

Tagungsbeitrag zu: Vortrags- und Exkursionstagung der AG Bodenschätzung und Bodenbewertung vom 19.-21.09.2012 in St. Wendel/Saarland
Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation), <http://www.dbges.de>

Die Zustandsstufe der Bodenschätzung – Bodentyp oder Wurzelraum?

Keil, B.¹ und Th. Vorderbrügge²

Zusammenfassung

- Die Zustands- bzw. Bodenstufe der Bodenschätzung steht für den durchwurzelbaren Bodenraum und dessen Ausprägung.
- Die Zustandsstufe kann jedoch nicht als eine Entwicklungs- bzw. Alterungsstufe einer in situ gedachten Bodenentwicklung gesehen werden.
- Der Aufbau und die Verbreitung der verschiedenen periglazialen Lagen sind für die häufig wechselnden Boden- und Standortverhältnisse verantwortlich.
- Die Ertragsfähigkeit hängt maßgeblich von der Tiefe des durchwurzelbaren Bodenraums ab.
- Den genannten Gesichtspunkten ist bei der praktischen Schätzung auf allen Ebenen mehr Rechnung zu tragen.

Schlüsselwörter: Bodenschätzung, Zustandsstufe, Bodentyp, durchwurzelbarer Bodenraum, Ertragsfähigkeit

1 Historische Entwicklung

Zur Zeit der Jahrhundertwende um 1900 waren es russische Bodenkundler, die Böden aufgrund ihrer Verbreitung als wesentliches Produkt des Klimas ansahen. Diese Vorstellung beeinflusste stark die **Bodentypenlehre**. Sie ging davon aus, dass ein Bodentyp bestimmte Entwicklungsprozesse durchläuft bzw. diese darstellt.

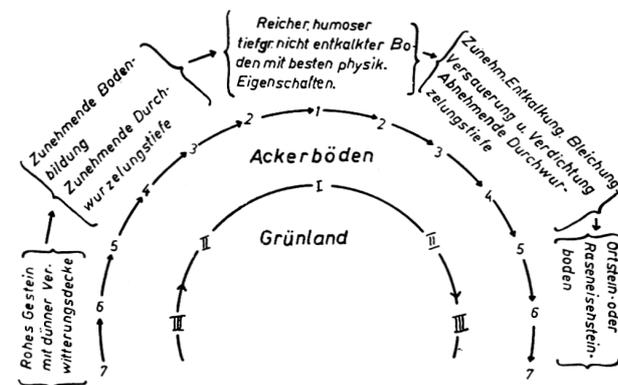
Insbesondere der Bodenkundler H. Stremme, der in Deutschland die Bodentypenlehre vortrachte, setzte sich dafür ein, dass der Bodentyp als maßgebliches Kriterium bei der Bodenschätzung herangezogen wird. Dagegen

¹ Oberfinanzdirektion Frankfurt am Main, Zum Gottschalkhof 3, 60594 Frankfurt am Main
Bernhard.Keil@ofd.hessen.de

² Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingaustraße 186, 65203 Wiesbaden
Thomas.Vorderbrügge@hlug.hessen.de

waren die Vertreter des Reichsfinanzministeriums W. Rothkegel und H. Herzog der Auffassung, dass der Bodenart größere Bedeutung zukommt. Schließlich wurde auf Vorschlag der Preußischen Geologischen Landesanstalt das von G. Görz entwickelte **Konzept der Zustandsstufe** (Abbildung 1) neben der Bodenart in die Bodenschätzung übernommen.

Abbildung 1: Die Zustands- bzw. Bodenstufen der Bodenschätzung (Görz'scher Halbkreis)



Es folgte eine intensiv und kontrovers geführte Diskussion unter großer Beteiligung von Wissenschaft, Verwaltung und Praxis. Es war klar, dass die Bodenschätzer die auch in der Wissenschaft uneinheitlich gehandhabte Bodentypenlehre nicht hinreichend genau bei der Schätzung anwenden konnten. Nach damaligem Kenntnisstand wurde davon ausgegangen, dass sich die Böden im Zeitablauf, vor allem durch die Einwirkung des Klimas, an Ort und Stelle (autochthon) in die Tiefe entwickeln.

