

Band 44
Heft 1
März 2005

Inhalt

Autor	Titel	Seite
Klaus Kloss Michael Succow	Steppen und Bergstaudenfluren der nordmongolischen Waldsteppe am Ostrand des Chentej-Gebirges	1
Anne Zemmrich	Die Steppengliederung der Mongolei aus Sicht der russischen und mongolischen Geobotanik	17
Martin Lenk	50 Jahre Neulandsteppe in Kasachstan: eine kritische Bilanz	37
Niels Thevs	Tugay vegetation in the middle reaches of the Tarim River – Vegetation types and their ecology	63
Hagen Gottschling Isabek Amatov Georgy Lazkov	Zur Ökologie und Flora der Walnuß-Wildobst-Wälder in Süd-Kirgisistan	85
Impressum		131
Hinweise für Autoren		132

Die Steppengliederung der Mongolei aus Sicht der russischen und mongolischen Geobotanik

Anne Zemmrich

Institut für Botanik und Landschaftsökologie, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
Grimmer Straße 88, D-17487 Greifswald, Deutschland – zemmrich@uni-greifswald.de

Schlüsselwörter:

Böden, Echte Steppe, Mongolei, russisch-mongolische Vegetationskunde, Steppe, Trockensteppe, Vegetationsgliederung, Wüstensteppe

Zusammenfassung

Die Steppen der Mongolei sind seit langem Forschungsgegenstand der russischen und mongolischen Geobotanik, die Zahl der daraus resultierenden Veröffentlichungen schon kaum mehr überschaubar (vgl. METELTSEVA 1986, HILBIG 1981, 1988 & 1991, DOROFYUK & GUNIN 2000). Wenig davon ist aufgrund sprachlicher Barrieren den westeuropäischen Lesern zugänglich.

Der vorliegende Beitrag ist ein Versuch, einen zusammenfassenden Überblick über die Gliederung der Steppen der Mongolei in der russisch-mongolischen Vegetationskunde zu geben. Im ersten Teil des Beitrages werden physiognomische und floristische Eigenschaften, ihre Bindung an Bodentypen und Klimabedingungen sowie ihr Vorkommen beschrieben. Im zweiten Teil werden die Bodenbildungsprozesse und die damit verbundenen Bodentypen für die entsprechenden Steppentypen dargestellt.

Keywords:

desert steppe, desertified steppe, dry steppe, Mongolia, Russian-Mongolian vegetation science, soils, steppe, typical steppe, vegetation classification

Abstract: The classification of Mongolias steppes from the view of Russian and Mongolian geobotany

For a long time the Mongolian steppe has been an object of research of Russian and Mongolian plant geography; the number of its resulting publications is overwhelming (comp. METELTSEVA 1986, HILBIG 1981, 1988 & 1991, DOROFYUK & GUNIN 2000). Only few of it is known among West-European readers due to language barriers.

The present paper is an attempt to give an overview of steppe classification of Mongolia in the Russian and Mongolian vegetation science. In the first part of the paper physiognomic and floristic features of different steppe types with their distribution, dependence on soil types and climatic conditions is described. In the second part soil formation processes and their resulting soil types are given for every steppe type.

1 Einleitung

Die Steppe als eine zonale und azonale Vegetationsformation wird durch die Dominanz ausdauernder Horstgräser mit xeromorphem Habitus und einer natürlich bedingten Baumlosigkeit (s. hierzu WALTER 1968: 595-603) geprägt. Mit zunehmender Feuchtigkeit erhöht sich der Anteil an Kräutern und Stauden. Bei größerer Trockenheit nehmen Sträucher und Zwergsträucher zu, die dann bei Dominanz in die Halbwüsten überleiten.

Zur Gliederung der Steppen der Mongolei liegt eine Vielzahl an Veröffentlichungen russischer und mongolischer Geobotaniker vor. In ihnen werden stets die gleichen Formationsbegriffe verwendet, jedoch ist ihre Stellung zueinander als auch ihre Zuordnung zur zonalen Steppen- oder Wüstenformation verschieden (s.u.). Bei einer Zusammenschau läßt sich folgendes Muster der Gliederung erkennen.

Eine erste Gliederung erfolgt bei YUNATOV (1950) auf der Ebene von Vegetationszonen bzw. bei den anderen genannten Autoren auf Formationsebene in Steppen und Wüstensteppen. Die Steppen wiederum werden in echte Steppen und Trockensteppen, die Wüstensteppen in die nördlichen Wüstensteppen (eigentlich „ver“wüstete Steppe als wörtliche Übersetzung von opustynenny step, im Englischen desertified steppe) und Wüstensteppen i.e.S. untergliedert.

Alle genannten Einheiten werden von YUNATOV (1950 & 1974), KARAMYSHEVA (1981), KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV (1995), TITLYANOVA et al. (1999) und GADSHIEV et al. (2002) zur zonalen Steppenformation gestellt.

EVSTIFEEV & RACHKOVSKAYA (1976), RACHKOVSKAYA & VOLKOVA (1977), RACHKOVSKAYA (1977 & 2001) und LAVRENKO (1978) weisen den Wüstensteppen i.e.S. eine Übergangsstellung zwischen Wüsten- und Steppenzone zu, während GRUBOV (1990, zitiert in KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995) sie bereits zur zonalen Wüstenformation zählt. Dieser Zuordnung entsprechen auch WALTER & BRECKLE (1994), die sich in ihrer großklimatischen Vegetationsgliederung auf GRUBOV (1972) stützen und die Wüstensteppen der Mongolei in das Subzonobiom VII (rIII) der extrem ariden zentralasiatischen Wüsten stellen.

Die Gebirgswaldsteppe mit ihren inselhaften Waldvorkommen auf Gunststandorten an Nordhängen und den Steppenanteilen dazwischen sowie auf den Südhängen als auch die azonale Hochgebirgssteppe, auch Kryophytensteppe genannt (vgl. GADSHIEV et al. 2002), seien hier nur erwähnt. Sie bilden jeweils einen eigenständigen Vegetationsgürtel nördlich bzw. oberhalb der zonalen Steppen (YUNATOV 1950, WALTER 1974) und werden im vorliegenden Beitrag nicht weiter dargestellt.

Die Gliederung der Steppentypen wie auch der Pflanzengemeinschaften innerhalb dieser beruht bei den meisten der herangezogenen Autoren auf einem floristisch-geobotanischen Prinzip. Mit Hilfe der Hauptverbreitung der kennzeichnenden Arten wird der entsprechende Steppentyp definiert und dominante und subdominante Arten zur Unterscheidung der einzelnen Pflanzengemeinschaften in ihm herangezogen. Dies kann dazu führen, dass Bestände mit gleichem Artenbestand und unterschiedlicher Dominanz einzelner Arten zu unterschiedlichen Gemeinschaften gestellt werden (siehe hierzu HILBIG 1990, KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Zu den Prinzipien der Vegetationsgliederung der russischen Vegetationskunde sei an dieser Stelle auf GROßHEIM (1930), KELLER (1930), ALECHIN (1932), RABOTNOV (1954), RAMENSKIY (1952) und MASING (1991) verwiesen.

Eine intensive Forschungstätigkeit von deutschen Botanikern aus der DDR, die von den 60er bis in die 80er Jahre durchgeführt wurde, bestand zu Beginn aus Sammelexpeditionen und wurde später mit lokal und regional konzipierten Untersuchungen fortgeführt (vgl. STUBBE et al. 1981). Die jüngste und am weitesten differenzierende Vegetationsgliederung der Mon-

golei als ein Ergebnis dieser Forschungen stammt von HILBIG (1991, 1995 & 2000). Sie besteht in einer pflanzensoziologischen Klassifikation, die anhand statistischer Methoden Charakterarten mit hoher Gesellschaftstreue für die entsprechende Vegetationseinheit identifiziert und unterstützt durch Differentialarten diese definiert (vgl. hierzu DIERSCHKE 1994). Die Vegetationseinheiten werden in einem engen Bezug zu Landschaft und Standort dargestellt. Ein Literaturvergleich von Ergebnissen der russisch-mongolischen Vegetationskunde mit westeuropäischen Arbeiten zur Steppengliederung der Mongolei (z.B. HILBIG 1991, 1995 & 2000, WALLIS DE VRIES et al. 1996) steht noch aus.

Die Arbeiten von WALTER (1974) und WALTER & BRECKLE (1994) stellen eine Zusammenfassung der russischsprachigen Literatur dar und gehen aber nicht auf die hier vorgestellte Gliederung ein.

Die Bezeichnung geographischer Lokalitäten mit Ausnahme der im Klimadiagramm und in der Niederschlags- und Vegetationskarte wiedergegebenen ist dem NATSIONALNYY ATLAS (1990) entnommen. Alle im Text vorkommenden geographischen Namen und Personennamen sind aus dem Russischen nach den englischen Transkriptionsregeln entsprechend THE NEW ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA (1997: S. 681) wiedergegeben. Die Benennung der Pflanzen folgt GUBANOV (1996).

2 Die Steppenzone der Mongolei

2.1 Lage

Die Steppenvegetation (einschl. Gebirgswaldsteppe und Hochgebirgssteppe) der Mongolei erstreckt sich entlang der Breitenkreise von der Westgrenze bei 88° ö.L. bis zur Ostgrenze des Landes bei 120° ö.L. Im Norden grenzt sie südlich des Khuvsgul Sees bei 50° n.B. an die boreale Zone. Ausgenommen werden muß hier das Gebirgsmassiv des Khentey, in dem sich die boreale Zone aufgrund der Erhebung südwärts über den 50. Breitengrad hinaus erstreckt. Im Süden reicht die Steppenzone auf der Höhe von Saynshand bei 44° n.B. an die Wüstenzone (s. Abb. 1).

