



Kernaussagen

- Degradation von Ackerböden ist in der Mongolei weit verbreitet und zeigt sich in einer Vielzahl von Symptomen
- Dies gefährdet mittelfristig nicht nur die Produktivität der Böden, sondern beeinträchtigt auch andere Ökosystemleistungen wie Bereitstellung von sauberem Grundwasser, Wirken als CO₂-Senke und Sicherung der Humangesundheit
- Das Konzept der Bodengesundheit verbindet Bodenmanagement mit den Zielen der nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaften
- Bodenwissen muss daher über eine reine Kenntnis von Bodenfruchtbarkeitsparametern hinaus gehen
- Bodenwissen und dessen Anwendung in der Praxis sollte vielfältig verstärkt werden, z.B. in Form eines Bodenkompetenznetzwerkes in der Mongolei und darüber hinaus (Zentralasien)

Bedeutung von Bodenwissen für die landwirtschaftliche Praxis und die Gesellschaft

Einleitung

Böden sind für das Wohlergehen von Gesellschaften ähnlich wichtig wie Wasser. Sie stellen eine entscheidende Ressource für die Gewährleistung der weltweiten Ernährungssicherheit sowie für die Bereitstellung anderer Ökosystemleistungen dar, insbesondere auch angesichts der Herausforderungen, die der Klimawandel und eine wachsende Bevölkerung mit sich bringen. Eine unsachgemäße Bodennutzung führt zur Verschlechterung und zum Verlust dieser fast nicht erneuerbaren Ressource und gefährdet die Stabilität von Gesellschaften. Unabdingbare Voraussetzung für eine nachhaltige Bodennutzung, auch im Bereich der Landwirtschaft, ist daher eine genaue Kenntnis der Bodenressource.

Die Bodenressource der Mongolei

Die Mongolei zeichnet sich durch streng kontinentales Klima aus, mit insbesondere im Norden langen, kalten Wintern und einer kurzen Vegetationszeit. Die Niederschläge weisen ebenfalls einen Nord-Süd-Gradienten auf mit den höchsten Jahresniederschlägen im Norden mit bis ca. 350 mm. Basierend auf diesen klimatischen Gegebenheiten ist die Mongolei auch durch einen Gradienten der Bodenbildung gekennzeichnet. Während die meisten Böden ungeeignet für den Ackerbau sind (Regosols, Calcisols, Leptosols, Cryosols), sind auf dem Gebiet der Waldsteppe in nördlichen Bereichen der Mongolei fruchtbare Böden zu finden (Kastanozems, Umbrisols, Phaeozems bis hin zu vereinzelt Chernozems) (JRC and FAO, 2023).

Der großflächige Ackerbau begann in der Mongolei Mitte der 1950er Jahre, parallel zur Neulandkampagne

der Sowjetunion unter Chruschtschow (Frühauf et al., 2020). Die klassische Bodenbearbeitung geschah mit dem Pflug, und Schwarzbrache spielte eine wichtige Rolle im Ackerbau. Heute hat die Mongolei ca. 1,3 Millionen Hektar Ackerland, davon 70,9 % in der nördlichen Zentralregion, 15,9 % im Osten und 13,2 % im Westen (Dagvadorj et al., 2014). Nach einem Rückgang der Ackerbaufläche in den 1990er Jahren ist gegenwärtig wieder eine Inkulturnahme ehemals aufgegebener Flächen zu beobachten

Symptome der Bodendegradation

Obwohl die negativen Auswirkungen der Rotation von Schwarzbrache und Sommerweizen, z.B. auf den Humusabbau und die Bodenerosion allgemein bekannt sind, kommt dieses Bodenmanagement in den meisten landwirtschaftlichen Betrieben der Mongolei nach wie vor zum Einsatz. Anthropogene Bodenerosion ist der am leichtesten erkennbare und ökonomische relevanteste Prozess der Bodendegradation (Chesworth, 2008). So können auf unsachgemäß genutzten landwirtschaftlichen Böden Erosionsraten von bis zu mehreren Dutzend Tonnen pro Hektar und Jahr gemessen werden, während die Bodenneubildungsrate nur ca. 2 Tonnen pro

