

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung DBG, Kom V
Thema : Bodenschätzung
Titel der Tagung: Böden – Lebensgrundlage und Verantwortung
Veranstalter: DBG, September 2013 Rostock
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation), <http://www.dbges.de>

Bewertung landwirtschaftlicher Produktivitätspotentiale der globalen Landressource

Lothar Müller¹, Uwe Schindler¹, Volker Hennings², Elena Smolentseva³, Konstantin Pachikin⁴, Olga Rukhovich⁵, Sergey Lukin⁶, Wenxu Dong⁷, Askhad K. Sheudshen⁸, Jay Jabro⁹, Stephan Sauer¹⁰, Henrik Helbig¹¹, Frank Eulenstein¹

¹Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) Müncheberg, Eberswalder Straße 84, D-15374 Müncheberg, [Email: mueller@zalf.de](mailto:mueller@zalf.de)

²Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Geozentrum Hannover, Stilleweg 2, D-30655 Hannover

³Russische Akademie der Wissenschaften, Sibirische Abt., Institut für Bodenkunde und Agrochemie, 8/2, Ac. Lavrentieva ave., 630090 Novosibirsk, Russische Föderation

⁴Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after U. U. Usmanov, Al Faraby Ave 75b, 050060, Almaty, Kazakhstan

⁵Russische Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, Pryanishnikov All-Russisches Institut für Agrochemie (VNIIA) Pryanishnikova St., 31a, 127550 Moskau, Russland

⁶Russische Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, All-Russisches Forschungs- und Entwicklungsinstitut für organische Düngung und Torf, Vladimir, Russland

⁷Institute of Genetics and Developmental Biology, The Chinese Academy of Sciences. 286 Huaizhong. Rd., Shijiazhuang 050021, Hebei, China

⁸Staatliche Agraruniversität des Kuban, Lehrstuhl für Agrochemie, 13 Kalinin Str. 350044 Krasnodar, Russische Föderation

⁹Northern Plain Agricultural Research Laboratory, 1500 N. Central Ave, Sidney, MT 59270, USA

¹⁰Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Postfach 10 02 55, 55133 Mainz

¹¹Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Köthener Str. 38, 06188 Halle

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel unserer Arbeiten ist die Klassifikation und funktionelle Bewertung von Agrarstandorten nach einheitlichen Kriterien. Solche Informationen könnten für die überregional vergleichende Bewertung und standortgerechte nachhaltige agrarische Nutzung von Böden hilfreich sein. Wir untersuchten mehr als 100 repräsentative Böden auf Versuchsstandorten in bedeutenden Agrarregionen der Welt. Das sind Europa, Nordchina, die Prärieregionen Nordamerikas, sowie die Steppen Westsibiriens und Kasachstans. Die Böden wurden nach der World Reference Base for Soil Resources (WRB 2006) klassifiziert und mittels Müncheberger Soil Quality Rating (M-SQR) funktionell bewertet. Das indikatorbasierte M-SQR erwies sich als praktikabel und führte zu plausiblen Werteangaben der Bodengüte. Die Bewertungskennziffern des M-SQR können je nach Landnutzungsintensität und Anpassungsgüte der Indikatoren etwa 50-80 % der Ertragsvariabilität von Getreide erklären. Es wird geschlossen, daß das M-SQR für die skalenübergreifende Abschätzung von landwirtschaftlichen Produktivitätspotentialen, also als Basiswerkzeug für ein globales Bodenmonitoring, geeignet ist. Das M-SQR erweitert Bodenklassifikationssysteme wie die WRB 2006 um den Aspekt der Bodenfunktionalität.

