

ÜBER DIE  
VERTEILUNG  
DES  
FRUCHTBAREN BODENS IN FINNLAND  
UND ÜBER DEN  
EINFLUSS DIESER VERTEILUNG AUF DIE  
WIRTSCHAFTLICHEN VERHÄLTNISSE IM LANDE

VORTRAG  
gehalten im Hotel Finlandia-Punkaharju  
am 17. August 1923 vor den österreichischen Forstmännern und  
Holzindustriellen, die unter der Führung des  
Hofrats Prof. J. Marchet  
Finnland besuchten

VON  
A. K. CAJANDER

HELSINKI 1923

Meine Herren!

Wenn man auf den Landstrassen weitere Strecken Finnlands durchfährt, kann es einem nicht entgehen, dass die verschiedenen Gegenden des Landes untereinander grosse Unterschiede in der Wuchskraft, der Fruchtbarkeit, des Bodens zeigen. Nicht genug, dass ganz Nord-Finnland einen durchgehends viel sterileren Eindruck macht als Süd-Finnland, man beobachtet in dieser Hinsicht grosse Unterschiede auch auf viel kürzeren Distanzen. Folgt man z. B. der Landstrasse von Sortavala an dem Nordufer des Ladoga-Sees nach Suojärvi, so kann man konstatieren, dass die Natur Region für Region von den freudigen, fruchtbaren Gegenden an der Küste des Ladoga gegen die hauptsächlich aus sterilen Heidewäldern und weiten offenen Mooren bestehende Wasserscheide in Loimola kärglicher wird. Dasselbe ist der Fall, wenn man von den intensiv bebauten Gegenden in Hämeenkyrö in Satakunta in nördlicher Richtung über Parkano gegen das sehr sterile Hinterland in Karvia und Kihniö vordringt oder wenn man von der Küste des Bottnischen Meerbusens den Weg landeinwärts in der Richtung gegen das stark versumpfte Suomenselkä lenkt. Von den fruchtbaren Gegenden Lapinlahti-Maainka gegen Osten wird die Landschaft immer dürrtiger, bis die Kargheit etwa in der Gegend von Tiilikka ihren Höhepunkt erreicht, von wo an die Naturverhältnisse gegen den Pielis-See hin wieder bessere werden.

Es versteht sich von selbst, dass diese Unterschiede in den Fruchtbarkeitsverhältnissen einen durchgreifenden Einfluss auf das ganze organische Leben, auf die Pflanzen- und Tierwelt, eines Landes ausüben muss, aber damit nicht genug, auch auf die wirtschaftlichen und kulturellen Verhältnisse ist ihr Einfluss gewaltig.<sup>1</sup> Es dürfte daher am Platze sein, bei dieser Frage einen Augenblick zu verweilen.

<sup>1</sup> A. K. CAJANDER: Viljavan maa-alan jakautumisesta Suomessa ja sen vaikutuksesta maan asutukseen (Über die Verteilung des fruchtbaren Bodens in Finnland und ihren Einfluss auf die Kolonisation des Landes). Vortrag gehalten in der Sitzung der Forstwiss. Gesellschaft am 1. Februar 1916. Acta forest. fenn. 7, 1917, S. 173—175.

Was versteht man unter Fruchtbarkeit des Bodens bzw. des Standorts?

Ich will bei dieser Gelegenheit auf keine komplizierten wissenschaftlichen Definitionen eingehen, sondern verstehe unter Fruchtbarkeit vorläufig das Vermögen des Bodens (bzw. richtiger des Standorts) zur Pflanzenproduktion. Diese Definition ist zwar etwas vag; man kann sich auch sehr wohl denken, dass die Waldbäume und die landwirtschaftlichen Kulturgewächse so verschiedene Ansprüche an die Nährstoffe des Bodens stellen, dass die Fruchtbarkeit in anderer Bedeutung zu nehmen wäre, wenn es sich um die Waldbäume handelt, als wenn die Fähigkeit des Bodens, Kartoffeln, Roggen, Heu u. dgl. zu produzieren, beurteilt werden soll; man erinnere sich nur der Verschiedenheiten, die die Aschenanalysen zeigen. Aber wenn es auch Unterschiede in dieser Hinsicht gibt, dürften sie doch nicht sehr durchgreifend sein; die Grundbedingungen der höheren Gewächse, besonders die der Landpflanzen, sind ja doch so ziemlich dieselben. Man darf daher vorläufig, d. h. solange die Fruchtbarkeitsverhältnisse eines grösseren Gebiets, z. B. Finnlands, nur in groben Zügen in Frage kommen, für alle Böden denselben Massstab anwenden, gleichgültig ob sie forstlich oder landwirtschaftlich benutzt werden; dabei ist natürlich zu bedenken, dass sich die niedrigsten Stufen zwar notdürftig zur Waldproduktion eignen, für die Landwirtschaft aber untauglich sind.

