

Interpretation deutscher und polnischer Bodenschätzungsdaten zur Ableitung und Bewertung von Bodenkennwerten und -funktionen

Teil 1: Methodische Grundlagen und Datenbasis

M. Link, Th. Vorderbrügge, A. Michalski, A. Kowalkowski und T. Harrach

Interpretation of German and Polish soil assessment data in order to deduce and to evaluate soil parameters and functions

Part I: Methodical basis and database

1 Einleitung und Problemstellung

Die aktuelle Diskussion zum Bodenschutz in Europa wird u. a. durch Fragen zur Datenverfügbarkeit, Kosten der Datengewinnung, Methodik ihrer Auswertung sowie Ver-

gleichbarkeit von Methoden zur Bewertung der Bodenfunktionen geprägt (siehe auch KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, 2006). Die Vielzahl der planerischen Fragestellungen erfordert bodenbezogene Daten für die unterschiedlichsten Maßstabebenen. Neben

Zusammenfassung

Im Folgenden wird die Auswertbarkeit historischer deutscher sowie polnischer Bodenschätzungsdaten im Bereich des polnischen Staatsgebietes mit besonderem Augenmerk auf ihre geschichtliche Einordnung betrachtet. Es erfolgt eine Beschreibung des Systems der polnischen Bodenschätzung, wobei hauptsächlich auf die von der Bodenbonitierung abgeleitete Standorttypisierung eingegangen wird.

Ein bestimmender Parameter für die Einstufung und Bewertung wichtiger Bodenfunktionen ist die Speicherkapazität des Bodens für pflanzenverfügbares Wasser (nFK). Vor diesem Hintergrund werden die methodischen Grundlagen für die Ermittlung der nFK im Wurzelraum (nFKdB) nach deutscher sowie polnischer Bodenarteneinteilung eingehend betrachtet. Die Ableitung und flächenhafte Darstellung großmaßstäbiger, für die Landschafts- und Raumplanung relevanter Bodenkennwerte und -funktionen basiert auf der hoch signifikanten Beziehung zwischen landwirtschaftlicher Nutzungsseignung der Standorte und der nFKdB.

Schlagworte: Bodenschätzungsdaten, nutzbare Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum, Deutschland, Polen.

Summary

The availability of historical German and Polish soil assessment data for the Polish territory is considered with special attention to the historical background. Furthermore, a description of the Polish soil assessment system is given, focusing on the standardized typification of sites which is primarily based on soil assessment.

One decisive parameter for classifying and evaluating important soil functions is the available water capacity. Against this backdrop the methodological basis for determining the available water capacity in the root zone according to German and Polish soil textural group classification is shown. The derivation and extensive large-scale imaging of soil characteristics and functions used for landscape planning and spatial planning purposes is based on the highly significant relationship between the agricultural land use suitability and the available water capacity in the root zone.

Keywords: Soil assessment data, available water capacity in the root zone, Germany, Poland.

landesweiten und länderübergreifenden Übersichten im Bereich der Landes- und Regionalplanung werden zunehmend Daten im Maßstab 1:5.000–1:10.000 für großmaßstäbige Planungsansätze gefordert. Allein aus Kostengründen ist es zwingend erforderlich zu überprüfen, ob Bodendaten im geforderten Maßstab vorliegen und ob diese auch für die aktuellen Fragestellungen eingesetzt werden können. Im folgenden Beitrag wird dargestellt, welche Bodendaten in Polen im Maßstabsbereich 1:5.000–1:10.000 verfügbar sind, sowie ein Überblick zu den daraus entwickelten mittel- bis kleinmaßstäbigen Bodenkarten (Übersichtskarten) gegeben.

Für das Staatsgebiet Polens stehen mit Daten der von 1957–1967 flächendeckend durchgeführten polnischen Bodenschätzung sowie historischen deutschen Bodenschätzungsdaten aus den 1930er- bis 1940er-Jahren zwei voneinander unabhängige Datengrundlagen im Maßstab 1:5.000 für die Ableitung und Bewertung von Bodenkennwerten und -funktionen zur Verfügung. Mit dem vorliegenden Artikel werden die methodischen Grundlagen sowie die technische Verfügbarkeit inkl. einer umfassenden und genauen Einschätzung der Qualität der vorliegenden

Basisdaten im Bereich des polnischen Staatsgebiets vermittelt. Ziel ist es, aus den hieraus abzuleitenden Erfahrungen ein Konzept zum nachhaltigen Boden- und Ressourcenschutz für Polen zu entwickeln (siehe LINK et al., 2010b), wobei Erfahrungen aus anderen Ländern einfließen sollen (u. a. HASLMAYR und GERZABEK, 2010 sowie HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE, 2008).

2 Bodenschätzungssysteme sowie Verfügbarkeit von Bodenschätzungsdaten in Polen

2.1 Die deutsche Bodenschätzung auf dem Staatsgebiet Polens

Die Schätzung des Kulturbodens wurde im Zuge des 1934 in Kraft getretenen Bodenschätzungsgesetzes (ROTHKEGEL, 1935) auch in den östlichen Provinzen des Deutschen Reiches durchgeführt (Ostpreußen, Pommern, östlicher Teil Brandenburgs, Nieder- und Oberschlesien, siehe Abb. 1). Geplant war, die Bodenschätzung im Deutschen Reich bis 1941 abzuschließen (ROTHKEGEL, 1938), jedoch waren

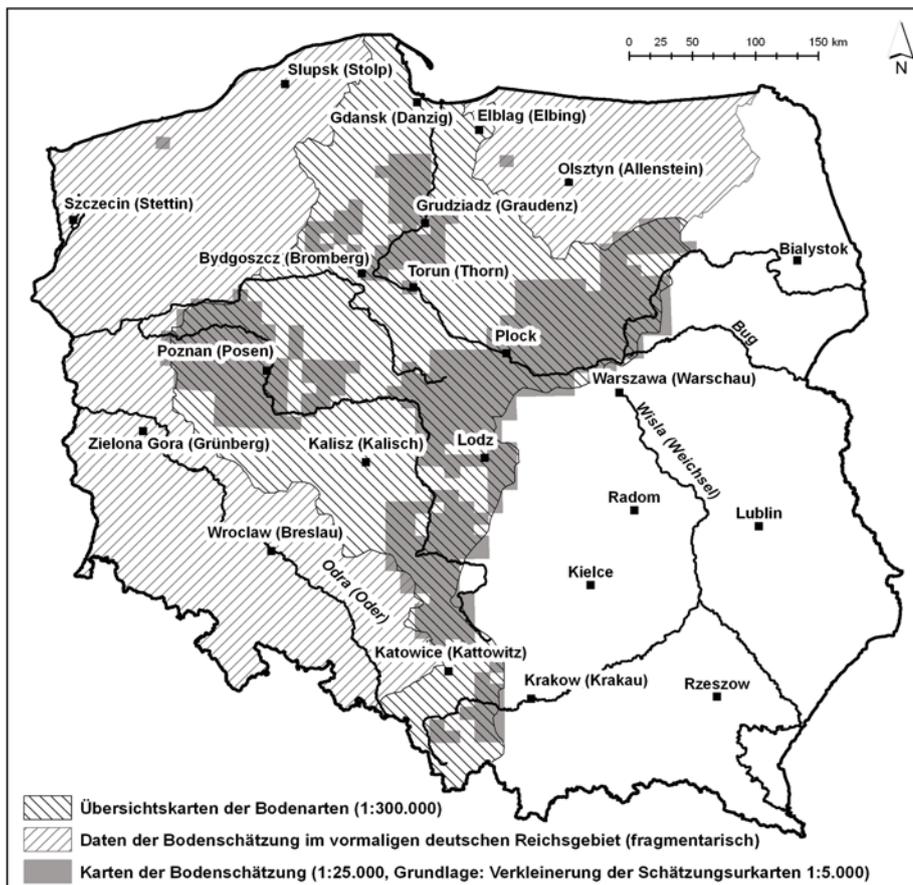


Abbildung 1: Räumliche Verteilung unter deutscher Verwaltung generierter Bodenschätzungsdaten unterschiedlicher Maßstäbe in Polen im Zeitraum 1934–1945

Figure 1: Spatial distribution of soil evaluation data in Poland compiled under German administration on different scales from the years 1934–1945

1940, vergleichbar mit dem Stand der Bodenschätzung im gesamten damaligen Reichsgebiet, z. B. in Schlesien erst ca. 50 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche bearbeitet (KRINNER, 1941).

