aus einem einzelnen Karez wurde bereits weiter oben mit 20 bis 60 l/sec angegeben. Am häufigsten dürfte dabei eher die untere Hälfte der angegebenen Menge vorkommen. Wenn man nun noch unterstellt – wie es sich übrigens im ostafghanischen Bewässerungsgebiet bei ungezählten Fällen zeigt –, daß jedes Dorf von einem einzigen Karez lebt, dann wird die unmittelbare Abhängigkeit der Siedlungsgröße von ihrem Karez deutlich. Die landwirtschaftliche Stellenzahl ist aber auch aufs Engste mit der dazugehörigen Nährfläche verknüpft, so daß von den Karezzen über einen größeren Raum hin eine Einheitlichkeit in der ländlichen Siedlung bewirkt wird.

Man kann tatsächlich in den ostafghanischen Ge-



Luftbild: Landschaft mit Bewässerung aus Karez bei Nani, etwa 20 km südlich von Ghazni, Maßstab etwa 1:30 000.

In diesem Luftbild werden mehrere typische Erscheinungen um die Bewässerung aus Karez deutlich: Bei einigen Austrittsstellen des Grundwassers sind Stauteiche eingerichtet (a). In den Feldfluren sind voll- und (b) teilbewässerte Flächen (geerntetes Getreide) voneinander abgesetzt. Im Gelände mit kaum merklichem Gefälle werden sehr lange offene Kanalstrecken notwendig (c). In der Oase ist ein weiterer Grundwasserhorizont von Karez erfaßt. Im tiefsten und ebenen Teil herrscht ungenügender Abfluß, so daß Salze und Gipse auf dem Boden ausblühen (d).

bieten, in denen Flüsse fehlen, immer wieder das 15 bis 20 Häuser zählende Dorf mit einer bewässerbaren Gesamtfläche von etwa 20 ha antreffen. Zu berücksichtigen wäre dabei noch, daß von dieser Fläche alljährlich je nach den Gegebenheiten bis zur Hälfte brachliegen kann. In den Oasen mit Karezan sind voll- und teilbewässerte Flächen deutlich voneinander abgesetzt; Gärten und Baumbestände finden sich nur in unmittelbarer Nähe des Karezaustritts. Eine Mischung der Kulturen in der Feldflur tritt höchst selten auf, vielmehr überwiegt zelgenähnlicher Anbau (siehe Luftbild).

Unter den dörflichen Konkurrenten im Wasserverbrauch, nämlich Mensch, Nutztier und Feld, geht vom Bewässerungsfeldbau der höchste Anspruch aus, der es oftmals nicht erlaubt, eine intensive Nutztierwirtschaft zu betreiben. Unter den gegebenen Umständen wird man auch unter den Nutzpflanzen sehr genau nach dem Wasseranspruch auswählen. Im Endzustand nähern sich auch die landwirtschaftlichen Betriebsformen einander an. Aus Gründen rationellster Wasserverteilung und -bewirtschaftung ordnen sich schließlich auch Form und Anlage der Flur in diese Reihe einheitlich vom Karez geprägter Erscheinungen ein, so daß man ganz allgemein von einer Agrarlandschaft der Karezbewässerung sprechen kann.

Bei dem hier geschilderten Normalfall gestalten sich auch die Besitzverhältnisse am Karez recht einheitlich: Dabei sind die Haushaltungen des Dorfes Träger der lebensnotwendigen Anlage. Da zum Betrieb des Karezes nicht nur die Nutzung gehört, vielmehr die Instandhaltung wichtigstes Anliegen ist, verteilen sich diese Pflichten auch auf die Nutznieder im Dorf. Die besonders wasserarmen Gegenden Westafghanistans sind stellenweise lediglich von Einzelhöfen besiedelt. An diesen Stellen tritt auch das Karez in Privatbesitz auf. Die Entnahme von Trinkwasser aus den Karezan steht aber jedermann zu. Das betrifft besonders auch die Nomaden, die auf ihren alljährlichen Zügen die wasserarmen Gebiete durchqueren.