Schlüsselworte: Ackerland, Ertragspotential, Bodenschätzung, Müncheberger Soil Quality Rating

AUFGABENSTELLUNG

Globale Schlüsselfragen des 21. Jahrhunderts wie Ernährung der unkontrolliert wachsenden Weltbevölkerung, Verknappung der Energieressourcen, Wassermangel, Desertifikation, Verschmutzung der Umwelt und Verlust an Biodiversität sind eng mit Problemen der Bodennutzung verbunden. Nachhaltige Nutzungsstrategien sind erforderlich. Das setzt eine zuverlässige Kennzeichnung und Bewertung von Böden im transnationalen Rahmen voraus. Geeignete Bewertungssysteme sollten entwickelt, erprobt und etabliert werden. Bereits Dokuchaev hatte darauf hingewiesen, daß Bodenklassifikationen auch Auskunft

über die Ertragsfähigkeit geben sollten (In: Dokuchaev, 1951).

In den letzten 15 Jahren gab es erfolgreiche Bemühungen, mit der World Reference Base of Soil Resources (WRB 2006) einen Rahmen für die internationale Klassifikation, Korrelation und Kommunikation von bzw. zu Böden zu schaffen. Solche Bodenklassifikationssysteme beinhalten Informationen über Bodenprozesse und liefern Namen für Böden. Sie sagen jedoch wenig über die Funktionalität und Ertragsfähigkeit aus. Parallel sind im 20. Jahrhundert zahlreiche Bewertungssysteme der Bodengüte von Agrarstandorten entwickelt worden (Bodenschätzungsverfahren). Unterschiedliche regionale und nationale Boden- und Standortbedingungen und darauf aufbauende empirische Skalen verhindern eine Vergleichbarkeit und Anwendbarkeit im transnationalen Maßstab (Mueller et al., 2010).

Bewertungssysteme von Bodenfunktionen, die skalenübergreifend Vergleiche über größere Regionen oder Kontinente ermöglichen, waren bisher nicht bekannt. Das Müncheberger Soil Quality Rating (M-SQR, Mueller et al., 2007a) soll diese Lücke schließen und möglichst zuverlässig, einfach und schnell skalenübergreifende Bewertungen der Bodengüte und Ertragspotentiale ermöglichen. Wir resümieren einige bisherige Ergebnisse und weisen auf Schwachstellen und Anwendungspotentiale hin.

MATERIAL und METHODIK

In wichtigen Agrarregionen der Welt - Europa, Westsibirien und Kasachstan, Nordchina und in Nordamerika - wurden Boden- und Ertragsdaten auf Experimentalstandorten im Felde erhoben. Catenen und repräsentative Einzelprofile wurden nach nationalen Kartierungsschlüsseln sowie der World Reference Base for Soil Resources (WRB 2006) klassifiziert. Bodengüte und Ertragspotential wurden nach dem Müncheberger Soil Quality Rating ermittelt. Das M-SQR ermöglicht eine Gesamtbewertung der Bodengüte innerhalb einer 100-Punkte-Skala. Dieser Ansatz einer indikatorbasierten Bodenschätzung im globalen Maßstab enthält Kriterien der Textur und Struktur der Böden, des Reliefs sowie des Bodenfeuchte- und Thermalregimes. Die

Daten wurden nach feldbodenkundlichen Kriterien (FAO, 2006a) auf der Grundlage des M-SQR- Handbuchs (Mueller et al. 2007b) am Bodenprofil erhoben. Monatliche Niederschläge und Temperaturen an diesen Standorten lieferte die FAO- Klimadatenbasis New Loc Clim 1.10 (FAO, 2006b). Die Standorte waren Parzellen-Versuchsstandorte oder Experimentalfelder. Somit lagen exakt ermittelte Ertrags- und Bewirtschaftungsdaten vor.

ERGEBNISSE und DISKUSSION

Bodengütepunkte und Getreideerträge

Pflanzenerträge korrelieren signifikant mit Bodengütepunkten. Wir fanden solche Beziehungen in verschiedenen Maßstabsbereichen, insbesondere dann, wenn wir die Getreide-Erträge aller internationalen Standorte zu den M-SQR scores in Beziehung setzten. Allerdings spielen die Aufwendungen an Agrochemikalien, insbesondere das Niveau der Stickstoffdüngung, eine entscheidende Rolle.