Der weitaus größte Teil der Schätzungsunterlagen der vormals östlichen Provinzen des Deutschen Reiches muss kriegsbedingt als verschollen betrachtet werden. Auch in jüngerer Zeit kam es, z. B. durch die Zerstörung von Archivunterlagen des polnischen Staatsarchivs in Wrocław (Breslau) während des verheerenden Oder-Hochwassers 1997, zu Verlusten an Unterlagen. Trotzdem liegen aus dem Bereich des vormaligen deutschen Reichsgebietes fragmentarisch Bodenschätzungsdaten vor.

So befinden sich die für die deutsche Bodenschätzung maßgeblichen Beschreibungen der Musterstücke im Bereich des polnischen Staatsgebiets vollständig im Bundesarchiv Berlin-Lichterfelde (dies gilt gleichermaßen für die vormaligen östlichen Provinzen des Deutschen Reichs wie die annektierten polnischen Gebiete; für diese wurden flächendeckend Bodenübersichtskarten angefertigt, siehe unten und Abb. 1). Die nieder- und oberschlesischen Musterstücke sind in der von 1936–1942/43 in sechs Bänden erschienenen Zeitschrift „Wirtschaftskunde der schlesischen Erbhöfe“ tabellarisch verzeichnet. KRINNER (1941) beschreibt darin z. B. die alluvialen Böden Schlesiens und ihre Einstufung im Rahmen der Bodenschätzung. Da die geografische Lage sämtlicher in Polen liegender Musterstücke auf den im Bundesarchiv befindlichen Karteikarten nur grob über Ortsnamen verzeichnet ist und bisher keine genauen Lagebezeichnungen gefunden werden konnten, haben diese leider nur einen begrenzten praktischen Wert für die flächenbezogene Auswertung der Schätzungsdaten in Polen, sehr wohl aber für die Interpretation dieser Daten.

Darüber hinaus lagern im polnischen Staatsarchiv Wrocław vereinzelt aus den 1930er-Jahren stammende, auf den Vorgaben zur Verwendung der Ergebnisse der Bodenschätzung für Planungszwecke (ROTHKEGEL, 1938) beruhende Bodenübersichtskarten im Maßstab 1:25.000 (z. B. Messtischblatt 5363 (alte Nr. 3132) Friedland in Schlesien). Untersuchungen zur Agrarstruktur Pommerns aus dem gleichen Zeitraum basieren u. a. auf Bodenschätzungsdaten (MORGEN, 1940) und dienen aktuell als wichtige Arbeitsgrundlage für Studien zur nachhaltigen Landwirtschaftsentwicklung in Polen (KOWALKOWSKI et al., 2010).

Nach dem deutschen Überfall auf Polen 1939 wurde der Schwerpunkt der Bodenschätzung und -bewertung vom Reichsgebiet auf die annektierten Gebiete Polens verlagert (sog. Reichsgaue Danzig-Westpreußen und Posen [ab Jan.

1940 als Wartheland bezeichnet] sowie Regierungsbezirke Zichenau [südlicher Teil der vergrößerten Provinz Ostpreußen] und Kattowitz, siehe GRÖNING, 1996, MUNDT, 1941 und Abb. 1). Die Erfassung der Bodengüte mittels Bodenschätzung und -bewertung in den Grenzen der okkupierten polnischen Gebiete ist im Kontext des sogenannten „Generalplan Ost“ zu sehen (u. a. MADAJCZYK, 1996), wobei hierdurch die Grundlage für die „Sicherstellung von ehemaligem polnischen und jüdischen landwirtschaftlichen Vermögen“ (MUNDT, 1941, S. 416) gelegt werden sollte. Dies führte in letzter Konsequenz direkt zur widerrechtlichen Enteignung von Grund und Boden sowie zur Entrechtung, Vertreibung und Vernichtung der dort lebenden Bevölkerung zum Zwecke der Gewinnung neuen Siedlungsraums (u. a. GRÖNING, 1996, KRINNER, 1941). Zuständig bzw. verantwortlich für die den Grund und Boden betreffenden Bestandsaufnahmen, Sicherstellungen und Regelungen war das dem Reichsführer der SS mittelbar über das „Reichskommissariat für die Festigung deutschen Volkstums“ (später SS-Stabshauptamt) unterstellte „Zentralbodenamt“ (GRÖNING, 1996, MUNDT, 1941), wobei die Schätzung unter der Leitung des Reichsministeriums der Finanzen erfolgte.

Von 1940 bis 1944 wurden auf dem insgesamt 96.992 km² umfassenden annektierten polnischen Gebiet 411 Bodenschätzungskarten im Maßstab 1:25.000 hergestellt (Abb. 1 zeigt, dass im Bereich der vormaligen östl. Provinzen des deutschen Reichs darüber hinaus zwei Bodenschätzungskarten 1:25.000 existieren), wobei einige Kartenblätter nur randständige Bereiche wiedergeben (soweit vorhanden, auf der Grundlage von Katasterplänen, aber überwiegend auf der Basis topografischer Karten 1:5.000, mittels Transformation von 1:25.000 auf 1:5.000 erzeugt, siehe Abb. 1 und 2). Bezogen auf die gesamte okkupierte Fläche waren zum damaligen Zeitpunkt gut 90 % landwirtschaftlich genutzt (MUNDT, 1941). Auf der Grundlage der in Abbildung 1 angeführten Karten der Bodenschätzung im Maßstab 1:25.000 lässt sich nachweisen, dass ca. 45 % der gesamten okkupierten polnischen Landesfläche (in etwa die doppelte Fläche des Bundeslandes Hessen) nach ihrem Bodenwert geschätzt wurden.

Wie ein im Bundesarchiv Berlin-Lichterfelde dokumentierter, ausführlicher Schriftwechsel der Reichs-Finanzverwaltung zeigt, war bereits relativ früh (etwa ab 1941) abzu-sehen, dass sich die Qualität der Bodenschätzung in den okkupierten Gebieten stetig verschlechtern würde, da mit zunehmender Kriegsdauer die in den annektierten Gebieten arbeitenden Schätzer in die Wehrmacht eingezogen und