Um ein Karez in Betrieb zu halten, sind in jedem Jahr umfangreiche Instandsetzungsarbeiten notwendig. Im Frühsommer, nach dem Ende der Regenzeit, die sich gelegentlich bis Ende Mai erstrecken kann, kann man überall auf dem Iranischen Hochland die Karezreiniger beobachten. Vor allem wird dabei das während der Regenzeit in den Grundwasserkanal eingespülte Feinmaterial in Form von Schlamm durch die einzelnen Schächte des Karezes an die Oberfläche gezogen und dort um den Schacht herum aufgehäuft. Diese Reinigungstätigkeit ist für den, manchmal bis 40 m unter Tage Arbeitenden gleichermaßen anstrengend und gefährlich. Denn trotz der allgemeinen Standfestigkeit des Materials können unter Umständen Strecken zu Bruch gehen. Wegen der Enge der Stollen und Schächte setzt man nicht selten Kinder für diese Arbeiten ein (Bild 1).

Je nach Länge der Untertagestrecke dauert es all-



Bild 1: Reinigungsarbeiten an einem Karez in der Ebene südlich von Ghazni

Die Winde ist über einer Schachtoffnung aufgestellt, an deren Sohle in etwa 20 m Tiefe ein Mann Lederbeutel mit eingeschwemmtem Schlamm füllt, die hochgezogen und entleert werden.

jährlich eine ganze Zeit, bis das Karez wieder einwandfreies Wasser liefert. Stellenweise, und das wird aus der Gegend von Ghazni berichtet, sind die Arbeiten so umfangreich, daß ein Karez nach einem Nutzungsjahr im ganzen darauffolgenden Jahr für Reinigung und Reparaturen stillgelegt werden muß. Das setzt natürlich voraus, daß ein Dorf zur Wasserversorgung über mehrere Karez verfügt. Die besonderen Betriebsformen bringen es mit sich, daß man die Arbeiten am Karez eigentlich das ganze Jahr über beobachten kann, zumal man in diesen Gebieten auch versucht, diese notwendige, aber nicht primär produktive Tätigkeit in die arbeitsschwächeren Jahreszeiten zu verlegen.

Bei der Darstellung des Vorkommens von Karezan in Afghanistan auf einer Karte wurde versucht, die größtmögliche Vollständigkeit zu erzielen, einmal, um eine angenehmere Vorstellung von der Zahl der im Lande betriebenen Karez zu erhalten, dann aber auch, um die typischen „Karezlandschaften“ hervorzuheben (siehe Beilage IV).

Das Verbreitungsgebiet der Karez in Afghanistan erstreckt sich vom äußersten Nordwesten des Landes in einem großen Bogen entlang am Gebirgsfuß über den Süden nach Osten bis an die Hindukuschübergänge und zeichnet so den Verlauf der ausgedehnten Hochebenen nach. Die Gebiete ausschließlicher Karezbewässerung werden dabei lediglich von den engeren Einzugsgebieten der ganzjährig wasserführenden Flüsse unterbrochen. Das ist vor allem der Hari Rud im Westen, in dessen Tal ebenfalls viele Karez kommen, die aber vor allem der Trinkwasserversorgung von Herat und der höher gelegenen Dörfer am nördlichen Talrand dienen. Die Flüsse Shindand Rud, Farah Rud und Khash Rud unterbrechen das geschlossene Karezbewässerungsgebiet wegen ihrer sehr

schwankenden Wasserführung, die bis zum völligen Versiegen führt, überhaupt nicht. Das wasserreiche Hilmand-Tal und das Tal des Arghandab bei Kandahar unterteilen die zusammenhängenden Areale der Grundwassernutzung an zwei Stellen. Die große Oase von Kandahar genießt vorwiegend an ihrer Nordseite die Vorzüge des Wasserdargebotes aus dem Staudamm am Arghandab nördlich der Stadt. Die Dörfer im Süden bis zum Rand der Registan-Wüste liegen im unmittelbaren Einzugsbereich der Flüsse Tarnak, Arghestan und Dori Rud, die bereits im Hochsommer oberflächlich versiegt sind, aus deren Schotterbetten aber das ganze Jahr über Grundwasser gefördert werden kann. So erklären sich die zahlreichen Karez im Süden der Kandahar-Oase.