Wie ist aber eine allgemeine Fruchtbarkeitskala aufzustellen?

Wenn es sich um eine allgemeine, in grossen Zügen vor sich gehende Bonitierung der Böden eines Landes handelt, wo, wie in Finnland, die Waldböden absolut dominieren, muss natürlich die Waldbodenbonitierung die Grundlage bilden. Wenn man davon ausgeht, dass unter Fruchtbarkeit des Bodens das Vermögen desselben zur Pflanzenproduktion zu verstehen ist, so wäre der Zuwachs des Waldes, ausgedrückt z. B. in Festmetern pro Jahr und Hektar, massgebend für die Skala. Nun variiert aber der Zuwachs des Waldbestandes an demselben Standort stark je nach dem Alter des Bestandes, je nach der Holzart, je nach der Geschlossenheit des Bestandes u. s. w. Man kann also bei der Bonitierung nicht vom Zuwachs des jeweils vorhandenen Waldbestandes ausgehen, der ja doch mehr oder weniger zufälliger Art ist; massgebend kann nur das Zuwachs- bzw. Produktionsvermögen des Standorts sein. Eine solche Skala ist aber ungemein schwer zu benutzen; denn von dem wirklichen Zuwachs auf den normalen zu schliessen ist keine leichte Sache,

auch wenn man gewisse Bonitätsweiser, z. B. die sog. Oberhöhe, anwendet, denn auch diese sind vom zufälligen Zustand des Bestandes keineswegs unabhängig; noch schwieriger ist es, eine solche Skala auf Kahl- oder auf Jungwuchsfächen anzuwenden. Dazu kommt noch, dass die Standorte auf diese Weise nicht in natürliche Gruppen klassifiziert werden können; sie können nicht naturgemäss gegeneinander abgegrenzt werden.

Wie die Herren wissen, bedient man sich bei uns in Finnland für die Bonitierung nunmehr sehr häufig der sog. Waldtypen.<sup>1</sup> Ich will bei dieser Gelegenheit nicht auf die sehr verwickelte Frage nach dem Wesen der Waldtypen eingehen. So viel mag jedoch einleitungsweise erwähnt werden, dass die Pflanzenarten in der Natur allgemein zu regelrechten sog. Pflanzenvereinen zusammengeordnet auftreten, die mehr oder weniger gut gegeneinander abgegrenzt sind und die, jeder für sich, recht ausgeprägte Ansprüche an den Standort stellen. *Da die Standortsgüte eigentlich nur ein Ausdruck für das Vermögen des Standorts ist, die Ansprüche der Vegetation zu befriedigen, so liegt der Gedanke nahe, die Standorte nach der für sie charakteristischen Vegetation zu gruppieren*, die Waldstandorte somit nach den Pflanzenvereinen der Wälder. Nun wissen wir aber, dass die Vegetation nicht nur nach dem Standort wechselt, sondern dass sie auch an demselben Standort je nach der Holzart, dem Bestandesalter, der Bestandesdichte u. s. w. sogar sehr verschieden sein kann. Man sollte also eigentlich von den Urwaldverhältnissen ausgehen, wo diese Variationen wegfallen; Urwälder gibt es ja aber in Kulturgegenden nicht mehr. Deshalb hat man bei uns im allgemeinen zum Ausgangspunkt die normalgeschlossenen haubaren bzw. angehend haubaren Waldbestände gewählt. Man hat also untersucht, *welche Pflanzenvereine die normalgeschlossenen haubaren bzw. angehend haubaren Waldbestände, mit der für den Standort geeignetsten Holzart, bilden, und diese genauer beschrieben. Das System der Waldtypen ist also wesentlich auf die beim Haubarkeitsalter der Waldbestände unterscheidbaren Pflanzenvereine basiert. Die übrigen Waldbestände werden zu demjenigen Waldpflanzenverein gezählt, welchem sie bei normaler Geschlossenheit, entsprechender Holzart, entsprechendem Alter und auch sonst unter als normal zu*