Bodenschätzungskarte

41-29 J: Löwenstadt

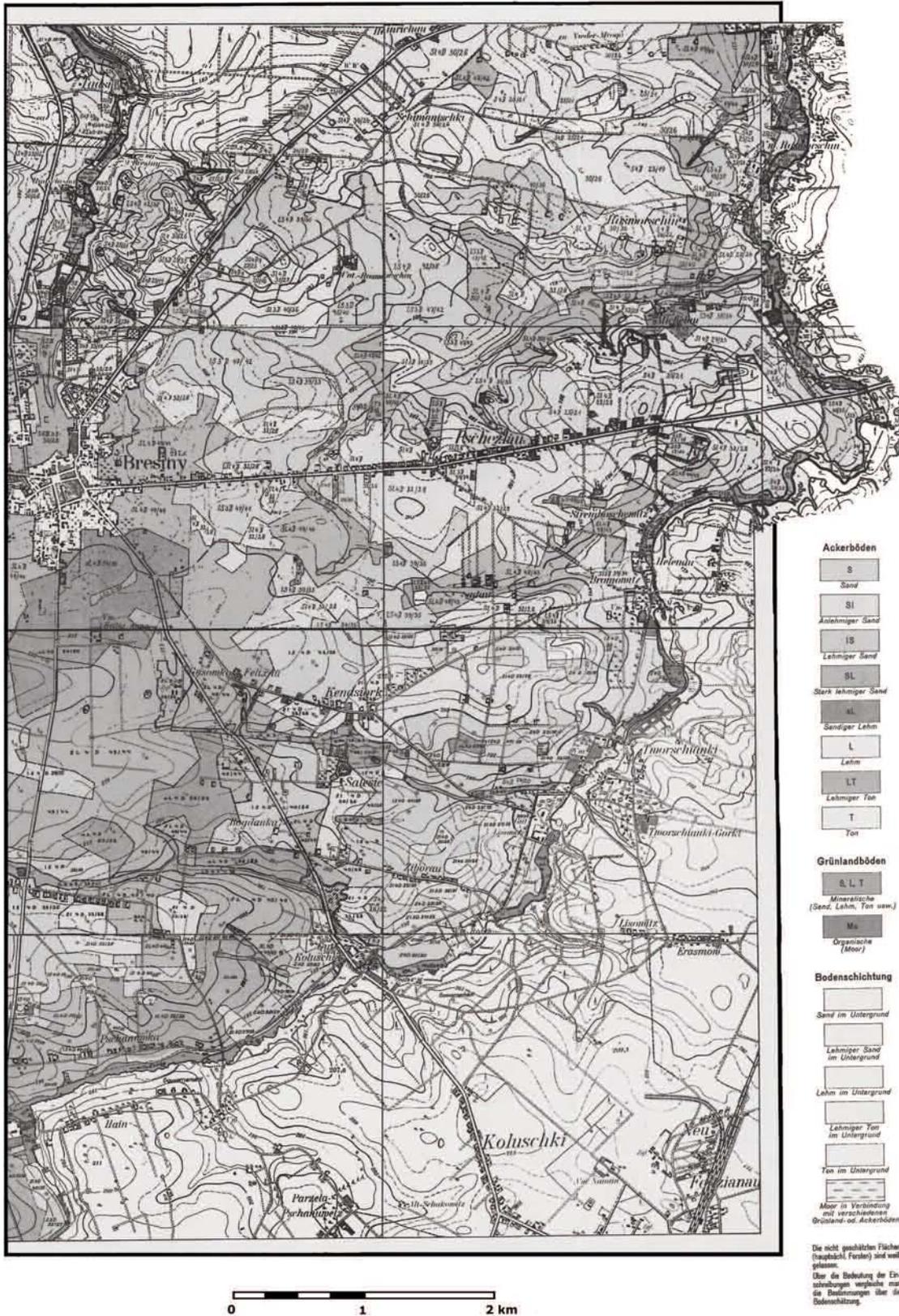


Abbildung 2: Östlicher Teil der Bodenschätzungskarte „41-29 J: Löwenstadt“. Das im Original im Maßstab 1:25.000 koloriert gefertigte Kartenblatt ist behelfsmäßig durch Verkleinerung mehrerer Schätzungskarten 1:5.000 hergestellt (nach REICHSSTELLE FÜR BODENFORSCHUNG, 1941, verändert)

Figure 2: Eastern part of the soil evaluation map “41-29 J: Löwenstadt”. The original map is produced in the scale of 1:25.000 on the basis of different soil evaluation maps 1:5.000 (after REICHSSTELLE FÜR BODENFORSCHUNG, 1941, modified)

durch geringer qualifiziertes Personal ersetzt wurden. Aus diesem Grund ist bei einer Verwendung der Bodenschätzungskarte 1:25.000 für die Ableitung und Bewertung von Bodenkennwerten und -funktionen stets eine Qualitätsprüfung in Abhängigkeit vom Datum der Erstellung durchzuführen.

Im Rahmen eines ursprünglich als streng vertraulich eingestuftes Gutachtens zu Leitlinien der ländlichen Besiedlung in den annektierten polnischen Gebieten erfolgte darüber hinaus eine kleinmaßstäbige Bewertung der Böden hinsichtlich ihrer landwirtschaftlichen Nutzbarkeit. Hierzu wurden, soweit zu diesem Zeitpunkt vorhanden, in geringem Umfang Erkenntnisse der Bodenschätzung genutzt (SCHEU, 1940). Eine unter der Federführung der Reichsstelle für Bodenforschung erstellte Übersichtskarte der Bodenarten in Danzig-Westpreußen, Wartheland und Nachbargebieten (13 Kartenblätter im Maßstab 1:300.000, WOLDSTEDT, 1940, siehe Abb. 1) diente ebenfalls der fachlichen Unterstützung der vom SS-Stabshauptamt maßgeblich betriebenen Siedlungspolitik (GRÖNING, 1996). Diese Bodendatenquelle ist vollständig erhalten geblieben.

Trotz der räumlichen Lücken in den nach dem derzeitigen Kenntnisstand verfügbaren deutschen Bodenschätzungsdaten auf polnischem Staatsgebiet erscheint ein direkter Vergleich des deutschen und polnischen Bodenschätzungssystems auf der Grundlage von Flächendaten, zumindest für repräsentative Teilgebiete westlich der Linie Krakau – Warschau, als realistisch. Wichtig wäre es, vor allem die Daten der Musterstücke mit der aktuellen bodenkundlichen Situation an den Standorten vergleichen zu können, ließen sich doch so die weiteren Daten der Bodenschätzung besser interpretieren.

2.2 Die polnische Bodenschätzung und die daraus abgeleitete Standorttypisierung

Die geschichtliche Entwicklung der Bodenbonitierung reicht in Polen bis in das Spätmittelalter zurück (KUŹNICKI et al., 1979). Vor der durch die polnische Regierung im Juni 1956 beschlossenen landesweiten Bodenschätzung (RADA MINISTRÓW, 1957) gab es von 1947–1956 bereits ein auf Kollektivierung der Landwirtschaft ausgerichtetes, dreigliedriges fiskalisches Schätzungssystem, welches jedoch wegen politischer Willkür keine Akzeptanz fand. Die Bonitierung der polnischen Acker-, Grünland- und Teichflächen erfolgte einmalig flächendeckend von 1957–1967 auf der Basis von sogenannten „Katasterwirtschaftskarten“ der Ge-

meindegebiete im Maßstab 1:5.000, primär mit dem Ziel der Besteuerung landwirtschaftlich genutzter Flächen.

Es gibt Hinweise darauf, dass für die Durchführung der polnischen landwirtschaftlichen Bodenschätzung in den 1950er- und 1960er-Jahren sowohl Schätzungsurkarten aus den vormaligen deutschen Provinzen im Maßstab 1:5.000 als auch die für die 1939 annektierten polnischen Gebiete hergestellten Bodenschätzungskarten 1:25.000 herangezogen wurden (KUŹNICKI et al., 1979). In diesem Zusammenhang wird auch auf eine Umrechnungstabelle der deutschen Bodenzahlen in das abgestufte polnische Bodenbewertungssystem berichtet.

Zur Ermittlung der Bodenbonität wurden im Gelände leicht erkennbare Bodeneigenschaften, wie Textur, Bodentyp, Humusgehalt, Tiefenlage des Grundwasserspiegels und Bodenreaktion, erfasst. Die Bodenbonitätsklassen des Ackerlandes wurden wie folgt benannt: (I) beste Ackerböden, (II) sehr gute Ackerböden, (IIIa) gute Ackerböden, (IIIb) gute bis mittlere Ackerböden, (IVa) mittlere Ackerböden, (IVb) mittlere bis schlechte Ackerböden, (V) schlechte (schwache) Ackerböden, (VI) sehr schlechte (schwächste) Ackerböden und (VI RZ) Böden für (potenzielle) Bewaldung (die für Grünland leicht abgewandelte Einteilung der Klassen ist Tab. 1 zu entnehmen).

Tabelle 1: Mittlere Bodenpunkte der polnischen Bodenbonitätsklassen für Acker- und Grünland (nach STUCZYŃSKI, 2006, verändert)

Table 1: Mean soil quality points of the Polish soil assessment classes for arable land and grassland (after STUCZYŃSKI, 2006, modified)

| Ackerland | | Grünland | |
|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| Bodenbonitätsklasse | Bodenpunkte | Bodenbonitätsklasse | Bodenpunkte |
| I | 100 | I | 90 |
| II | 92 | II | 80 |
| IIIa | 83 | III | 65 |
| IIIb | 70 | | |
| IVa | 57 | IV | 45 |
| IVb | 42 | | |
| V | 30 | V | 28 |
| VI | 18 | VI | 15 |

Unter Berücksichtigung von Bodentyp, Textur, physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften, Kulturstufe, Ertragsniveau, Klima, Relief und Bodenfeuchte wurde in einem zweiten Schritt aus der Bodenbonität die Standortbonität abgeleitet. Die Bezeichnung für die so entwickelten

Standortbonitätsklassen lautet „Bodenkomplex der landwirtschaftlichen Eignung“. Diese Einheiten kommen sensu stricto landwirtschaftlichen Nutzungseignungstypen gleich. Es erfolgt eine Unterscheidung für Acker- und Grünland, wobei die Ackerstandorttypen nach unterschiedlichen Klima-, Boden- und Wasserverhältnissen nochmals in „Flachland“ (Tief- und Hochebenen) sowie „Gebirge“ unterteilt werden. Die Benennung der Nutzungseignungstypen gründet sich auf den Anspruch der Kulturpflanze an den jeweiligen Standort (zur Benennung der Nutzungseignungstypen 1–9 des Ackerlandes im Flachland siehe Tab. 3; die Gebirgs-Nutzungseignungstypen werden unterschieden in 10: für Weizenanbau geeignete Standorte, 11: (allgemein) für Getreideanbau geeignete Standorte, 12: für Hafer- und Kartoffelanbau geeignete Standorte, 13: für Hafer- und Feldfutteranbau geeignete Standorte, 14: Ackerstandorte, die als Grünland genutzt werden sollten).

