

Tagungsbeitrag zur:  
Vortrags- und Exkursionstagung der Arbeitsgruppe Bodenschätzung und Bodenbewertung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft vom 19. bis 21. September 2012 in St. Wendel  
Berichte der DBG (nicht begutachtete online-Publikation), [www.dbges.de](http://www.dbges.de)

Rötscher, T.<sup>1)</sup> und Christen, O.<sup>2)</sup>

## Zusammenhänge zwischen Bodenzahlen und Ertrag auf Ackerschlägen am Südostrand des Thüringer Beckens und Einflussfaktoren

### 1. Zusammenfassung

Für 18 überwiegend heterogene Ackerschläge am Südostrand des Thüringer Beckens wurden geokodierte Ergebnisse der Bodenschätzung (speziell Bodenzahlen) auf der Grundlage von 30 x 30 m-Rasterzellen mit Ertragsdaten der Ertragskartierung am Mähdrescher aus den Erntejahren 2000 - 2008 zusammengeführt. Im Anschluss wurden die Zusammenhänge zwischen Bodenzahlen und Ernteertrag sowie der Einfluss der mittels Bodenzahlen zum Ausdruck gebrachten Bodeneigenschaften auf den örtlichen Ertrag korrelations- bzw. regressionsanalytisch untersucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Zusammenhänge zwischen Bodenzahlen und Ernteertrag im Untersuchungsgebiet überwiegend positiv sind; hohe Erträge treten im Normalfall an Orten mit hohen Bodenzahlen, geringe Erträge an Orten mit niedrigen Bodenzahlen auf.

Die Ausprägung der Zusammenhänge zwischen Bodenzahlen und Ertrag wird den Untersuchungsergebnissen zufolge durch die angebaute Fruchtart, den Witterungsverlauf bis zur Ernte sowie durch die Schlaggröße und -heterogenität mit beeinflusst. Der Einfluss der Bodenzahlen auf den örtlichen Ertrag verläuft nicht in allen Fällen linear; vielfach spiegelt sich das „Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs“ in den Ergebnissen wider.

Für das Untersuchungsgebiet des vorliegenden Beitrages (< 600 mm Jahresniederschlag) kann zusammenfassend festgehalten werden, dass die Ergebnisse der Bodenschätzung (Bodenzahlen) die Ertragsverhältnisse innerhalb von Ackerschlägen im Großen und Ganzen zutreffend widerspiegeln und somit für entsprechende Anwendungen der Bodenschätzung beispielsweise im Pflanzenbau (z. B. Precision Farming, pflanzenbauliche Modellierung), im landwirtschaftlichen Grundstücksverkehr (z. B. Pacht- und Kaufpreisbemessung, Flurneuordnung) oder zur Besteuerung landwirtschaftlicher Betriebe eine verlässliche Grundlage bieten.

**Schlüsselworte:** Bodenschätzung, Ertragskartierung, Ertragspotenzial, Ertragsdifferenzierung, Precision Farming, Flurneuordnung

### 2. Einleitung und Literatur

Die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Ergebnissen der Bodenschätzung nach dem Bodenschätzungsgesetz [1], [2] und dem Ertrag hat seit Einführung der Bodenschätzung eine lange Tradition.

Der Literatur ist zu entnehmen, dass anfangs Betrachtungen auf regionaler bzw. überregionaler Ebene, vor allem zur Beantwortung betriebswirtschaftlicher Fragestellungen, im Mittelpunkt standen.

So untersuchte beispielsweise ROTH [3] die Zusammenhänge zwischen durchschnittlichen Ackerzahlen ostdeutscher Landkreise und dem Ernteertrag in den Jahren 1934 - 1939. Für *alle Früchte des Ackerlandes* bestand demnach ein linearer Zusammenhang, bei dem der Hektarertrag je 5 Ackerzahlen um etwa 1,5 Getreideeinheiten (GE) zunahm. Für einzelne Getreidearten sowie für *Getreide* insgesamt fand ROTH [3] eine gesicherte Beziehung mit abnehmendem Ertragszuwachs.