<sup>1</sup> Vgl. A. K. CAJANDER: Ueber Waldtypen. Acta forest. fenn. 1, 1909 (auch Fennia 28), A. K. CAJANDER u. Y. ILVESSALO: Ueber Waldtypen II. Acta forest. fenn. 20, 1921 (auch Fennia 43), A. K. CAJANDER: Gedächtnisrede für Johan Petter Norrlin, Acta forest. fenn. 23, 1923, S. 36—38, und A. K. CAJANDER: Einige Hauptzüge der pflanzen-topographischen Forschungsarbeit in Finnland, Acta forest. fenn. 23, 1923, S. 16—31.

betrachtenden Verhältnissen angehören würden, eine »Reduktion«, die bei einiger Übung im allgemeinen keine allzu grossen Schwierigkeiten bereitet<sup>1</sup>. Auf diese Weise hat man unsere Wälder in eine Anzahl Klassen, die Waldtypen, eingeteilt.

Dass die so aufgestellten Waldtypen eine geeignete Unterlage für die Waldstandortsbonitierung bilden würden, war jedoch nur eine kühne, auf deduktivem Weg aufgestellte Hypothese, deren Stichhaltigkeit geprüft werden musste. Von den vielen bei uns ausgeführten Untersuchungen, die sich mit diesem Gegenstand beschäftigt haben — ich sehe natürlich von solchen Untersuchungen gänzlich ab, welche etwa mit andersartigen Waldtypen operieren, die vielleicht kaum mehr als den Namen mit den Waldtypen im hier besprochenen Sinn gemeinsam haben — und die einstimmig zu demselben Resultat geführt haben, hebe ich nur diejenigen von Professor Y. ILVESSALO hervor. Er war von der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft beauftragt worden, Ertragstabellen für die Wälder der südlicher Hälfte Finnlands auszuarbeiten, wobei auch untersucht werden sollte, inwieweit die Waldtypen sich als Bonitierungsunterlage eignen würden. Zu diesem Zweck wurden Probeflächen, insgesamt 467, in üblicher Weise aufgenommen, es wurde aber auch der Waldtyp notiert, ausserdem eine vollständige Vegetationsbeschreibung gemacht und meistens auch Bodenproben aus verschiedenen Tiefen genommen. Bei der Bearbeitung des Ziffermaterials wurde aber nicht nur, wie gewöhnlich, jede Holzart getrennt behandelt, sondern bei jeder Holzart auch jeder Waldtyp. Die Untersuchung ist in den Acta forestalia fennica 15, 1920 veröffentlicht worden.<sup>2</sup> Ich will hier nur das die Waldtypen betreffende Endergebnis zitieren:

<sup>1</sup> Wie durch wissenschaftliche Untersuchungen die Zusammengehörigkeit bzw. Nicht-Zusammengehörigkeit der verschiedenen »Siedlungen« zu demselben Waldtyp entschieden werden kann, vgl. A. K. CAJANDER u. Y. ILVESSALO: Ueber Waldtypen II, Acta forest. fenn. 20, 1920, S. 65—66. — Die Schwierigkeiten sind etwa analog denjenigen, mit welchen jeder Pflanzensystematiker zu kämpfen hat, wenn es gilt die systematische Art und Form jedes jugendlichen, sterilen, vom abweichenden Standort entbildeten, verdorrten u. s. w. Exemplars zu bestimmen. Dabei kann auch der geschickte Spezialist sich im Einzelfall irren; in der Mehrzahl der Fälle geht die Bestimmung aber glatt vonstatten.

<sup>2</sup> Y. ILVESSALO: Tutkimuksia metsätyypin taksooriseista merkityksestä nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön (Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf die neuen Ertragstabellen Finnlands fussend. Mit deutsch. Ref.). Acta forest. fenn. 15, 1920. — Y. ILVESSALO: Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille (Zuwachs- und Ertragstabellen für die Kiefern-, Fichten- und Birkenwälder der südlichen Hälfte Finnlands. Mit deutsch. Ref.). Acta forest. fenn. 15, 1920.