Das größte, fast zusammenhängende Gebiet ausschließlicher Karezbewässerung findet sich aber im Osten Afghanistans in den breit angelegten Hochebenen, die mit dem Kohdaman nördlich von Kabul bis an den Hindukusch heranreichen. Zwischen dem Arghandab bei Kandahar und dem Logar nördlich von Ghazni ist in diesem Gebiet auf eine Erstreckung von über 400 km kein perennierender Fluß zu finden. Hier sind in den Landschaften um Ghazni, Katawaz, bei Mukur, Shinkai und Kalat die kunstvollsten und längsten Grundwasserleitungen vorzufinden (Bild 2). Weiter östlich davon, im Grenzstreit-

Nordseite des Hindukusch-Systems und seiner westlichen Ausläufer, eine Tatsache, die auch früher schon beachtet worden ist. Hier macht nur die Landschaft Gulran nördlich von Herat eine Ausnahme; nach Nordosten hin klingt die hier betrachtete Erscheinung sehr schnell aus. Gelegentlich erinnert noch einmal eine einzelne, vielleicht trockengefallene Anlage oder der Lokalname *Karez* oder *Qanat* daran, daß dieser Raum von Natur aus eine Beschaffenheit aufweist, die solche Anlagen ermöglichen könnte.

Sicher sind die hydrologischen Verhältnisse der Baktrischen Ebene anders gelagert als die Südafghanistans. Das Grundwasser liegt stellenweise sehr tief, und die Ebene selbst hat kaum Gefälle. Vielmehr erfolgt von der Ebene am Gebirgsrand zum Amu Darya hin durch junge Ablagerungen meist noch ein Anstieg um einige Meter. Und schließlich ist das erbohrte Grundwasser an vielen Stellen salzhaltig, so daß es geraten erscheint, es nicht an die Oberfläche zu bringen. Tatsächlich zieht man es vor, das Oberflächenwasser, wie die 18 großen Kanäle am Balkh-Fluß zeigen, mehr als 50 km weit in Kanälen zu den Siedlungen zu leiten. Auch in Südafghanistan ist das Grundwasser vielerorts stark mit Salz angereichert. Aber viele dieser Gebiete, besonders im Westen und Südwesten, sind unbesiedelt geblieben oder später, als das Wasser unbrauchbar geworden war, aufgegeben worden, weil Oberflächenwasser fehlt.

Auch in den Landschaften Ostafghanistans ist der oberflächliche Abfluß ungenügend, so daß immer die Gefahr der Bodenversalzung besteht und auf den Böden stellenweise Mineralien ausblühen (siehe Luftbild). HUMLUM begründet das Fehlen der Karez in Nordafghanistan damit, daß die nördlichen Gebiete mehr Niederschlag erhalten, demzufolge mehr Oberflächenwasser zur Verfügung steht und sich so keine Notwendigkeit zur Anlage von Grundwasserleitungen ergibt⁶⁾. Zwingender scheint noch immer die Deutung der Karez als ein Werk der iranischen Hochlandbevölkerung, zu deren Siedlungsgebiet schon früh der Osten und Süden Afghanistans gehört hat. Die Baktrische Ebene dagegen ist nur punkthaft von einer Bevölkerung iranischer Sprache und Kultur durchsiedelt.

Ein kulturlandschaftlicher Vergleich der Ebenen Westafghanistans mit denen des Ostens zeigt überraschend, welche Bedeutung die Karez für Besiedlung und Landwirtschaft haben. Perennierende Flüsse gibt es in beiden Gebieten nur vereinzelt und in weitem Abstand voneinander. Im Gebiet von Shindand und Farah und westlich davon zwingt die Wasserarmut die wenigen Bewohner, sich an den Stellen der Wasservorkommen anzusiedeln und kleinste bewässerte Nutzflächen anzulegen. Östlich der zentralafghanischen Gebirge hat sich in den Ebenen zwischen Ghazni und Kandahar ein dichtes Netz von Karezentwickelt.



Bild 2: Karez in der Ebene von Mukur

Links unten Austritt des Wassers an die Oberfläche; rechts davon Schachttöffnung eines anderen Karezes

fen von Gomal über Urgun und Khost bis hin nach Nangarhar, dessen Berge eine Waldvegetation tragen, fehlen Karez ebenfalls nicht. Sie werden hier aber weniger zur Feldbewässerung eingesetzt. Sie versorgen höhergelegene Ortschaften, die vom Flusswasser der Täler nicht erreicht werden können. Ähnliches gilt für die Kohdaman-Ebene nördlich von Kabul, in der sich durch den Flussverlauf einige tote Winkel ergeben, so etwa um Charikar, die die Erschließung des Grundwassers notwendig gemacht haben.