Neuere Untersuchungen verlagern die Betrachtungsebene häufig auf räumliche Einheiten unterhalb der Schlaggröße, insbesondere um Aussagen über die Eignung der Bodenschätzung als Arbeitsgrundlage für die teilflächen-

<sup>1)</sup> Thüringer Landesfinanzdirektion Erfurt, Bodenschätzung

<sup>2)</sup> Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften

spezifische Bewirtschaftung (Precision Farming) treffen zu können.

SCHMERLER et al. [4] stellen beispielsweise innerhalb von Schlägen im Oderbruch fest, dass sich der Kornertrag mit Zunahme der Bodenqualität, ausgedrückt durch *Ackerzahlen*, erhöht. DOBERS [5] kommt im Fläming bezogen auf *Bodenzahlen* zu ähnlichen Ergebnissen. REIMER u. LAMP [6] sowie BARTELS [7] finden hingegen im Norden bzw. Nordwesten Deutschlands nur geringe Zusammenhänge zwischen Boden- bzw. Ackerzahlen der Bodenschätzung und dem örtlichen Ertrag.

Im vorliegenden Beitrag werden Zusammenhänge zwischen Bodenzahlen und Ernteertrag einmal mehr unter aktuellen Bedingungen untersucht. Hervorzuheben ist, dass die Bodenschätzung der untersuchten Schläge im Vorfeld auf ihre Aktualität und Gültigkeit hin überprüft und ggf. nachkartiert worden ist und dass mit Ertragsdaten aus bis zu neun Erntejahren (2000 - 2008) ein vergleichsweise langer Beobachtungszeitraum zur Verfügung steht.

### 3. Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet liegt am Südostrand des Thüringer Beckens, im Umkreis von ca. 15 km nördlich und südlich der Stadt Weimar. Naturräumlich geht hier das zentrale Thüringer Lößgebiet in seine Randlagen aus Muschelkalk und Keuper über. Klimatisch kann das Untersuchungsgebiet mit < 600 mm (552 mm) Jahresniederschlag im Norden und kaum mehr als 600 mm (619 mm) im Süden dem mitteldeutschen Trockengebiet zugerechnet werden. Als Böden kommen Schwarzerden, Pararendzinen, Rendzinen, Kolluvisole und vereinzelt Auenböden vor. Die Bodenzahlen der Bodenschätzung liegen zwischen 98 und 34 im nördlichen und zwischen 81 und 20 im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes.

Für die Auswertung standen 18 Ackerschläge mit einer Gesamtfläche von 529 ha sowie die zugehörigen Ertragsdateien aus den Erntejahren 2000 - 2008 zur Verfügung.

Die wesentlichen Arbeitsschritte der Untersuchung sind in den Abbildungen 1 und 2 schematisch dargestellt.

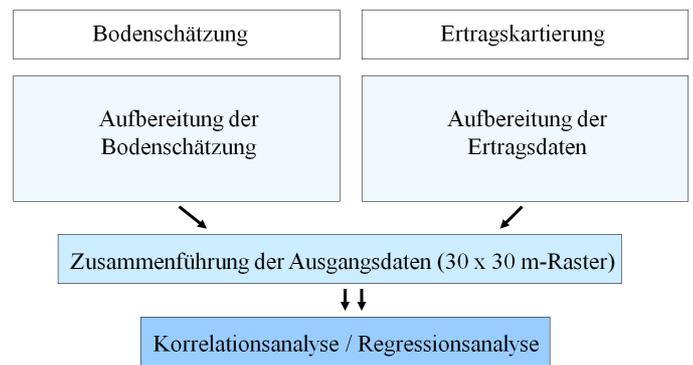


Abb. 1 Arbeitsschritte (Überblick)

