

ÜBER DIE MÖGLICHKEIT
EINER BONITIERUNG DER WALD-
STANDORTE MIT HILFE VON
BODENUNTERSUCHUNGEN

VON

DR. V. T. AALTONEN

PROFESSOR DER BODENKUNDE AN DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN FOR-
SCHUNGSANSTALT, HELSINKI

Unter ein und denselben klimatologischen Verhältnissen müssen die Schwankungen in der Ertragsfähigkeit der Standorte hauptsächlich von den Verschiedenheiten der Bodeneigenschaften abhängig sein. Die Annahme liegt demnach nahe, dass es möglich wäre, mit Hilfe von Bodenuntersuchungen darzulegen, welcher Art die Bodeneigenschaften sein werden, die für die Ertragsfähigkeit der Standorte oder die Fruchtbarkeit des Bodens ausschlaggebend sind. Derartige Untersuchungen sind denn auch schon seit lange speziell von Forschern der Forstwissenschaft gemacht worden, da diese Frage u. a. in bezug auf die praktische Forstwissenschaft eine ganz besonders hohe Bedeutung hat. Ungeachtet der zahlreichen, mit Hinsicht hierauf schon ausgeführten Untersuchungen ist es bisher noch nicht gelungen, die Aufgabe endgültig zu lösen. Was speziell die chemische Bodenanalyse betrifft, so wird heutzutage allgemein der Standpunkt vertreten, dass sie ausser Stande ist, die Ertragsfähigkeit des Bodens zu bestimmen, sondern kann sie höchstens Aufschluss über mit Hinsicht auf einige einzelne, vom Standpunkte der Pflanzen wichtige Bodeneigenschaften geben.

Eine kritische Durchsicht der bisherigen Untersuchungen zeigt indessen, dass noch kein Grund vorhanden ist, die Flinte in's Korn zu werfen. Eine Bonitierung der Standorte mit Hilfe von Bodenuntersuchungen ist keineswegs unmöglich, wenn man zuerst auf irgend eine andere Weise die Standorte natürlich begrenzen und dann sämtliche Eigenschaften des Bodens einer Untersuchung unterziehen würde. Auf diese fundamentalen Gesichtspunkte ist bei den bisherigen Untersuchungen nicht genügendes Augenmerk

gerichtet worden und allem Anschein nach dürften die negativen Resultate wenigstens zum grossen Teil gerade diesem Umstand zuzuschreiben sein.

Wenn es sich um eine Bonitierung der Waldstandorte vermittelt Bodenuntersuchungen handelt, müssen also die Resultate der Bodenanalyse mit Wachstum und Ertrag des Bestandes verglichen werden. Sollten die Wuchs- und Ertragsverhältnisse des Bestandes noch nicht bekannt sein, so müssen sie zugleich untersucht werden. Macht man beide Untersuchungen an vielen, verschiedenen Stellen, so liegt die Möglichkeit vor, dass sich auf Grund der Ergebnisse der Bodenanalyse die Ertragsfähigkeit des Standorts oder umgekehrt bestimmen liesse. Jedoch wäre eine derartig angeordnete Untersuchung immer nur eine sehr willkürliche und so mühselig, dass es unsicher ist, ob man auf diesem Wege überhaupt zu irgendwelchen bestimmten Resultaten gelangen kann. Die Sache liegt anders, wenn die Standorte im Voraus in irgend einer Weise klassifiziert werden. Dann braucht man nur den Boden von einigen Standorten jeder Klasse genau zu untersuchen. Es handelt sich nun aber darum, auf welchen Prinzipien eine derartige provisorische Einteilung in Klassen ruhen soll.

Wenn es sich um die Frage von den Waldstandorten und deren Ertragsfähigkeit handelt, so eignet sich als Basis zur Einteilung das Klassifizierungssystem der forstlichen Ertragstafeln; indessen ist die Frage hiermit noch nicht gelöst, da es verschiedene solcher Klassifikationssysteme gibt. Es muss entweder ein sich auf Wachstum und Ertrag des Bestandes gründendes Klassifikationssystem gewählt werden oder ein solches, welches sich auf die Artenzusammensetzung der Flora und auf den allgemeinen ökologischen Charakter der Vegetation, d.h. auf Pflanzengesellschaften stützt.