Besonders auffällig bei der Übersicht über das ganze Land ist nun das Fehlen der Karez auf der

⁶⁾ HUMLUM (1959), S. 213.

kelt. Auch hier führt die konsequente Grundwasserausbeutung nicht zu riesigen zusammenhängenden bewässerten Flächen. Dennoch entsteht unter der dichten punkthaften Besiedlung und Nutzung unter den gleichen ökologischen Bedingungen wie im Westen nicht der Eindruck verlassener Wüstensteppen. Vielmehr schließt sich hier mit allen Einschränkungen abseits der Flußoasen ein einheitliches landwirtschaftliches Produktionsgebiet zusammen, in dem sich unter dem Minimumfaktor Wasser die bestmöglichen Produktionsbedingungen herausgebildet haben. Die Betriebsformen der vom Karezwasser abhängigen Landwirtschaft sind bereits dargestellt worden⁷⁾. Gerade in diesen Gebieten kann sich der Getreidebau, der für die Volksnährung Afghanistans die beherrschende Bedeutung hat, besonders entfalten.

Nach der Schätzung von WILBER⁸⁾, die das gesamte bewässerte Land mit mehr als 53 000 km² bezeichnet, nehmen die aus Karezern bewässerten Flächen über 10 000 km² ein. Man mag die absoluten Angaben anzweifeln, der Anteil von fast 20 % des von Karezern bewässerten Ackerlandes an der gesamten Bewässerungsfläche erscheint nach allen Erfahrungen nicht zu hoch gegriffen. Gewiß reicht die Bedeutung der Karez in Afghanistan nicht an die im Kerngebiet des Qanats im Iran heran. Dennoch wird das Karez trotz der eingangs geschilderten Umstellung

⁷⁾ JENTSCH (1965), S. 49 ff

⁸⁾ WILBER (1962), S. 281.

auf andere Wassergewinnungsmethoden in den nächsten Jahrzehnten bestehen können, bietet es doch gegenüber den maschinellen Neuerungen den Vorteil, daß die Anlage mit den reichlich vorhandenen Arbeitskräften und daher billig in Betrieb gehalten werden kann. Da es in Afghanistan auch zahlreiche Siedlungen ohne einwandfreies Trinkwasser gibt, bleiben Karez darunter hinaus für diesen Zweck wahrscheinlich noch viel länger bedeutungsvoll.

Literatur

- CRESSEY, G. B.: Qanats, Karez, and Foggaras. In: *Geographical Review*, Vol. 48, 1958, S. 27–44.
 GOBLOT, H.: Dans l'ancien Iran, les techniques de l'eau et la grande histoire. In: *Annales E. S. C.*, Mai/Juin, Nancy 1963.
 HUMLUM, J.: *La Géographie de l'Afghanistan*. Kopenhagen 1959.
 -: Underjordiske Vandingskanaler, Karez, Qanat, Foggara. In: *Kulturgeografi* Bd. 6, 1964, Nr. 90, S. 81–132.
 JENTSCH, Ch.: Typen der Agrarlandschaft im zentralen und östlichen Afghanistan. In: *Arb. aus d. Geogr. Inst. d. Univ. d. Saarl.* Bd. 10, 1965, S. 23–68.
 -: Luftbild Khwaja Kotgay. In: *Die Erde*, 100. Jg., 1969, H. 1, S. 1–4.
 TROLL, C.: Qanat-Bewässerung in der Alten und Neuen Welt. In: *Mitt. d. Öst. Geogr. Ges.*, Bd. 105, 1963, S. 313 bis 330.
 -: Techniques agricoles, milieu naturel et histoire de l'humanité. In: *Bull. de la Soc. Géogr. de Liège*, 3. Jg., Nr. 3, 1967, S. 3–26.
 WILBER, D. N.: *Afghanistan*. 2. Aufl. New Haven 1962.

FOURIER ANALYSE DES ABFLUSSREGIMES IM WESTLICHEN ZENTRALAFRIKA

Mit 3 Abbildungen, 1 Tabelle und 1 Beilage (V)

REIMER HERRMANN

Summary: Runoff analysis in western central Africa

Seasonal changes in the mean monthly runoff of 18 river basins in western central Africa were subjected to a Fourier analysis. The amplitudes and phase angles of the first three harmonic components were mapped, as well as the total variance, the variance of the first two harmonic components and the ratio between the variance of the first harmonic component and that of the second.

Using these maps it is possible to distinguish between a region covering the southern coastal heights of Cameroon which exhibits double seasonality in its runoff regime and another region in the Cameroon Mountains which has a distinct annual tendency. Around Lake Chad a region with an annual tendency but low total variances has developed. The transitional regions are easily determined. The temporal and areal distribution of the runoff extremes can be explained by the seasonal shifting of the equatorial trough.