Im östlichen und südöstlichen Teil des Landes erfährt der Steppengürtel unter dem Feuchtigkeitseinfluß des Großen Khingan und des Pazifik seine größte Nord-Süd-Ausdehnung und verjüngt sich nach Westen hin (KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Vergleicht man die Vegetationszonen der Mongolei mit der Karte der mittleren Jahresniederschläge, zeigt sich eine enge Bindung der Steppen an 100 bis 300 mm mittleren Jahresniederschlag. Damit wird die enge Beziehung zwischen der zonalen Abnahme der Niederschläge von Nord nach Süd als auch von Ost nach West und der Ausbildung der Steppen-Vegetationszone deutlich (HILBIG 1990).

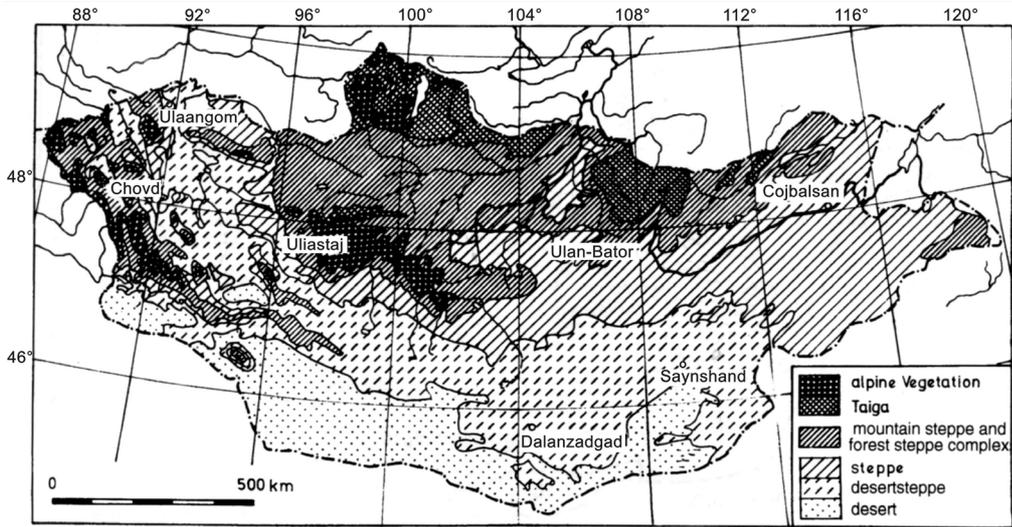


Abb. 1 Steppenzone der Mongolei (nach LAVRENKO et al. 1979 aus HILBIG 1995).

Fig. 1 Steppe zone of Mongolia (acc. to LAVRENKO et al. 1979 from HILBIG 1995).

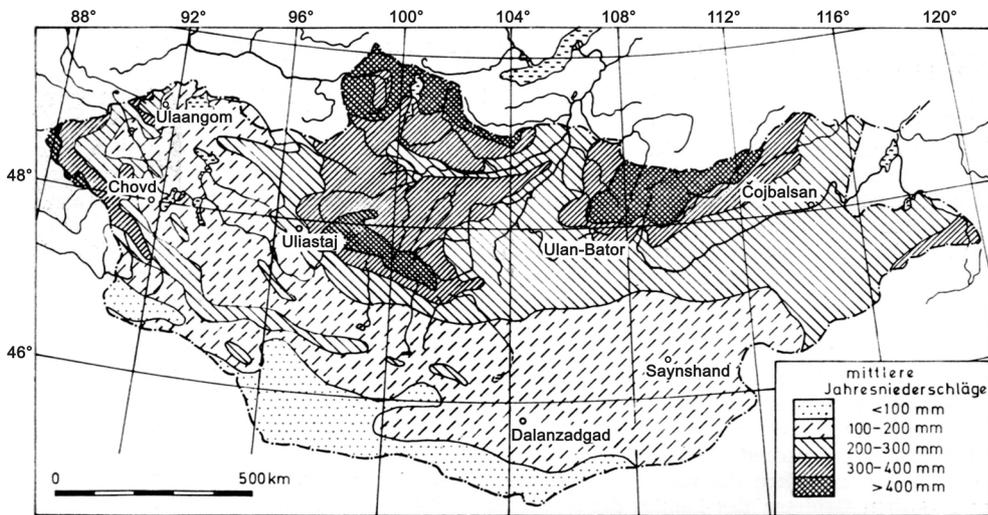


Abb. 2 Mittlere Jahresniederschläge der Mongolei (nach LAVRENKO et al. 1979 aus HILBIG 1990).

Fig. 2 Mean annual precipitation of Mongolia (acc. to LAVRENKO et al. 1979 from HILBIG 1990).

2.2 Klimabedingungen der Steppenzone

Die teilweise von hohen Gebirgen begrenzte und weit von allen Ozeanen entfernte Mongolei kennzeichnet eine extreme Kontinentalität: geringe Niederschläge mit großen jährlichen Unterschieden, hohe tägliche und interannuelle Temperaturschwankungen, lange kalte und trockene Winter sowie hohe Insolationsraten im Sommer (BARTHEL 1983, WALTER 1974, HILBIG 1990, VOSTOKOVA et al. 1995, KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Die geringen Niederschläge reichen von 100 mm in der Wüstensteppe bis 300 mm in der echten Steppe. Sie unterliegen einer sehr starken interannuellen Variabilität, wie sie typisch ist für aride Zonen.

Die Mongolei steht im Winter unter dem Einfluß des sibirisch-mongolischen Hochdruckgebietes mit stabilen, kalten und trockenen Wetterlagen. Im Sommer herrscht überwiegend Westwindtrift, die atlantische Luftmassen in das gesamte Land einströmen läßt. Diese können auf kontinentale warme Luftmassen der Gobi treffen, die parallel von Süden aus den Wüsten Zentralasiens nach Norden dringt. Die Westwindtrift und das Aufeinandertreffen der verschiedenen Luftmassen führen zu einer Zyklontätigkeit mit Sommerniederschlägen. Der Einfluß der südostasiatischen Monsune erreicht die Mongolei entgegen früherer Annahmen nicht mehr (MURZAEV 1954, BARTHEL 1988).

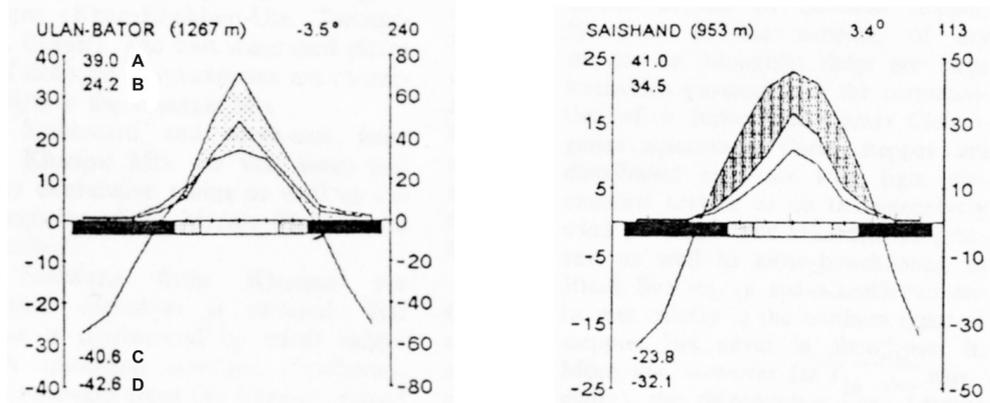


Abb. 3 Klimadiagramm der Stationen Ulaanbaatar und Saynshand (aus KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995). Die Zahlen vor den Buchstaben bedeuten: A - absolutes Temperaturmaximum, B - Temperaturmaximum des Tagesmittel im wärmsten Monat, C - Temperaturminimum des Tagesmittel im kältesten Monat, D - absolutes Temperaturminimum. Die untere der beiden Niederschlagskurven ist im Temperatur - Niederschlagsverhältnis 1 : 3 angegeben.

Fig. 3 Climate diagram from the stations Ulaanbaatar and Saynshand (from KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

So sind die Winter sehr trocken und es bildet sich keine geschlossene Schneedecke. Der überwiegende Teil der Niederschläge fällt zu 75 – 90% im Sommer und setzt erst im Juni ein. Infolgedessen ist auch das Frühjahr kalt und trocken, und es unterbleibt eine Frühjahrsentwicklung. Den Steppen der Mongolei fehlen so die für die mittelasiatischen Steppen mit überwiegend Frühjahrsniederschlägen typischen Frühlingsephemere. Hingegen spielen Sommerephemere (bspw. *Salsola collina*, *Aristida heymanii*, *Eragrostis minor*) eine bedeutende Rolle und können je nach Niederschlagsverhältnissen besonders in den Wüstensteppen in Massen auftreten (WALTER 1974, LAVRENKO 1978, BARTHEL 1988).

