Foto 1: Sturzhaldenböschungen als Folge mechanischer Verwitterung und Hangrückverlegung in Band-e Amir bei Bamyan, zentralafghanisches Bergland, ca. 3 000 m

Foto: Andi Khaji

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

Zur naturräumlichen Gliederung Afghanistans

Afghanistan ist mit einer Fläche von 652 089 km² ein ausgesprochenes Gebirgsland. Abgesehen von den Wüsten- und Halbwüstengebieten Südwest- und Nordafghanistans liegt die restliche Landesfläche in Höhen zwischen 1 000 bis–7 800 m. Verschneite Gipfel des Hindukusch und Koh-e Baba, tief eingeschnittene Täler, Hochplateaus, intermontane Beckenlandschaften sowie ausgedehnte Pediment- und Glacis-Flächen an den Gebirgsabdachungen bestimmen die Topographie des Landes (vgl. *Abb. 1*).

Verschiedene große Naturraumeinheiten kennzeichnen die Physiognomie Afghanistans. Dazu gehören die Hochgebirgsregion des Hindukusch (>4 500 m) mit >700 mm Jahresniederschlag, das zentrale Bergland mit Koh-e Baba, Ferozkoh und Tirband-e Turkistan (Paropamesus: 4 500–1 250 m) mit 700–200 mm Jahresniederschlag, die Halbwüsten- und Steppengebiete des Südwestens und diejenige von Nordafghanistan (1 250 bis <500 m) mit 100–200 mm Jahresniederschlag sowie die wüstenhaften Niederungen Südwest-Afghanistans (1 000 bis <500 m) mit weniger als 100 mm Jahresniederschlag.

Ein schmaler Streifen im Osten des Landes steht unter dem Einfluss der Ausläufer des indischen Sommermonsuns mit etwa 500 bis >1 000 mm Jahresniederschlag. Der Safed Koh, die Suleimangebirge, die Becken von Laghman und Jalalabad sowie die Ebenen von Kabul und Kohdaman gehören zu dieser Einheit, wo sich Sommer- und Winterniederschläge verzahnen.

Höhenstufen des Formenschatzes und der aktuellen Morphodynamik

Die naturräumlichen Großeinheiten einschließlich der in ihnen herrschenden rezenten Morphodynamik werden in Afghanistan durch die Geologie, das Relief und die Klimabedingungen in ihrem hypsometrischen Wandel bestimmt und geprägt. Kennzeichnendes Merkmal der geomorphologischen Höhenstufen im Gebirge ist ihre spezifische Formenwelt, die durch frühere oder rezente morphodynamische Prozesse oder aus ihrer Kombination entstanden ist der fortwährend geformt wird.

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

Für die Höhenstufung des Formenschatzes und der aktuellen Morphodynamik sind die Tages- und Jahresschwankung der Temperatur, die Menge und Verteilung der Niederschläge und die Unterschiede zwischen den Gebirgsexpositionen von entscheidender Bedeutung. Sie bestimmen die Lage der permanenten Schneegrenze, die Höhengrenzen der Solifluktion, der Blockgletscher, des Dauerfrostbodens, der Dauersiedlungen und der agrarischen Nutzung im Gebirge.

Die nivale Höhenstufe umfasst Bereiche oberhalb der klimatischen Schneegrenze. Sie liegt im Osthindukusch bei ~4 800 m und im Westhindukusch bei ~5 100/5 200 m (vgl. *Rathjens* 1978a). Aus den Eisfeldern dieser Höhenstufe gehen vor allem in den Nordexpositionen bis zu 10 km lange Gletscher zu Tal (vgl. *Rathjens* 1972). Während die rezente Vergletscherung hauptsächlich den Osthindukusch erfasst, ist sie im Westhindukusch und Koh-e Baba nur auf Kar-Nischen der Nordexpositionen beschränkt. Die meisten solcher Firnflecken können aber nur sehr vereinzelt den strahlungsreichen sehr trockenen Sommer überdauern. Die Schneedecke bleibt generell bis in den Juni hinein liegen. Sie formt unter Einwirkung der intensiven Einstrahlung (Ablation) den sog. Büßerschnee (vgl. *Foto 2*).

Schneereste, die den Hochsommer doch noch überdauern, werden auch wirtschaftlich genutzt. Sie werden als Blöcke gesägt, in Leinentüchern eingepackt und per Lkw in die Großstädte transportiert, wo sie dann als Kühlmittel zur Lagerung von Lebensmittel und bei der Zubereitung von Speiseeis und Soft-Drinks verwendet werden. Die Gletscher- und Schneeflächen bilden aber vor allem die Wasservorräte für die Tiefländer.

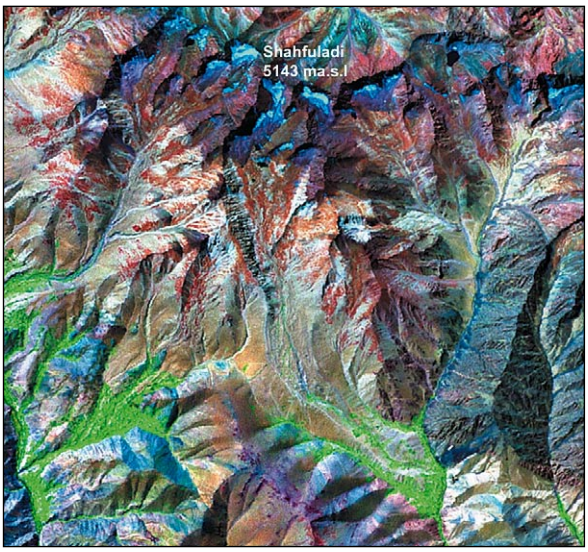


Abb. 2: Seiten- und Endmoränen eines letzteiszeitlichen Gletschers an der steilen Nordabdachung des Shah Fuladi. Die Endmoränenstaffeln in 2 800 m sind ackerbaulich genutzt (grün). In den Karnischen entstehen aktive Blockgletscher aus Schneeresten mit periglazialem Frostschutt und Grundmoränenmaterial. Die südexponierten Hänge sind durch amorphe Solifluktion zu Glatthängen geformt.

Quelle: USGS 2009

Flüsse, die vom Hindukusch und dem zentralen Bergland zentripetal in alle Richtungen fließen (vgl. *Abb. 1*), versorgen die Täler und Beckenlandschaften mit kostbarem Bewässerungswasser.