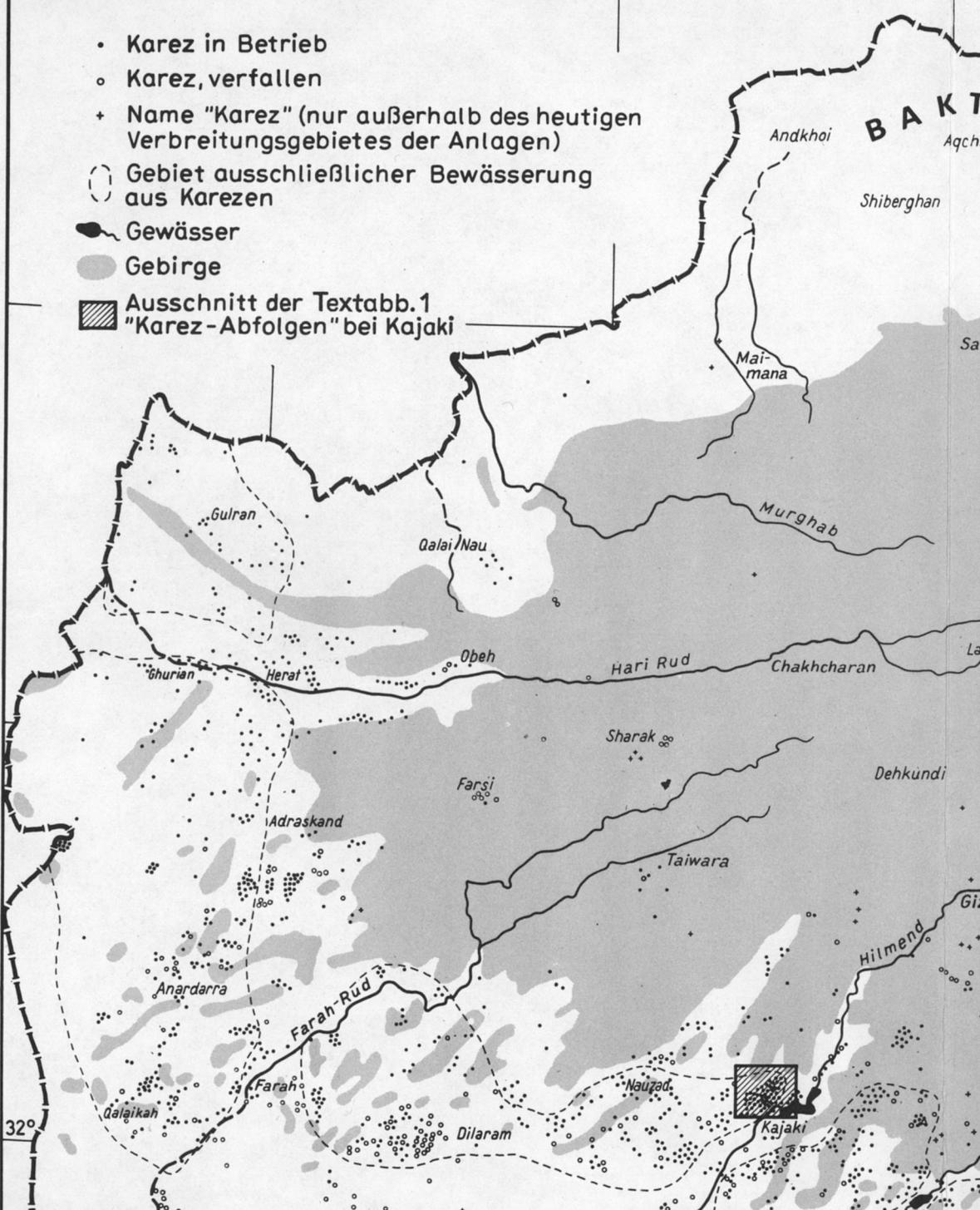
Die Fourier Analyse erwies sich schon früh als ein brauchbares Werkzeug, um rhythmische jahreszeitliche Vorgänge und die Stärke ihrer Einflüsse quanti-