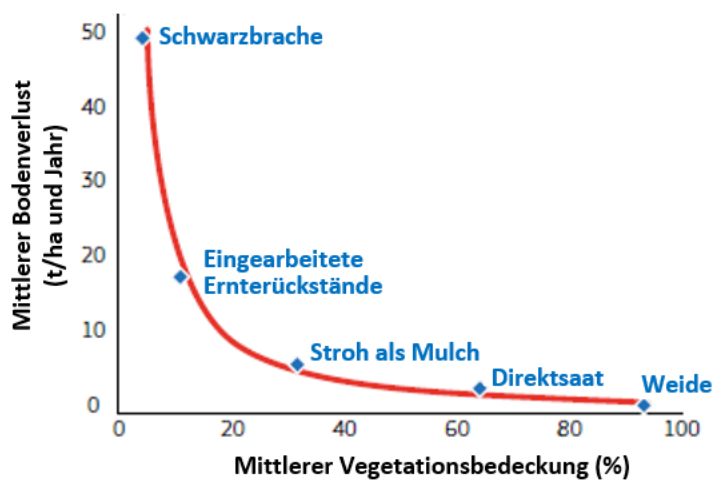


Abb. 1: Jährliche Bodenverluste bei unterschiedlicher Bodenbewirtschaftung (aus Freebairn, 2004).

Hektar und Jahr beträgt (Graßl, 1997). 61% der untersuchten Anbauflächen in 15 Aimags gelten als stark erodiert (Choijamts et al., 2015). Dies kann zu einem Verlust des fruchtbaren Oberbodens innerhalb weniger Jahrzehnte landwirtschaftlicher Nutzung führen. Neben Winderosion wirkt hierbei auch in innerasiatischen Trockengebieten sehr stark die Wassererosion aufgrund von Starkniederschlagsereignissen. Dabei wäre eine Minimierung der Bodenerosion sehr einfach: Verzicht auf Schwarzbrache und Minimalbodenbearbeitung bzw. Direktsaatverfahren (Fig. 1).

Auch die Düngung ist in den meisten Fällen unzureichend. Oftmals bekamen die Böden seit einigen Jahrzehnten keine Düngung und wenn, dann bezog sich dies fast ausschließlich auf Stickstoff. Hieraus ergibt sich, dass neben der naturräumlich gegebenen schlechten Wasserversorgung eine mangelnde Nährstoffversorgung der zweite Ertrag limitierende Faktor ist. Die Anbauflächen der Mongolei sind an Nitratstickstoff zu 40%, an umsetzbarem Phosphor zu 23% und an umsetzbarem Kalium nur zu 12% ausreichend versorgt (Choijamts et al., 2015). Hinzu kommt auf den oftmals schwach bis mäßig alkalischen Böden Mangel an Spurennährstoffen wie Eisen, Kupfer, Mangan und Zink, wozu es jedoch kaum belastbare Daten gibt.

Schwarzbrache und wendende Bodenbearbeitung führen zu einem beschleunigten mikrobiellen Abbau der organischen Bodensubstanz, während geringe Biomasseproduktion aufgrund von Wasser- und Nährstoffmangel in einem geringen Eintrag an Pflanzenrückständen resultiert. Beide Faktoren zusammen führen allgemein nach Inkulturnahme von Steppenböden zu Vorratsverlusten an organischer Bodensubstanz von bis zu 50% (Paustian et al., 1997), ein Ausmaß, das auch in mongolischen ackerbaulich genutzten Böden erreicht wird.