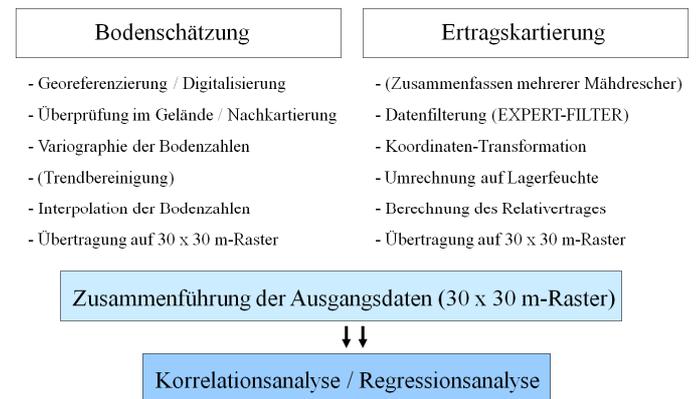


Abb. 2: Arbeitsschritte (im Einzelnen)

Die Überprüfung der bestehenden Bodenschätzung im Gelände erfolgte in Anlehnung an die bei RÖTSCHER u. SEIDELBACH [8] beschriebene Vorgehensweise hauptsächlich anhand der Grablöcher der Altschätzung.

Die weiteren Arbeitsschritte zur Aufbereitung der Bodenschätzung und zur Aufbereitung der Ertragsdaten entsprechen im Wesentlichen der bei RÖTSCHER et al. [9] vorgestellten Methodik.

### 4. Ergebnisse und Diskussion

Die Korrelationskoeffizienten der Untersuchung liegen zwischen  $r = -0,71$  und  $r = 0,71$ . Wie Abbildung 3 zeigt, treten in der Mehrzahl der Fälle positive, zuweilen deutlich positive Zusammenhänge zwischen den lokalen Bodenzahlen und dem Ertrag der geernteten Körnerfrüchte auf. Geringe bzw. keine Korrelationen treten auf, vom Boden her gesehen, homogenen Schlägen auf; z. B. Schlag 54-01. In diesem Sinne sollten auch die negativen Korrelationen auf den Schlägen 56-01 und 57-01 zu interpretieren sein, weil

	9	11	14	20	27	54-01
2000	0,3657	-	0,3631	0,6008	0,0336	-
2001	0,3184	-	0,1592	-0,0597	0,3329	0,2943
2002	0,4312	-	-	-	-	0,0186
2003	0,5957	0,6069	0,5016	0,5751	0,4614	-0,0235
2004	0,3128	0,3312	0,2863	0,0210	0,1674	0,2849
2005	0,3604	0,2620	0,5159	0,3744	0,2899	0,2317
2006	0,5599	0,2838	0,5051	0,1672	0,2355	0,1432
2007	0,5634	0,2959	0,5173	0,0140	-	-
2008	-	0,4753	0,4590	-	0,4432	-
alle	0,6952	0,5791	0,5883	0,3725	0,4885	0,2640

	55-01	56-01	57-01	608	711	3603.1
2000	0,6227	-	-	-	-	-
2001	0,1566	-	-	-	-	-
2002	0,3023	-	-	-	-	0,4108
2003	0,6747	-0,3384	-0,0554	0,6057	0,6972	0,3735
2004	0,0886	-0,0784	-0,2901	0,5062	0,4217	0,2003
2005	0,1725	0,0135	-0,2363	0,4304	-0,3211	0,7115
2006	0,6137	-	-0,1204	-	0,5041	0,0751
2007	0,4455	-	-0,2627	-	-	0,5860
2008	-	-	-	-	-	0,6829
alle	0,5588	-0,2559	-0,2669	0,6313	0,6031	0,5912