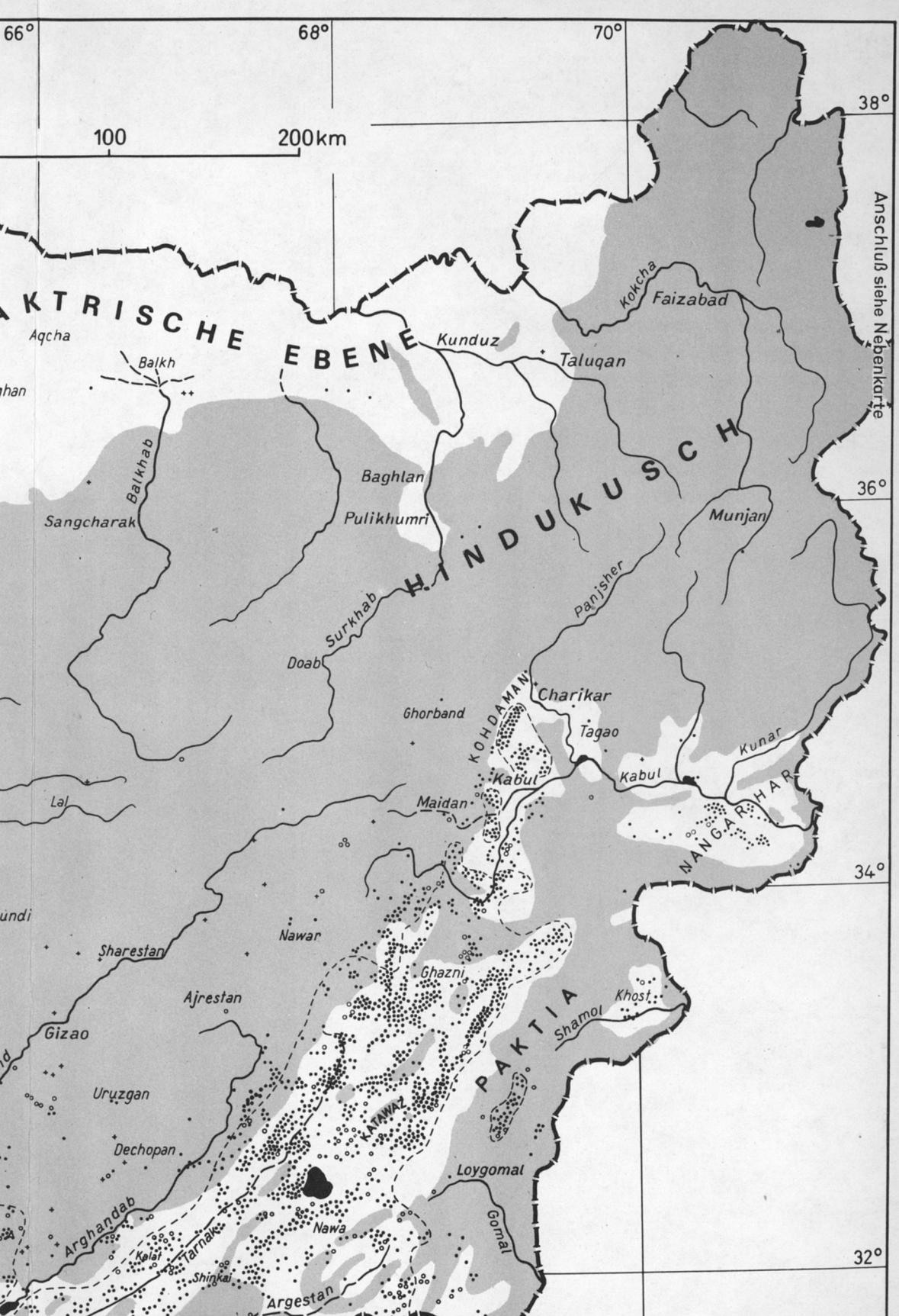
tativ festzulegen (1), (2). Aber erst mit der Einführung automatischer Rechenanlagen erlangte das Verfahren eine breitere Anwendung vor allem bei der Analyse des Niederschlagsganges (2), (3), (4), (5), (6), (7) und (8). Zu Recht wiesen HORN und BRYSON (2) darauf hin, daß die herkömmlichen Verfahren, mit Hilfe von Karten der Jahres- und Monatssummen, ergänzt durch Kartogramme, das Niederschlagsregime darzustellen, nicht den raum-zeitlichen Gang der Erscheinungen objektiv wiederzugeben vermögen. Das gilt gleichermaßen für den Versuch D. C. LEDGERS (9), den Abflußgang der westafrikanischen Flüsse nach räumlichen Typen auszugliedern.