Die pleistozäne Schneegrenze lag in den afghanischen Hochgebirgen mindestens 1 000 m unter dem heutigen Niveau (vgl. *Rathjens* 1978a, *Grötzbach* und

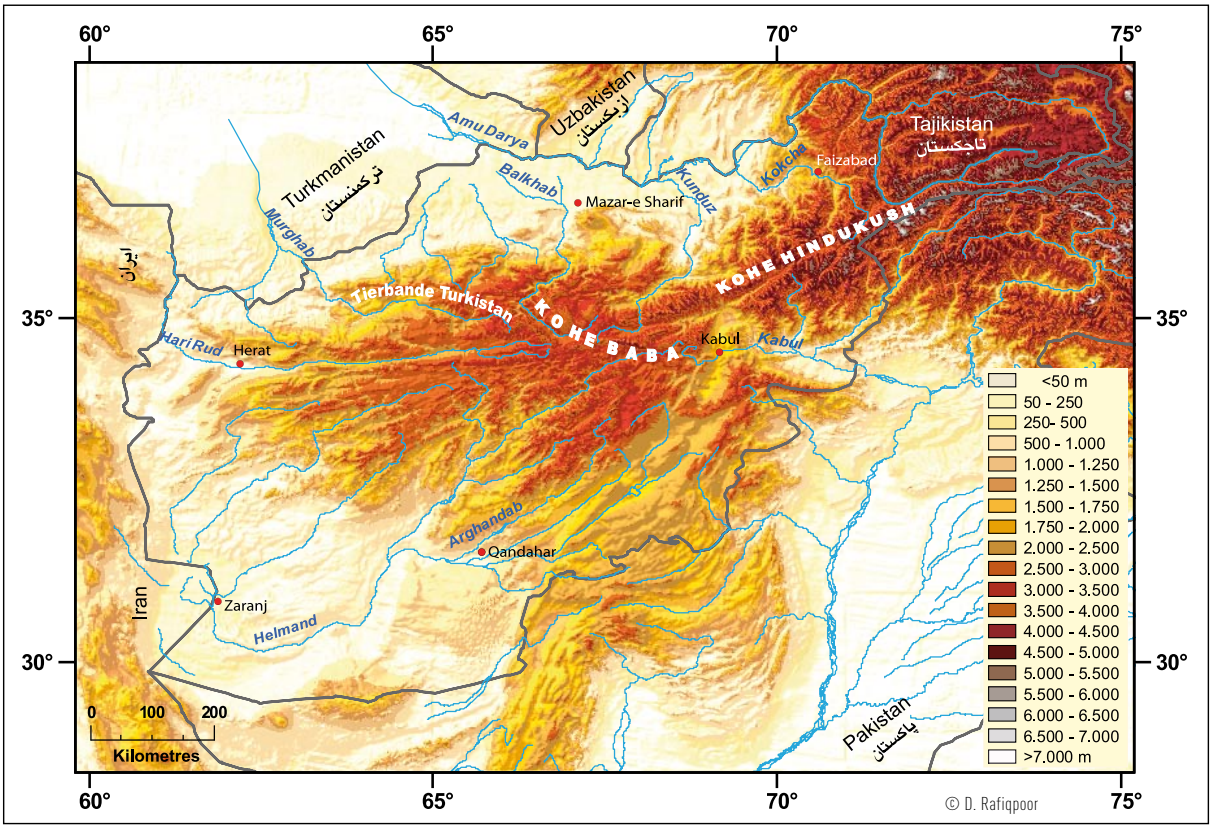


Abb. 1: Hypsometrische Differenzierung und das hydrographische Netz in Afghanistan

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

Foto: S.-W. Breckle

Foto 2: Büßerschnee am Shah Fuladi (5 143 m)

Rathjens 1969). Ihre Gletscher füllten die Täler bis etwa 2 500 m mit Eis auf und hinterließen mindestens drei markante Endmoränen-Staffeln. Der glaziale Formenschatz des Pleistozäns ist im Gebirgskörper außerdem durch Gletscherschliffflächen, Hängetäler, Karnischen, Karseen, Toteislöcher, Moränen etc. gut dokumentiert. Die Endmoränen der letzten Vereisung sind im Hindukusch, z. B. am Salang-Pass, und im Koh-e Baba (vgl. *Abb. 2*) in z. T. mustergültiger Ausbildung erhalten (vgl. *Rathjens* 1978a). Zeugen älterer Vereisungsphasen sind generell aus den Tälern weitgehend ausgeräumt. Die kleinen Moränenreste dienen als Schuttlieferant für die zahlreichen Muren, die sich bei Starkregenereignissen (vgl. *Rathjens* 1978b) mit hoher Zerstörungskraft ereignen.

Die subnivale Höhenstufe erstreckt sich unterhalb der klimatischen Schneegrenze je nach Gebirgsexposition bis etwa 3 300–3 400 m hangabwärts. Diese mindestens 1 400–1 500 m „mächtige" Höhenstufe (vgl. *Rathjens* 1978a) ist durch rezente Formen und Prozesse der Solifluktion gekennzeichnet. In den weitgehend feuchten und kühleren Nordexpositionen dieser Höhenstufe sind im Hindukusch und Koh-e Baba Blockgletscher mit hoher Dichte verbreitet. An den flacheren Südexpositionen fehlen sie beinahe vollständig (vgl. *Rathjens* 1978a). Hier führt die amorphe Solifluktion zur Glatthangbildung als eine Besonderheit der Hochgebirge der sommertrockenen Subtropen (vgl. *Klaer* 1974). Die Kammasymmetrie ist damit eine der wesentlichen Merkmale dieser Hochgebirge (vgl. *Klaer* 1962, 1977; *Rathjens* 1978a). Sie resultiert aus den extremen Einstrahlungsunterschieden zwischen Nord- und Südexpositionen, die unterschiedliche morphodynamische Prozesse auslösen und sich vor allem in der Bildung von Nivationsnischen mit perennierendem Winterschnee in den Nordauslagen und Gelifluktionsprozessen äußern.

Das Verbreitungsgebiet von aktiven und inaktiven Blockgletschern konzentriert sich im Hindukusch und im zentralen Bergland zwischen 4 500–3 500 m mit den tiefsten Fundstellen in ca. 3 300 m (vgl. *Rathjens* 1978a, *Grötzbach* 1965). Die Blockgletscher sind an Permafrost gebunden. In ihrem Verbreitungsgebiet liegen die Jahresmitteltemperaturen teilweise weit unter 0 °C. Alle Gebirgsbäche, die dieser Höhenstufe entspringen, führen, trotz fehlender Schneedecke in ihren Quellgebieten, auch während der trockenen Sommermonate Wasser. Kleinformen der Solifluktion kommen in der subnivalen Höhenstufe der afghanischen Hochgebirge sehr selten vor. Der Grund dafür kann in den hygrothermischen Eigenschaften des Klimas liegen.