Gerade die organische Bodensubstanz ist ein Schlüsselfaktor für viele Bodenfunktionen: sie ist sowohl Nährstoffspeicher als auch -Quelle, ist ebenfalls ein Wasserspeicher und verbessert die Grundwasserqualität, sie fördert die Bodenstruktur, mindert somit die Bodenerosion und schließlich sie ist gleichzeitig Lebensraum und Nahrungsquelle für Bodenorganismen. Mithin ist sie ein entscheidender Faktor für die Fruchtbarkeit und Produktivität von Böden. Darüber hinaus ist die organische Bodensubstanz ein bedeutender Kohlenstoffspeicher und daher ein wichtiges Klimaregulativ. Nachhaltiges Bodenmanagement muss daher eine Erhöhung des Vorrates an organischer Bodensubstanz zum Ziel haben.

Bodengesundheit und Ökosystemleistungen

Aus den Ausführungen zur organischen Bodensubstanz geht hervor, dass eine reine Betrachtung von Parametern der Bodenfruchtbarkeit zur Beurteilung einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung nicht ausreicht. Um Maßnahmen für eine gute Bodenbewirtschaftung zu definieren, muss der enge Begriff der Bodenfruchtbarkeit mit seinem reinen Fokus auf die Pflanzenproduktion überwunden werden. Stattdessen muss die Beschreibung der Bodenqualität den Boden in seiner Funktion für die Landwirtschaft, aber auch hinsichtlich seiner Auswirkungen auf andere Ökosystemkomponenten darstellen. Für die nachhaltige Entwicklung von Gesellschaften ist das Konzept der Bodengesundheit inkl. Biodiversität wesentlich relevanter, da hier die Gesundheit von Menschen, Tieren, Pflanzen und der Umwelt verbunden (Abb. 2) und mit umfassenderen Zielen der nachhaltigen Entwicklung verknüpft (Abb. 3) sind.