Bei der praktischen Schätzung stand die Zustandsstufe als ein zusammenfassender Ausdruck für die **Ausprägung und Mächtigkeit des durchwurzelbaren Bodenraumes** im Vordergrund. Dabei wurde etwa Humusstatus und Nässemerkmale berücksichtigt. W. Taschenmacher – von 1925-1945, 1949 bis 1967 bei der Bodenschätzung im BMF tätig, von 1961 bis 1967 sogar in leitender Funktion – ordnete bereits in 1937 jeder Zustandsstufe eine „Tiefe des möglichen Durchwurzelungsraumes“ als Spanne zu.

2 Tatsächlicher Verlauf der Bodenbildung

Die **Festgesteine** im Untergrund vieler Böden stehen nicht im ursprünglichen, frischen Zustand, sondern bedingt durch intensive chemische Verwitterung als **Gesteinszersatz** (Saprolit) an. Im Tertiär bzw. Quartär wurden darüber hinaus vielfältige Lockerprodukte erzeugt.

Das **Tertiär** („geomorphologische Ära“) prägte ganz wesentlich das heutige Relief der Landschaft, etwa durch die tertiären Senkungsge-

biete, wie Mainzer Becken oder Köln-Aachener Bucht. Insbesondere die Eiszeit (**Pleistozän**) stellte dann in Norddeutschland bzw. am Alpenrand weitere Substrate für die Bodenentwicklung zur Verfügung. Dazu gehören die Gletscherablagerungen wie Grund- und Endmoränen oder auch Sanderflächen.

Im Periglazialraum entstanden durch Kryotur- bation und Solifluktion **periglaziale Lagen**. Dies gilt beim Rückgang der Gletscher auch für die ehemals vereisten Gebiete. Es entstanden zunächst Lagen, die frei von windbedingten (äolischen) Anteilen, insbesondere Löß, waren (**Basislage**).

Im Vorfeld der Gletscher wurde später unter kaltzeitlichen Bedingungen auch äolisches Feinmaterial ausgeblasen. In meist erosionsgeschützten Positionen findet sich in den Mittelgebirgen die äolisch geprägte periglaziale **Mittellage**. Die weit verbreitete, nahezu flächendeckend vorliegende **Hauptlage** als weitere periglaziale Lage, enthält ebenfalls meist noch beachtliche äolische Bestandteile und kann darüber hinaus durch die **Laacher-See-Tephra (LST)** des Eifel-Vulkanismus geprägt sein.

Im **Holozän** setzte nach Kulturnahme durch den Menschen bereits bronzezeitlich und auch im Mittelalter verstärkt Bodenerosion ein. So konnte mehr oder weniger humoses Material im Hangfußbereich als **Kolluvium** oder auch im Auenbereich als Auenlehm (**Alluvium**) abgelagert werden.

Unter Periglazialbedingungen entstanden also mehrgliedrige Substrate. Die Bodenentwicklung orientierte sich an der Mächtigkeit, den Grenzen und den Eigenschaften der durch periglaziale Prozesse bereit gestellten Substrate. Die Unterschiede im Aufbau und in der Verbreitung der verschiedenen periglazialen Lagen sind dabei für die häufig wechselnden Boden- und Standortverhältnisse – mit Ausnahmen wie etwa des Küstenholozäns – sowohl in

- der norddeutschen Tiefebene,
- den Mittelgebirgen als auch
- dem Alpenraum

verantwortlich.

Die Böden sind – etwa über Festgestein – also nicht, wie die Vertreter der Bodentypenlehre ursprünglich annahmen, aus dem festen Anstehenden durch Verwitterung in situ entstanden, sondern aus periglazialen Lagen. Dies gilt auch für die ehemals vergletscherten Gebiete, in denen beim Rückgang der Gletscher ebenfalls periglaziale Bedingungen herrschten. Der ursprüngliche Gedanke, dass sich der Boden

im Zeitablauf in die Tiefe entwickelt (**Entwicklungsstufen**) und schließlich einen optimalen Zustand erreicht, bevor er anschließend etwa durch Entkalkung, Nässe oder Versauerung altert (**Alterungsstufen**), muss also fallen gelassen werden.