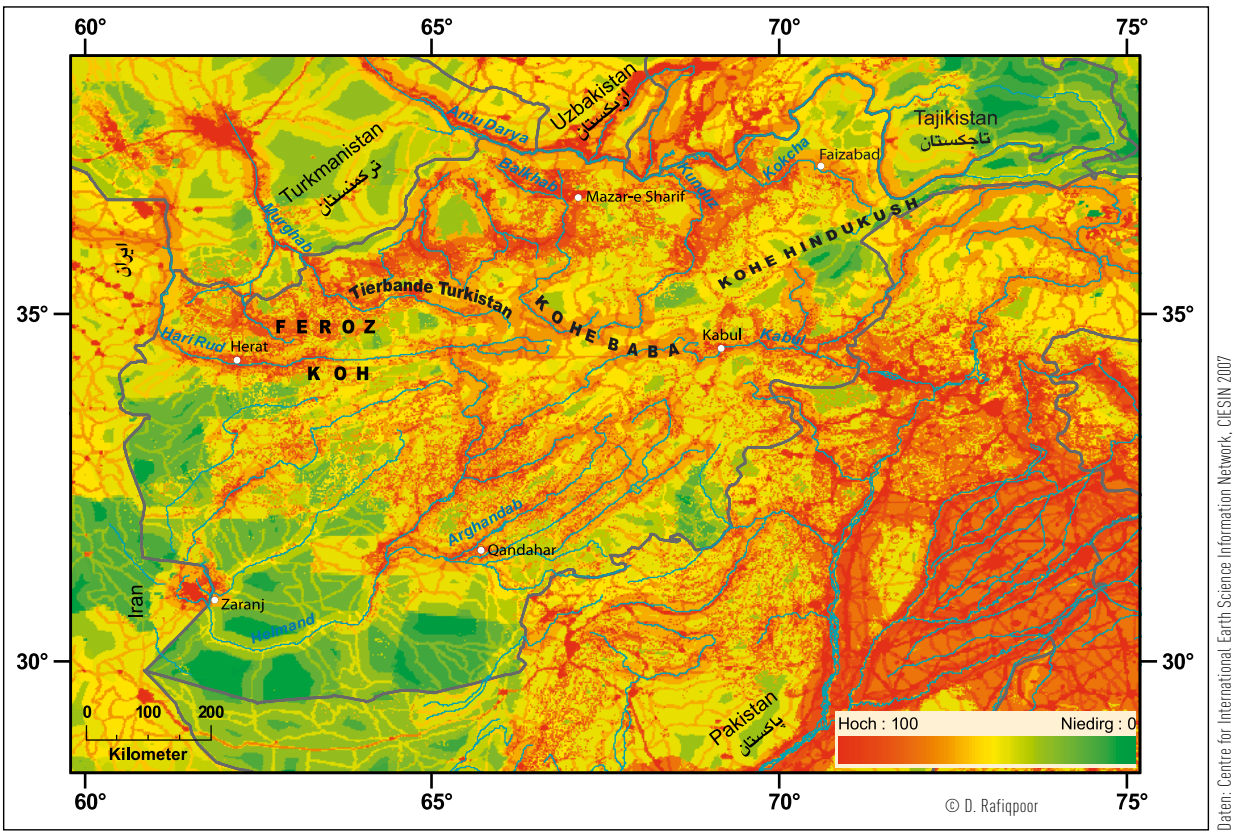
Der tägliche Frostwechsel ist bekanntlich der Motor für die Entstehung von Frostmusterbodenformen. In den afghanischen Hochgebirgen herrscht oberhalb der unteren Solifluktionsgrenze (3 300 m) auch in den Kernsommermonaten (Juli und August) regelmäßig Nachtfrost. Die Dauerfrostperiode beginnt im September und erstreckt sich bis Ende März. April und Oktober sind Monate mit hoher Anzahl von täglichem Frostwechsel. Das Frühjahr scheidet aber wegen der noch andauernden Schneedecke für die solifluidale Aktivität aus. Im Sommer trocknet der Boden vor allem im unteren Teil der Periglazialstufe wegen zu hoher Sonneneinstrahlung rasch aus und verhindert damit die solifluidalen Formungsprozesse. Nur der Herbst scheint in dieser Hinsicht die günstigste Jahreszeit zu sein. Dies erklärt, weshalb die Kleinformen der Solifluktion und Strukturböden in den afghanischen Hochgebirgen nur selten vorkommen und sie vor allem an den Südabdachungen fehlen, wo sich bei amorpher Solifluktion nur grob sortierte Steinstreifen als Zeichen für rezente Glatthangbildung flächenhaft entwickeln können (vgl. *Klaer* 1962).

In der montanen Höhenstufe (zwischen 3 300–2 500 m) dominiert bei extremen tages- und jahreszeitlichen Temperaturschwankungen die mechanische Verwitterung. Hangrückverlegung mit Sturzhaldenbildung verbunden mit Steinschlag und Ansammlung großer Schuttmassen am Hangfuß sind die Folgen. Der mechanisch zerkleinerte Schutt bleibt aber mangels Transportagenzien am Fuß der Steilwände liegen und bildet riesige Fußflächen mit dem Ergebnis, dass die Hänge in ihrem eigenen Schutt „ertrinken". Mustergültige Beispiele solcher Sturzhaldenböschungen sind aus der Gegend von Band-e Amir in der Provinz Bamyan bekannt (vgl. *Foto 1*). Das in der montanen Stufe des Gebirges bereitgestellte Lockermaterial wird zuweilen bei Starkregenereignissen durch Gebirgsbäche fortbewegt. Beim Austritt aus dem Gebirge lagert der reißende Strom seine Fracht als Schwemmfächer und -kegel (sog. Fanglomerate) ab.

In der submontanen Höhenstufe (2 500–1 500 m) breiten sich vielerorts riesige, von Gebirgen umrahmte

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017



Daten: Centre for International Earth Science Information Network, CIESIN 2007

Abb. 3: *„Human Footprint"* als Ausdruck von Bevölkerungsdichte, Landtransformation, Verfügbarkeit von elektrischer Energie und Bewässerungswasser, Straßennetz, Siedlungen und weitere infrastrukturelle Einrichtungen: von Hoch (roter Farbton) bis Niedrig (grüner Farbton).

Hochplateaus aus, wie z. B. das Hochplateau von Ghazni-Moqor entlang der Straße Kabul-Kandahar. Sie haben den Charakter von Schiefebenen und leiten unmerklich über Pediment und Glacis zu den Gebirgen über. Solche Schiefebenen können visuell im Gelände kilometerweit verfolgt werden. In den intermontanen Becken und ihren Rahmenlandschaften sind in dieser Höhenstufe flächenhafte Abtragung, Bodenabspülung, lineare Erosion, Murgänge und Schlammströme *(Sailab)* als Folge von Starkregen sowie Seitenerosion, Hangunterschneidungen, Hangrutsche und Hangabrisse die vorherrschenden rezenten morphodynamischen Prozesse.

Die Formenwelt der kollinen Stufe am Gebirgsfuß (1 500–800 m) wird von Pediment- und Glacis-Flächen beherrscht. Sie stehen insbesondere in einem weiten Bogen zwischen Herat, Qandahar bis Ghazni und z. T. Kabul unter landwirtschaftlicher Nutzung häufig mit Hilfe der Karez-Bewässerung (vgl. *Grötzbach* 1982, *Rafiqpoor* und *Breckle* 2010). In der Planarstufe (< 800 m) dominieren vornehmlich in den Wüsten- und Halbwüstengebieten Südwest- und Nordafghanistans Formen der äolischen Abtragung mit Dünenbildung sowie Sand- und Lössverwehungen. Sie projizieren sich zuweilen entlang der großen Ströme fingerförmig tief in den Gebirgskörper hinein.

Böden

Der Forschungsstand zu den Böden und ihren Bildungsbedingungen in Afghanistan ist immer noch rudimentär, obwohl die Existenz der Bevölkerung von dieser nur wenige Zentimeter mächtigen obersten Schicht der Lithosphäre abhängt. Für Afghanistan gilt dies umso dramatischer, da sich die landwirtschaftliche Nutzfläche verglichen mit der Gesamtfläche des Landes (647 500 km^2) auf nur 80 450 km^2 beschränkt. Solche Flächen konzentrieren sich auf große Täler und intermontane Beckenlandschaften, oder aber auf ausgedehnte Schwemmfächer und Pedimentflächen – in Nordafghanistan vor allem in den Löss-Hügelländern – als Hauptsiedlungs- und Wirtschaftsräume des Landes, verdeutlicht in einer Karte vom *„Human Footprint"* (vgl. *Abb. 3*).