Die wärmste Jahreszeit ist somit auch die feuchteste Jahreszeit. Die Hauptentwicklungszeit der Vegetation liegt so im Sommer und ist mit einer enormen Vegetationsentfaltung verbunden. Der vorherrschende abwärts gerichtete Bodenwasserstrom verhindert eine großflächige Bodenversalzung, wie sie aus Mittelasien bekannt ist (siehe Absatz: Bodenbildungsfaktoren). Die Vegetationsperiode mit Tagestemperaturen über 10° C beträgt etwa 99 - 120 Tage. Die Übergangsjahreszeiten sind nur sehr kurz. So gefrieren die im Sommer getrockneten Pflanzen in dem schnell hereinbrechenden Winter am Halm. Durch die geringe Schneedecke im Winter bleiben sie damit als Futter verfügbar. Im Gegensatz zu anderen Steppenregionen fallen in der Mongolei Kälte- und Trockenruhe zusammen, und es gibt damit nur eine, allerdings sehr lange Ruhephase der biologischen Aktivität (WALTER 1974, HAASE 1983, HILBIG 1990 & 1995).

Die Temperaturen der Steppenzone schwanken zwischen 24° C (Maximum des Tagesmittel im wärmsten Monat in Ulaanbaatar) und 35° C (Maximum des Tagesmittel im wärmsten Monat in Saynshand) im August und sinken auf – 40° C (Minimum des Tagesmittel im kältesten Monat in Ulaanbaatar) und – 24° C (Minimum des Tagesmittel im kältesten Monat in Saynshand) im Januar. Die mittlere Jahrestemperatur variiert innerhalb der Steppenzone von – 3,7° C in Ulaangom bis 3,5° C in Saynshand (KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

2.3 Vegetation der Steppenzone

2.3.1 Echte Steppe (Nastoyashchiy Step / True or Typical Step)

Die echte Steppe ist ein sehr vielgestaltiger Steppentyp, von dem es feuchte Ausprägungen mit alpinen Elementen und trockene Ausprägungen mit Arten der Trockensteppen gibt. Gräser wie *Festuca lenensis*, *F. valesiaca*, *Koeleria cristata*, *Poa attenuata* und hochwachsende *Stipa*-Arten bilden als Dominanzarten diesen Steppentyp im ganzen Land. Der Anteil an Kräutern, die u.a. aus der alpinen und subalpinen Gebirgsstufe einwandern, ist im Gegensatz zu allen anderen Steppentypen sehr hoch.

In ihren trockenen Ausprägungen vergesellschaften sich *Stipa capillata*, *Cleistogenes squarrosa* und *Agropyron cristatum* mit den o.g. Arten (YUNATOV 1974, KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Mit ca. 40 - 50 Arten je 100 m² und einer Gesamtdeckung von 50 – 60 % auf südlichen Tschernosemen und dunklen Kastanosemen ist die echte Steppe sehr artenreich und produktiv (KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Sie ist an Jahresniederschläge zwischen 250 bis 300 mm und damit an höhere Gebirgsstufen gebunden. Nur in der Ostmongolei nimmt sie durch die relative Nähe zum Pazifik und seinem Feuchtigkeitseinfluß die Ebene und die submontane Stufe des Großen Khingans ein (LAVRENKO 1978, LAVRENKO et al. 1991).

Aufgrund der verbesserten Feuchtebedingungen erreicht die echte Steppe im Osten der Mongolei ihre größte N-S-Ausdehnung, zieht sich dann als schmales Band entlang der Nordabdachung des Khangay auf einer Höhe zwischen 1500 - 1700 m NN nach Westen und streicht mit dem Gebirge nach Norden aus (KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995). Entlang des Orchon-Flußtales reicht ein Ausläufer weit nach Norden (GADZHIEV et al. 2002). Im Westen des Landes ist sie in der Gebirgskette des Khan Khukhiy Nuruu und in den nördlichsten Ausläufern des Altai im Tsagaan Shuvuut Uul und dem Turgen Uul zwischen 1350 – 1500 m NN auf den Nordhängen und zwischen 2100 – 2500 m NN auf den Südhängen verbreitet (KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts diente ein Großteil der ackerfähigen Flächen dieses Steppentyps insbesondere in der zentralen Mongolei dem Getreideanbau (LAVRENKO 1978, LAVRENKO et al. 1991). Doch die wirtschaftlichen Veränderungen der vergangenen 12

Jahre und die damit verbundene Auflösung der mongolischen Genossenschaften haben zur Auflassung weiter Ackerflächen geführt. Wissenschaftliche Untersuchungen über die Entwicklung von Ackerbrachen der Steppen der Mongolei gibt es bislang noch nicht.

Region	Regionsspezifische dominante Arten	Regionsspezifische Begleiter
Ostmongolei	Filifolium sibiricum (im NO z.Tl. Reinbeständen) Filifolium sibiricum, Stipa baicalensis:	Aconogonon divaricatum, Iris dichotoma, Hemerocallis minor u.v.a.m.
Untere Gebirgsstufe des Großen Khingan & SO Khentey:	Festuca lenensis, Stipa baicalensis, S. sibirica, Armenica sibirica:	Thalictrum petaloideum, Filifolium sibiricum, Cerastium arvense, Clausia aprica
Ostmongolische Ebene:	Stipa krylovii, S. grandis, S. baicalensis, Leymus chinensis:	Bupleurum scorzoniferolium, Astragalus mellilotoides, Galium verum, Allium anisopodium
Zentrale Mongolei	Helictotrichon altaicum, Festuca lenensis, F. valesiaca, Stipa capillata, Poa attenuata, Koeleria cristata, Agropyron cristatum:	Oxytropis nitens, O. filiformis, Scabiosa comosa, Artemisia dolosa, Ferulopsis hystrix, Stellera chamaejasme u.v.a.m.
W & Z Khangay:	Festuca lenensis:	Artemisia frigida, Thymus gobicus, Arctogeron gramineum, Arenaria capillaris
W Khangay:	Koeleria cristata:	Artemisia frigida, Aster alpinus, Oxytropis filiformis
SW Khentey:	Poa attenuata, Koeleria cristata, Festuca lenensis, F. sibirica, Helictotrichon schellianum, Carex pediformes:	Scabiosa comosa, Aster alpinus, Arctogeron gramineum, Aconogonon angustifolium u.v.a.m.
Westmongolei	Helictotrichon altaicum, Festuca lenensis, F. valesiaca, Stipa capillata, Poa attenuata, Koeleria cristata, Agropyron cristatum:	Arenaria capillaris, Rhinactinidia eremophila, Orostachys spinosa, Potentilla sericea, Clausia aprica, Astragalus brevifolius, Saussurea pricei, Silene repens u.v.a.m.
Mongolischer Altai:		

Tab. 1 Übersicht der wichtigsten Arten der echten Steppe für verschiedene Regionen des Landes (Quelle: YUNATOV 1974, KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Tab. 1 Overview of typical species of the true steppe for different regions in Mongolia (source: YUNATOV 1974, KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

2.3.2 Trockensteppe (Sukhiy Step / Dry Step)

Die Trockensteppe liegt in der Landschaftszone mit einem Jahresniederschlag von 200 - 250 mm und ist wesentlich trockener als die echte Steppe. Dies zeigt sich an einem starken Rückgang des Kräuteranteils in den Beständen. Dafür nimmt der Anteil an Sträuchern wie auch der Anteil an anuellen und biellen Arten zu.

Typisch für die Trockensteppe ist die Dominanz von xerophilen Horstgräsern und Seggen. Zu den wichtigsten Gesellschaftsbildnern gehören *Stipa krylovii*, *Stipa capillata*, *Agropyron cristatum*, *Cleistogenes squarrosa*, *Leymus chinensis* und *Festuca lenensis* (KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Die durchschnittliche Artenzahl beträgt 30 - 40 Arten je 100 m² bei einer Deckung von 35 - 40 %.

Typische Böden der Trockensteppe sind dunkle Kastanoseme und typische Kastanoseme (KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Das Hauptverbreitungsgebiet der Trockensteppe liegt in der Ostmongolei, wo sie südlich an die echte Steppe angrenzt. In der zentralen Mongolei ist sie besonders auf der Südabdachung des Khangay, in der Westmongolei im Uvs Nuur-Becken, am Fuß des Khan Khukhiyn Uul Gebirges und auf der untersten Gebirgsstufe des Mongolischen Altai und des Gobi Altai anzutreffen. Ganz im Westen des Landes fehlt dieser Steppentyp (KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Region	Regionsspezifische dominante Arten	Regionsspezifische Begleiter
Ostmongolei	Leymus chinensis, Cleistogenes squarrosa, Koeleria cristata, Agropyron cristatum, Stipa krylovii	
Zentrale Mongolei Khangay, Gobi Altai:	Stipa krylovii, Cleistogenes squarrosa, Koeleria cristata, Agropyron cristatum, Leymus chinensis: Festuca lenensis, Agropyron cristatum: Stipa krylovii:	Astragalus galactites, Haplophyllum davuricum, Heteropappus altaicus, Sibbaldianthe adpressa, Allium spp. Rhinactidia eremophila, Thalictrum foetidum, Ferulopsis hystrix, Oxytropis tragacanthoides, Ptilotrichum canescens Dracocephalum fruticosum, Allium altaicum, A. eduardii, Caragana bungei, C. pygmaea
Westmongolei Mongolischer Altai:	Stipa capillata, S. kirghisorum, S. orientalis, Festuca valesiaca: Elytrigia nevskii, Festuca tschujensis: Festuca lenensis, Agropyron cristatum: Stipa krylovii:	Caragana bungei, Spiraea hypericifolia, Asterothamnus heteropappoides Artemisia obtusiloba, Arenaria capillaris, Alyssum lenense, Saussurea pricei, Spiraea hypericifolia, Caragana bungei Rhinactidia eremophila, Thalictrum foetidum, Ferulopsis hystrix, Oxytropis tragacanthoides, Ptilotrichum canescens Dracocephalum fruticosum, Allium altaicum, A. eduardii, Caragana bungei, C. pygmaea