M. Blankenhorn hat zwar im Taunus bereits in den Jahren 1895 und 1896 periglaziale Bildungen beschrieben. Aber erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden dazu durch Arbeiten z. B. von Arno Semmel und Manfred Altermann weitere zahlreiche Forschungsergebnisse zusammengetragen. Diese Erkenntnisse haben zwischenzeitlich auch Eingang in die Bodenkundliche Kartieranleitung gefunden und sind sowohl von Bodenkundlern als auch Bodenschätzern zu beachten.

3 Die Bedeutung des Wurzelraumes für die Ertragsbildung

Der durch die Zustandsstufe bestimmte **durchwurzelbare Bodenraum und dessen Ausprägung** ist neben der Bodenart die zweite wichtige Kenngröße, die die Ertragsfähigkeit bestimmt. Mit zunehmender Durchwurzelbarkeit des Unterbodens stehen der Pflanze mehr Nährstoffe und vor allem auch mehr Wasser zur Verfügung. Dadurch wird die Ertragsfähigkeit positiv beeinflusst. Ein günstiger, tief durchwurzelbarer Boden gewährleistet unter sonst gleichen Bedingungen eine bessere Wasser- und Nährstoffversorgung als ein nur schwacher, flach durchwurzelbarer Boden. Entscheidendes Kriterium für die praktische Beurteilung der Zustandsstufe sind deshalb der zur Verfügung stehende Wurzelraum und dessen Ausprägung. Die Zustandsstufe kennzeichnet die Gründigkeit des Bodens und wird maßgeblich von der Durchwurzelbarkeit bestimmt.

Es ist sowohl in der landwirtschaftlichen Praxis als auch bei vielen Bodenkundlern bzw. Bodenschätzern immer noch zu wenig bekannt, dass der Ertrag hoch signifikant positiv mit der Wurzellängendichte Unterboden (WLD gemessen in cm/cm^3), oder allgemeiner ausgedrückt, mit der **Unterbodendurchwurzelung** eng bis sehr eng korreliert. Die Ertragsbildung stellt also eine Funktion des Unterbodens und nicht des Oberbodens dar.

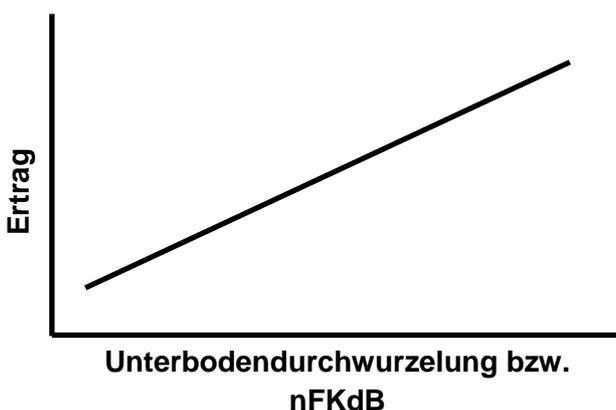
Praktische Untersuchungen zeigen, dass die **Oberbodendurchwurzelung** nicht oder sogar negativ mit dem Ertrag korreliert. Bei flachgründigen, ertragsschwachen Böden ist häufig eine größere Oberbodendurchwurzelung festzustellen als auf tiefgründigen, ertragreichen Standorten.

Der **Wurzeltiefgang** der landwirtschaftlichen Ackerkulturen unterscheidet sich ebenfalls kaum voneinander. Tiefgründige Lößböden werden von allen Kulturen auch tiefgründig durchwurzelt. Dabei besteht zwischen einkeimblättrigen (z. B. Getreidearten, Mais) und zweikeimblättrigen Pflanzen (Zuckerrüben, Raps usw.) kein Unterschied im Wurzeltiefgang. Hinsichtlich der **Durchwurzelungsintensität** weisen einkeimblättrige Pflanzen (Monokotyle) grundsätzlich höhere Durchwurzelungsintensitäten auf als zweikeimblättrige Pflanzen (Dikotyle).