	4004.2	4151.1	4204.1	4301.1	5002.2	5201.1
2000	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-
2002	0,4097	0,2431	0,2389	0,5804	-0,7148	0,4729
2003	0,1387	0,5969	0,5130	0,5165	0,4983	0,3083
2004	0,1473	0,6022	0,4709	-	-0,4272	-0,1331
2005	0,5045	0,1535	0,2708	0,6825	-0,1026	0,1729
2006	0,5749	0,5853	0,6249	0,3198	0,2949	0,4085
2007	0,6439	-	0,6633	-0,2681	-	0,1381
2008	0,6160	0,4081	0,2889	-0,0178	-	0,2502
alle	0,4363	0,6004	0,6019	0,3170	-0,2494	0,4368

Abb. 3: Korrelationskoeffizienten der Untersuchung (Spaltenköpfe = Bezeichnung der Schläge); weiß = signifikant positive Korrelation, grau = keine Korrelation, rot = signifikant negative Korrelation, grün = Korrelationskoeffizient > 0,6

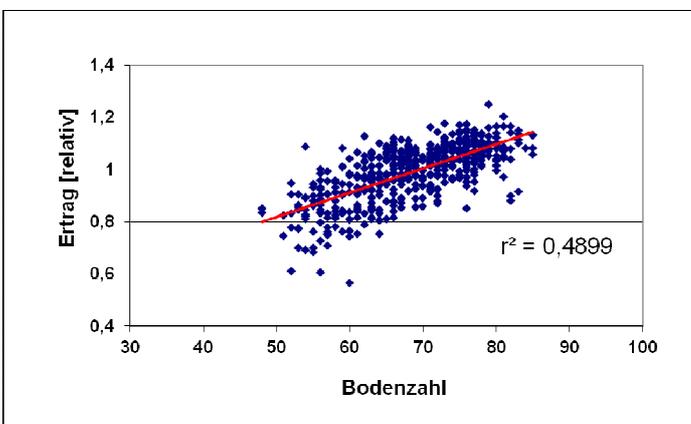


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Bodenzahlen und Ernteertrag; Schlag 9, alle Ernten 2000-2007; lineare Regression, Bestimmtheitsmaß

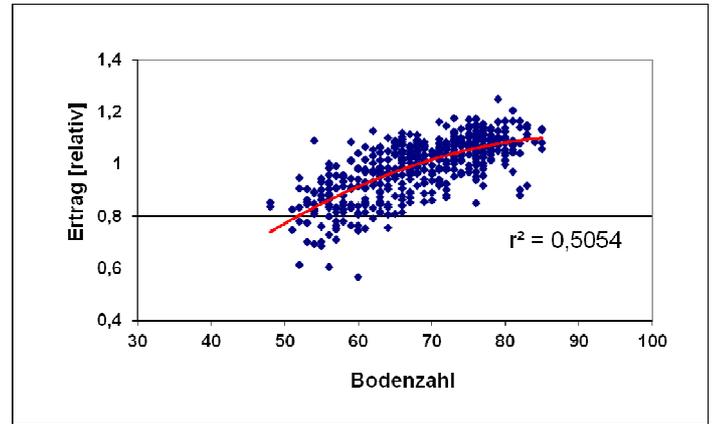


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Bodenzahlen und Ernteertrag; Schlag 9, alle Ernten 2000-2007; nichtlineare Regression, Bestimmtheitsmaß