Bei den bisherigen Bodenuntersuchungen wurde im allgemeinen das ersterwähnte, in den mitteleuropäischen Ländern entwickelte Klassifikationssystem benutzt, und wahrscheinlich beruhen die negativen Resultate dieser Untersuchungen zum grössten Teile gerade hierauf.

Die Klassen der mitteleuropäischen Ertragstafeln, sind einigermaßen künstlich. So ist man z.B. bestrebt gewesen den Unterschied zwischen den einzelnen Klassen gleich gross zu machen, ohne Rücksicht darauf, in welchem Grade die wirklichen Standorte in der Natur faktisch von einander abweichen. Die Klassen der verschiedenen Baumarten entsprechen einander nicht. Es leuchtet ohne weiteres ein, dass die Beschaffenheit eines Standorts nur dann mit Hilfe von Tafeln bestimmt werden kann, wenn an Ort und Stelle ein normal dichter Bestand wächst. Und erfordert die Bonitierung stets mehr oder weniger mühselige Untersuchungen.

Es bedarf wohl kaum des Hinweises darauf, dass man z.B. bei Benutzung der Klassifikation: Nadelwälder und Laubwälder oder reine Bestände und Mischbestände, wie einige Forscher es getan haben, durchaus keine Garantie dafür hat, dass die ein und derselben Klasse zugeführten Standorte biologisch tatsächlich gleichwertig wären.

Eine Bonitierung auf Grund von Pflanzengesellschaften ist natürlicher und einfacher. Jedermann, der überhaupt je mit Wäldern oder Waldgeländen zu tun gehabt hat, schätzt in der Tat wenigstens bis zu einem gewissen Grad die Fruchtbarkeit eines Standorts gerade in dieser Art und Weise ab. Dieses Verfahren ist einigermaßen unabhängig davon, in welchem Zustand sich der Wald befindet, ob es an Ort und Stelle überhaupt Wald gibt u.s.w. Vor allem stellen die erhaltenen Standortsklassen keine ausgerechneten Resultate vor, sondern existieren tatsächlich in der Natur und unabhängig von der Baumart. Zur Bestimmung dieser Klassen bedarf es nur einiger Kenntnis der Pflanzen.

Ein Klassensystem auf solchem Grunde wurde von dem finnischen pflanzengeographischen und forstwirtschaftlichen Forscher CAJANDER in seinen sogen. *Waldtypen* aufgestellt. Ein und demselben Waldtyp gehören alle Bestände an, deren Vegetation bei hiebreifem oder nahezu hiebreifem, sowie in normal geschlossenem Zustande sich befindendem Walde durch eine mehr oder weniger gleiche Artenzusammensetzung sowie durch ein und denselben ökologisch-biologischen Charakter gekennzeichnet ist, des-

gleichen die Bestände, deren Vegetation von der eben beschriebenen nur insofern abweicht, als sie — dank des verschiedenen Alters, Hiebe u.s.w. der Bestände u.a. — als zufällig und vorübergehend, jedenfalls nicht als bestehend angesehen werden kann. Bestehende Verschiedenheiten lassen einen neuen Waldtyp entstehen, falls die Verschiedenheiten genügend gross sind, oder aber einen Subtyp, wenn sie weniger auffallend, doch immerhin bemerkenswert sind. In einem Bestand (Kiefer-Fichten u. dergl.) entstehen während des Heranwachsens von Jungwuchs zur Hiebreife eine Reihe von Vegetationsgesellschaften und Gesellschaftsvariationen; sie stellen sämtlich ein und denselben Waldtyp dar und sein normaler Zustand wird durch die Vegetationsgesellschaft eines hiebreifen oder nahezu hiebreifen Bestandes gekennzeichnet.¹

Die bisher auf Grund dieser Waldtypen ausgeführten taxatorischen, pflanzenbiologischen, bodenkundlichen u.a. Untersuchungen haben erwiesen, dass die Waldtypen tatsächlich je ihre eigene biologische Klasse vertreten. Taxatorisch wurden folgende Waldtypen genauer untersucht und haben sich auch alle sonstigen Untersuchungen hauptsächlich auf sie bezogen:

- Der *Oxalis-Majanthemum*-Typ mit OMaT bezeichnet
 » *Oxalis-Myrtillus*-Typ mit OMT bezeichnet
 » *Myrtillus* » » MT »
 » *Vaccinium* » » VT »
 » *Calluna* » » CT »
 » *Cladina* » » CIT »

Als Beispiel für den verschiedenen Ertrag der Waldtypen sei nach den Ertragstafeln von Y. ILVESSALO² erwähnt, dass die Holzmasse

¹ Die neueste und vollständigste, die theoretischen Prinzipien der Waldtypenlehre, das Wesen und die Bedeutung der Waldtypen unter verschiedenen Verhältnissen und die Waldtypen Finnlands darstellende Schrift ist: A. K. CAJANDER, The Theory of Forest Types. Acta forest. fenn. 29 (1925).

² YRJÖ ILVESSALO, Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. Acta forest. fenn. 15 (1920).

in normal entwickelten Kiefernbeständen in m³ mit Rinde pro ha sich durchschnittlich folgendermassen gestaltet:

Alter in J.	OMT	MT	VT	CT	CIT
10	19	13	10	7	—
20	70	60	44	24	3
30	140	135	87	47	10
40	208	200	134	75	17
50	279	260	177	104	31
60	344	313	219	128	46
70	405	363	262	153	62
80	458	407	299	178	80
90	500	443	328	203	98
100	535	472	351	222	114
110	560	492	366	240	132
120	576	503	375	254	148
130	?	?	382	266	164
140	?	?	?	275	180
150	?	?	?	282	195

Die bodenwissenschaftliche Untersuchung hatte bisher einen vorzugsweise orientierenden Charakter. Man war anfangs bestrebt, in grossen Zügen Klarheit darüber zu gewinnen, ob die Waldtypen als Ausgangspunkt bei einem Klassifikationsversuch der Standorte auf Grund der Bodeneigenschaften benutzt werden könnten. Die Untersuchungen richteten sich auf folgende Umstände: auf den Glühverlust, die Elektrolytenmenge, die Phosphorsäure, auf das Kali, den Kalk, auf die Wasserstoffionenkonzentration, auf den Ammoniak-Nitrat- und Gesamtstickstoff. Indem wir auf die Originalarbeiten verweisen, wollen wir im folgenden die Hauptergebnisse der Untersuchungen angeben.

VALMARI¹ analysierte 600 Bodenproben aus verschiedenen Waldtypen und gelangte zu folgenden Ergebnissen.

¹ J. VALMARI, Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. Acta forest. fenn. 20 (1921).

Waldtyp	Pro/a		Pro Hektar in kg			
	in der obersten Bodenschicht bis 20 cm Tiefe		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
AT (Aconitum-T.)	1 894	578	4 500	284	840	4 012
OMaT	1 771	781	4 760	250	642	1 760
OMT	1 448	794	3 315	492	486	1 478
MT	1 237	497	2 428	910	446	1 257
VT	1 029	271	1 726	1 479	449	996
CT	1 085	418	1 547	1 080	429	680
CIT	601	220	860	1 471	531	464

Ich¹ habe die Wasserstoffionenkonzentration in 800 Proben bestimmt und erhielt für die einzelnen Typen folgende Mittelwerte:

	OMaT	OMT	MT	VT	CT	CIT
p _H	5.0	5.2	4.8	4.6	4.2	3.6

Die von mir² letzthin ausgeführten, die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden betreffenden Untersuchungen legen dar, dass die Ammoniak-, Nitrat- und Gesamtstickstoffmengen bei steigender Ertragsfähigkeit des Waldtyps einigermaßen gleichmässig zunehmen. Je besser ein Waldtyp ist, ein um so grösserer Teil des Gesamtstickstoffs befindet sich in mineralisiertem Zustand, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	OMaT	OMT	MT	VT	CT
NH ₃ -N und NO ₃ -N in % des Gesamt-N.	0.577	0.429	0.420	0.333	0.220

Es geht aus diesen orientierenden Untersuchungen hervor, dass ein weitgehender Parallelismus zwischen den Eigenschaften des Bodens und der Bonität des Standorts oder dem Waldtyp besteht.³

¹ V. T. AALTONEN, Über den Aziditätsgrad des Waldbodens. Comm. ex. inst. quest. forest. Finl. edit. 9 (1925).