Tab. 1: Abschätzung der Vulnerabilität gegenüber Desertifikation in Afghanistan; Fläche in (km^2)

Land	Gesamtfläche	Vulnerabilität gegenüber Desertifikation							
		niedrig		moderat		hoch		sehr hoch	
		Fläche	%	Fläche	%	Fläche	%	Fläche	%
Afghanistan	647 500	2 954	0,46	39 088	6,04	43 838	6,77	436 480	67,41

Quelle: nach *Eswaran* et al. 2001

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

Das trockene Klima und die fehlende bzw. großflächig stark degradierte Vegetationsdecke in Afghanistan führen alljährlich zu fortschreitender Bodenzerstörung durch äolische Abtragung. Flächenhafte Bodenabspüllung bei Starkregenereignissen (vgl. *Rathjens* 1978b, *Grötzbach* 1982), lineare Bodenabtragung in den Tälern und Beckenlandschaften durch das alljährliche Hochwasser während der Schneeschmelzperiode sowie die vielfältigen anthropogenen Aktivitäten sind die primären Ursachen für Dezimierung der landwirtschaftlichen Nutzflächen. Die Vulnerabilität der Oberflächen und ihre Anfälligkeit gegenüber der Desertifikation in Afghanistan wurden vom US-*Department for Agriculture* (USDA) auf der Basis einer Studie (vgl. *Eswaran* et al. 2001) geschätzt (vgl. *Tab. 1*). Danach gelten ca. 70 % der Gesamtfläche des Landes als hochgradig desertifikationsgefährdet; nur 20 % der Landesfläche bleiben davon verschont.

Neben der Desertifikation und ihre Folgen führen auch die Versalzung des kostbaren Ackerlandes bei unsachgemäßer Bewässerung vornämlich in den groß angelegten Bewässerungsprojekten (z. B. im Helmand- und Nangarhar-Projekt) und die Umwandlung wertvoller landwirtschaftlicher Nutzfläche in Bauland vor allem in unmittelbarer Nähe der Städte und Siedlungen zur erheblichen Verschmälerung der Ernährungsbasis der Bevölkerung.

Die pedologischen Verhältnisse in Afghanistan sind bei weitem viel komplizierter als dies eine Karte der Bodenregionen Afghanistans (vgl. *Abb. 4*) überhaupt repräsentieren kann. Die extremen Gegensätze in der Bodenqualität in Afghanistan werden durch die geologisch-petrologische Ausstattung, die wechselvolle Topographie und die klimatische Differenzierung in ihrem hypsometrischen Wandel hervorgerufen. Folgende große Bodenregionen lassen sich demnach identifizieren:

- Die Höhenlagen des Hindukusch und des zentralen Berglandes tragen schwach entwickelte Böden aus der Gruppe der Cryorthents auf Felsen. Sie gehören zur Bodengruppe der Entisole als junge Böden auf Lockermaterial ohne eindeutige Horizont-Differenzierung. Sie werden auch als Aridisole der Hochgebirgskältewüsten und -steppen bezeichnet.
- In den heißen Steppen des nordafghanischen Hügel- und Tieflandes breiten sich mineralreiche Böden aus der Gruppe der Xeropsamments auf Löss aus. Es sind Böden aus der Gruppe der Arenosole (FAO-Klassifikation) der Trockengebiete der Erde mit einem sog. Xeric-Feuchteregime. In einem Streifen entlang des Südufers des Amu-Darya sind Sanddünen, Barchane und bewegliche Sandfelder ebenfalls weit verbreitet.
- In den Wüsten- und Halbwüsten des Südwestens kommen Böden aus der Gruppe der Torripsamments in unterschiedlicher Ausprägung vor. Es sind ebenfalls Böden aus der Gruppe der Arenosole (FAO-Klassifikation) der Trockengebiete, aber mit einem sog. *Aridic*- (oder *torric*-)Feuchteregime. Sanddünen, Barchane und bewegliche Sandhügel und Salzböden (z. B. in Registan) sowie Tonebenen (z. B. in Dascht-e Margo) sind weitere pedologische Elemente dieser Region.
- In allen großen Tälern und Becken haben sich fruchtbare Böden aus der Gruppe der Torrifluvents (Fluvisole, FAO-Klassifikation) mit einem ariden (torric) Feuchteregime auf Alluvionen entwickelt. Sie sind die am intensivsten bewirtschafteten Flächen des Landes auf der Basis der künstlichen Bewässerung.
- In den monsunal beeinflussten Streifen in Ostafghanistan herrschen bei günstigen hygrothermischen Bedingungen Böden aus der Gruppe der Haplocambids mit Torriorthents sowie Xeralfs (oder Alfisols) (Luvisole, FAO-Klassifikation) als Grundlage für die himalaischen Nadel- und mediterrangetönten Eichenwälder (vgl. den Beitrag *Breckle* und *Rafiqpoor* in diesem Heft). Für besseres Verständnis der pedologischen Verhältnisse sowie einer detaillierteren Einblick in die Terminologie der Bodentypen in der Karte der Bodenregionen Afghanistans wird auf USDA „*Keys to Soil Taxonomy 11th Edition*, 2010“ (http://soils.usda.gov/technical/classification/tax_keys; download April 2011) verwiesen.