Tab. 2 Übersicht der wichtigsten Arten der Trockensteppe für verschiedene Regionen des Landes (Quelle: KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Tab. 2 Overview of typical species of the dry steppe for different regions in Mongolia (source: KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

2.3.3 Nördliche Wüstensteppe (Opustynenny Step / Desertified Step)

Die nördliche Wüstensteppe (eigentlich „ver“wüstete Steppe; da die wörtliche Übersetzung einen anthropogen verursachten Vegetationstyp impliziert, wird der Begriff nördliche Wüstensteppe mit Bezug auf die geographische Lage dieser Steppenformation verwendet) stellt das Bindeglied zwischen den Steppen und den Wüstensteppen dar (YUNATOV 1950; LAVRENKO et al. 1986, 1988 zitiert in KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Ähnlich der echten Steppe und der Trockensteppe ist sie geprägt durch Horstgräser wie *Stipa krylovii*, *Agropyron cristatum*, *Cleistogenes squarrosa*. Aber auch Arten der Wüstensteppe wie *Cleistogenes songorica*, *Stipa glareosa*, *Stipa gobica*, *Stipa klemenzi*, Zwerghalbsträucher der Gattung *Artemisia* und *Ephedra* und Sträucher der Gattung *Caragana* gehören zu den typischen Gesellschaftsbildnern. Kräuter kommen nur in geringer Zahl als Begleiter

vor. Die Vermischung von Arten der verschiedenen Steppenformationen macht ihren Übergangscharakter deutlich (YUNATOV 1950, GADZHIEV et al. 2002).

Die nördliche Wüstensteppe entwickelt sich bei Jahresniederschlägen zwischen 150 – 200 mm auf hellen Kastanosem-Böden (LAVRENKO 1978), die durch hohen Geröll- oder Sandanteil gut drainiert sind bzw. sich an geneigten Hangstandorten befinden (YUNATOV 1974). Ihr Artenbestand sinkt auf 15 – 25 Arten je 100 m² bei einer Deckung von 20 - 25 % (GADZHIEV et al. 2002).

Die nördliche Wüstensteppe ist in den südlichen Zonen des Landes und in der Westmongolei verbreitet. In den Beckengebieten der Westmongolei, hier im westlichen Teil des Beckens der Großen Seen und im Uvs Nuur Becken reicht sie im Regenschatten von Altai und Khangay weit nach Norden. Weitere Vorkommen dieses Steppentyps in der Westmongolei finden sich in den Vorgebirgen und am untersten Gebirgsfuß des Altai, in der Baruun Khuuray Ebene innerhalb der Dzungarischen Gobi und im nordwestlichen Teil des Gobi Altai. Im Gobi Altai, der weit in die zentrale Mongolei reicht, besiedeln sie die nördlichen Randbereiche und erstrecken sich bis an den Südrand der ostmongolischen Steppe nördlich von Saynshand (KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995, NATSIONALNYY ATLAS 1990).

Region	Regionsspezifische dominante Arten	Regionsspezifische Begleiter
Zentrale Mongolei & Ostmongolei Nördliche Gobi:	<i>Stipa krylovii</i> , <i>S. klemenzii</i> , <i>S. glareosa</i> , <i>S. gobica</i> , <i>Cleistogenes squarrosa</i> , <i>C. songorica</i> , <i>Artemisia frigida</i> :	<i>Thymus gobicus</i> , <i>Dracocephalum foetidum</i> , <i>Artemisia rutifolia</i> , <i>A. santalinifolia</i> , <i>Ajania fruticulosa</i>
Westmongolei Becken der großen Seen:	<i>Stipa glareosa</i> , <i>Agropyron cristatum</i> , <i>Cleistogenes squarrosa</i> : <i>Stipa glareosa</i> , <i>Agropyron cristatum</i> , <i>Cleistogenes squarrosa</i> :	<i>Ephedra sinica</i> , <i>Asterothamnus heteropappoides</i> , <i>Caragana bungei</i> <i>Saussurea pricei</i> , <i>Stellaria dichotoma</i> , <i>Allium mongolicum</i> , <i>Iris tenuifolia</i>
Altai: Mongolischer Altai: Gobi Altai:	<i>Stipa glareosa</i> , <i>S. krylovii</i> , <i>Agropyron cristatum</i> , <i>Elytrigia nevskii</i> : <i>Agropyron cristatum</i> , <i>Stipa gobica</i> :	<i>Asterothamnus heteropappoides</i> , <i>Convolvulus ammanii</i> , <i>Allium polyrrhizum</i> , <i>Ptilotrichum canescens</i> , <i>Heteropappus hispidus</i> , <i>Panzeria lanata</i> u.a. <i>Artemisia frigida</i> , <i>Ajania fruticulosa</i> , <i>Saussurea pricei</i>
Westmongolei Uvs Nuur Becken & Baruun Khuuray Ebene:	<i>Stipa orientalis</i> , <i>Psathyrostachys juncea</i> , <i>Artemisia gracilescens</i> , <i>A. schrenkiana</i> , <i>Nanophyton grubovii</i> :	

Tab. 3 Übersicht der wichtigsten Arten der nördlichen Wüstensteppe für verschiedene Regionen des Landes (Quelle: KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Tab. 3 Overview of typical species of the desertified steppe for different regions in Mongolia (source: KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

2.3.4 Wüstensteppe (Pustynnyy Step / Desert Steppe)

Die Wüstensteppe bildet die südliche Grenze des Steppengürtels zur zentralasiatischen Wüstenregion (KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Einige Autoren (EVSTIFEEV & RACHKOVSKAYA 1976, RACHKOVSKAYA 1977 & 2001, LAVRENKO 1978) beschreiben die Wüstensteppen als Übergangsformation zwischen der Steppen- und Wüstenzone. RACHKOVSKAYA & VOLKOVA (1977) beschreiben dabei analoge Pflanzengemeinschaften auf Böden mit unterschiedlichen Substrateigenschaften, die dann in ihrer nördlichen

Ausprägung mit der Dominanz von *Stipa gobica* zur Steppenzone und in ihrer südlichen Ausprägung mit der Dominanz von *Stipa glareosa* zur Wüstenzone gestellt werden.

Es handelt sich hierbei um sehr kleinwüchsige Gesellschaften mit dominierenden Horstgräsern wie den zentralasiatischen Endemiten *Stipa glareosa*, *Stipa gobica*, *Stipa klemenzii*, *Cleistogenes songorica* sowie Sträuchern und Zwerghalbsträuchern der Gattungen *Kraschennikovia*, *Anabasis*, *Salsola* (Chenopodiaceae), *Ajania* und *Artemisia* (Asteraceae).

Der Anteil ausdauernder Kräuter ist in den Wüstensteppen sehr gering. Nur Zwiebelgeophyten wie *Allium polyrrhizum* und *Allium mongolicum* gehören in einigen Gesellschaften zu den Bestandsbildnern.

Bedeutend ist die Rolle der Anuellen in den Wüstensteppen. In feuchten Sommern kommen Arten wie *Ergarostis minor*, *Aristida heymanii*, *Salsola collina* und *Chenopodium aristatum* zur Dominanz und begrünen die Steppe, während sie in trockenen Sommern fast gänzlich fehlen. Dadurch schwankt die Vegetationsdeckung der Wüstensteppen von 5 - 7 % in sehr trockenen Jahren über 10 - 15 % in günstigen bis zu 40 % in sehr feuchten Jahren. Mit 9 - 12 Arten je 100 m² sind die Wüstensteppen besonders arm (BORISOVA et al. 1977 in GADSHIEV et al. 2002, KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Die Jahresniederschläge liegen in mittleren Jahren zwischen 100 - 150 mm. Sie sind jedoch großen Schwankungen unterworfen (LAVRENKO 1978).

Vorherrschende Böden der Wüstensteppe sind helle Kastanoseme und bleiche graubraune Wüstensteppenböden (palevo-burye pustynno-stepnye pochvy) (LAVRENKO 1978) bzw. graubraune südliche Böden (burye yuzhnye pochvy) (RACHKOVSKAYA 1977), die in der deutschsprachigen Bodenkunde Buroseme genannt werden (HAASE 1983, SCHEFFER / SCHACHTSCHABEL 1992).

Die Wüstensteppe schließt sich an der Südwestgrenze des Sukhbaatar Aimags südlich an die nördliche Wüstensteppe an und zieht sich auf der Höhe von Saynshand dem nördlichen Rand der Gobi entlang nach Westen. Auf Höhe des Ongiyn Gol-Fluß nahe des Ulaan Nuur-Sees ändert der Wüstensteppenstreifen seine Richtung nach Nordwesten und zieht sich durch das Tal der Seen östlich des Khar Us Nuur-Sees durch das Becken der Großen Seen über den Achit Nuur-See bis an die nördliche Grenze der Mongolei, wo er die westlichen Ausläufer des Tanuu Olai-Gebirgszuges erreicht (LAVRENKO 1978, NATIONALNY ATLAS 1990).