Die polnischen Bodenschätzungskarten (siehe Abb. 3) enthalten als Basisinformation die Flächen der Bodenbonität (Bodenbonitätsklassen werden mit römischen Zahlen gekennzeichnet). Die im zweiten Arbeitsschritt abgegrenzten Flächen der Standortbonität (= Nutzungseignungstypen) werden mit arabischen Ziffern benannt. Den Nutzungseignungstypen folgt jeweils in Form eines Kürzels der Bodentyp bzw. -subtyp sowie die Bodenart in drei Tiefen (50, 100 und 150 cm unter GOF). So bedeutet z. B. „6 A ps.pl:gl“ gering für Roggen geeignete Podzole und podsolierte Rostbraunerden mit der Bodenartenschichtung schwach lehmiger Sand über lockerem Sand und tief liegendem leichtem Lehm (siehe Abb. 3). Der landwirtschaftliche Nutzungseignungstyp 6 korrespondiert mit den Bodenbonitätsklassen IVb und V (siehe Tab. 3).

Als ein Beispiel für einen der im Rahmen der polnischen Standortbonitierung nur grob gegliederten Bodentypen (Initialböden, Rendzinen, Tschernoseme, „Schwarze Erden“, Braunerden, Podsol-Fahlerden und Podzole, Auenböden sowie Hydrogene Böden, siehe u. a. DOBRZAŃSKI und ZAWADZKI, 1995), zeigt Abbildung 4 den Normtyp einer „Schwarzen Erde“. Nach einem Abgleich mit Angaben in GERMAN SOIL SCIENCE SOCIETY und POLISH SOIL SCIENCE SOCIETY (1997) sowie AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (2005) ist dieser in Deutschland nur im äußersten Nordosten vorkommende Bodentyp am ehesten vergleichbar mit einer Gley-Tschernitza. Die „Schwarzen Erde“ sind gekennzeichnet durch einen 30–40 (50) cm mächtigen schwarzen bis grauschwarzen Humushorizont (2,5 bis > 6 % org. Material) auf meist carbonatreichem lehmigem, auch lehmigem

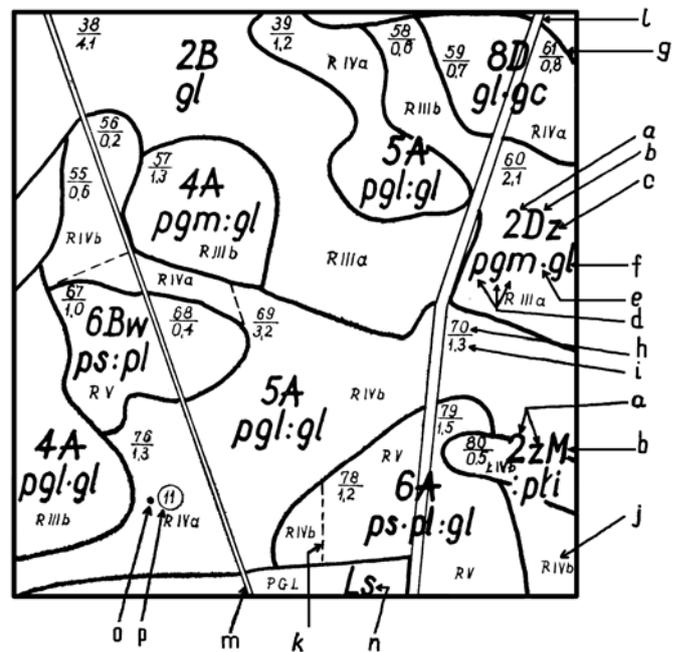


Abbildung 3: Schematischer Aufbau der grundlegenden Bodenbonitätskarte sowie der daraus abgeleiteten Karte der agrarischen Nutzbarkeit von Acker- und Grünlandstandorten (Standortbonität) nach polnischem Schätzungssystem, Basismaßstab 1:5.000 (nach WITEK, 1973, verändert);

a: Nutzungseignungstyp landw. genutzter Böden (Anhang „z“: Grünland), b: Bodentyp, c: Bodensubtyp, d: Bodenart der oberen Bodenschicht, e: Abstufung der Tiefe des Bodenartenwechsels im Bodenprofil, f: Bodenart der tieferen Schichten, g: Grenze der jew. Nutzungseignungseinheit, h: Nummer der Nutzungseignungseinheit, i: Fläche der Nutzungseignungseinheit, j: Bodenbonitätsklasse, k: Grenze der jew. Bodenbonitätseinheit, l: Weg, m: Graben, n: Wald, o: Bodenaufschlusspunkt, p: Nummer des Bodenaufschlusses

Figure 3: Schematic structure of the agricultural land use suitability map for arable land and grassland developed from the basically soil rating map after Polish soil evaluation in the scale of 1:5,000 (after WITEK, 1973, modified); a: land use suitability type of agriculturally used soils (appendix „z“: grassland), b: soil type, c: soil subtype, d: soil textural group of the topsoil layer, e: gradation of the depth of textural group change in the soil profile, f: soil textural group of the deeper layers, g: border between land use suitability units, h: number of the land use suitability unit, i: area of the land use suitability unit, j: soil assessment class, k: border between soil assessment units, l: field track, m: ditch, n: forest, o: point of soil profile, p: number of soil profile

tonigem sowie sandig-lehmigem bis ausschließlich sandigem Ausgangssubstrat (u. a. POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE 1989). Sie sind oft kleinflächig in Auenlagen, aber auch auf Stausee- und Flussterrassen im Bereich von

Grund- oder Hangzugwasseraustritten anzutreffen. Der für eine hohe biologische Aktivität (sehr hoher Regenwurmbeatz) ausschlaggebende Carbonatgehalt im Unterboden von bis zu 15–20 % wird durch Kapillaranschluss aufrechterhalten.

Die geografische Verbreitung der „Schwarzen Erden“ schließt sich inselartig nördlich der Tschernosemzone an. Im Naturzustand werden die „Schwarzen Erden“ mit lichten Hartholzwäldern bzw. -auen bestockt und bilden rezent ertragreiche Ackerstandorte.

Wie Tabelle 1 zeigt, werden den Bodenbonitätsklassen zur Bestimmung des Bodenwertes mittlere Bodenpunkte zugewiesen. Unter Einbeziehung von Klimabedingungen (max. 15 Pkt.), Relief (max. 5 Pkt.) und Wasserverhältnissen (max. 5 Pkt.) erfolgt, vergleichbar den in Deutschland verwendeten Acker- bzw. Grünlandzahlen, die abschließende Einstufung der landwirtschaftlichen Produktivität, wobei jeweils nur Punkte hinzuaddiert werden (u. a. WITEK und GÓRSKI, 1977) und im Gegensatz zur deutschen Bodenschätzung keine Standort- oder klimatisch bedingten Abschläge erfolgen können.

Ebenso wie für die Bodenbonitätsklassen werden auch den Nutzungseignungstypen, vergleichbar zur deutschen Bodenzahl, mittlere Bodenpunkte zugeordnet (siehe Tab. 2, die Bodenpunkte der Nutzungseignungstypen der Gebirgsböden sind WITEK und GÓRSKI, 1977, zu entnehmen). Die Bodenpunkte der Nutzungseignungstypen steigen bzw. fallen nicht fortlaufend, wie dies bei den Bodenbonitätsklassen der Fall ist. Diesen Umstand verdeutlichen auch die Beziehungen beider Bonitätssysteme (in Tabelle 3 über den prozentualen

Anteil der Bodenbonitätsklassen an den jeweiligen landwirtschaftlichen Nutzungseignungstypen aufgezeigt).