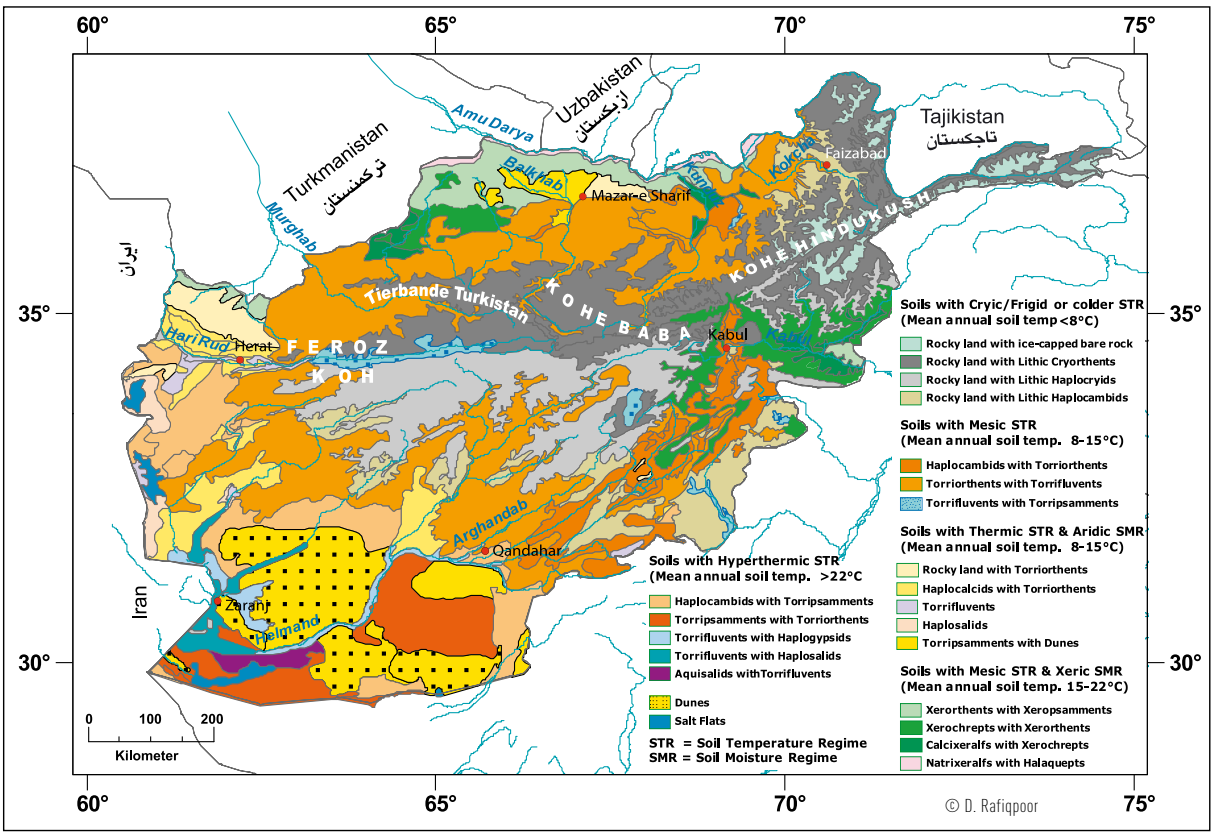
Klima

Zum Klima von Afghanistan existiert nur eine Handvoll wissenschaftliche Abhandlungen. Erste Publikation zum Klima von Kabul basiert auf meteorologischen Beobachtungen in den Jahren 1923 bis 1927 (vgl. *Iven* 1933). *Stenz* (1946) typisierte das Klima von Afghanistan auf der Basis der Daten von acht Stationen. *Hermann* (1965) gab einen zusammenfassenden Überblick über die meteorologischen Messergebnisse der Jahre 1958–1963. *Flohn* (1969) befasste sich mit Klima und Wasserhaushalt des Hindukusch im Zusammenhang mit Sommermonsun. Eine gründliche synoptische Analyse des Einflusses des indischen Sommermonsuns auf Afghanistan legte *Sivall* (1977) vor. *Rafiqpoor* (1979) analysierte die Niederschlagsdaten von 23 kontinuierlich aufgezeichneten Klimastationen Afghanistans und gliederte das Land in sechs unterschiedliche Niederschlagsregionen (vgl. *Rafiqpoor* 1979, *Frankenberg* et al. 1983). Wertvolle Beiträge sind auch über die Einzelphänomene des Klimas in Afghanistan erschienen, wie z. B. über die klimatischen Jahreszeiten (vgl. *Rathjens* 1974), über die ökologischen Ursachen der Schwankungen der Ernährungsbasis (vgl. *Rathjens* 1975) sowie über die hohen Tagessummen des Niederschlags (vgl. *Rathjens* 1978b).

Ein Grundcharakteristikum des hygrischen Klimas in Afghanistan sind die geringen Niederschläge im ganzen Land, die mit sehr hoher Variabilität fallen und sich zudem auf nur wenige Tage in der Regenzeit konzentrieren. Thermisch ist das Klima kontinental mit einer hohen jahreszeitlichen Veränderlichkeit und ausgeprägter Höhenstufung mit Wirkung sowohl auf die Lebensbedingungen des Menschen als auch auf den Lebenszyklus der natürlichen Vegetation und den Rhythmus in der Landnutzung. Um die Besonderheiten der einzelnen Landschaftsregionen Afghanistans

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017



Quelle: Soil map and soil climate map, USDA-NRCS, Soil Survey Division, World Soil Resources, Washington D.C.

Abb. 4: Bodenregionen Afghanistans nach der Klassifikation von USDA 2001

klimatisch zur charakterisieren, wurde erstmalig nach dem Methodenansatz von *Lauer* und *Rafiqpoor* (2002) für Afghanistan ein Klimaklassifikationssystem aufgebaut.

Öko-Klimaklassifikation

Die Mittelwertklimatologie erlaubt bekanntermaßen keine konkreten Aussagen über die kleinräumigen klimatischen Standortbedingungen. Man kann aus den Jahresmitteln der Temperatur und des Niederschlags allein die Besonderheiten des Klimas einer Großregion wie Afghanistan mit kompliziertem Relief kaum herausarbeiten.

Der hier verwendete Klassifikationsansatz von *Lauer* und *Rafiqpoor* (2002) basiert nicht wie die bisherigen Klimaklassifikationen von *Köppen* (1900) bis *Troll* (1964) auf Mittel- bzw. Extremwerte von Temperatur und Niederschlag oder ihren Indizes. Als Grundlage für eine klimatische Raumtypisierung berücksichtigt sie im Gegenteil die haushaltlichen Größen von Wärme und Wasser als wesentliche ökologische Kriterien des Pflanzenwachstums.

Thermische Komponente der Öko-Klimaklassifikation

Die thermische Komponente der Öko-Klimaklassifikation ist definiert als Isothermomenen, als Linien gleicher Länge der thermischen Vegetationszeit (in Monaten). Zur Methode der Öko-Klimaklassifikation wird auf *Lauer* und *Rafiqpoor* (2002) verwiesen. In der Regel wird die Anzahl der günstigen Monate für das Wachstum der natürlichen Vegetation und der Kulturpflanzen während der thermischen Vegetationsperiode durch die Breitenlage ihrer Standorte determiniert und ist daher abhängig von der Sonneneinstrahlung. In der ökologischen Klimaklassifikation von Afghanistan (*Rafiqpoor* und *Breckle* 2010) wird nach dem heutigen Stand der Wissenschaft die 6 °C Monatsmitteltemperatur als thermischer Schwellenwert verwendet, da unterhalb dieser Grenze sogar in den Tropen die Baumvegetation (z. B. *Polylepis*) an ihrer oberen Wachstumsgrenze ihre Photosyntheseleistung aussetzt (vgl. *Walter* und *Medina* 1969, *Lauer* und *Rafiqpoor* 2002, *Körner* 2007). Ein Monat ist somit erst dann als thermisch günstig anzusehen, wenn in diesem die 6 °C Monatsmitteltemperatur erreicht bzw. überschritten wird. In *Abb. 5* ist die Länge der thermischen Vegetationszeit (in Monaten) für Afghanistan dargestellt. Sie wird nach den thermischen Ansprüchen der Vegetation in sechs ökologisch relevante Klassen eingeteilt (megatherm = 11–12 Monate, makrotherm = 9–10 Monate, mesotherm = 7–8 Monate, mikrotherm, 5–6 Monate, oligotherm = 1–4 Monate und hekistotherm = 0 Monate).

Hygrische Komponente der Öko-Klimaklassifikation

Über die Wachstumsbedingungen der natürlichen Vegetation und Kulturpflanzen entscheidet nicht allein die Länge der thermischen Vegetationszeit. In den subtropischen Trockengebieten der Erde werden nahezu überall die thermischen Voraussetzungen für das Wachstum thermisch anspruchsvoller Pflanzen erfüllt. Neben der Temperatur ist vor allem die Wasserversorgung in der Vegetationsperiode für das Gedeihen der Pflanzen von entscheidender Bedeutung. Als hygrischer Parameter der Klassifikation wurden die Isohygromenen als Länge der hygrischen Vegetations-