Region	Regionsspezifische dominante Arten	Regionsspezifische Begleiter
Ostmongolei Ostgobi:	<i>Stipa glareosa</i> , <i>S. gobica</i> , <i>S. klemenzii</i> , <i>Salsola passerina</i> , <i>Anabasis brevifolia</i> : <i>Allium polyrrhizum</i> :	<i>Cleistogenes songorica</i> , <i>Reaumuria songarica</i> , <i>Ajania achilleoides</i> , <i>Caragana pygmaea</i> <i>Convolvulus ammanii</i> , <i>Heteropappus altaicus</i>
Zentrale Mongolei N & NW Gobi:	<i>Stipa glareosa</i> , <i>Anabasis brevifolia</i> , <i>Chenopodium frutescens</i> , <i>Allium mongolicum</i> :	<i>Elytrigia nevsikii</i> , <i>Asterothamnus heteropappoides</i> , <i>Gypsophila desertorum</i>
Westmongolei Becken der Großen Seen: Tal der Seen:	<i>Stipa glareosa</i> , <i>Anabasis brevifolia</i> , <i>Artemisia caespitosa</i> , <i>A. xerophytica</i> , <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> , <i>Allium mongolicum</i> : <i>Stipa glareosa</i> , <i>Artemisia xerophytica</i> :	<i>Cleistogenes songorica</i> , <i>C. squarrosa</i> , <i>Stellaria dichotoma</i> , <i>Ergarostis minor</i> , <i>Aristida heymanii</i> , <i>Salsola collina</i> <i>Cleistogenes squarrosa</i> , <i>Psammochloa villosa</i> , <i>Caragana bungei</i> , <i>Corispermum patelliforme</i>

Tab. 4 Übersicht der wichtigsten Arten der Wüstensteppe für verschiedene Regionen des Landes (Quelle: KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

Tab. 4 Overview of typical species of the desert steppe for different regions in Mongolia (source: KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995).

2.4 Die Böden der Steppenzone

2.4.1 Allgemeine Erläuterungen

Die mongolische Bodenklassifikation nach BESPALOV (1951, zitiert in HAASE 1983) lehnt sich eng an das Klassifikationsschema der sowjetisch-russischen Bodenkunde an (HAASE 1983). Im Gegensatz zum ursprünglich genetischen Ansatz der russischen Bodenkunde nach DOKUCHAEV (1883, 1899) verfolgte die sowjetisch-russische Bodenkunde lange Zeit einen umfassend deskriptiven Ansatz, der neben pedogenen und einigen lithologischen Merkmalen auch Umweltfaktoren wie Vegetation, Höhenstufe, Relief, Landschaftszone usw. beschreibt. Der Bodentyp als die zentrale systematische Kategorie der Klassifikation wurde als eine von den Naturzonen her bestimmte, weiträumig entwickelte Bodeneinheit gesehen (HAASE 1983).

Die Auswahl an nichtrussischsprachiger Literatur zur Bodensystematik und Boden-zonierung der Mongolei ist sehr klein. Neben der Arbeit von BESPALOV (im russischen Original 1951, englische Übersetzung 1964) hat HAASE (1983) versucht, eine neue systematische Ordnung der Böden der Mongolei zu entwickeln.

DORZHGOTOV (1992) hat in seiner Dissertation die wohl jüngste Bodensystematik der Mongolei vorgelegt, die in russischer Sprache in Moskau publiziert, schwer zugänglich ist.

In vorliegendem Beitrag werden die im Text nach der sowjetisch-mongolischen Klassifikation genannten Bodentypen mit ihren diagnostischen und genetischen Eigenschaften beschrieben und die entsprechende Benennung nach der World Reference Base for Soil Resources - WRB (STOLBOVOI 2000) angegeben.

2.4.2 Bodenbildungsfaktoren in der Mongolei

Vorherrschendes Ausgangsmaterial der Bodenbildung in der Mongolei ist der Verwitterungsschutt der in den Gebirgen anstehenden Festgesteine mit sehr verschiedenem Substrat, das auf engem Raum entsprechend dem geologischen Untergrund wechselt. Das bedingt einen großen Schuttreichtum mit hohem Grus- und Sandanteil. Äolische und alluviale Sedimente sind selten. Stellenweise sind äolische Decken innerhalb der Gebirge ausgebildet (HAASE 1983, vgl. auch Succow & Kloss 1978).

Die Böden entwickeln sich im Norden in einem semihumiden und im Süden in einem voll-ariden Klima. In der Mongolei fällt die Periode der stärksten Erwärmung mit der Periode der größten Durchfeuchtung zusammen. Das bedingt eine starke biologische Aktivität in der sehr kurz andauernden warmen Jahreszeit, die in der echten Steppe und Trockensteppe durch eine hohe Primärproduktion und eine starke zoogene Durchmischung (Bodenwühler, Kleinlebewelt) geprägt ist. Weiterhin bedingt dieser Jahreszeitenrhythmus einen abwärts gerichteten Bodenwasserstrom (Perkolation), der die mineralische Verwitterung sowie die Entkalkung und Entbasung der Böden fördert. In den trockeneren Regionen erfaßt die Perkolation vor allem das Kalziumkarbonat, während die Basenauswaschung stark zurücktritt. Das Verhältnis von Perkolation und Lösungsaufstieg ist von den Niederschlagsverhältnissen der Region und der Textur der Böden abhängig (vgl. HAASE 1983, BILLWITZ 1997).

Da die trockene Jahreszeit weitgehend mit der Frostperiode zusammenfällt und die Bodengefrorenis so einen Lösungsaufstieg in dieser Periode verhindert und umgekehrt in der wärmsten und feuchtesten Jahreszeit die mineralische Verwitterung und Entkalkung mit einer abwärts gerichteten Perkolation zusammenfällt, kommt es zu keiner zonalen Bodenversalzung, bleiben Solonezierung und Solontschakierung nur ein örtliches Phänomen (HAASE 1983). So fehlen in der Mongolei die für Mittelasien typischen solonzierten Buroseme unter den Wermutsteppen mit halophilen Arten. In der Mongolei bilden sich stattdessen die grasreichen Wüstensteppen auf humusarmen Kastanosemen (HAASE 1983, WALTER 1974).

Im feuchteren Norden herrscht in den trockenen Übergangsjahreszeiten Mai und September eine Ruhephase der biologischen Aktivität, die in den südlichen Zonen durch anhaltende Trockenperioden bereits im Sommer einsetzen und damit länger dauern kann. Somit fallen die Trockenruhe des Sommers und die Kälteruhe des Winters zu einer langen Ruhepause der biologischen Aktivität zusammen. Sie steht einer kurz andauernden sommerlichen Periode mit intensiver biologischer Aktivität gegenüber (HAASE 1983, BILLWITZ 1997).

Die von Gräsern dominierten Steppen besitzen durch deren hohen Anteil an Adventivwurzeln ein stark entwickeltes Wurzelsystem ähnlich der Wüstensteppen, die sich in der Mongolei durch einen besonders hohen Grasanteil auszeichnen (KUTSCHERA 1960, GORDEEVA 1977, HAASE 1983). Infolgedessen ist die Bereitstellung jährlich anfallender pflanzlicher Abfallprodukte sehr hoch. Durch das hochkontinentale Klima wird die organische Substanz zwar weitestgehend abgebaut, jedoch nicht vollständig mineralisiert (VOSTOKOVA et al. 1995, HAASE 1983). Humusbildung und Humusakkumulation sind somit grundlegende Bodenbildungsprozesse der mongolischen Steppen. Die nach Süden geringer werdende Stoffproduktion verbunden mit der länger anhaltenden Zersetzungsdauer durch höhere Jahrestemperaturen führt trotz geringerer Bodenfeuchte von den Steppen zu den Wüstensteppen zur intensiveren Mineralisierung der organischen Substanz und so zu geringer werdenden Humusgehalten (HAASE 1983).

2.4.3 Bodentypen

Tschernoseme und v.a. Kastanoseme bedecken als typische Steppenböden ein Drittel des Landes und machen die überwiegenden Bodentypen der Mongolei aus (VOSTOKOVA et al. 1995).

2.4.3.1 Südlicher Tschernosem (WRB: Calcic Chernosem)

Tschernoseme kommen nur im feuchten Nord- und Südosten des Landes vor, wo sie die Böden der untersten Lagen der ostmongolischen Ebene unter der echten Steppe bilden (VOSTOKOVA et al. 1995, KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995). Sie werden von BESPALOV (1951, zitiert in HAASE 1983) untergliedert in: mächtige, gewöhnliche–mittelhumushaltige und südliche–geringhumushaltige Tschernoseme.

Durch den Feuchteüberschuß im Sommer wird Kalziumkarbonat im Oberboden fast vollständig gelöst und in größere Tiefen verfrachtet. In der zweiten Sommerhälfte, in der die Steppe bereits vertrocknet ist, wird der Boden gut durchlüftet, so daß bei den vorherrschend aeroben Bedingungen die Humifizierung des im Sommer gebildeten organischen Materials erfolgt. Die dabei entstehenden Ton-Humuskomplexe sind vor einer mikrobiellen Zersetzung geschützt, und es kommt zur Humusakkumulation. Durch die intensive Wühltätigkeit von Nagetieren (Pfeifhasen, Wühlmäuse, Murmeltiere) wird der gebildete Humus gleichmäßig auf das gesamte Bodenprofil verteilt (BILLWITZ 1997, SCHEFFER / SCHACHTSCHABEL 1992).