Neben den schon veröffentlichten Beziehungen auf relativ breiter Datenbasis (Mueller et al., 2013)

$$y = 1.64 + 0.00096x^2, n=122, r^2=0.66^{***}$$

SE=1.34 (hohe Inputs, > 100kg N/ha)

sowie

$$y = 0,07 x, n=76, r^2= 0.78^{***}, SE=0.8$$

(geringe bis moderate Inputs, < 100kg N/ha)

fanden wir für völlig ungedüngte Standorte

die lineare Beziehung

$$y=0,046 x, n=16, r^2= 0.57^*$$

y=Getreideertrag in t/ha,

x=Bodengütepunkte (M-SQR scores)

Die lineare Regressionsgleichung für geringe bis moderate Inputs kann als Referenzgleichung des M-SQR gelten und zur Plausibilitätsprüfung der standörtlich ermittelten Bodengütepunkte dienen

Eignung des Müncheberger Soil Quality Ratings für Deutschland

In Deutschland liegen flächendeckende Informationen der Bodengüte in Form der Bodenschätzung (BS) vor. Dieses Material konnte bisher erfolgreich für verschiedene Zwecke der Bodenbewertung genutzt werden (HLUG 2008). Im Feldmaßstab und regionalen Maßstab weisen die Schätzergebnisse signifikante Beziehungen zum

Pflanzenertrag auf (Rötscher, 2013). Der Klimaeinfluß auf den Ertrag bleibt jedoch bei der Bodenschätzung unterbewertet, ebenso die Eignung humusreicher Sande für den Pflanzenbau. Gefährdungen wie Bodenkontaminationen können mit der BS nicht bewertet werden. Für die Gesamtfläche Deutschlands oder für Bundesländer können Bodengütepoteentiale mit der BS daher nur grob abgebildet werden.

Das M-SQR hat nicht nur für den transnationalen Maßstab, sondern auch für Deutschland, interessante Anwendungspotentiale. Sie konnten bisher erst teilweise erschlossen werden, z. B. mit dem Entwurf einer Bodengütekarte für Deutschland (Richter et al, 2009). Jüngst hat Helbig (2013) den Entwurf einer Bodengütekarte für Sachsen-Anhalt erstellt (Abb. 1). Die Ähnlichkeit der Muster dieser Karte mit denen der Ackerzahlen der Bodenschätzung überrascht nicht. Es konnten signifikante Korrelationen zwischen Basisscore des M-SQR und Ackerzahlen der BS gefunden werden (Müller et al., 2011). Mittels der Gefährdungsindikatoren wie z.B. „Trockenheit“ (Hazard-Indikator 7), oder „Thermalregime“ (Hazard-Indikator 11) wäre es dann prinzipiell möglich, flächenhafte Bodenschätzungsergebnisse in M-SQR scores zu konvertieren. Das entspräche einer Klimaanpassung der Bodenschätzung und würde reale Ertragsverhältnisse besser widerzuspiegeln. In Abb. 1 fällt auf, daß beim M-SQR weniger „weiße Flecken“ auftreten. Der Rahmen des M-SQR und die Daten der Bodeninformationssysteme der Länder und des Bundes ermöglichen es prinzipiell, alle Landflächen (mit Ausnahme der bebauten und versiegelten) unabhängig von ihrer gegenwärtigen Nutzung auf ihre Eignung als Ackerland oder Grünland zu schätzen. Flächenumwidmungen (Wiedervernässung von Feuchtgebieten; Mueller et al., 2008) oder Standortmeliorationen (Grabenbau, Bewässerungsanlagen) können hinsichtlich ihrer Ertragswirksamkeit objektiver bewertet werden. Auf der Grundlage besserer Bodengütekarten könnten benachteiligte Gebiete für die Landwirtschaft präziser als bisher ermittelt werden. Schließlich deutet sich an, daß das Indikatorsystem des M-SQR zur Kennzeichnung anderer Boden- und Landschaftsfunktionen im Rahmen von

Verträglichkeitsprüfungen (Impact Assessment) genutzt werden kann.