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

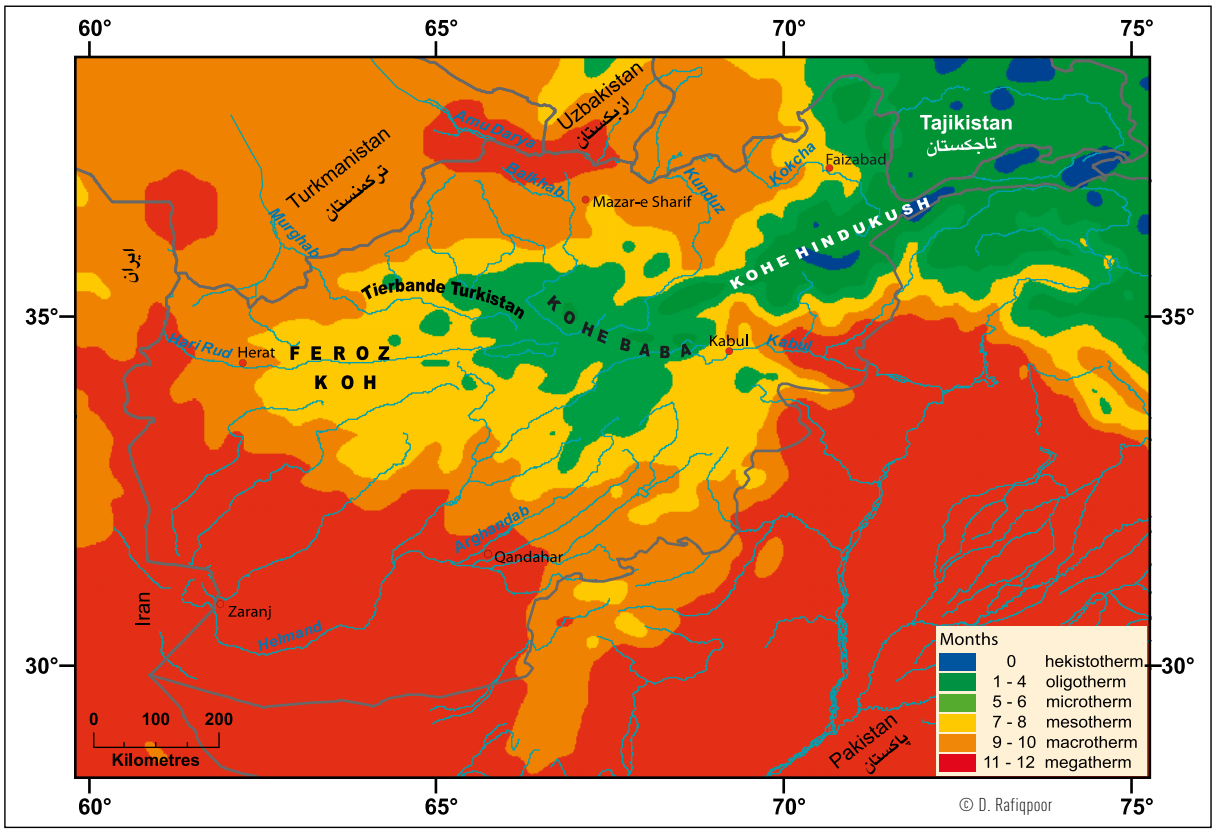


Abb. 5: Isothermomenen – Länge der thermischen Vegetationszeit auf Monatsbasis für Afghanistan und benachbarte Regionen

zeit (in Monate) als die monatliche Wasserbilanz (WTB) aus der Gegenüberstellung des monatlichen Niederschlags (N; vgl. *New* et al. 2002) und der monatlichen potentiellen Evapotranspiration (PET) nach der Formel von *Penman* und *Monteith* (FAO 2000. *www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e06.htm*) berechnet. Ein Monat gilt als hygrisch günstig, wenn in diesem der monatliche Niederschlag die monatliche PET erreicht bzw. sie übersteigt.

Aus der Summe der 12 Monats-Wasserbilanzkarten wurde die Isohygromenen-Karte (vgl. *Abb. 6*) als Karte der Jahreswasserbilanz berechnet. Die errechneten Werte der Länge der hygrischen Vegetationszeit (Anzahl der humiden Monate) wurden anschließend in sechs ökologisch aussagekräftige Klassen eingeteilt: perhumid = 10–12 Monate, humid = 7–9 Monate, subhumid = 5–6 Monate, semiarid = 3–4 Monate, arid = 1–2 Monate, perarid = 0 Monate.

Karte der Öko-Klimate Afghanistans

Die in *Abb. 7* dargestellte Karte der Öko-Klimate Afghanistans ist eine empirisch berechnete Klimatypenkarte des Landes, die erstmalig von *Rafiqpoor* und *Breckle* (2010) vorgestellt wurde. Sie ist entstanden aus der Verschneidung der Karten der Isohygromenen und Isothermomenen und weist für das Territorium Afghanistans insgesamt 19 Klimatypen aus. Jeder hygrothermische Klimatyp ist in der Kartenlegende durch eine Farbe ausgewiesen. Einen Klimatyp, z. B. für die Gebirgsregion zwischen Chaghcharan und Taiwara, bestimmt man mit Hilfe der Kartenlegende folgendermaßen: In der Legende repräsentiert die olivgrüne Farbe für diese Region einen Klimatyp mit 7–8 thermischen (mesotherm) und 5–6 hygrischen Vegetationsmonaten (subhumid): diese Region hat also ein subtropisches, mesothermes, subhumides Klima. In gleicher Weise kann man für alle Regionen Afghanistans den Klimatyp in der Karte bestimmen. Es ist zu berücksichtigen, dass die Klimate der Tropenzone, wie z. B. die megathermen perariden Klimate der Wüstenregionen, vom Industiefland über Belutschistan auf Südwestafghanistan übergreifen. Auch das makrotherme perhumide Klima der montanen Stufe des westlichen Himalayas schiebt sich bis an die Ostabdachungen des südlichen Hindukusch und bis Safed-Koh vor als Zeichen des Monsuneinflusses mit entsprechender Ausstattung an natürlicher Vegetation.

Regionen, in denen in Afghanistan die günstigsten klimatischen Bedingungen für das Wachstum der natürlichen Vegetation und der Kulturpflanzen existieren, weisen macrotherme (9–10 thermische Vegetationsmonate) humide (7–9 hygrische Vegetationsmonate) Bedingungen auf. Diese Regionen liegen im Monsun beeinflussten Ostafghanistan, ebenso aber auch an den Nordabdachungen des Osthindukusch, vor allem in der Provinz Badakhschan. Dazu gehören auch die feuchten Westabdachungen des tadjikischen Pamir ebenso wie einige Teile an den Abdachungen von Tirband-e Turkistan. Bei der Einteilung der Ökoklimate in Afghanistan kommt somit der „Qataghan-Zamin“ im Norden durch seine günstigen Klimate als Kornkammer des Landes deutlich heraus.