Im Prozeß der Schwarzerdebildung (Tschernosemierung) spielt Humifizierung bei parallel ablaufender Humusanreicherung neben Karbonatauswaschung im Oberboden und Bioturbation durch Bodenwühler die wichtigste Rolle (BILLWITZ 1997, SCHEFFER / SCHACHTSCHABEL 1992).

Der südliche Tschernosem ist gekennzeichnet durch einen Humushorizont von 40 - 50 cm, eine Karbonatauswaschung von 10 - 20 cm Tiefe, einen Karbonatanreicherungshorizont bei 25 - 40 cm und einen geringen Humusgehalt von 5 - 6,5 % in den ersten 5 cm, der in 30 - 40 cm Tiefe auf 1 - 2 % absinkt (BESPALOV 1964).

Bodenprofil (nach HAASE 1983):

Ah	Mullhumushorizont mit biogener Durchmischung
Bhsca	Unterbodenhorizont mit Humusgehalten > 1,5 % und sekundär gebildeten Karbonatausscheidungen
CaC	Kalkanreicherungshorizont mit 1-3 mm starken Kalkkrusten an der Unterseite größerer Skelettbrocken und weniger Kalkmehl, Kalkmyzel und geringerer Farbunterschied im Hangenden und Liegenden als bei Ca-Horizonten (vgl. Profil Kastanosem)
C	Ausgangsgestein

2.4.3.2 Kastanosem (WRB: Kastanozem)

Zonale Kastanoseme bilden die Bodentypen von ca. 80 % der Trockensteppen. Von Norden nach Süden lassen sich 3 Zonen von Kastanosem-Subtypen unterscheiden: dunkle, typische (mittlere) und helle Kastanoseme (VOSTOKOVA et al. 1995, HAASE 1983).

Sie lösen dort die Tschernoseme ab, wo die Niederschläge zu gering werden, der Boden schwächer durchfeuchtet wird und weniger organische Rückstände vorliegen. Als dunkler Kastanosem tritt er im Übergang von der echten Steppe zu Trockensteppe auf, bildet als dunkler und typischer Kastanosem den Bodentyp der Trockensteppe und als heller Kastanosem den Bodentyp der nördliche Wüstensteppe (KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995, LAVRENKO 1978).

Es handelt sich um Böden mit ähnlichen Eigenschaften wie die des Tschernosem. Im Unterschied zu diesem laufen Humifizierung und Mineralisierung durch die stärkere Sommererwärmung mit wesentlich höherer Intensität ab. Dies resultiert zusammen mit der Abnahme der dem Boden zukommenden organischen Substanz in einer geringeren Mächtigkeit des Humushorizontes mit wesentlich geringeren Humusgehalten (HAASE 1983, BILLWITZ 1997).

Durch die geringeren Niederschläge ist kein Sickerwasserregime mehr ausgebildet. Die Böden trocknen im Sommer stärker aus. Das bedingt wesentlich höhere Basensättigungswerte wie auch Karbonatanreicherungshorizonte, die höher anstehen (HAASE 1983, BILLWITZ 1997). Die für mittelasiatische Kastanoseme typische Versalzungstendenz ist in den mongolischen Kastanosemen sehr schwach. Anreicherungshorizonte leicht löslicher Salze bzw. Gipshorizonte sind sehr selten (GUSENKOV 1966, zitiert in HAASE 1983).

Während HAASE (1983) die typisch zimt- bzw. kastanienbraune Färbung der Kastanoseme mit einer verstärkten Eisenfreisetzung erklärt, sieht die jüngere Literatur den geringeren Anteil von Grahuminsäuren an den Huminstoffen und das Vorhandensein von Ca im Humushorizont als Ursache (GENNADIEV 1990, BILLWITZ 1997).

Die Untergliederung der Kastanoseme erfolgt nach der Mächtigkeit des Ah-Horizontes und dem Humusgehalt in dunkle, typische (mittlere) und helle Subtypen: (HAASE 1983)

Dunkle Kastanoseme

Dunkle Kastanoseme sind mit 50 - 80 cm Profiltiefe mächtig, haben einen schwarzbraunen Ah- Horizont mit über 4 % Humus. Der Ah-Horizont ist karbonatfrei. Erst im Untergrund zeigen die dunklen Kastanoseme Kalkanreicherungen.

Typische Kastanoseme

Die unter trockeneren Bedingungen entstehenden typischen (mittleren) Kastanoseme haben eine Profilmächtigkeit von 30 – 60 cm. Ihr Ah-Horizont enthält 2 – 4 % Humus und ist kräftig rotbraun gefärbt. Kalkakkumulationen beginnen gleich unter dem B-Horizont.

Helle Kastanoseme

Helle Kastanoseme sind als trockenste Ausbildung mit 20 - 40 cm Profiltiefe sehr geringmächtig. Der hellbraune Ah-Horizont enthält nur noch 1,5 – 2 % Humus. Kalk ist schon in geringen Tiefen vorhanden, erreicht aber nie die Oberfläche, da immer noch eine abwärts gerichtet Stoffverlagerung vorherrschend ist.

Bodenprofil (HAASE 1983):

Ah / Ahs	Humushorizont mit Humusgehalten von ca. 1,5 – 6 %/ Humusanreicherung mit Zeichen stärkerer mineralischer Verwitterung
Bhs / Bs	humushaltiger Unterbodenhorizont mit Humus > 1,5 % / humushaltiger Unterbodenhorizonte mit geringeren Humusgehalten
Ca	Kalkanreicherungshorizont mit diffus verteiltem Kalkmehl, myzelartigen Belegen oder auch Kalkkonkretionen; größere Helligkeit als Hangendes und Liegendes
CaC	ähnlich dem Ca-Horizont mit 1 – 3 mm starken Kalkkrusten an der Unterseite größerer Skelettbrocken und weniger Kalkmehl und Kalkmyzel, geringerer Farbunterschied im Hangenden und Liegenden
C	Ausgangsgestein

2.4.3.3 Burosem (WRB: Calcisols)

Südlich an die hellen Kastanoseme schließen sich unter den Wüstensteppen die graubraunen Wüstensteppenböden bzw. die Buroseme an (bei HAASE 1983 auch Halbwüstenböden, bei LAVRENKO 1978 bleiche graubraune Wüstensteppenböden = palevo-burye pustynno-stepnye pochvy, bei RACHKOVSKAYA 1977 graubraune südliche Böden = burye yuzhnye pochvy, im Englischen bei BESPALOV 1964 als brown soils übersetzt).

Die zunehmende Trockenheit bei noch weniger anfallender organischer Substanz führt zu deren weitgehender Mineralisierung. Der Prozeß der Humusakkumulation tritt gegenüber der physikalischen Verwitterung stark zurück. Die auf die Sommermonate konzentrierten Niederschläge waschen die bei Verwitterung und Mineralisierung anfallenden Salze weitgehend aus. Der fehlende Schutz der Vegetationsdecke führt infolge ständiger Bodenwinde zu Ausblasung von Feinmaterial im obersten Profilmillimeter und zur Bildung von kiesig-grusigen Deckschichten (BESPALOV 1964, HAASE 1983, SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL 1992, STOLBOVOI 2000).

Infolgedessen sind Buroseme charakterisiert durch eine geringe Profildifferenzierung mit nur geringen Mächtigkeiten von 20 – 40 cm. Der bis ca. 25 cm mächtige Humushorizont weist Humusgehalte von 0,5 - 1,4 % auf. Kalk ist oft von der Oberfläche an über das gesamte Profil verteilt und führt zu einer graubraunen Färbung. In geringer Tiefe ist ein verdichteter Karbonatanreicherungshorizont entwickelt, der in Sandsubstraten tiefer liegt. Der schwach alkalische pH-Wert beträgt im ganzen Profil 7 – 7,5. Der Gehalt an leicht löslichen Salzen ist im Gegensatz zu den mittelasiatischen Wüstensteppenböden sehr gering. Solonezierung tritt nur lokal auf salzhaltigem Muttergestein wie den Gobi-Lehmen auf (BESPALOV 1964, HAASE 1983, WALTER 1974).

Bodenprofil (HAASE 1983):

- Ahs“ Oberbodenhorizont mit Humusgehalten < 1,5 % und graubrauner Farbe
(BscA) Unterbodenhorizont durchsetzt mit Kalkausscheidungen
CaC ähnlich dem Ca-Horizont mit 1 – 3 mm starken Kalkkrusten an der Unterseite größerer Skelettbrocken und weniger Kalkmehl und Kalkmyzel, geringerer Farbunterschied im Hangenden und Liegenden
C Ausgangsgestein

3 Ausblick

Mit vorliegendem Beitrag wurde versucht, einen zusammenfassenden Überblick über die für westeuropäische Leser schwer zugänglichen russisch-mongolischen Arbeiten zur Steppengliederung der Mongolei zu geben.