Sensitivität der Indikatoren

Einige Bewertungstabellen des M-SQR Manuals beinhalten gegenwärtig zuviel subjektiven Spielraum, der leicht dazu führen kann, daß die erwünschte Konsistenz der Schätzergebnisse über verschiedene Maßstabsbereiche nicht erreicht wird. Dieses Problem ist nur schrittweise lösbar, da der Personenkreis derjenigen, die mit der Methodik praktische Erfahrungen haben, noch sehr begrenzt ist. Wir stellten fest, daß beim Basisrating vor allem die Schätzung der Durchwurzelungstiefen zu erheblichen Abweichungen in der Gesamtbewertung der Bodengüte führen kann. Das ist kein spezifisches Problem des M-SQR, sondern tritt bei allen Bewertungsverfahren von Bodenfunktionen auf, die auf dem Konzept des durchwurzelbaren Bodenraumes oder einer potentiellen Durchwurzelungstiefe basieren. Bei unseren Feldarbeiten fanden wir einen deutlichen Einfluß der Bodentextur. Während bei einem hohen Anteil der feinen Fraktionen Schluff und auch Ton stets tiefreichende Wurzelsysteme vorgefunden wurden, waren Böden mit einem hohen Anteil an Grobsand und Skelett weniger tief durchwurzelt. Tabelle 1 gibt daraus abgeleitete Orientierungswerte für Durchwurzelungstiefen und Ratings. Orientierungswerte für die Multiplikatoren der Trockenheitsgefährdung wurden bereits an anderer Stelle vorgeschlagen (Mueller et al, 2011).

SCHLUSSFOLGERUNGEN

- 1) Mit dem Müncheberger Soil Quality Rating verfügen wir über ein handhabbares Werkzeug zur Abschätzung landwirtschaftlicher Produktivitätspotentiale im globalen Maßstab.
- 2) Die Ergebnisse korrelieren gut mit Getreideerträgen
- 3) Das Verfahren ist in verschiedenen Maßstabsbereichen anwendbar und liefert auch für Standorte in Deutschland plausible Resultate
- 4) Besonders sensitive Indikatoren sind die Durchwurzelungstiefe (Basisindikator 5) sowie die Trockenheitsgefährdung (Gefährdungsindikator 7).

- 5) Für diese Indikatoren wurden Richtwerte auf der Grundlage zahlreicher Feldbeobachtungen erarbeitet.
- 6) Der subjektive Fehlereinfluß muß und kann weiter gemindert werden.
- 7) Die kombinierte Klassifikation von Böden mittels WRB 2006 und M-SQR liefert hinreichende Informationen über Bodeneigenschaften, Prozesse und standörtliche Produktivitätspotentiale
- 8) Das M-SQR- Verfahren hat weitere Anwendungspotentiale wie die Abschätzung der Anbaueignung für verschiedenen Fruchtartengruppen, die Wirkungsanalyse standortverändernder Maßnahmen oder die Abbildung weiterer Bodenfunktionen.

Literatur

Dokuchaev, V.V. (1951): Isbrannye Sotchyne-nija, Band VI, M-L 1951, 515 S.

FAO (2006a): Guidelines for soil description, Rome, 4th edition, 95 S.

FAO (2006b): New_LocClim 1.10. Local Climate Estimator. Download-Adresse: FTP-Verzeichnis/SD/Reserved/Agromet/ New_LocClim /auf ext-ftp.fao.org.

Helbig, H. (2013): Entwurf eine Bodengütekarte für Sachsen-Anhalt, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, Halle (Saale)

HLUG (2008): Großmaßstäbige Bodeninformationen für Hessen und Rheinland-Pfalz, Auswertung von Bodenschätzungsdaten zur Ableitung von Bodenfunktionen und -eigenschaften. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Wiesbaden, 2008

Online:

http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/boden/sonderheft_BS_08.pdf

Mueller, L., Schindler, U., Behrendt, A., Eulenstein, F., Dannowski, R. (2007a): Das Muencheberger Soil Quality Rating (SQR): ein einfaches Verfahren zur Bewertung der Eignung von Boeden als Farmland. - Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (110(2)): 515-516.