Die getroffenen Aussagen gelten grundsätzlich auch für das **Grünland**. Leguminosen und Kräuter durchwurzeln den Boden weniger intensiv als Gräser. Hinsichtlich des Wurzeltiefganges weisen Untergräser offenbar tendenziell einen geringeren Wurzeltiefgang bei geringeren Wurzelmassen als Obergräser auf. Es wird beim Grünland in der Literatur zwischen Flach- bis Mitteltiefwurzler und Tiefwurzler unterschieden. So gehören etwa die Untergräser *Lolium perenne* (Deutsches Weidelgras) und *Poa pratensis* (Wiesen-Rispengras) zur ersten Gruppe, während das Obergras *Dactylis glomerata* (Knaulgras) bzw. *Arrhenatherum elatius* (Glatthafer) sowie die Leguminosen *Medicago sativa* (Luzerne) und *Trifolium pratense* (Rotklee) der zweiten Gruppe zu zurechnen sind.

Die Abbildung 2 zeigt den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen der Unterbodendurchwurzelung bzw. der nutzbaren Feldkapazität (nFK) im durchwurzelbaren Bodenraum (dB) und dem Ertrag. Der gleiche Zusammenhang gilt anstelle des Ertrages auch für die Bodenzahl.

Abbildung 2: Schematische Darstellung der Beziehung zwischen Unterbodendurchwurzelung bzw. der Menge an pflanzenverfügbarem Wasser im durchwurzelbaren Bodenraum (nFKdB) und dem Ertrag



4 Kennzeichnung und Beurteilung der Zustandsstufe

Das Konzept der Zustandsstufe hat sich im Hinblick auf die Erfassung einer zunehmenden Ertragsfähigkeit mit zunehmender Durchwurzelungstiefe des Bodens vor allem aus praktischer Sicht bewährt. Auch wenn sich gegenüber den ursprünglichen Überlegungen bei der Zustandsstufe Änderungen und Weiterentwicklungen hinsichtlich der Entwicklung von Böden (Pedogenese) ergeben haben, können die vorhandenen Böden nach wie vor sinnvoll den Zustandsstufen zugeordnet werden. Dabei stehen nicht der Bodentyp, sondern der durchwurzelbare Bodenraum und dessen Ausprägung im Mittelpunkt des Interesses.

W. Taschenmacher weist bereits in seinem „Grundriss zur Feldbodenkunde“ auf die Bedeutung der „Tiefe des möglichen Durchwurzelungsraumes“ hin. Er nimmt eine entsprechende Unterteilung der Durchwurzelbarkeit des Bodenraumes nach der Mächtigkeit des Bodenprofils („Gründigkeit“) vor und ordnet diese den Zustandsstufen der Verwitterungsböden zu. Es überrascht, wie nahe Taschenmacher den Vorstellungen einer modernen und angewandten Feldbodenkunde ist.

Die Beurteilung der Zustandsstufe kann am besten am aufgegrabenen Profil der Vergleichsstücke bei der Einleitung der Nachschätzung vorgenommen und eingeübt werden. Bei der praktischen Bodenschätzung sollte der Beurteilung der Durchwurzelung und der Packungsdichte, z. B. unter Zuhilfenahme eines einfachen Taschenmessers, stärker Rechnung getragen werden. Eine „Ferndiagnose“ der Zustandsstufe von außerhalb der Profilgrube, etwa anhand der Farben, ist nicht zielführend für eine zutreffende Beurteilung der Ertragsfähigkeit. Taschenmacher schreibt „aus der Profilgrube herauschauend“:

- „Die beste Art der Untersuchung eines Bodens ist daher die Aufgrabung, welche das Profil im erdfrischen Zustand bloßlegt“ (Seite 38).
- „Das Arbeiten mit dem Bohrstock kann jedoch nur als ein mangelhafter Ersatz für die Aufgrabung angesehen werden“ (Seite 37).
- „Mit diesen vier Sinnen (*Gesichtssinn, Tastsinn, Geruchs- und gegebenenfalls Geschmackssinn; Anmerkung des Verfassers*) kann der Mensch bei einiger Übung ... auf Grund dieser sinnlichen Wahrnehmungen und ihrer gedanklichen Verarbeitung eine für viele praktische Zwecke ausreichende Beurteilung des Bodens vornehmen (Seite 36).