Die wesentlichen Informationen sind in beigefügter Übersicht (s. Tab. 5) noch einmal zusammengefasst, wobei die Tabelle nur die zitierte Literatur wiedergibt und keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Für großräumige Übersichtskartierungen hat sich die Methode der russischen Vegetationskunde (vgl. GROßHEIM 1930, KELLER 1930, ALECHIN 1932, RABOTNOV 1954, RAMENSKIY 1952, MASING 1991) für die Mongolei bewährt. Ein Vergleich dieser Gliederung mit den Ergebnissen regionaler Untersuchungen nach pflanzensoziologischer Methode (z.B. HILBIG & SCHAMSRAN 1977, HILBIG & KNAPP 1983, WALLIS DE VRIES et al. 1996, HILBIG et al. 2004) als auch eine pflanzengeographische Charakterisierung der vorgestellten Steppentypen (vgl. hierzu HILBIG & KNAPP 1983, HILBIG et al. 2004) stehen noch aus. Insbesondere letzteres dürfte die Ergebnisse der wenig dokumentierten russischen Methoden besser nachvollziehbar werden lassen und abrunden, da die Verbreitungsareale dominanter Arten bei der Typenbildung eine wichtige Rolle spielten (vgl. hierzu LAVRENKO et al. 1991, KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995). Dies ist im Rahmen des vorliegenden Beitrages jedoch nicht leistbar und bleibt künftigen Arbeiten vorbehalten.

Landesteil	Echte Steppe			Trockensteppe			Nördliche Wüstensteppe			Wüstensteppe								
	OM	ZM	WM	OM	ZM	WM	OM	ZM	WM	OM	ZM	WM						
	Ostm. Ebene	Khingan & SO Khentei	Z&W Khangay	SW Khangay	Mong. Altai	Ostm. Ebene	Khangay	Gobi Altai	Mong. Altai	N & O Gobi	Gobi Altai	Becken der Großen Seen	Uvs Nuur & Dzung. Gobi	Mong. Altai	Ostgobi	N & NW Gobi	Tal der Seen	Becken der Großen Seen
<i>Filifolium sibiricum</i>	X																	
<i>Stipa baicalensis</i>	X	X	X			X	X											
<i>Stipa grandis</i>	X						X	X										
<i>Armeniaca sibirica</i>		X																
<i>Stipa sibirica</i>		X																
<i>Leymus chinensis</i>	X					X	X	X										
<i>Festuca lenensis</i>		X	X	X	X	X	X	X										
<i>Poa attenuata</i>			X	X	X	X	X											
<i>Festuca sibirica</i>				X														
<i>Helictotrichon schellianum</i>				X														
<i>Carex pediformis</i>				X														
<i>Stipa krylovii</i>	X				X	X	X	X	X	X				X				
<i>Agropyron cristatum</i>			X		X	X	X	X	X	X	X	X		X				
<i>Helictotrichon altaicum</i>			X		X													
<i>Festuca valesiaca</i>			X		X			X										
<i>Stipa capillata</i>			X		X			X										
<i>Koeleria cristata</i>			X	X	X	X	X											
<i>Artemisia frigida</i>				X					X			X						
<i>Cleistogenes squarrosa</i>					X	X	X	X		X		X						
<i>Stipa krichisorum</i>									X									
<i>Festuca tschujensis</i>									X									
<i>Stipa orientalis</i>									X			X						
<i>Elytrigia nevski</i>									X				X		X			
<i>Stipa glareosa</i>									X		X		X	X	X	X	X	X
<i>Cleistogenes songorica</i>									X									
<i>Stipa gobica</i>									X	X			X	X	X			
<i>Stipa klemenzii</i>									X					X				
<i>Psathyrostachys juncea</i>												X						
<i>Artemisia gracilescens</i>												X						
<i>Artemisia schrenkiana</i>												X						
<i>Nanophyton grubovii</i>												X						
<i>Salsola passerina</i>														X				
<i>Allium polyrhizum</i>														X	X			
<i>Anabasis brevifolia</i>														X	X			X
<i>Cheopodium frutescens</i>															X			
<i>Krascheninnikovia ceratoides</i>															X	X	X	X
<i>Allium mongolicum</i>															X			X
<i>Artemisia xerophytica</i>																	X	X
<i>Artemisia caespitosa</i>																		X
Niederschlag	250 – 300 mm / á			200 – 250 mm / á			150 -200 mm / á			100- 150 mm / á								
Böden	südl. Tschernosem / dkl. Kastanosem			dkl. & typ. Kastanosem			heller Kastanosem			heller Kastanosem / Burosem								

Tab. 5 Zusammenfassende Übersicht zu den Steppentypen der Mongolei (Quellen: YUNATOV 1974, LAVRENKO 1978, KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995). Die Abkürzungen der Landesteile bedeuten: OM – Ostmongolei, ZM – Zentrale Mongolei, WM – Westmongolei.

Tab. 5 Comprising scheme to the steppe types of Mongolia (sources: YUNATOV 1974, LAVRENKO 1978, KARAMYSHEVA & KHRAMTSOV 1995). The abbreviations of country regions: OM – East Mongolia, ZM – Central Mongolia, WM – Westmongolia.

Literatur

- ALEKHIN, V.V. (1932): Die vegetationsanalytischen Methoden der Moskauer Steppenforscher. – In: ABDERHALDEN, E. (Hrsg.): Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. XI, Tl. 6, Heft 2: 335-374; Berlin–Wien (Urban & Schwarzenberg).
- BARTHEL, H. (1983): Die regionale und jahreszeitliche Differenzierung des Klimas in der Mongolischen Volksrepublik. – In: BARTHEL, H., BRUNNER, H. & G. HAASE: Physisch-geographische Studien in Asien. *Studia Geographica* 34: 3-91; Brno (Geographický ústav ČSAV).
- BARTHEL, H. (1988): Mongolei – Land zwischen Taiga und Wüste. Gotha (VEB Hermann Haack Geographisch-Kartographische Anstalt).
- BESPALOV, N.D. (1951): Pochvy Mongolskoy Narodnoy Respubliki. Moskva (Izdat. AN SSSR). [In Russ.]
- BESPALOV, N.D. (1964): Soils of Outer Mongolia. Jerusalem.
- BILLWITZ, K. (1997): Allgemeine Bodengeographie. – In: HENDL, M. LIEDKE, H. (Hrsg.): Lehrbuch der Allgemeinen Physischen Geographie. 3. Auflage: 233-327; Gotha (Justus Perthes Verlag).
- BORISOVA, I.V., POPOVA, T.A. & G.N. YAKUNIN (1977): Neodnorodnost pochvy i rastitelnosti kholodnopolyumno-zmееvko-kovylkovykh s karaganoy stepey v Severnoy Gobi. – In: LAVRENKO, E.M. (Hrsg.): Rastitelnyy i zhivotnyy mir Mongolii. 75-102; Leningrad (Nauka). [In Russ.]
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Stuttgart (Ulmer).
- DOKUCHAEV, V.V. (1883): Russkiy chernozem. – In: Izbrannye sochineniya. T. I: 229-239; Moskva (Gosselkhoz-izdat). [In Russ.]
- DOKUCHAEV, V.V. (1899): K izucheniyu o zonakh prirody. Gorizontallye i vertikalnyye pochvennyye zony. Moskva. [In Russ.]
- DOROFYUK, N.I. & P.D. GUNIN (2000): Bibliographical index on the results of studies of Joint Soviet-Mongolian Complex Biological Expedition of the Academy of Sciences of the USSR and the MPR (1967-1995). Moscow (Bioinformservis).
- DORZHOTOV, D. (1992): Pochvy Mongolii. Genezis, sistematika, geografiya, resursy i ispolzovanie. – Diss. na Faku. Pochvovedeniya MGU, Moskva. [In Russ.]
- EVSTIFEEV, YU.G. & E.I. RACHKOVSKAYA (1976): K voprosu o vzaimosvyazi pochvennogo i rastitelnogo pokrovov v yuzhnoy chasti MNR. – In: LAVRENKO, E.M. (Hrsg.): Struktura i dinamika osnovnykh ekosistem Mongolskoi Narodnoi Respubliki. 125-144; Leningrad (Nauka). [In Russ.]
- GADZHIEV, I.M., KOROLYUK, A.YU., TITLYANOVA, A.A. i. dr. (2002): Stepi Tsentralnoy Azii. Novosibirsk (Izdat. SO RAN). [In Russ.]
- GENNADIEV, A.N. (1990): Pochvy i vremya. Modeli razvitiya. Moskva (Izdat MGU). [In Russ.]
- GORDEEVA, T.K. (1977): Osobennosti vertikalnoy struktury fitomassy niekotorykh soobshchestv Mongolii. – In: LEBEDEV, D.V. & Z.V. KARAMYSHEVA (Hrsg.): Problemy ekologii, geobotaniki, botanicheskoy geografii i floristiki. 109-118; Leningrad (Nauka). [In Russ.]
- GROSHEIM, A.A. (1930): Zur Frage nach dem Zustandekommen der Pflanzendecke. – In: Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. XVIII (2): 225-268; Berlin.
- GRUBOV, V.I. (1972): The relation between the floras of Central and Eastern Asia. – *Komarov-Lektsii* 24: 86-93; Leningrad (Akad. Nauk). [In Russ.]
- GRUBOV, V.I. (1990): Desert steppes of Northern Gobi and their botanical-geographic interpretation. – Proceedings of the International Symposium of Grassland Vegetation. August 15-20, 1987: 191-193; Beijing (Science Press).
- GUBANOV, I.A. (1996): Konspekt flory Vneshney Mongolii (sosudistye rasteniya). Moskva (Izdat. Valant). [In Russ.]
- GUSENKOV, E.P. (1966): Der Charakter der Salzanreicherung in den Böden der ostmongolischen Platte. – *Pochvovedenie* 7. [In Russ.].