»Da nun allgemein« — wie aus der Untersuchung hervorgeht — »alle Wachstumsverhältnisse« — es handelt sich dabei um Stammzahl, Stammverteilungsreihe, Mittelhöhe, Oberhöhe, Mitteldurchmesser, Bestandesgrundfläche, Kubikmasse u. s. w. — »bei den verschiedenen Waldtypen verschieden sind, aber bei dem gleichen Waldtyp verhältnismässig wenig variieren, so eignen sich die Waldtypen als einheitliche, natürliche und relativ leicht unterscheidbare Bonitäten im allgemeinen gut zur Grundlage der Waldbodenbonitierung, aller walntaxatorischen Untersuchungen und vor allem der Ertragstabellen.«

*Die Waldtypen charakterisieren also natürliche Standortsbonitäten, welche Standorte mit in der Hauptsache gleichem Zuwachsvermögen umfassen und welche aufgrund der Vegetation erkannt werden.* Für diejenigen Forsttaxatoren, denen die botanischen Merkmale dieser Bonitäten (Waldtypen) nicht zusagen, kann es angetan sein, die auf pflanzen-topographischer Grundlage aufgestellten und beschriebenen Waldtypen auch durch rein forsttaxatorische Merkmale (Oberhöhe u. dgl.) zu charakterisieren.<sup>1</sup>

Da die Waldtypen ziemlich wenig bekannt sind, habe ich mir einen weiten Sprung vom eigentlichen Thema erlaubt.

Schon bevor ILVESSALOS Untersuchung beendet war, wurden Untersuchungen eingeleitet, welche den Zweck hatten, die Verteilung der Waldtypen in den verschiedenen Gegenden Finnlands statistisch zu erläutern. Das geschah fast ausnahmslos durch die bei uns schon lange in Anwendung gewesene sog. linienweise Taxierung, wobei u. a. der Typ jeder Geländefigur, welche die Linie passierte, notiert wurde und natürlich auch, wie viel Meter von der Figur auf die Linie entfielen. Wenn man die Meterzahlen für jeden verschiedenen Waldtyp und für jede Linie getrennt addiert, erhält man Zahlen, welche die relative Häufigkeit jedes Waldtyps auf der fraglichen Linie angeben; die Zahlen werden natürlich in Prozente umgerechnet. Man kann die Fruchtbarkeit der Waldböden verschiedener Gegenden mit-

<sup>1</sup> Das kann speziell auch für solche Fälle angemessen sein, in denen es sich um seltenere Waldtypen handelt, deren Berücksichtigung in der Praxis nicht notwendig ist, und welche im praktischen Betrieb mit denjenigen Waldtypen vereinigt werden können, mit welchen sie in forstlicher Beziehung die grösste Übereinstimmung zeigen, ferner für solche Fälle, wo etwa der Zufall im Sinn PALMGRENS (A. PALMGRENS grundlegende Untersuchung: Studier öfver löfängsområdena på Åland. III. Statistisk undersökning af floran. Acta soc. pro fauna et flora fennica 42, 1917, in deutscher Übersetzung unter dem Titel: Über Artenzahl und Areal sowie über die Konstitution der Vegetation in den Acta forest. fenn. 22, 1922) auch in bezug auf die Waldtypen von Bedeutung ist.

einander vergleichen, wenn man die %-Zahlen für den besten (ergiebigsten) Waldtyp oder auch für den besten + dem nächstbesten, u. s. w. vergleicht. — Nun können aber auch die Moore in Moortypen, die Wiesen in Wiesentypen, die offenen Heiden in Heidetypen (sehr verschiedener Wertigkeit!) u. s. w. eingeteilt werden, und durch verschiedene Untersuchungen hat man so ziemlich bestimmen können, z. B. welchen Waldtypen die verschiedenen Moortypen in dieser Hinsicht entsprechen<sup>1</sup>, hat also die verschiedenen Moortypen auf die entsprechenden Waldtypen »reduziert«. Mit grosser Vorsicht kann man auch den ursprünglichen, kollektiv genommenen Wald- bzw. Moortyp der verschiedenen Wiesen und Äcker bestimmen, und so ist die Möglichkeit vorhanden, die vegetativen Böden einheitlich, statistisch zu behandeln. Von Untersuchungen dieser Art sind diejenigen von LUKKALA<sup>2</sup>, MULTAMÄKI<sup>3</sup> und LINKOLA<sup>4</sup> zu erwähnen, vor allem die des erstgenannten, welche sich auf die Regierungsbezirke Kuopio, Mikkeli (S:t Michel) und Viipuri (Wiborg) bezieht.<sup>5</sup> Die Reichstaxierung der Wälder Finnlands, über die ich eben die Ehre hatte zu sprechen<sup>6</sup> und bei der natürlich auch die Waldtypen berücksichtigt werden, wird eine sehr wertvolle statistische Grundlage auch für die Beurteilung der Fruchtbarkeitsdifferenzen in den verschiedenen Teilen Finnlands bilden.