Diese in der Meteorologie und Klimatologie entwickelten Gedanken werden nach Wissen des Autors hiermit erstmals auf die raum-zeitliche Analyse des mittleren jährlichen Ganges der Abflüsse angewandt. Bei der Deutung der Ergebnisse der Fourier Analyse des Abflußganges ergibt sich gegenüber den Unter-

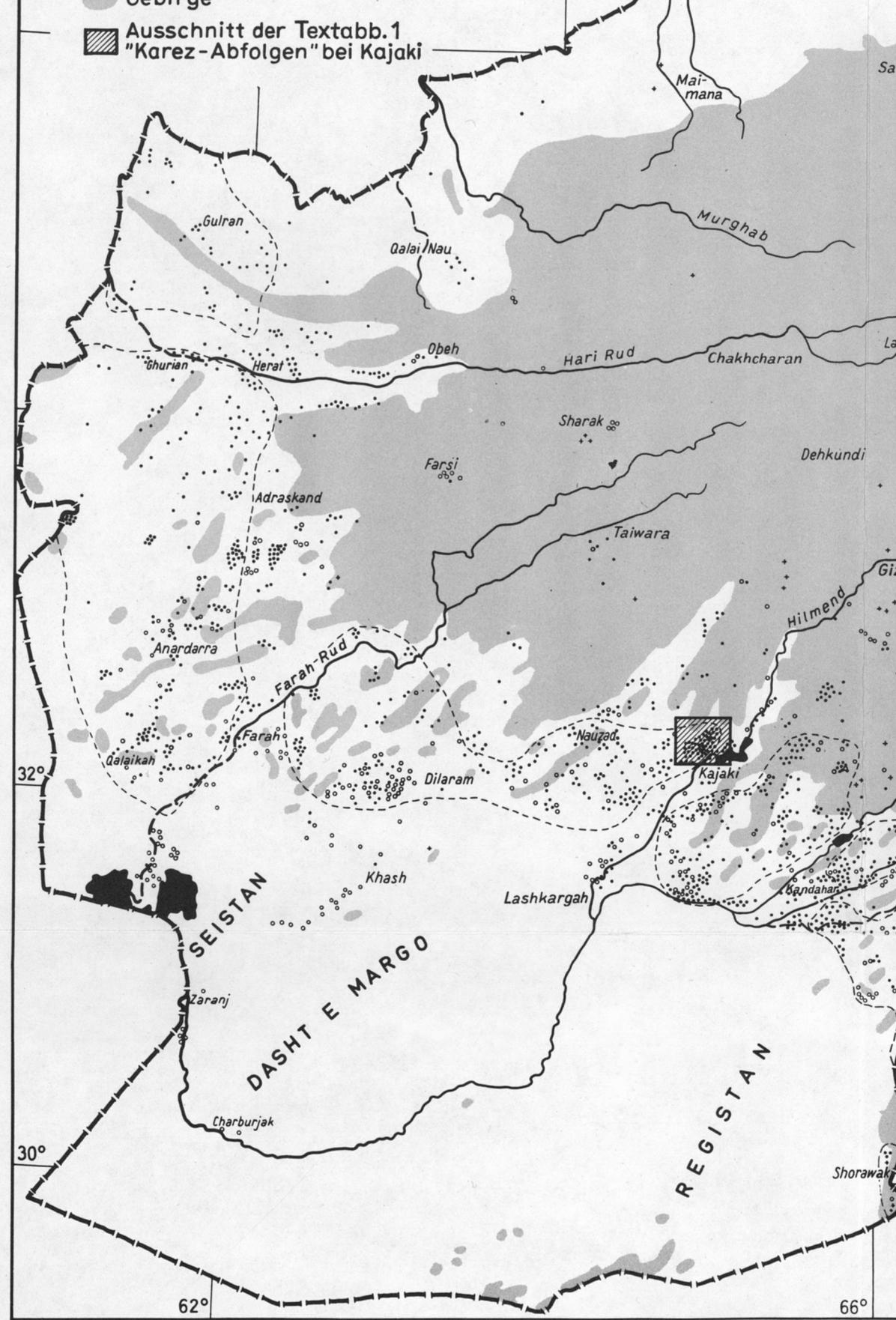
62° 64° 66°
38° 0
AFGHANISTAN
DIE KAREZE