Der Vorteil dieser Klimaklassifikation liegt gegenüber allen bisherigen Klassifikationen darin, dass hier die Grenzen der ausgegliederten Klimatypen durch die

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

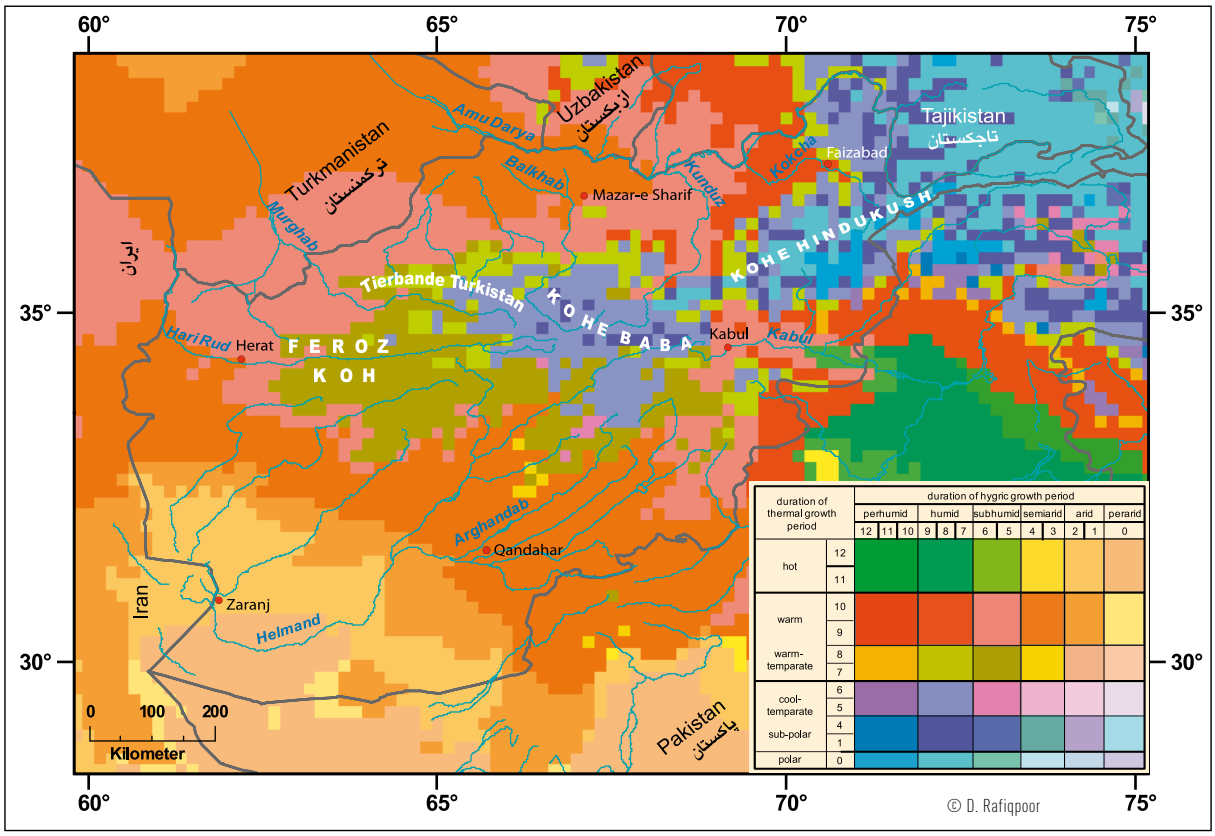


Abb. 6: Isohygromenen – Länge der hygrischen Vegetationszeit auf Monatsbasis für Afghanistan und benachbarte Regionen

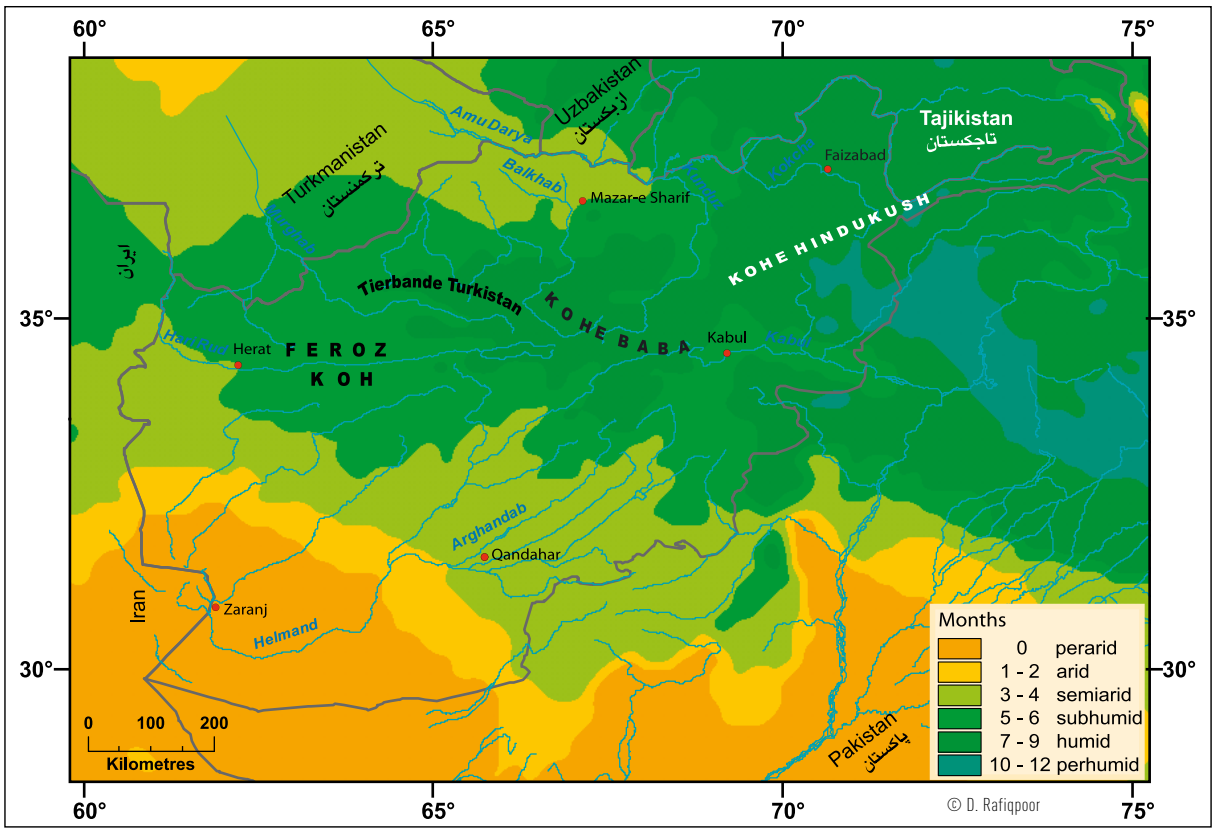


Abb. 7: Öko-Klimate Afghanistans und der benachbarten Regionen

Länge der thermischen und hygrischen Vegetationszeit eindeutig quantifizierbar sind. Außerdem werden in dieser Klassifikation erstmalig auch die Gebirge mit ihrer komplizierten Höhenstufengliederung in ein digitales hygrothermisches System eingebunden. |||

Der Dank der Autoren gilt dem DAAD und dem Auswärtigen Amt, dem Sibbald-Trust (Edinburgh), der Akademie der Wiss. u. d. Literatur Mainz, dem Nees-Inst. für Biodiversität der Pflanzen (Uni. Bonn), dem Geogr. Inst. (Uni. Gießen) und der Abt. Ökologie (Uni. Bielefeld) für finanzielle und infrastrukturelle Unterstützung.