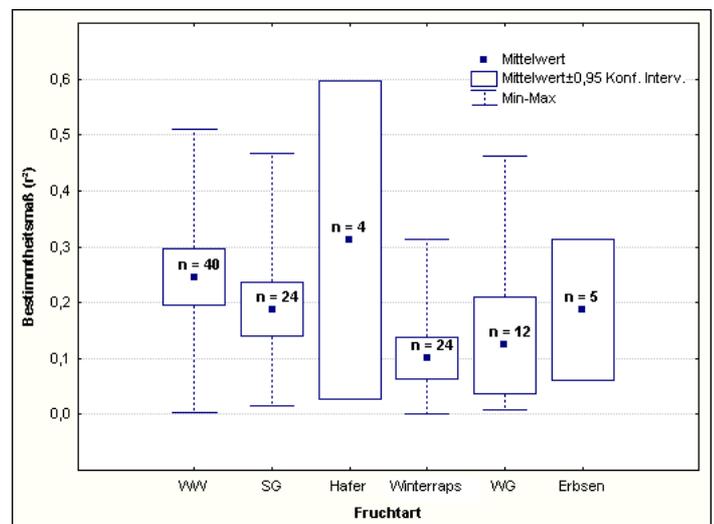


Abb. 6: Box-Whisker-Plot der Bestimmtheitsmaße für den Einfluss der Bodenzahlen auf den Ernteertrag (Einzeljahre); n = 109 Ernten, gruppiert nach Fruchtarten

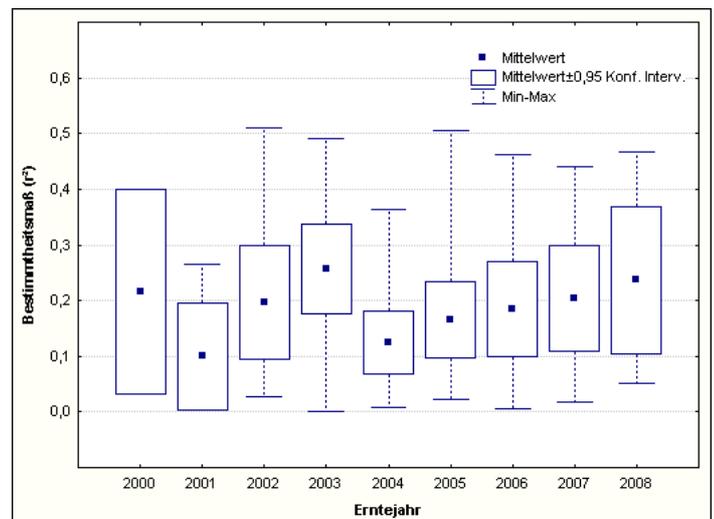


Abb. 7: Box-Whisker-Plot der Bestimmtheitsmaße für den Einfluss der Bodenzahlen auf den Ernteertrag (Einzeljahre); n = 109 Ernten, gruppiert nach Erntejahren

diese beiden Schläge ebenfalls eher homogen sind. Die negativen Zusammenhänge auf den Schlägen 4301.1 bzw. 5002.2 lassen sich hingegen damit erklären, dass es sich hier um Schläge in Hanglage handelt. Witterungsbedingt können sich hier offenbar die erwarteten Ertragsverhältnisse umkehren. Das ist beispielsweise dann der Fall, wenn in feuchten Jahren der an sich zu trockene Oberhangbereich der Schläge ausreichend mit Wasser versorgt wird und der in aller Regel mit höheren Bodenzahlen bonitierte Tiefen- und Hangfußbereich der Schläge unter Nässe leidet.

An dieser Stelle schließt sich der Kreis zu den Erfahrungen aus der Literatur (siehe oben) dahingehend, dass erkennbar positive Zusammenhänge zwischen Bodenzahlen (bzw. Ackerzahlen) und Ernteertrag insbesondere unter niederschlagslimitierten Bedingungen auftreten.

Die Ergebnisse in den Abbildungen 4 und 5 zeigen beispielhaft, dass der Einfluss der mittels Bodenzahlen zum Ausdruck gebrachten Bodeneigenschaften auf den lokalen Ertrag nicht, wie eigentlich zu erwarten (Bodenzahlen = Reinertragsverhältniszahlen!) in allen Fällen linear verläuft. Die gefundenen Regressionsfunktionen spiegeln auch in der vorliegenden Untersuchung oftmals das „Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs“ wider. Demnach steht nicht jeder zusätzlichen Einheit „Bodengüte“ (Bodenzahl) ein adäquater Ertragszuwachs gegenüber. Die Bestimmtheitsmaße der Regressionsfunktionen lagen für die einzelnen Ernten im Durchschnitt bei  $r^2 \sim 0,20$ , bei mehrjährigen Auswertungen auf einzelnen Schlägen auch bei  $r^2 \sim 0,50$ .