Man kann aber auch eine andere, floristische Methode anwenden, um die Fruchtbarkeitsverhältnisse eines Landes zu studieren. Die Waldtypen sind ja eine Art Pflanzenvereine, und ihre Brauchbarkeit für die Standortsbonitierung

<sup>1</sup> Vgl. die in dieser Hinsicht grundlegende Abhandlung von A. TANTTU: Tutkimuksia ojitettujen soiden metsittymisestä (Untersuchungen über die Aufforstungsfähigkeit der entwässerten Moore. Mit deutsch. Ref.). Acta forest. fenn. 5, 1915.

<sup>2</sup> O. J. LUKKALA: Tutkimuksia viljavan maan jakautumisesta etenkin Savossa ja Karjalassa (Untersuchungen über die Verteilung des fruchtbaren Bodenareals hauptsächlich in Savo (Sawolaks) und Karjala (Karelien). Mit deutsch. Ref. Acta forest. fenn. 9, 1919.

<sup>3</sup> S. E. MULTAMÄKI: Tilastoa Pohjois-Suomen metsä- ja suotyypeistä (Beiträge zur Statistik der Wald- und Moortypen Nordfinlands. Mit deutsch. Ref.). Acta forest. fenn. 21, 1921.

<sup>4</sup> K. LINKOLA: Zur Kenntnis der Verteilung der landwirtschaftlichen Siedlungen auf die Böden verschiedener Waldtypen in Finnland. Acta forest. fenn. 22, 1922.

<sup>5</sup> Die Ausführungen Lukkals sind auch insofern interessant, als sie zeigen, dass eine Korrelation zwischen der Güte der Waldböden und der der angrenzenden Moore besteht.

<sup>6</sup> A. K. CAJANDER: Über das Verhältnis zwischen Waldzuwachs und Holzverbrauch in Finnland. Acta forest. fenn. 25, 1923.

beruht wesentlich auf dem verschiedenen Anspruch der verschiedenen Pflanzenarten an den Standort. Nun kann man natürlich auch die Pflanzenarten als solche benutzen. Wenn man eine Anzahl der anspruchsvollsten Pflanzenarten auswählt — man kann solche nehmen, die nur bei den anspruchsvollsten bzw. ergiebigsten Waldtypen, Moor-, Heide- u. a. Typen auftreten — und alle bekannten Fundorte derselben auf der Landeskarte einträgt, erhält man eine gute Vorstellung davon, welche Gegenden Standorte darbieten, an denen die Ansprüche dieser Pflanzen befriedigt werden. Nun haben ja die Botaniker in Jahrzehnten, ja fast Jahrhunderten auf solche »Raritäten« Jagd gemacht, so dass die Fundorte der anspruchsvolleren Pflanzenarten in jedem Lande ziemlich gut bekannt sind; das ganze diesbezügliche Material kann für den jetzt in Rede stehenden Zweck benutzt werden. Allerdings in der Hinsicht ist eine recht grosse Kritik erforderlich, dass nicht alle Gegenden gleich gut durchforscht sind; es ist oft eine gewisse Interpolation nötig. — Besonders LUKKALA<sup>1</sup> und LINKOLA<sup>2</sup> haben sich dieser Methode mit Erfolg bedient.

Es liegt in der Natur der Sache, dass die beiden Methoden in der Hauptsache zu demselben Resultat führen müssen, was z. B. in betreff des Stadtwaldes von Heinola im Detail konstatiert worden ist.<sup>3</sup>

Es fragt sich nun: Worauf beruht die verschiedene Wuchskraft, die verschiedene Fruchtbarkeit der verschiedenen Standorte?