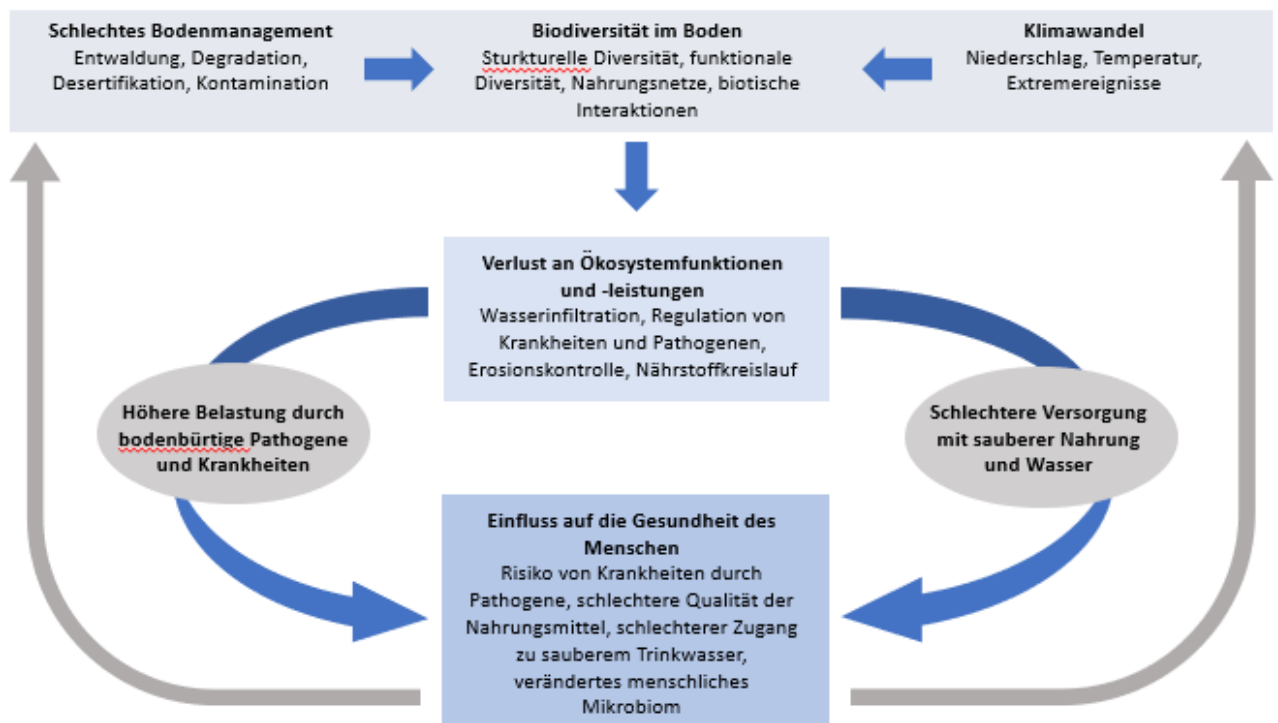


Abb. 2: Fließdiagramm zur Illustration der Verbindung zwischen Bodendiversität und der menschlichen Gesundheit. Die biologische Vielfalt des Bodens wird häufig negativ durch die Wechselwirkung zwischen schlechten Landbewirtschaftungspraktiken und Faktoren des Klimawandels beeinflusst, die letztlich beide die Ökosystemfunktionen und -leistungen beeinträchtigen, welche für die menschliche Gesundheit wichtig sind (Bekämpfung von Schädlingen und Krankheitserregern, Produktion gesunder Lebensmittel, Reinigung von Wasser und Verringerung Luftverschmutzung). Die Reaktionen auf die Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit können sich wiederum auf Managemententscheidungen auswirken, welche auf Landnutzung und Klimawandel rückwirken (übernommen von Wall et al., 2015).

Schließlich definiert der Begriff der Bodensicherheit die Bodenleistungen als ein gemeinsames gesellschaftliches Gut, ähnlich wie Wasser und Luft und damit als ein Menschenrecht (Koch et al., 2013). Das Konzept der Bodengesundheit erlaubt es, das Bodenmanagement mit den Zielen der nachhaltigen Entwicklung in Einklang zu bringen (Abb. 3) und sollte die Grundlage für das Handeln von Entscheidungsträgern sein (Lehmann et al., 2020).