In den Abbildungen 6 und 7 wurden die Bestimmtheitsmaße der Regressionsfunktionen der einzelnen Ernten ( $n = 109$ ; Einzeljahre) nach Fruchtarten und Erntejahren gruppiert. Demnach besteht für Winterweizen (Abb. 6) im Mittel der untersuchten Ernten eine vergleichsweise deutliche Abhängigkeit des Ernteertrages von den lokalen Bodenzahlen (Bodenverhältnissen) innerhalb der Schläge. Ähnliches gilt offenbar auch für die Sommergetreidearten, wobei die Aussage für Hafer (lediglich vier Ernten) vergleichsweise unsicher ist. Die Auswirkung der Bodenzahlen auf den lokalen Ertrag von Winterweizen ist in Auswertung der Darstellung eher gering.

Werden die Bestimmtheitsmaße nach Erntejahren (Abb. 7) gruppiert, fällt beispielsweise

deutlich das extreme Trockenjahr 2003, in dem thüringenweit nur 73 % des normalen Niederschlages gefallen sind, auf.

Werden die Bestimmtheitsmaße der Ernten abschließend nach Schlaggrößen bzw. -heterogenität (Standardabweichung der Bodenzahlen) gruppiert (ohne Abbildung) zeigt sich jeweils ein leichter Trend dahingehend, dass die Aussagekraft der Bodenzahlen über den zu erwartenden örtlichen Ernteertrag mit zunehmender Schlaggröße und zunehmender Heterogenität der Schläge ansteigt.

## 5. Literatur

- [1] Gesetz über die Schätzung des Kulturbodens (Bodenschätzungsgesetz); RGBI. Teil 1 1934, S. 1050 ff.
- [2] Gesetz zur Schätzung des landwirtschaftlichen Kulturbodens; Bundesgesetzblatt Teil 1 2007 Nr. 69, S. 3176-3183
- [3] ROTH, A. H. (1956): Untersuchungen über die Beziehung zwischen den von der Bodenschätzung erfaßten natürlichen Ertragsbedingungen und den Ernteerträgen des Ackerlandes; Wiss. Abhandlungen Nr. 19, Dt. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin, Akademie-Verlag, Berlin
- [4] SCHMERLER et al. (2001): Ergebnisse über Verfahren der teilflächenspezifischen Pflanzenproduktion; Forschungsbericht, Institut für Agrartechnik Bornim e.V.
- [5] DOBERS, E. S. (2002): Methoden der Standortkartierung als Grundlage des DGPS-gestützten Ackerbaus; Diss. Univ. Göttingen
- [6] REIMER, G. u. LAMP, J. (2001): Ertragskarten als Indikator für Standort und Bodeneigenschaften: in: Mitt. d. DBG, Band 96, Heft II, S. S. 443-444
- [7] BARTELS, C. (2003): Vergleichende Auswertung und Interpretation von Ertragskarten zur Beurteilung der Ertragsleistung und zur Identifikation limitierender Wachstumsfaktoren; Diplomarbeit, FH Osnabrück
- [8] RÖTSCHER, T. u. SEIDELBACH, J. (2004): Aktualisierung der Bodenschätzung, Bereitstellung und Nutzung digitaler Schätzungsdaten in Thüringen; in: Mitt. d. DBG, Band 103, S. 61-62
- [9] RÖTSCHER, T., CHRISTEN, O. u. SPILKE, J. (2008): Zusammenhänge zwischen Wertzahlen der Bodenschätzung und dem Naturalertrag auf einem Ackerschlag in Thüringen II; in: Berichte der DBG, [www.dbges.de](http://www.dbges.de)