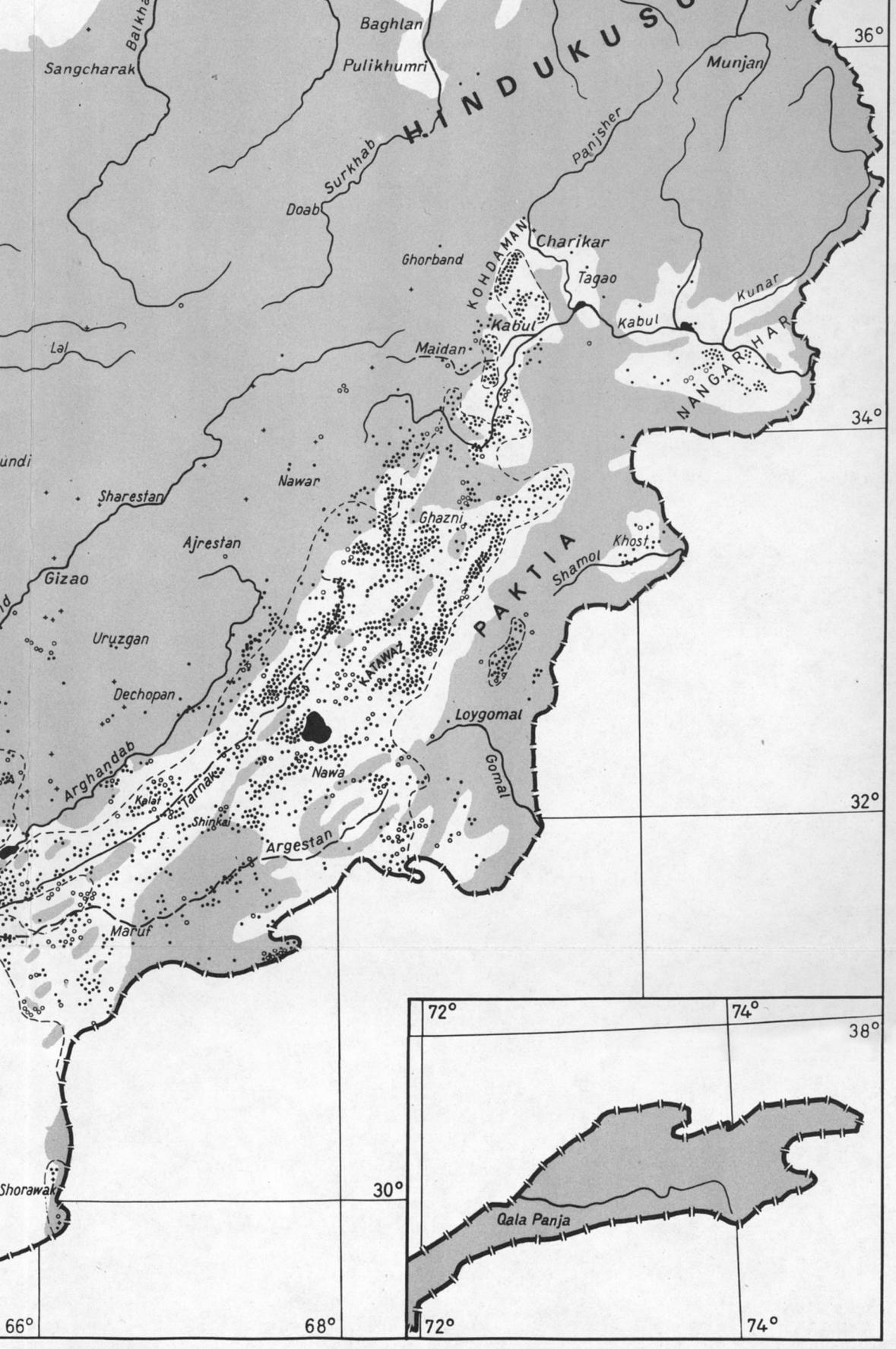
- Karez in Betrieb
- Karez, verfallen
- + Name "Karez" (nur außerhalb des heutigen Verbreitungsgebietes der Anlagen)
- (-) Gebiet ausschließlicher Bewässerung aus Karez
- Gewässer
- Gebirge
- Ausschnitt der Textabb. 1
"Karez-Abfolgen" bei Kajaki





**Ausschnitt der Textabb. 1
"Karez-Abfolgen" bei Kajaki**





66°

68°

30°

72°

74°

38°

32°

36°