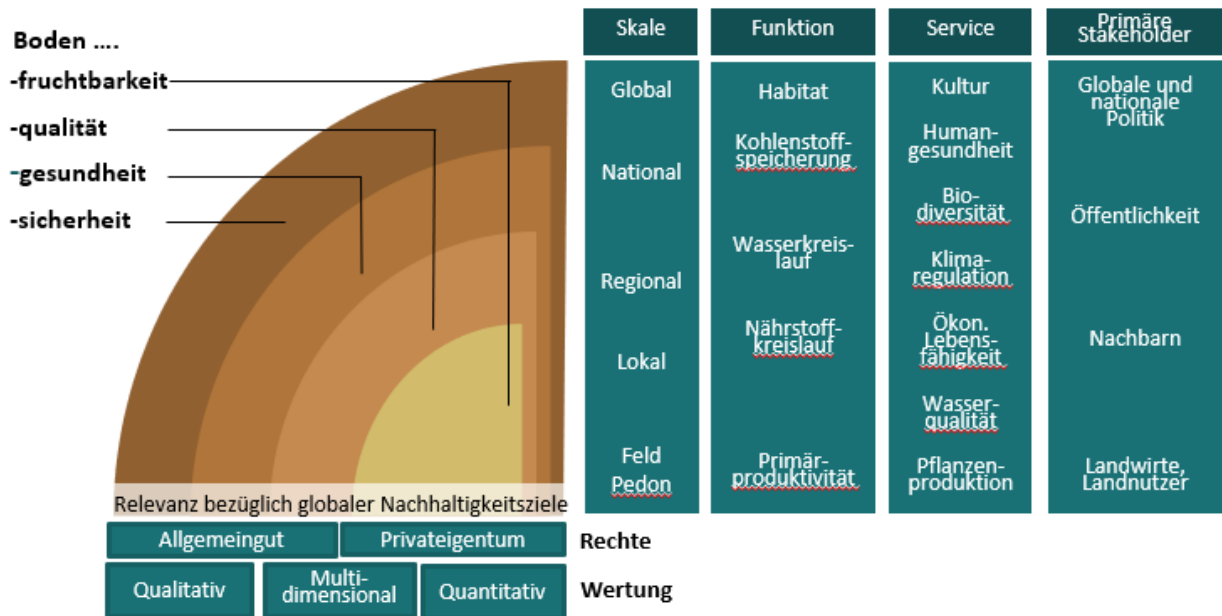


Abb. 3: Konzept der Integration von Bodenfruchtbarkeit, -qualität, -gesundheit und -sicherheit mit Ökosystemleistungen und den Stakeholdern auf unterschiedlich relevanten räumlichen Skalen (übernommen von Lehmann et al., 2020).

Dieses Konzept lässt sich gut auf die nachhaltige Landwirtschaft anwenden, bei der die Bereitstellung von Agrochemikalien nicht ausreicht, um die Produktion zu sichern. Wichtig ist, dass das Bodengesundheitskonzept in erster Linie die biologischen Parameter und Prozesse in der landwirtschaftlichen Produktion berücksichtigt. Zum Beispiel erhöht die Etablierung biodiverser Fruchtfolgen, z.B. über Zwischenfrüchte bzw. grüner Brache und unter Einbeziehung von Leguminosen, den organischen Kohlenstoffgehalt des Bodens und die Artenvielfalt des Bodenmikrobioms im Boden (Reinhold-Hurek et al., in Vorbereitung) sowie die Widerstandsfähigkeit des Bodens gegenüber Stressoren (Chen et al., 2020). Gleichmaßen kann das Konzept der Bodengesundheit auf andere Ökosystemleistungen angewandt werden, z.B. Wasserqualität, Klimawandel und menschliche Gesundheit (Lehmann et al., 2020).

Empfehlungen

Um die Fruchtbarkeit und Gesundheit der Böden in Zentralasien zu verbessern und alle Bodenleistungen zu erbringen, die für die Sicherheit der Nahrungsmittelproduktion und die Ökosystemleistungen, einschließlich des Klimaschutzes, erforderlich sind, werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen, wobei zwischen Managementmaßnahmen und dem Bedarf an Kapazitätsaufbau unterschieden wird.

1) Managementmaßnahmen

Zunächst einmal gilt es, das landwirtschaftliche Bodenmanagement zu optimieren. Hier ist in vielen Bereichen das Wissen vorhanden. Für Böden der südsibirischen Steppe wurde dies im

Rahmen des BMBF-Projektes KULUNDA erarbeitet (Frühau et al., 2020), was zumindest z.T. auch auf die naturräumlichen Verhältnisse der Mongolei übertragen werden kann (Guggenberger, 2020; Meinel, 2020). Konkret werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

Minimierung der Schwarzbrache und Umstellung auf Minimalbodenbearbeitung bzw. Direktsaatverfahren

Schwarzbrache ist der stärkste Treiber der Bodendegradation. Angegebene Gründe für Schwarzbrache sind (a) bessere Stickstoffverfügbarkeit aufgrund der Mineralisation organischer Bodensubstanz, (b) Aufbau eines Wasserreservoirs im Boden im Brachejahr, (c) phytosanitäre Kontrolle. Im KULUNDA-Projekt konnte gezeigt werden, dass (a) die Schwarzbrache nicht nur zu mittelfristigen Humusverlusten führt, sondern auch zur Reduktion der Freisetzung mineralischen Stickstoffs aus der organischen Substanz und (b) Minimalbodenbearbeitung bzw. Direktsaatverfahren aufgrund des Mulcheffektes der Hauptkultur mehr Bodenwasser zur Verfügung stellt als dies nach Schwarzbrache der Fall ist (Frühau et al., 2020). Das Problem der Kontrolle von Ackerbeikräutern (c) kann durch Etablierung geeigneter Fruchtfolgen und durch Grünbrachen angegangen werden. Feldversuche am Institute of Plant and Agricultural Sciences (IPAS) in Darkhan zeigen das hohe Potenzial von Grünbrachen, gerade auch hinsichtlich der Stickstoffverfügbarkeit für die Folgefucht.