Mueller, L., Schindler, U., Behrendt, A., Eulenstein, F., Dannowski, R. (2007b): The Muencheberg Soil Quality Rating (SQR). Field Guide for Detecting and Assessing Properties and Limitations of Soils for Cropping and Grazing. Online: http://www.zalf.de/de/forschung/institute/lwh/mitarbeiter/lmueller/Documents/field_mueller.pdf

Mueller, L., Schindler, U., Mirschel, W., Shepherd, T. G., Ball, B., Helming, K., Ro-

gasik, J., Eulenstein, F., Wiggering, H. (2010): Assessing the productivity function of soils: a review. - Agronomy for Sustainable Development. 30 (3): 601-614

Müller, L. ; Smolentseva, E. ; Rukhovitch, O. ; Lukin, S. ; Hu, C. ; Li, Y. ; Schindler, U. ; Behrendt, A. ; Hennings, V. ; Sauer, S. ; Vorderbrügge, T. (2011): Zur Bewertung von Bodengüte und Ertragspotentialen in Agrarlandschaften. - In: Böden verstehen - Böden nutzen - Böden fit machen : DBG-Jahrestagung, 3. - 9. September 2011, Berlin.

Müller, L. ; Shepherd, G. ; Schindler, U. ; Ball, B. C. ; Munkholm, L. J. ; Hennings, V. ; Smolentseva, E. ; Rukhovic, O. ; Lukin, S. ; Hu, C. (2013): Evaluation of soil structure in the framework of an overall soil quality rating. - Soil & Tillage Research.127 : 74-84

Müller, L.; Drösler, M. ; Schindler, U. ; Behrendt, A. ; Höper, H. ; Eulenstein, F. ; Kantelhardt, J. ; Sommer, M. (2008): Implications of soil properties, vegetation and management intensity for peatland quality. - In: After wise use - the future of peatlands : proceedings of the 13th International Peat Congress ; Tullamore, Ireland 8-13 June 2008 : Vol. 1, 616-619.

Richter, A. ; Hennings, V. ; Müller, L. (2009): Anwendung des Müncheberger Soil Quality Ratings(SQR) auf bodenkundliche Grundlagenkarten. - In: Jahrestagung der DBG :Böden - eine endliche Ressource ; Kommission VIII, September 2009, Bonn: 1-4;

Rötscher, T. (2013): Aussagewert der Bodenschätzung für den Pflanzenbau - Möglichkeit der Ableitung von Ertragspotenzialzonen für die teilflächen-spezifische Bewirtschaftung aus digitalen Daten der Bodenschätzung, als Ergebnis der Auswertung mehrjähriger Ertragskartierung am Mähdröschler. Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg, Diss. 2013

WRB (2006): World Reference Base for Soil Resources 2006, A Framework for International Classification, Correlation and Communication, FAO Rome, 2006, World Soil Resources Reports 103, 145p.

Anmerkung: Zitierte Literatur und Details, die hier nicht dargestellt werden konnten, sind auf der Homepage des Erstautors verfügbar <http://www.zalf.de/de/forschung/institute/lwh/mitarbeiter/lmueller/Seiten/publ.aspx> oder können angefordert werden.