Tabelle 2: Mittlere Bodenpunkte der polnischen landwirtschaftlichen Nutzungseignungstypen (Standortbonität) für Acker- und Grünland im Flachland (nach STUCZYŃSKI, 2006, verändert)
 Table 2: Mean soil quality points of the Polish agricultural land use suitability types for arable land and grassland on the plains (after STUCZYŃSKI, 2006, modified)

| Ackerland | | Grünland | |
|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| lw. Nutzungseignungstyp | Bodenpunkte | lw. Nutzungseignungstyp | Bodenpunkte |
| 1 | 94 | 1z | 80 |
| 2 | 80 | | |
| 3 | 61 | | |
| 4 | 70 | 2z | 50 |
| 5 | 52 | | |
| 6 | 30 | | |
| 7 | 18 | 3z | 20 |
| 8 | 64 | | |
| 9 | 33 | | |

Aus den im Basismaßstab 1:5.000 (Gemarkungsebene) erarbeiteten Karten der Boden- und Standortbonität (schematischer Aufbau siehe Abb. 3) wurden für das gesamte polnische Staatsgebiet für den kommunalen Bereich Karten der landwirtschaftlichen Nutzungseignung im Maßstab 1:25.000 entwickelt. Am Forschungsinstitut für Bodenkunde und Pflanzenbau (IUNG), Puławy, erfolgte später die digitale Umsetzung der Karten im Maßstab 1:25.000 (inkl. Datenbank). Hierbei wurden die aus den Standort-

Tabelle 3: Prozentualer Anteil der Bodenbonitätsklassen an den landwirtschaftlichen Nutzungseignungstypen (Standortbonität) für Mineralböden des Flachlandes (+: ≤ 10 %, ++: 10–25 %, +++: 25–50 %, ++++: > 50 %) (nach STRZEMSKI, 1966, verändert)
 Table 3: Percentage of the soil rating classes on the agricultural land use suitability types for the mineral soils on the plains (+: ≤ 10 %, ++: 10–25 %, +++: 25–50 %, ++++: > 50 %) (after STRZEMSKI, 1966, modified)

| landwirtschaftliche Nutzungseignungstypen (Standortbonität) | Bodenbonitätsklassen | | | | | | | |
|---|----------------------|------|------|------|------|-----|------|------|
| | I | II | IIIa | IIIb | IVa | IVb | V | VI |
| 1 (Weizen, sehr gut) | +++ | ++++ | – | – | – | – | – | – |
| 2 (Weizen, gut) | – | – | ++++ | +++ | – | – | – | – |
| 3 (Weizen, gering) | – | – | – | +++ | +++ | ++ | – | – |
| 4 (Weizen-Roggen; Roggen, sehr gut) | – | – | ++ | ++++ | – | – | – | – |
| 5 (Roggen, gut) | – | – | – | – | ++++ | +++ | – | – |
| 6 (Roggen, gering) | – | – | – | – | – | +++ | ++++ | – |
| 7 (Roggen, sehr gering) | – | – | – | – | – | – | +++ | ++++ |
| 8 (Getreide-Feldfutter, sehr gut) | – | – | – | ++ | +++ | +++ | ++ | – |
| 9 (Getreide-Feldfutter, gering) | – | – | – | – | – | ++ | ++++ | ++ |

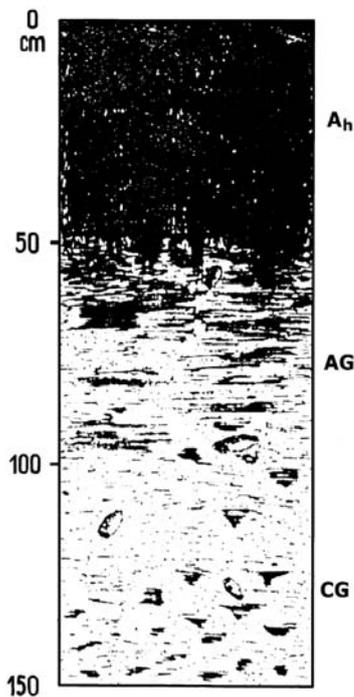


Abbildung 4: Normtyp einer „Schwarzen Erde“ (Czarna ziemia właściwa); Ah – Humushorizont, AG – Übergangshorizont, CG – Gleyhorizont (nach WITEK, 1973, verändert nach POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE, 1956)

Figure 4: Standard soil type of a “Black Earth” (Czarna ziemia właściwa; Engl.: Gleyic Phaeozem); Ah – humus horizon, AG – transition horizon, CG – gley horizon (after WITEK, 1973, modified after POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE, 1956)

bonitätskarten 1:5.000 entnommenen Mischbodenarten in 0–50, 50–100 und 100–150 cm unter Geländeoberfläche auf einen standardisierten Bodenartenwechsel in 25, 75 sowie 125 cm unter GOF übertragen (STUCZYŃSKI, 2006).

Mittelmaßstäbige Karten der landwirtschaftlichen Nutzungseignung liegen im Maßstab 1:50.000 für das Gebiet der ehemaligen Woiwodschaft Warschau vor und sind mit Ausnahme dieser Fläche für das gesamte polnische Staatsgebiet im Maßstab 1:100.000 verfügbar (BEDNAREK, 2005). Kleinmaßstäbige Karten der Standortbonität wurden in jüngerer Zeit in digitaler Form im Maßstab 1:750.000 für die polnischen Woiwodschaften Podlaskie (Podlachien, STUCZYŃSKI, 2006) und Dolnośląskie (Niederschlesien, STUCZYŃSKI, 2007) erstellt.

Zu Beginn des Jahres 2011 begann das IUNG am Beispiel ausgewählter niederschlesischer Landkreise mit der Digitalisierung der landwirtschaftlichen Standortbonitätskarten im Maßstab 1:5.000. Dieses Projekt soll sukzessive auf die

gesamte polnische Staatsfläche ausgedehnt werden und trägt maßgeblich dazu bei, die für die Landschaftsplanung und ökologische Raumplanung im großmaßstäbigen Bereich dringend benötigten Bodendaten künftig zur Verfügung stellen zu können.

Um diese Basisdaten letztendlich für praktische Planungszwecke einsetzen zu können, sind auf der Grundlage geeigneter Bodenkennwerte unterschiedliche ökologische, ökonomische sowie soziokulturelle Bodenfunktionen abzuleiten. Hieraus lassen sich klassifizierte raumbezogene Daten und Karten generieren, welche möglichst eindeutige Lösungsansätze für einen nachhaltigen Schutz bzw. Nutzung knapper Ressourcen in der polnischen Agrarlandschaft aufzeigen.

3 Die nutzbare Wasserkapazität im Wurzelraum als Basis für die Ableitung von Bodenkennwerten und -funktionen

Ein bestimmender Parameter für die Einstufung wichtiger Bodenfunktionen, wie z. B. der Ertragsfähigkeit, ist die Speicherkapazität des Bodens für pflanzenverfügbares Wasser (nutzbare Feldkapazität, nFK) im Wurzelraum. Böden hoher Ertragsfähigkeit besitzen bei hoher nFK gleichzeitig einen nur verhältnismäßig geringen Wert für den Naturschutz, wohingegen Böden mit geringer Ertragsfähigkeit bei geringer nFK i. d. R. ökologisch hochwertig sind (u. a. HARRACH, 1987, SAUER und HARRACH, 2000, LINK et al., 2010b). Das Wasserspeichervermögen des Bodens bildet neben der Basis für die Einstufung des Biotopentwicklungspotenzials eine ausschlaggebende Größe für die Bewertung weiterer ökologischer Bodenfunktionen, wie z. B. das Nitratrückhaltevermögen und die Grundwasserneubildung (HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE, 2008).