Ackerbautechnisch erfordert dies die weitere Verbreitung von Direktsaatverfahren mit optimierten Scharen und einen verstärkten Einsatz von Sensor gesteuerten Präzisionspritzen zur Reduktion der Pestizidapplikationen. Hierfür sind Förderungen durch den Staat, Banken o.ä. notwendig.

Entwicklung eines nachhaltigen Düngeregimes

Während in der Mongolei verbreitet Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden, werden in den meisten Böden die Nährelemententzüge mit der Feldfrucht seit Jahrzehnten nicht kompensiert, was auf mittlerer Sicht zu Ertragseinbußen führt. Daher sind auf den Böden eine Meliorationsdüngung und spätere Erhaltungsdüngung anzustreben. Dies erfordert jedoch zunächst Kenntnis der Nährstoffverhältnisse im Boden und dann insbesondere eine Ausarbeitung von Düngungsempfehlungen. Diese müssen jedoch den klimatischen, edaphischen und ackerbaulichen Bedingungen angepasst sein. Als Referenz könnte hierbei z.B. der Manitoba Soil Fertility Guide (Manitoba Soil Fertility Advisory Committee, 2007) dienen, da die kontinentalen Bedingungen in Kanada jenen der Mongolei ähnlich sind. Allerdings gilt es, Empfehlungen aus anderen kontinentalen Trockengebieten auf die Bedingungen in der Mongolei zu überprüfen und anzupassen (siehe Punkt 2).

Integration von Tierhaltung und Ackerbau

In der Mongolei spielt die Tierhaltung eine bedeutende Rolle. Allerdings stehen die zumeist nomadische Tierhaltung und der Ackerbau in Konkurrenz zueinander. Eine Integration von beidem wäre jedoch unter ökonomischen und ökologischen Gründen vorteilhaft. So könnten Grünbrachen genutzt werden, um Wintervorräte für die Tiere anzulegen, was gegenwärtig nicht passiert und in harten Wintern zu außergewöhnlich hohen Verlusten an Tieren führt, bedingt entweder durch starken Schneefall (weißer Dzud) oder durch Mangel an Weideland nach einer Sommerdürre und starkem Frost (schwarzer Dzud) (Batima, 2006). Für den Ackerbau hat Integration von Tierhaltung wiederum den Vorteil der Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit (Cai et al., 2019) und der Bodenkohlenstoffgehalte (Liu et al., 2023) gegenüber reiner Mineraldüngung.

2) Maßnahmen zum Kapazitätsaufbau in Bildung und Wissenschaft

Eine moderne bodenkundliche Ausbildung, die Einführung neuer und harmonisierter Standards in der Bodenanalyse und die Anbindung an die globale Forschung sind eine grundlegende Voraussetzung für die notwendigen Beiträge der Agrarwissenschaften im Allgemeinen und der Bodenkunde im Besonderen zur nachhaltigen Entwicklung und zur Gewährleistung der Ernährungssicherheit. Um dies zu erreichen, muss die Bodenkunde in der Mongolei, aber auch in den gesamten Steppengebieten Zentralasiens an aktuelle theoretische Konzepte angepasst und mit modernen Analyseverfahren ausgestattet werden. Dies beinhaltet folgende Maßnahmen:

Entwicklung einheitlicher Standards

Bisher werden in der Mongolei noch Managementempfehlungen nach alten sowjetischen Methoden und Standards gegeben. Während diese teilweise nach wie vor sinnvoll erscheinen, z.B. die Machygin-Methode für verfügbaren Phosphor (ГОСТ, 1992), trifft dies für andere Nährstoffe nicht zu. Hier wäre eine Anpassung an westliche Standards, z.B. auf Basis von Carter und Gregorich (2007), und deren Überprüfung bzw. Optimierung auf die Verhältnisse in der Mongolei angeraten. Dies sollte als koordinierte Aktion aller Institutionen in der Mongolei durchgeführt werden, die sich mit Nährstoffanalytik in Böden befassen. Ähnliches gilt für die Aktualisierung von Analyseverfahren für bodenphysikalische und bodenbiologische Parameter.