- HAASE, G. (1983): Beiträge zur Bodengeographie der Mongolischen Volksrepublik. In: BARTHEL, H., BRUNNER, H. & G. HAASE: Physisch-geographische Studien in Asien. – *Studia Geographica* 34: 232–369; Brno (Geographický ústav ČSAV).
- HILBIG, W. (1981): Bibliographie pflanzensoziologischer Arbeiten über die Mongolische Volksrepublik. – In: Erforschung biologischer Ressourcen der Mongolischen Volksrepublik Bd. 1. Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 3: 55-68; Halle.
- HILBIG, W. (1988): Bibliographie pflanzensoziologischer Arbeiten über die Mongolische Volksrepublik. Folge 2. – In: Erforschung biologischer Ressourcen der Mongolischen Volksrepublik Bd. 7. Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 11: 105-118; Halle.
- HILBIG, W. (1990): Pflanzengesellschaften der Mongolei. – In: Erforschung biologischer Ressourcen der Mongolischen Volksrepublik. Bd. 8. Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 39: Halle.
- HILBIG, W. (1991): Bibliographia phytosociologica: Mongolia. – *Excerpta Botanica Sectio B Sociologica* 28 (4): 245-309.
- HILBIG, W. (1995): The vegetation of Mongolia. Amsterdam (SPB Academic Publishing).
- HILBIG, W. (2000): Kommentierte Übersicht über die Pflanzengesellschaften und ihre höheren Syntaxa in der Mongolei. – *Feddes Repertorium* 111: 75-120.
- HILBIG, W., JÄGER, E.J. & H.D. KNAPP (2004): Die Vegetation des Bogd-uul bei Ulaanbaatar (Mongolei) - Standortbindung und pflanzengeographische Stellung. – *Feddes Repertorium* 115 (3-4): 265-342.
- HILBIG, W. & H.D. KNAPP (1983): Vegetationsmosaik und Florenelemente an der Wald-Steppen-Grenze im Chentej-Gebirge (Mongolei). – *Flora* 174: 1-89.
- HILBIG, W. & Z. SCHAMSRAN (1977): Beitrag zur Kenntnis der Vegetation im Chovd Aimak (Mongolische Volksrepublik). – *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* 17: 35-82.
- KARAMYSHEVA, Z.V. (1981): Karta rastitelnosti Mongolskoy Narodnoy Respubliki. – In: *Geobotanicheskoe Kartografirovaniye*. 3-21; Leningrad (Nauka). [In Russ.]
- KARAMYSHEVA, Z.V. & V.N. KHRAMTSOV (1995): The steppes of Mongolia. Camerino (Università di Camerino).
- KELLER, B. (1930): Die Methoden zur Erforschung der Ökologie der Steppen- und Wüstenpflanzen. – In: ABDERHALDEN, E. (Hrsg.): *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden*. Abt. XI, Tl. 6, Heft 2: 1-128; Berlin–Wien (Urban & Schwarzenberg).
- KUTSCHERA, L. (1960): *Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen*. Frankfurt a.M. (DLG-Verlag).
- LAVRENKO, E.M. (1978): O rastitelnosti stepey i pustyn Mongolskoy Narodnoy Respubliki. – *Problemy Osvoeniya Pustyn* 1: 3-19. [In Russ.]
- LAVRENKO, E.M. et al. (1979): Karta rastitelnosti Mongolskoy Narodnoy Respubliki. Mashtab 1 : 1 500 00. Moskva (AN SSSR). [In Russ.]
- LAVRENKO, E.M., VOLKOVA, E.A., KARAMYSHEVA Z.V. & E.I. RACHKOVSKAYA (1986): The botanical-geographic investigations in the Mongolian's People Republic. – In: *Prirodnye usloviya i biologicheskoe resursy MNR. Tezisy doklady*: 55-56; Moskva. [In Russ.]
- LAVRENKO, E.M., VOLKOVA, E.A., KARAMYSHEVA, Z.V., RACHKOVSKAYA, E.I., BEKET, U., BUJAN-ORSHIKH, KH. & G. TSEDENDASH (1988): The botanical-geographic and cartographic investigations in the Mongolian's People Republic. – In: SOKOLOV, V.E. & O. SHARDASUREN (Hrsg.): *Prirodnye usloviya, rastitelnyy pokrov i zhivotnyy mir Mongolii*. Pushchino. [In Russ.]
- LAVRENKO, E.M., KARAMYSHEVA, Z.V. & R.I. NIKULINA (1991): *Stepi Evrazi*. Leningrad (Nauka). [In Russ.]
- MASING, V. (1991): Die Entwicklung der Vegetationskunde in der Sowjetunion. – *Phytocoenologia* 19 (4): 479-495.

- METELTSEVA, E.P. (1986): Bibliograficheskiy ukazatel literatury po rezul'tatam issledovaniy sovmestnoy Sovetsko-Mongolskoy kompleksnoy biologicheskoy ekspeditsii AN SSSR i AN MNR 1970 – 1985 gg. Moskva (AN SSSR). [In Russ.]
- MURZAEV, E.M. (1954): Die Mongolische Volksrepublik. Physisch – Geographische Beschreibung. Gotha (VEB Geographisch-Kartographische Anstalt).
- NATSIONALNYY ATLAS (1990): Mongolskaya Narodnaya Respublika. Natsionalnyy atlas. Moskva-Ulan Bator. [In Russ.]
- RABOTNOV, T.A. (1954): Phytozoönologie. Stuttgart (Ulmer).
- RACHKOVSKAYA, E.I. (1977): Kraynearidnye tipy pustyn v Zaaltayskoy Gobi. – In: LEBEDEV, D.V. & Z.V. KARAMYSEVA (Hrsg.): Problemy ekologii, geobotaniki, botanicheskoy geografii i floristiki. 99-108; Leningrad (Nauka). [In Russ.]
- RACHKOVSKAYA, E.I. & E.A. VOLKOVA (1977): Rastitelnost Zaaltayskoy Gobi. – In: LAVRENKO, E.M. (Hrsg.): Rastitelnyy i zhivotnyy mir Mongolii. 46-74; Leningrad (Nauka). [In Russ.]
- RACHKOVSKAYA, E.I. (2001): Anthropogenic transformation of desert ecosystems in Mongolia. – In: BRECKLE, S.-W., VESTE, M. & W. WUCHERER (Hrsg.): Sustainable land use in deserts. 275-280; Berlin (Springer).
- RAMENSKIY, L.G. (1952): Metodika botanicheskikh issledovaniy. K metodike izucheniya rastitelnosti i naselyaemoy eyu sredey. – Botanicheskii Zhurnal **2** (37): 202-211. [In Russ.]
- SCHAEFFER / SCHACHTSCHABEL (1992): Lehrbuch der Bodenkunde. Stuttgart (Ferdinand Enke Verlag).
- STOLBOVOI, V. (2000): Soils of Russia: correlated with the revised legend of the FAO soil map of the world and the world reference base for soil resources. Laxenburg (IIASA).
- STUBBE, M., DAWAA, N., HILBIG, W. & Z. SCHAMSRAN (1981): Die Entwicklung der Zusammenarbeit auf biologischem Gebiet zwischen der MVR und DDR seit 1962. – In: Erforschung biologischer Ressourcen der Mongolischen Volksrepublik Bd. 1. Wissenschaftliche Beiträge der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 3: 13-46; Halle.
- SUCCOW, M. & K. KLOSS (1978): Standortverhältnisse der nordmongolischen Waldsteppenzone im Vorland des westlichen Chentey. – Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde **22** (8): 529-542.
- THE NEW ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA (1998): Languages of the world. – In: Macropaedia knowledge in depth. Vol. 22, Encyclopaedia Britannica: 572-796; Chicago.
- TITLYANOVA, A.A., KOSYCH, N.P., MIRONICHEVA-TOKAREVA, N.P. & I.P. ROMANOVA (1999): Patterns and process in above-ground and below-ground components of grassland ecosystems. – Journal of Vegetation Science **10**: 307-320.
- VOSTOKOVA, E.A., GUNIN, P.D., RACHKOVSKAYA, E.I. i. dr. (1995): Ekosistemy Mongolii. Rasprostraneniye i sovremennoye sostoyaniye. Moskva (Nauka). [In Russ.]
- WALLIS DE VRIES, M.F., MANIBAZAR, N. & S.DÜGERLHAM (1996): The vegetation of the forest-steppe region of Hustain Nuruu, Mongolia. – Vegetatio **122**: 111-127.
- WALTER, H. (1968): Die Vegetation der Erde in öko-physiologischer Betrachtung. Bd. II: Die gemäßigten und arktischen Zonen. Jena - Stuttgart (Gustav Fischer Verlag).
- WALTER, H. (1974): Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens. Stuttgart (Gustav Fischer Verlag).
- WALTER, H. & S.-W. BRECKLE (1994): Ökologie der Erde. Bd. 3. Spezielle Ökologie der gemäßigten und arktischen Zonen Euro-Nordasiens. Stuttgart – Jena (Gustav Fischer Verlag).
- YUNTAOV, A.A. (1950): Osnovnye cherty rastitelnogo pokrova Mongolskoy Narodnoy Respubliki. Moskva-Leningrad (Izdat. AN SSSR). [In Russ.]
- YUNATOV, A.A. (1974): Pustynnye stepi Severnoy Gobi v Mongolskoy Narodnoy Respublike. Leningrad (Nauka). [In Russ.]