3.1 Vergleich der deutschen und polnischen Korngrößeneinteilung

Die für die polnische Bodenschätzung maßgebliche Korngrößeneinteilung aus dem Jahre 1956 (POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE, 1956) weicht deutlich von der Einteilung nach KA 5 ab (siehe Abb. 5), wobei z. B. bei der polnischen Korngrößeneinteilung der Bereich zwischen 1 und 2 mm der Kornfraktion Kies/Grus und somit bereits dem Grobboden zugeordnet wird. Viel bedeutsamer ist je-

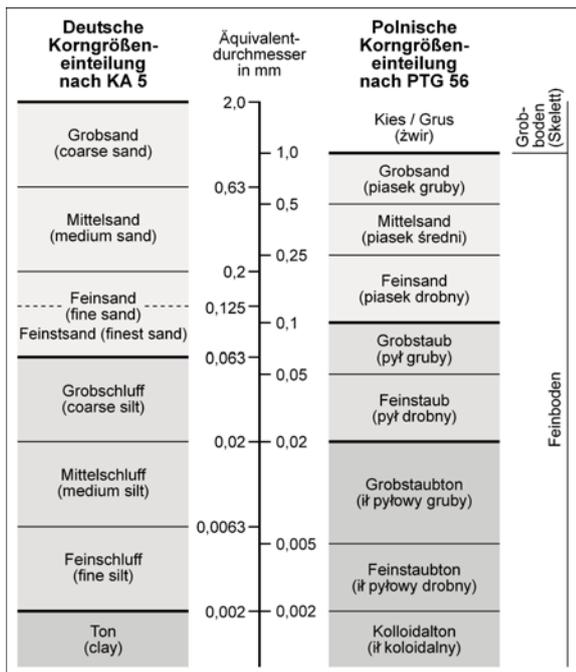


Abbildung 5: Vergleich der deutschen (KA 5: AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005) und polnischen (PTG 56: POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE, 1956) Korngrößen-einteilung

Figure 5: Comparison of the German (KA 5: AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005) and Polish (PTG 56: POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE, 1956) grain size classification

doch, dass die Tonfraktion der für die polnische Bodenschätzung verwendeten Textureinteilung bis an die Grenze zwischen Mittel- und Grobschluff (0,02 mm) nach KA 5 reicht. Dies hat zur Folge, dass die Daten der deutschen und polnischen Bodenarten nur bedingt vergleichbar sind.

3.2 Ermittlung der nutzbaren Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum (nFKdB)

Die das Pflanzenwachstum nachhaltig beeinflussende nutzbare Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum (nFKdB) kann quantitativ mit hohem Aufwand experimentell bestimmt (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005) oder durch Schätzung mit relativ hoher Genauigkeit ermittelt werden. Zur praktischen Bestimmung der nFKdB im Gelände benötigt man einerseits die nFK der einzelnen Bodenhorizonte, die am einfachsten aus der Bodenart abgeleitet werden kann (siehe Abb. 6 und 7), und andererseits die Durchwurzelbarkeit der Horizonte (HARRACH et al., 2005). Als weitere maßgebliche Parameter zur

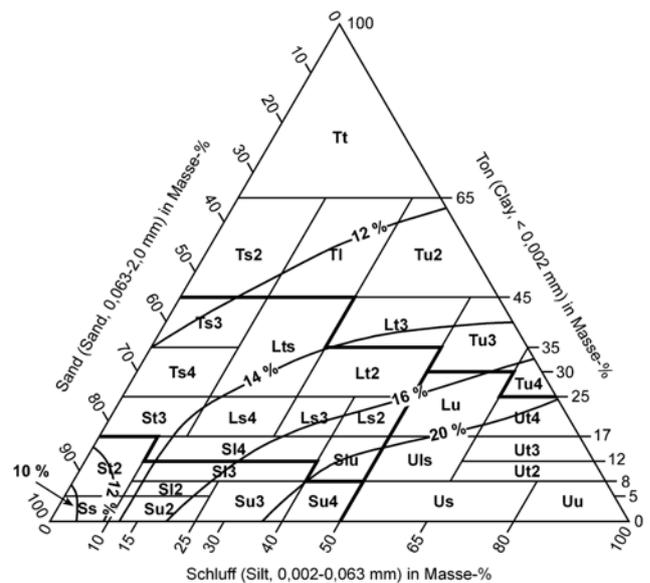


Abbildung 6: Nutzbare Feldkapazität (nFK: pF 1,8 bis 4,2) in Volumen-% in Abhängigkeit von der Körnung bei mittlerer Packungsdichte auf der Grundlage der Bodenarteneinteilung nach KA 5 (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005) (nach HARRACH et al., 2005, verändert; siehe auch DEHNER et al., 2009)

Figure 6: Available water capacity (pF 1.8 to 4.2) in percent by volume depending on the grain size distribution at medium package density on the basis of the soil textural group classification after KA 5 (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005) (after HARRACH et al., 2005, modified; see also DEHNER et al., 2009)

Einstufung der nFKdB sind Hydromorphiemerkmale, die Packungsdichte, Verfestigungen und die Wurzelverteilung zu erfassen.

Aufgrund der in Abschnitt 3.1 verdeutlichten erheblichen Unterschiede zwischen der deutschen und polnischen Textureinteilung scheidet eine direkte Übertragung der für typische Bodenarten Deutschlands auf der Grundlage von ca. 2.500 Laborproben (DEHNER et al., 2009) ermittelten nFK (siehe Abb. 6) auf die der polnischen Bodenschätzung zugrunde liegenden Bodenarten ohne Einbeziehung weiterer Kenndaten zunächst aus. Deshalb wurden für die polnischen Bodenarten die mittleren nFK-Werte primär über die Auswertung von Literaturangaben ermittelt.

Grundlage hierfür bildete eine von ŚLUSARCZYK (1979) durchgeführte Annäherung an die nutzbare Feldkapazität (siehe Tab. 4). Hierbei wurden für die Bestimmung der Feldkapazität (FK) Saugspannungen zwischen pF 1,8 (lockerer Sand) und 2,5 (schwerer Lehm und Ton) verwendet. Auf der Grundlage weiterer Angaben zur nFK polnischer

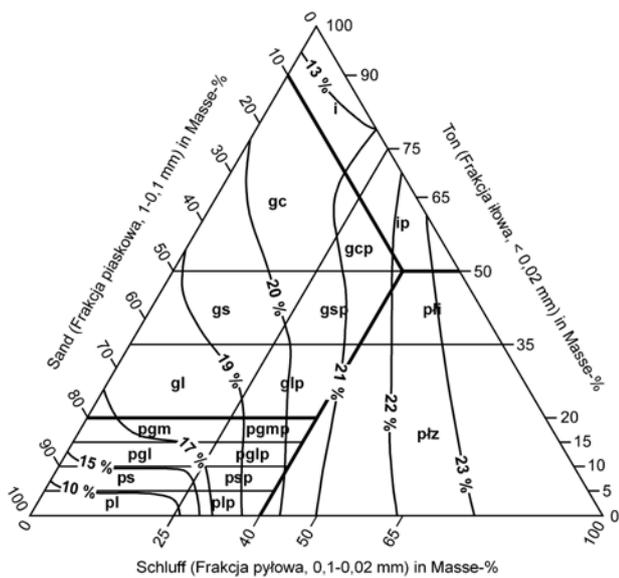


Abbildung 7: Nutzbare Feldkapazität (nFK: pF 1,8–2,5 bis 4,2) in Volumen-% in Abhängigkeit von der Körnung bei mittlerer Packungsdichte auf der Grundlage der Bodenarteneinteilung nach Angaben der Polnischen Bodenkundlichen Gesellschaft (POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE, 1989);

pl: lockerer Sand, ps: schwach lehmiger Sand, pgl: leicht lehmiger Sand, pgm: stark lehmiger Sand, gl: leichter Lehm, gs: mittlerer Lehm, gc: schwerer Lehm, i: Ton (der den vorgenannten Bodenarten folgende Buchstabe „p“ bedeutet „schluffig“), plz: (normaler) Schluff, pli: toniger Schluff

Figure 7: Available water capacity (pF 1.8–2.5 to 4.2) in percent by volume depending on the grain size at medium package density on the basis of the soil textural group classification after Polish Soil Science Society (POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE, 1989);

pl: loose sand, ps: mild loamy sand, pgl: slightly loamy sand, pgm: heavily loamy sand, gl: mild loam, gs: medium loam, gc: heavy loam, i: clay (the appendix „p“ of the foregoing soil textural groups means „silty“), plz: (normal) silt, pli: clayey silt

Bodenarten (DOBZRAŃSKI und ZAWADZKI, 1995, DOMŹAŁ, 1979, KUŹNICKI et al., 1979, TRZECKI, 1974, ZIEMNICKI und ZAWADZKI, 1974) konnten die von ŚLUSARCZYK (1979) ermittelten Schätzwerte schließlich auf ihre Plausibilität hin überprüft werden. Abweichend von den für die polnische Bodenschätzung herangezogenen Bodenarten (POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE, 1956, siehe Tab. 4), wurde eine etwas feiner abgestufte Einteilung nach POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE (1989) verwendet (Abb. 7). Diese Vorgehensweise präzisiert die Bestim-

Tabelle 4: Annäherung an die nutzbare Feldkapazität (nFK in [mm/dm]) der für die polnische Bodenschätzung verwendeten Bodenarten in Abhängigkeit von der jeweiligen zur Erreichung der Feldkapazität (FK) zugrunde gelegten Wasserspannung (nach ŚLUSARCZYK, 1979; zur Erkl. der Bodenartenabk. siehe Abb. 7)