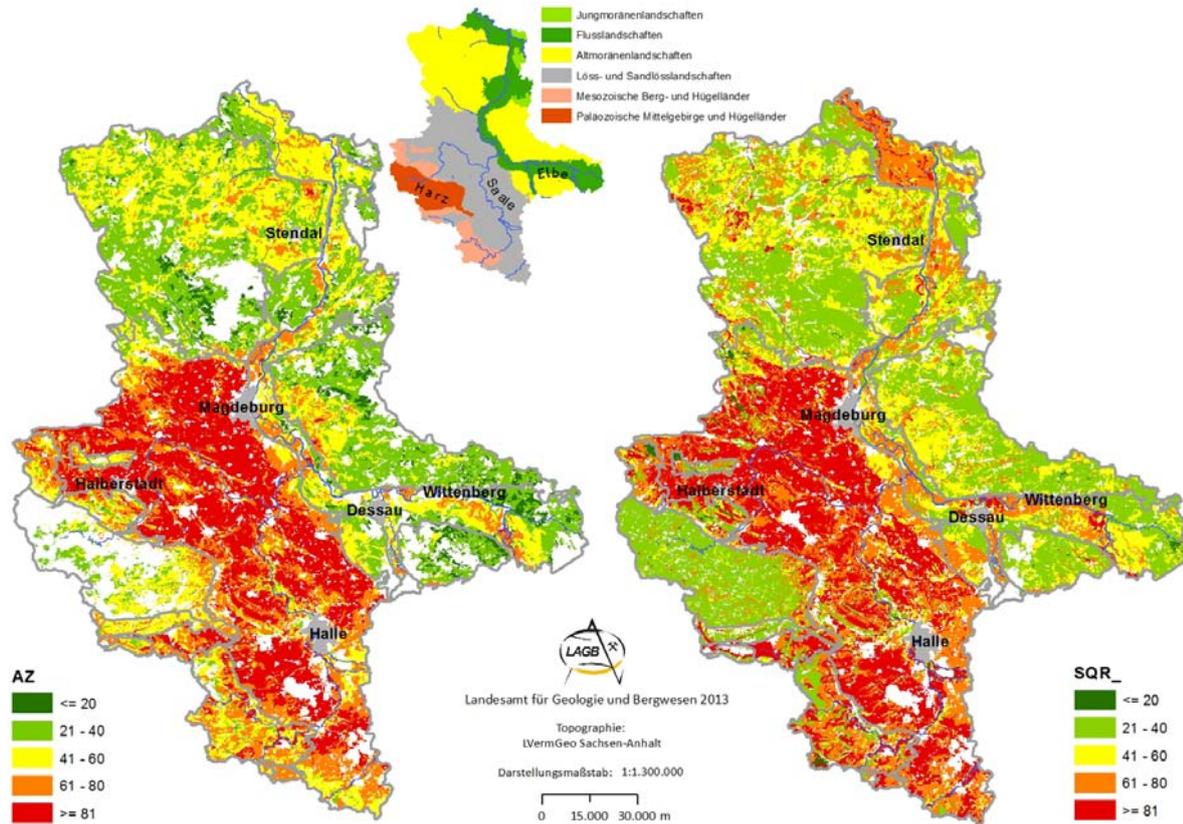


Abbildung 1: Entwurf einer Bodengütekarte für Sachsen-Anhalt auf Basis des M-SQR (rechts) im Vergleich zu Ackerzahlen der Bodenschätzung (links), (Helbig, 2013)

Tabelle 1: Orientierungswerte für potentielle Durchwurzelungstiefen homogener grundwasserfreier mineralischer Substrate

Grobsand+Skelett (>0,63 mm)	Ton+Schluff (< 0,063 mm)				
	0	15	30	60	>60
0	0,70 (0,75)	0,90 (1)	1,05 (1)	1,30 (1,5)	1,50 (2)
20	0,45 (0,25)	0,65 (0,5)	0,85 (0,75)	1,05 (1,25)	1,25 (1,5)
30	0,35 (0)	0,55 (0,25)	0,75 (0,75)	0,95 (1)	1,10 (1,25)
40	0,30 (0)	0,45 (0,25)	0,60 (0,5)	0,85 (0,75)	0,95 (1)
60	0,30 (0)	0,30 (0)	0,40 (0)	0,60 (0,5)	0,75 (0,75)
>60	0,30 (0)	0,30 (0)	0,30 (0)	0,30 (0)	0,40 (0)

Angabe in m, Zahl in Klammern= Ratingwert für Basisindikator 5 (Durchwurzelungstiefe), 0=Minimum, 2=Maximum, Ton + Schluff in % des Feinbodens, Grobsand + Skelett in % des Gesamtbodens