² V. T. AALTONEN, Über die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden. Comm. ex. inst. quest. forest. Finl. edit. 10 (1926).

³ Vgl. auch: YRJÖ ILVESSALO, Ein Beitrag zur Frage der Korrelation zwischen den Eigenschaften des Bodens und dem Zuwachs des Waldbestandes. Acta forest. fenn. 25 (1923).

Wenn man nun ausserdem auch noch anderweitige Vorzüge der Waldtypen in Betracht zieht, so findet man, dass sie sich von allen gegenwärtig existierenden Klassifikationssystemen am besten zum Ausgangspunkt und provisorischer Klassifikation bei Bodenuntersuchungen eignen. Ebenso wie KÖPPEN auf dem Gebiete der Meteorologie zuvörderst klimatologische Gebiete auf dem Erdball auf Grund von Gesamtzügen der Vegetation abschied, so könnte man, wie CAJANDER bemerkt, sich sehr wohl die Möglichkeit denken, mit Hilfe der Waldtypen so weit zu gelangen, die Standorte letzten Endes auf Grund der Wachstumsfaktoren einzuteilen.

Ein weiterer Missgriff bei den bisherigen Bodenuntersuchungen ist, dass im allgemeinen nur einige wenige Eigenschaften des Bodens gleichzeitig untersucht worden sind.

Wenn es sich nun auch beweisen lässt, dass z.B. die Menge eines beliebigen Pflanzennährstoffs durchschnittlich bei erhöhter Produktivität des Standorts zunimmt, ist damit noch nicht viel gesagt. Die im obigen beschriebenen, den Boden der verschiedenen Waldtypen betreffenden vorbereitenden Untersuchungen haben dargelegt, dass ungeachtet der für einen beliebigen Faktor erhaltenen Mittelwerte, die Werte ein und desselben Waldtyps beträchtlichen Schwankungen unterliegen können, und dass nicht eine einzige der bisher untersuchten Eigenschaften als Bonitätsfaktor genügt. Es beruht auf dem Gesamteinfluss der Wachstumsfaktoren, dass z.B. Mangel an einem Faktor durch Überschuss eines anderen ausgeglichen werden kann. Es ist nicht ausgeschlossen, dass irgend eine Bodeneigenschaft in so hohem Grade einflussreicher als die übrigen sein kann, dass sie diese überflüssig macht, aber so lange ein derartiger Faktor nicht gefunden ist, müssen die Untersuchungen auf alle jene Eigenschaften erstreckt werden, denen man vom Standpunkt des Pflanzenlebens aus irgend welche Bedeutung beimessen muss.

Gegen zahlreiche bisher ausgeführte Untersuchungen des Waldbodens liesse sich schliesslich auch noch der Einwand erheben, dass man sich dabei mit allzu geringem Untersuchungsmaterial begnügt

hat. Die Beschaffenheit des Waldbodens ist dermassen Schwankungen unterworfen, dass 1—2 Proben keineswegs ein zuverlässiges Bild von den Eigenschaften des Bodens geben können. Man sollte möglichst zahlreiche Proben entnehmen, wenigstens 5—10 Stück aus jedem Bestand auf einem Gebiet von 100—200 m². Es versteht sich von selbst, dass die zu untersuchende Stelle ein so typischer Vertreter seiner Standortsklasse als möglich sein muss.

Bei einer Bonitierung der Waldstandorte mit Hilfe von Bodenuntersuchungen könnte man meiner Ansicht nach jedenfalls ein gutes Stück dem Endziel näher kommen, wenn man

- 1) die Standorte zuerst naturgemäss nach Pflanzengesellschaften, und am besten nach CAJANDERS Waldtypen begrenzte,
- 2) die Untersuchungen auf möglichst viele Eigenschaften des Bodens gleichzeitig erstreckte,
- 3) die zu untersuchenden Stellen derart auswählte, dass sie möglichst typische Vertreter ihrer Klasse wären und
- 4) an der zu untersuchenden Stelle die Untersuchung auf möglichst viele Parallelpunkte erstreckte.