Table 4: Approximation to the available water capacity [mm/dm] of the soil textural groups used for the Polish soil evaluation depending on the water tension taken as a basis for the field capacity of the particular soil textural groups (after ŚLUSARCZYK, 1979; for explanation of the soil textural groups abbreviations see Fig. 7)

| Bodenart | Wasserspannung Feldkapazität (FK) | | nutzbare Feldkapazität (nFK [mm/dm]) |
|----------|-----------------------------------|------|--------------------------------------|
| | [hPa] | [pF] | |
| pl | 60 | 1,8 | 9,2 |
| ps | 80 | 1,9 | 11,7 |
| pgl | 90 | 2,0 | 13,8 |
| pgm | 110 | 2,0 | 15,5 |
| gl | 140 | 2,1 | 18,5 |
| plz | 180 | 2,3 | 20,0 |
| gs | 200 | 2,3 | 20,0 |
| pli | 250 | 2,4 | 24,4 |
| i | 320 | 2,5 | 22,0 |
| gc | 320 | 2,5 | 24,0 |

mung der nFK für die einzelnen Bodenhorizonte im Gelände und entspricht eher den natürlichen Bedingungen als eine normierte Feldkapazität bei pF 1,8.

3.3 Beziehung zwischen landwirtschaftlicher Nutzungseignung und nFKdB

Die nach deutschem sowie polnischem Nomogramm (Abb. 6 und 7) in sechs mittelpolnischen Testgebieten an jeweils 27 Standorten durchgeführte Schätzung der nFK im Wurzelraum beruhte auf den Flächen der polnischen Standortbonitätskarte 1:5.000. Für Teilflächen mit einer Flächenabdeckung von $\geq 1\%$ der Gesamtfläche (die Testflächen umfassten jeweils 6,25 ha) erfolgte jeweils in der Mitte einer Fläche eine Bohrung bis 150 cm. Die Daten der Flächen $< 1\%$ der Gesamtfläche wurden mittels Werten vergleichbarer Nachbarflächen ergänzt. Die Ableitung des durchwurzelbaren Bodenraumes beruhte auf dem Bohrstockbefund und wurde anhand der Wurzelverteilung eingestuft. Bei der Ermittlung des Wurzelraumes gab es besonders bei stark sandigen Substraten Unsicherheiten.

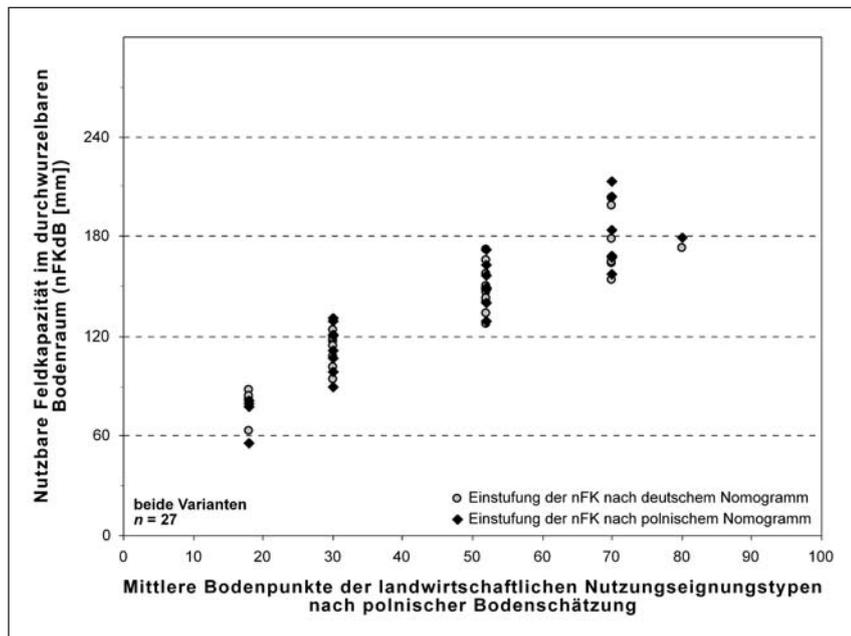


Abbildung 8: Beziehung zwischen landwirtschaftlicher Nutzungseignung und nutzbarer Feldkapazität im durchwurzelbaren Bodenraum (nFKdB) nach deutschem und polnischem Nomogramm
 Figure 8: Relationship between the agricultural land use suitability and the available water capacity in the root zone after German and Polish soil textural group nomogram

Wie Abbildung 8 zeigt, besteht zwischen den mittleren Bodenpunkten der landwirtschaftlichen Nutzungseignungstypen nach polnischer Bodenschätzung und der nFKdB sowohl bei der Schätzung nach polnischem ($R = 0,92^{***}$) als auch nach deutschem Ansatz ($R = 0,93^{***}$) eine enge Korrelation. Letztendlich wird für eine auf der nFKdB beruhende praxistaugliche Ableitung wichtiger Bodenfunktionen die Übereinstimmung der Bodenpunkte mit den Klassen der nFKdB entscheidend sein.

4 Schlussfolgerungen und Ausblick

Unter der für großmaßstäbige Planungsvorhaben dringlichen Maßgabe einer kostengünstigen Bereitstellung von Bodenbasisinformationen sowie den daraus abgeleiteten Bodenkennwerten und -funktionen ist die Datenlage in Polen vor allem in den Teilbereichen mit einer Überlagerung polnischer und deutscher Bodeninformation als positiv einzuschätzen. Bestehende Defizite wurden bereits erkannt und sollen mittelfristig durch die flächendeckende digitale Bereitstellung von Standortbonitätskarten im Maßstab 1:5.000 abgestellt werden.

Die Bodenpunkte der über die polnische Bodenschätzung ermittelten Nutzungseignungstypen korrelieren erfreulicherweise mit der nFK des Wurzelraumes, weshalb eine ökologische Interpretation der polnischen Standortbonität sowohl methodisch als auch praktisch umsetzbar ist. Hierfür sollte jedoch die Datenbasis für die nFK der polni-

schen Bodenarten ergänzt bzw. vervollständigt werden. Außerdem sind die Geländeuntersuchungen auf weitere, verschiedenartige Naturräume auszudehnen. Hierzu sind bereits Ansätze vorhanden, welche jedoch bis dato noch nicht über einen Planungsstatus hinaus gediehen sind (LINK et al., 2010a).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass durch das Vorhandensein zweier sich überlagernder Bodenschätzungssysteme die realistische Chance besteht, eine an den mitteleuropäischen Raum angepasste Methodik zur multifunktionalen Interpretation von Bodenschätzungsdaten zu entwickeln.

Danksagung

Die vorliegende Publikation wurde im Rahmen des EU-Projektes „PROFICIENCY“ erstellt. Wir danken der Europäischen Union sowie dem Institut für Bodenkunde und Pflanzenbau (IUNG), Puławy (Polen), für die freundliche Unterstützung.

Literatur

AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (Bearb.) (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Aufl. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 438.