Übersicht 1: Der Zusammenhang zwischen Zustandsstufe (ZS) der Bodenschätzung und der Mächtigkeit des durchwurzelbaren Bodenraumes sowie dessen Ausprägung

ZS	Beschreibung	Bemerkungen
7	Unterboden/-grund nimmt nicht an der Ertragsbildung teil; Durchwurzelbarkeit bis ca. 15 cm gegeben; sehr flachgründiges Bodenprofil	Entscheidend für die Zuordnung sind der durchwurzelbare Bodenraum und dessen Ausprägung, dazu gehören etwa Wurzelverteilung, Packungsdichte, Bioporen und Nässe (rezent oder relik-tisch?)
6	Unterboden/-grund nimmt nicht an der Ertragsbildung teil; Durchwurzelbarkeit bis ca. 35 cm gegeben; flachgründiges Bodenprofil	
5	Unterboden/-grund nimmt an der Ertragsbildung teil, aber noch nicht der tiefere Unterboden/-grund; Durchwurzelbarkeit bis ca. 55 cm (50 bis 60 cm) gegeben; flach- bis mittelgründiges Bodenprofil	
4	tieferer Unterboden/-grund nimmt an der Ertragsbildung teil, aber der durchwurzelbare Bodenraum erreicht in der Regel noch keine Tiefe von 1 m; mittelgründiges Bodenprofil	
3	tieferer Unterboden/-grund nimmt mit mindestens 1 m durchwurzelbarem Bodenraum an der Ertragsbildung teil; tiefgründiges bis sehr tiefgründiges Bodenprofil	
2	wie 3	Humusstatus beachten
1	wie 3	Humusstatus beachten

Die Übersicht 1 beschreibt den Zusammenhang zwischen der Durchwurzelbarkeit des Bodens und der Zustandsstufe. Die Feststellungen gelten sinngemäß auch für die Bodensstufe bei der Grünlandschätzung. Es zeigt sich, dass wesentlich für die Zuordnung die Verhältnisse im Unterboden bzw. Untergrund sind. Der Oberboden entscheidet nicht – mit Ausnahmen bei den Stufen 7 und 6 – über die Zuordnung zu einer Zustandsstufe.

5 Ausblick

Die Zustandsstufe wird gekennzeichnet durch den durchwurzelbaren Bodenraum und dessen Ausprägung. Dieser [altbekannter (!)] Sachverhalt ist auf allen Ebenen bei der Bodenschätzung ausreichend Rechnung zu tragen. So wird etwa bei den Musterstücken der Bodenschätzung in Österreich die Gründigkeit und die Durchwurzelbarkeit festgehalten und dokumentiert. Dies sollte auch zukünftig etwa bei der Bewertung von Musterstücken durch den Schätzungsbeirat beim Bundesfinanzministerium (BMF) berücksichtigt werden. Bei den laufenden Nachschätzungsarbeiten sind die Vergleichsstücke möglichst aufzugraben und Zustands- bzw. Bodensstufe an der Profilwand zu ermitteln. Bei der praktischen Fort- und Ausbildung der Bediensteten der für die Bodenschätzung zuständigen Landesbehörde und der Amtlich Landwirtschaftlichen Sachverständigen (ALS) sowie der ehrenamtlichen Bodenschätzer sind die genannten Zusammenhänge zu vermitteln und zu vertiefen.

Literatur

- FREUND, K. L.: Zur Geschichte und zu ausgewählten Fragen der Bodenschätzung. Selbstverlag, Bonn 1998.
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie und Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz: Großmaßstäbige Bodeninformationen für Hessen und Rheinland-Pfalz. Wiesbaden 2008.
- KEIL, B.: Das Ertragspotential des Standortes als Funktion der Speicherkapazität des Bodens für pflanzenverfügbares Wasser. Gießener Bodenkundliche Abhandlungen, Dissertation, Gießen 1991.
- KEIL, B.: Die Bedeutung der Vergleichsstücke der Bodenschätzung. Beitrag zur Tagung der AG Bodenschätzung und Bodenbewertung vom 11. – 12.09.2008 in Weimar.
- Österreichische Bodenschätzung: Interne Unterlagen zu den Bundesmusterstücken. BMF, Wien 2008.
- TASCHENMACHER, W.: Grundriss einer deutschen Feldbodenkunde. Ulmer-Verlag, Stuttgart 1937.
- WOLFF, W. und K. von BÜLOW und G. Görz: Neue bodenkundliche Gesichtspunkte bei der Kartierungstätigkeit der Preußischen Geologischen Landesanstalt. Sonderdruck aus dem Jahrbuch der Preußischen Geologischen Landesanstalt, Berlin 1933.