Bodenkundliche Bildung und Weiterbildung

Eine Grundvoraussetzung hierfür ist eine verbesserte Ausbildung sowohl an den Universitäten als auch in der Ausbildung von Praktikern. An den Universitäten betrifft dies eine verbesserte Ausstattung von Laboratorien, eine verstärkte Einbindung von internationalen Dozierenden in der Lehre und v.a. der Etablierung und Zertifizierung moderner Studiengänge nach internationalen Standards. Gleichermaßen bedeutend ist eine verbesserte Ausbildung und Weiterbildung von technischem bzw. praktisch arbeitendem Personal. Hier kann der duale Ausbildungsweg in Deutschland als gutes Beispiel dienen.

Technische und wissenschaftliche Innovation

Methoden zur Analyse von Bodeneigenschaften und -funktionen unterliegen derzeit einer rasanten Entwicklung, welche mittelfristig konventionelle Bodenanalysen überflüssig erscheinen lassen. Dies betrifft auf großer Skalenebene u.a. die Satelliten gestützte Hyperspektralanalyse von Bodenparametern und auf kleiner Prozessebene molekulare Verfahren und Lab-on-a-Chip-Methoden. Künstliche Intelligenz wird die Auswertung der erhaltenen komplexen Ergebnisse revolutionieren. Hier ergibt sich bei entsprechender finanzieller Förderung die Chance für Länder wie die Mongolei, Innovationsrückstände aufzuholen.

Aufbau eines Kompetenznetzwerkes

Zur Realisierung der genannten Punkte ist der Aufbau eines Kompetenznetzwerks für Böden von entscheidender Bedeutung. Im Idealfall sollte sich dies nicht nur auf die Mongolei beschränken, sondern alle Länder mit vergleichbaren naturräumlichen Gegebenheiten und ähnlicher sozioökonomischer Entwicklung in der Region beinhalten, konkret die Länder Zentralasiens. Die Investitionen für solche Maßnahmen wären wesentlich geringer als der ökologische und wirtschaftliche Nutzen, der sich aus der Sicherstellung der Bereitstellung von Ökosystemleistungen durch gesunde Böden ergibt.