- BEDNAREK, R. (2005): Mapa jako źródło informacji o glebach. In: BEDNAREK, R., H. DZIADOWIEC, U. POKOJSKA und Z. PRUSINKIEWICZ: *Badania ekologiczno-gleboznawcze*. PWN, Warszawa: 279–298.
- DEHNER, U., TH. VORDERBRÜGGE und T. HARRACH (2009): Raster- und Isoliniendiagramme für Kennwerte des Bodenwasserhaushalts. Ber. DBG, <http://www.dbges.de>: o. S.
- DOBRAŃSKI, B. und S. ZAWADZKI (Red.) (1995): *Gleboznawstwo – Podręcznik dla studentów akademii rolniczych*. 3. Aufl. PWRL, Warszawa: 562 [und Anh.].
- DOMŻAŁ, H. (1979): Wpływ zagęszczenia gleby na zawartość wody silnie związanej oraz retencję wody produkcyjnej i użytecznej. *Roczn. Glebozn.* 30 (3): 45–72.
- GERMAN SOIL SCIENCE SOCIETY und POLISH SOIL SCIENCE SOCIETY (Hrsg.) (1997): Comparison of Polish and German soil classification system. Agricultural University of Szczecin, Szczecin: 165.
- GRÖNING, G. (1996): Der Überfall auf Polen und seine Auswirkungen auf das Konzept der deutschen Landespflege. In: GRÖNING, G. (Hrsg.): *Planung in Polen im Nationalsozialismus*. Hochschule der Künste Berlin, Berlin: 91–105.
- HARRACH, T. (1987): Bodenbewertung für die Landwirtschaft und den Naturschutz. *Zeitschr. Kulturtechnik Flurber.* 28 (3): 184–190.
- HARRACH, T., W. ERNST, B. KEIL und L. SCHRADER (2005): Drei Ansätze zur Standortbewertung landwirtschaftlich genutzter Böden im Amöneburger Becken. *Mitt. d. Deutschen Bodenkundl. Ges.* 105: 193–196.
- HASLMAYR, H.-P. und M. H. GERZABEK (2010): Bewertung der Bodenfunktionen landwirtschaftlicher Böden auf Basis der österreichischen Datengrundlagen. *Bodenkultur* 61 (2): 19–34.
- HESSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (Hrsg.) (2008): Großmaßstäbige Bodeninformationen für Hessen und Rheinland-Pfalz – Auswertung von Bodenschätzungsdaten zur Ableitung von Bodenfunktionen und -eigenschaften. Selbstverl. HLUG, Wiesbaden: 64.
- KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (Hrsg.) (2006): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für den Bodenschutz und zur Änderung der Richtlinie 2004/35/EG. KOM(2006) 232 endgültig, 2006/0086 (COD): 32.
- KOWALKOWSKI, A., J. JONCZAK und M. LINK (2010): Veränderung der Nutzungseignung der Jungmoränenlandschaft Nordpommerns am Beispiel des Einzugsgebietes der Struga Le na (Waldbach). Ber. DBG, <http://www.dbges.de>: o. S.
- KRINNER, A. (1941): Die alluvialen Böden Schlesiens und ihre Einstufung bei der Reichsbodenschätzung. *Wirtschaftsk. schles. Erbhöfe* 5: 24–41.
- KUŹNICKI, F., ST. BIAŁOUSZ und P. SKŁODOWSKI (1979): *Podstawy gleboznawstwa z elementami kartografii i ochrony gleb*. PWN, Warszawa: 509.
- LINK, M., M. KRUKOWSKI und A. MICHALSKI (2010a): Kulturlandschaftsforschung in Polen – Aktuelle Studien und Projekte zur Kulturlandschaftspflege und -entwicklung an Beispielen aus Mittelpolen sowie Niederschlesien. In: BUND HEIMAT UND UMWELT IN DEUTSCHLAND (Hrsg.): *Kulturlandschaft in der Anwendung*. Selbstverl. BHU, Bonn: 31–37.
- LINK, M., TH. VORDERBRÜGGE, Z. DAJOK, A. WUCZYŃSKI, A. MICHALSKI und A. NIEWIADOMSKI (2010b): Multifunktionale Interpretation von Bodenschätzungsdaten als Basis für ein länderübergreifendes Konzept zum nachhaltigen Ressourcen- und Landschaftsschutz am Beispiel Polens und Deutschlands. Ber. DBG, <http://www.dbges.de>: o. S.
- MADAJCZYK, C. (1996): Der Generalplan Ost. In: GRÖNING, G. (Hrsg.): *Planung in Polen im Nationalsozialismus*. Hochschule der Künste Berlin, Berlin: 7–14.
- MORGEN, H. (1940): Die natürlichen Ertragsfaktoren – Boden, Klima und Geländegestaltung – in ihrer Beziehung zur Verteilung der Betriebsgrößenklassen in 26 Landkreisen Pommerns. Ber. *Landwirtsch., Sonderh.* 151: 120 [und 2 Karten].
- MUNDT, H. (1941): Die Arbeit des Zentralbodenamtes in den eingegliederten Ostgebieten. *Neues Bauerntum* 33 (11): 411–418.
- POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE (Hrsg.) (1956): *Przyrodniczo – genetyczna klasyfikacja gleb polski ze szczególnym uwzględnieniem gleb uprawnych*. *Roczniki Nauk Rolniczych, D* (74): 96 [24 und 1 Karte im Anh.].
- POLSKIE TOWARZYSTWO GLEBOZNAWCZE (Hrsg.) (1989): *Systematyka gleb Polski*. 2. Aufl. *Roczn. Glebozn.* 40 (3/4): 149 [inkl. Anh.].
- RADA MINISTRÓW (Hrsg.) (1957): Tabela klas gruntów wraz z instrukcjami regionalnymi dla użytku klasyfikatorów gruntów. *Dz. Ustaw* 5 (21): 140.
- REICHSTELLE FÜR BODENFORSCHUNG (Hrsg.) (1941): *Bodenschätzungskarte nach den Ergebnissen der Reichsbodenschätzung – 41-29 I: Löwenstadt – 1:25 000*. Giescke und Devrient, Leipzig: 1 Karte.
- ROTHKEGEL, W. (1935): *Das Bodenschätzungsgesetz* [Ge-

- setz über die Schätzung des Kulturbodens]. Heymann, Berlin: 140.
- ROTHKEGEL, W. (1938): Die Verwendung der Ergebnisse der Bodenschätzung für Planungszwecke. *Raumf. Raumord.* 2 (8): 362–371 [und Kartenbeil.].
- SAUER, S. und T. HARRACH (2000): Rooting and available water capacity of soils as regulators of ecological soil functions. *Mitt. d. Deutschen Bodenkundl. Ges.* 93: 200–203.
- SCHEU, E. (Hrsg.) (1940): Vorschläge für die ländliche Besiedlung des neuen deutschen Ostraumes. *Sonderh. Wirtschaftsgeogr. Arb.* 164: 108 [und 1 Karte].
- STRZEMSKI, M. (Red.) (1966): Racjonalne użytkowanie ziemi w Polskiej kartografii gleboznawczej. *IUNG, P* (13): 156.
- STUCZYŃSKI, T. (Red.) (2006): Wdrożenie zintegrowanego systemu informacji o rolniczej przestrzeni produkcyjnej dla potrzeb ochrony gruntów w województwie Podlaskim. *Urząd Marszałk. Wojew. Podl., Białystok*: 239 [1 und CD im Anh.].
- STUCZYŃSKI, T. (Red.) (2007): Stan i zmiany właściwości gleb użytkowanych rolniczo w województwie dolnośląskim w latach 2000–2005. *Urząd Marszałk. Wojew. Dolnośląsk., Wrocław*: 223.
- ŚLUSARCZYK, E. (1979): Określenie retencji użytecznej gleb mineralnych dla prognozowania i projektowania nawodnień. *Melior. Rolne* 3/79: 1–10.
- TRZECKI, ST. (1974): Determination of water capacity of soils on the basis of their mechanical composition. *Roczn. Glebozn.* 25 (Dod.): 33–44.
- WITEK, T. (1973): Mapy glebowo – Rolnicze oraz kierunki ich wykorzystania. *IUNG, P* (18): 74.
- WITEK, T. und T. GÓRSKI (1977): Evaluation of the natural capability of agricultural areas in Poland. *WG, Warszawa*: 21.
- WOLDSTEDT, P. (Red.) (1940): Erläuterungen zur Übersichtskarte der Bodenarten in Danzig-Westpreußen, Wartheland und Nachbargebieten 1 : 300 000. *Selbstverl. Reichsstelle für Bodenforschung, Berlin*: 24.
- ZIEMNICKI, S. und S. ZAWADZKI (1974): Comparison of properties of Loess soils on the bottom of a road gully, afforested gully and on arable field. *Roczn. Glebozn.* 25 (Dod.): 269–280.

Anschrift der Autoren

- Michael Link**, Institut für Bodenkunde und Pflanzenbau (IUNG), Abteilung für Bodenkunde und Bodenschutz, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, Polen; link.m@arcor.de
- Thomas Vorderbrügge**, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dezernat G3 – Bodenschutz, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden, Deutschland
E-Mail: thomas.vorderbruegge@hlug.hessen.de
- Adam Michalski**, Universität für Umwelt- und Lebenswissenschaften Wrocław (Breslau), Institut für Geodäsie und Geoinformatik, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław, Polen; adam.michalski@up.wroc.pl
- Alojzy Kowalkowski**, ul. Mostnika 13/27, 76-200 Słupsk, Polen
- Tamás Harrach**, Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung, Heinrich-Buff-Ring 26–32, 35392 Gießen, Deutschland
E-Mail: tamas.harrach@agrار.uni-giessen.de

Eingelangt am 13. Juni 2011

Angenommen am 15. November 2011