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

LITERATUR

Azizi, A. (2011): Posterio-Analyse eines Technischen Entwicklungshilfeprojektes auf dem Sektor Bewässerungslandwirtschaft in der Provinz Paktia, Afghanistan. (Diplomarbeit) Hannover

Breckle, S.-W., A. Dittmann und *M.D. Rafiqpoor* (Hrsg.) (2010): Field Guide Afghanistan – Flora and Vegetation. Bonn, New York, Manama

Eswaran, H., R. Lal und *P.F. Reich* (2001): Land degradation: an overview. In: *E. Bridges* et al. (eds.): Responses to Land Degradation. Proc 2nd International Conference on Land Degradation and Desertification, Khon Kaen, Thailand. New Delhi

FAO (2000a): GeoNetwork. Global data and map of monthly evapotranspiration – 30 and 10 arc minutes for the period 1961–1990. Maps prepared by Hoogeveen, J., FAO-UN, Water Resource Office, Rom

Flohn, H. (1969): Zum Klima und Wasserhaushalt des Hindukuschs und der benachbarten Hochgebirge. Erdkunde 23, S. 205–215

Frankenberg, P., W. Lauer und *M.D. Rafiqpoor* (1983): Zur geoökologischen Differenzierung Afghanistans. In: *W. Lauer* (Hrsg.): Beiträge zur Geoökologie von Gebirgsräumen in Südamerika und Eurasien. Mainz, S. 52–71 (Abhandlungen der Math.-nat. Klasse der Akademie der Wissenschaften und der Literatur)

Grötzbach, E. (1965): Beobachtungen an Blockströmen im afghanischen Hindukusch und in den Ostalpen. Mitteilung der Geographischen Gesellschaft München 50, S. 175–201

Grötzbach, E. (1982): Naturpotential und Probleme seiner effektiven Nutzung in Afghanistan. Geodynamik 3, S. 141–168

Grötzbach, E. und *C. Rathjens* (1969): Die heutige und jungpleistozäne Vergletscherung des Afghanischen Hindukusch. Zeitschrift für Geomorphologie N.F Suppl. 8., S. 58–75

Herman, N.M. (1965): Le climat d'Afghanistan. Paris (Monogr. Mét. Nat., Nr. 52)

Iven, H. (1933): Das Klima von Kabul. Breslau

Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture (USDA). Natural Resources Conservation Service (NRSC). www.soils.usda.gov/technical/classification/tax_keys/; download Mai 2010

Klaer, W. (1962): Untersuchungen zur klimagenetischen Geomorphologie in den Hochgebirgen Vorderasiens. Heidelberg (Heidelberger Geographische Arbeiten 11)

Klaer, W. (1974): Kritische Anmerkungen zur neueren Literatur über Blockgletscherproblem. Heidelberger Geographische Arbeiten 40, S. 275–291

Klaer, W. (1977): Zur Morphogenese und Formendynamik innerhalb des periglazialen Stockwerkes der Hochgebirge Vorderasiens. In: *H. Poser* (Hrsg.): Formen, Formengesellschaften und Untergrenzen in den heutigen periglazialen Höhenstufen der Hochgebirge Europas und Afrikas zwischen Arktis und Äquator. Abhandlungen Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, Math.-Phys. Klasse 3 F (31), S. 261–274

Köppen, W. (1900): Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. Geographische Zeitschrift 6, S. 593–611, 657–679

Körner, C. (2007): Climatic treelines: conventions, global patterns, causes. Erdkunde 61, S. 316–324

Lauer, W. und *M.D. Rafiqpoor* (2002): Die Klimate der Erde – Eine Klassifikation auf der Grundlage der ökophysiologischen Merkmale der realen Vegetation. Stuttgart (Erdwissenschaftliche Forschung, Bd. 40)

Map of soil regions of Afghanistan, original scale 1.000.000. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, 2001

New, M., D. Lister, M.A. Hulme und *I. Makin* (2002): A high-resolution data set of surface climate over global land areas. Climate Research 21, S. 1–25

Penman & Monteith: FAO Penman-Monteith equation. www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e06.htm

Rafiqpoor, M.D. und *S.-W. Breckle* (2010): The Physical Geography of Afghanistan. In: *S.-W. Breckle, A. Dittmann* und *M.D. Rafiqpoor* (Hrsg.): Field Guide Afghanistan – Flora and Vegetation. Bonn, New York, Manama

Rafiqpoor, M.D. (1979): Niederschlaganalysen in Afghanistan – Versuch einer klimaräumlichen Differenzierung des Landes. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Geographisches Institut Universität Bonn

Rathjens, C. (1972): Fragen der horizontalen und vertikalen Landschaftsgliederung im Hochgebirgssystem des Hindukusch. Wiesbaden, S. 205–220 (Erdwissenschaftliche Forschung, 4)

Rathjens, C. (1974): Klimatische Jahreszeiten in Afghanistan. Afghanistan Journal 1, S. 13–18

Rathjens, C. (1975): Witterungsbedingte Schwankungen der Ernährungsbasis in Afghanistan. Erdkunde 29, S. 182–188

Rathjens, C. (1978a): Klimatische Bedingungen der Solifluktionsstufe im sommertrockenen Hochgebirge, am Beispiel des afghanischen Hindukusch. Zeitschrift für Geomorphologie NF Suppl.-Bd. 30, S. 132–142

Rathjens, C. (1978b): Tagessummen des Niederschlags in Afghanistan. Afghanistan Journal 5, S. 22–25

Shank, C.C. (2006): A biodiversity profile of Afghanistan in 2006: A component of the national capacity self-assessment (NCSA) in national adaption programme of action (NAPA) for Afghanistan

Sivall, T.R. (1977): Synoptic-climatological study of the Asian summer monsoon in Afghanistan. Geografiska Annaler 59°, S. 67–87

Stenz, E. (1946): The climate of Afghanistan: its aridity, dryness and divisions. New York

Troll, C. (1964): Karte der Jahreszeiten-Klimate der Erde – mit einer farbigen Karte von C. Troll und K. H. Paffen. Erdkunde 18, S. 5–28

Walter, H. und *E. Medina* (1969): Die Bodentemperatur als ausschlaggebender Faktor für die Gliederung der subalpinen und alpinen Stufe in den Anden Venezuelas. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 82, S. 275–281

SUMMARY

Spatial differentiation of natural regions in Afghanistan

by Daud Rafiqpoor, Andreas Dittmann

Afghanistan is a mountain country. Snowy peaks (7,000 m) of the Hindu Kush, other high mountains, deeply eroded valleys, high plateaus, inter-montane basins and wide pediments characterize the general topography. Actual morphodynamic processes, the motor for land forms, soils and climate are the basis for human settlement and land use. Unfavorable climatic conditions and insufficient water supply limit agricultural land-use. Valley floors along larger rivers and alluvial fans are the only valuable land for intensive agriculture. The new climatic classification with heat and water balance as main parameters helps to indicate the favorable areas for natural vegetation types and agricultural uses. It can serve as a guideline for the delimitation of ecologically valuable areas in future conservation efforts, too, as well as for reconstruction of landscape changes due to global climate change.

AUTOREN

Dr. DAUD RAFIQPOOR, geb. 1949
Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen,
Universität Bonn, Venusberg 20, 53115 Bonn
d.rafiqpoor@uni-bonn.de
Arbeitsgebiete/Forschungsschwerpunkte:
Klimatologie, Geomorphologie, Biogeographie,
Hochgebirge, Vorderer Orient

Professor Dr. ANDREAS DITTMANN, geb. 1959
Institut für Geographie, Universität Gießen,
Senckenbergstraße 1, 35390 Gießen
andreas.dittmann@uni-giessen.de
Arbeitsgebiete/Forschungsschwerpunkte:
Anthropogeographie, Geographische
Entwicklungsforschung, Orient, Afrika

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017

lizenziert für Andreas Dittmann am 21.03.2017