Referenzen

- Batima, P. (2006): Climate Change Vulnerability and Adaptation in the Livestock Sector of Mongolia. A Final Report Submitted to Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change (AIACC), Project No. AS 06.
- Cai, A.D., Xu, M.G., Wang, B.R., Zhang, W.J., Liang, G.P., Hou, E.Q., Luo, Y.Q. (2019) Manure acts as a better fertilizer for increasing crop yields than synthetic fertilizer does by improving soil fertility. *Soil & Tillage Research* 189, 168-175.
- Carter, M.R., Gregorich, E.G. (Hrsg.) (2007) *Soil Sampling and Methods of Analysis*, 2nd edition. CRC Press.
- Chen, X.D., Dunfield, K.E., Fraser, T.D., Wakelin, S., Richardson, A.E., Condrón, L.M. (2020) Soil biodiversity and biogeochemical function in managed ecosystems. *Soil Research* 58, 1-20.
- Chesworth, W. (Hrsg.) (2008) *Encyclopedia of Soil Science*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Chojamts, A., Odgerel, B., Amarsanaa, B., Tuul, D. (2015) Stand der Fruchtbarkeit von Ackerböden in der Mongolei, Verbesserungsmöglichkeiten und Bedarf an Düngung. Beitrag zum Workshop Bodenschutz als Grundlage für nachhaltige Pflanzenproduktion, Deutsch-Mongolisches Kooperationsprojekt Nachhaltige Landwirtschaft, November 2015.
- Dagvadorj, D., Batjargal, Z., Natsagdorj, L. (2014) Mongolia Second Assessment Report on Climate Change 2014. Ministry of Environment and Green Development of Mongolia.
- ГОСТ (1992) ПОЧВЫ Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. Комитет по стандартизации и метрологии СССР, ГОСТ 26205-91, Москва.
- Guggenberger, G. (2020) Optimizing humus, water, and nutrient management in Mongolia under changing climate conditions. In: G. Gantulga, B. Erdenebolor (Hrsg.): *Study on Sustainable and Climate Change Adapted Land Use in the Mongolian Crop Sector. German-Mongolian Cooperation Project "Sustainable Agriculture"*. Ulaanbaatar, Mongolei, S. 75-113. (Auch in mongolischer Sprache veröffentlicht.)
- Freebairn, D. (2004) Some observations on the role of soil conservation structures and conservation. *Journal of the Australian Association of Natural Resource Management* 7, 8–13.
- Frühauf, M., Guggenberger, G., Meinel, T., Theersfeld, I., Lentz, S. (Hrsg.) (2020) *KULUNDA - Climate Smart Agriculture*. Springer Nature, Switzerland.
- Frühauf, M., Meinel, T., Schmidt, G. (2020) The virgin lands campaign (1954-1963) until the breakdown of the Former Soviet Union (FSU): With special focus on western Siberia. In: M. Frühauf, G. Guggenberger, T. Meinel, I. Theersfeld, S. Lentz (Hrsg.): *KULUNDA - Climate Smart Agriculture*. Springer Nature, Switzerland. S. 101-118.
- Liu, Y.H., Li, C., Cai, G., Sauheitl, L., Xiao, M.L., Shibistova, O., Ge, T.D., Guggenberger, G. (2023) meta-analysis on the effects of types and levels of N, P, and K fertilization on organic carbon in cropland soils. *Geoderma* 437, Art. No. 16580.
- Joint Research Centre of the European Commission (JRC), and Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO) (2023) *Soil Atlas of Asia*, Publications Office of the European Union & FAO, Luxembourg and Rome.
- Koch, A. und 30 andere (2013) Soil security: solving the global soil crisis. *Global Policy* 4, 434-441.
- Lehmann, J., Bossio, D.A., Kögel-Knabner, I., Rillig, M.C. (2020) The concept and future prospects of soil health. *Nature Reviews Earth & Environment* 1, 544-553.
- Manitoba Soil Fertility Advisory Committee (2007) *Manitoba Soil Fertility Guide*. Government of Manitoba, Canada. <https://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/soil-fertility/soil-fertility-guide/>



Meinel, T. (2020) Sustainable farming alternatives in Mongolia under changing climate conditions. In: G. Gantulga, B. Erdenebolor (Hrsg.): Study on Sustainable and Climate Change Adapted Land Use in the Mongolian Crop Sector. German-Mongolian Cooperation Project "Sustainable Agriculture". Ulaanbaatar, Mongolei, S. 114-159. (Auch in mongolischer Sprache veröffentlicht.)

Paustian, K., Collins, H.P., Paul, E.A. (1997): Management controls on soil carbon. In: E.A. Paul, K.H. Paustian, E.T. Elliott, C.V. Cole (Hrsg.): Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems - Long-Term Experiments in North America. CRC Press, Boca Raton. S. 15-50.

Wall, D.H., Nielsen, U.N., Six, J. (2015) Soil biodiversity and human health. Nature 528, 69-76.

Haftungsausschluss:

Dieser Beitrag wird unter der Verantwortung des „Deutsch-Mongolischen Kooperationsprojekts Nachhaltige Landwirtschaft“ veröffentlicht. Jegliche Meinungen und Ergebnisse, Schlussfolgerungen, Vorschläge und Empfehlungen beziehen sich auf die Autoren und müssen nicht den Ansichten des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) entsprechen.

Autor

Georg Guggenberger
Geschäftsführender Leiter des Institutes
für Bodenkunde
Leibniz Universität Hannover
guggenberger@ifbk.uni-hannover.de