Die diesen Punkt betreffenden Untersuchungen sind erst in ihren Anfängen. Ich erwähnte schon, dass Professor ILVESSALO von seinen Probeflächen viele Hunderte Bodenproben mitgenommen hatte. Die Proben wurden von Prof. VALMARI analysiert, und die Analysenresultate sind in den Acta forestalia veröffentlicht worden.<sup>4</sup> VALMARI konstatierte, dass zwischen dem Waldtyp und dem Gesamtelektrolytgehalt des Bodens eine ziemlich deutliche Korrelation besteht, eine noch viel deut-

<sup>1</sup> Op. cit. — In seiner Abhandlung hat LUKKALA teils die anspruchsvollen Wald-, Felsen-, Wiesen-, Moor-, Wasser- u. a. Pflanzen getrennt, teils alle als anspruchsvoll angesehenen Pflanzenarten zusammen behandelt, und zwar im grossen ganzen mit demselben Resultat: die Fundplätze häufen sich hauptsächlich auf dieselben Gegenden.

<sup>2</sup> In TH. HOMÉN and others: East Carelia and Kola Lappmark. Fennia 42, 1921.

<sup>3</sup> A. K. CAJANDER: Metsätyyppien käytännöllisistä merkityksestä (Über den praktischen Wert der Waldtypen). Vortrag gehalten in der Sitzung der Forstwiss. Gesellsch. am 13. März 1912. Acta forest. fenn. 7, 1917, S. 59. Vgl. auch O. J. LUKKALA: op. cit., Kartenblatt N:o 13.

<sup>4</sup> J. VALMARI: Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. Acta forest. fenn. 20, 1921.

lichere zwischen dem Waldtyp und dem Gehalt an salzsäurelöslichem Kalk und die deutlichste zwischen dem Waldtyp und dem Stickstoffgehalt. Die für jeden Waldtyp durchschnittlichen relativen Analysenzahlen für den Stickstoffgehalt und den Kalkgehalt (MT = 100) sind in die beistehende Tabelle eingetragen, vergleichshalber ausserdem auch die entsprechenden normalen Bestandeszuwachsahlen nach ILVESSALO und die Zahl der Pflanzenarten bei verschiedenen Waldtypen<sup>1</sup>. Man sieht dort deutlich eine dreifache Korrelation, nämlich zwischen dem normalen Waldzuwachs, gewissen Eigenschaften des Standorts und dem Reichtum der Vegetation an Pflanzenarten.

Waldtyp	Gehalt an salzsäurelöslichem CaO	Gehalt an Gesamtstickstoff	Laufend-jährlicher Zuwachs der normalen		Zahl der höheren Pflanzenarten
	in der 20 cm dicken obersten Bodenschicht		Kiefernbestände bei 75 J.	Birkenbestände bei 60 J.	
OMaT	140	223	—	185	158
OMT	117	137	115	117	119
MT	100	100	100	100	100
VT	79	71	83	83	73
CT	54	64	52	—	41
CIT	36	34	27	—	20

ILVESSALO<sup>2</sup> hat den Koeffizienten für die Korrelation zwischen dem Waldzuwachs und den Eigenschaften des Standorts berechnet, und zwar geben die Berechnungen folgende Resultate:

für den Stickstoffgehalt	$r = 0.736 \pm 0.056$
» » Kalkgehalt	$r = 0.612 \pm 0.069$
» » Kaligehalt	$r = 0.214 \pm 0.091$
» » Phosphorsäuregehalt	keine Korrelation
» » Gesamtelektrolytgehalt	$r = 0.407 \pm 0.081$
» » Glühverlust	$r = 0.435 \pm 0.078$

<sup>1</sup> K. LINKOLA: Itä-Karjalan metsätyyppejä koskevia havaintoja (Beobachtungen über die Waldtypen Ostkareliens). Acta forest. fenn. 7, 1917, S. 224—245.

Y. ILVESSALO: Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. Acta forest. fenn. 20, 1922.

<sup>2</sup> Y. ILVESSALO: Ein Beitrag zur Frage der Korrelation zwischen den Eigenschaften des Bodens und dem Zuwachs des Waldbestandes. Acta forest. fenn. 25, 1923.

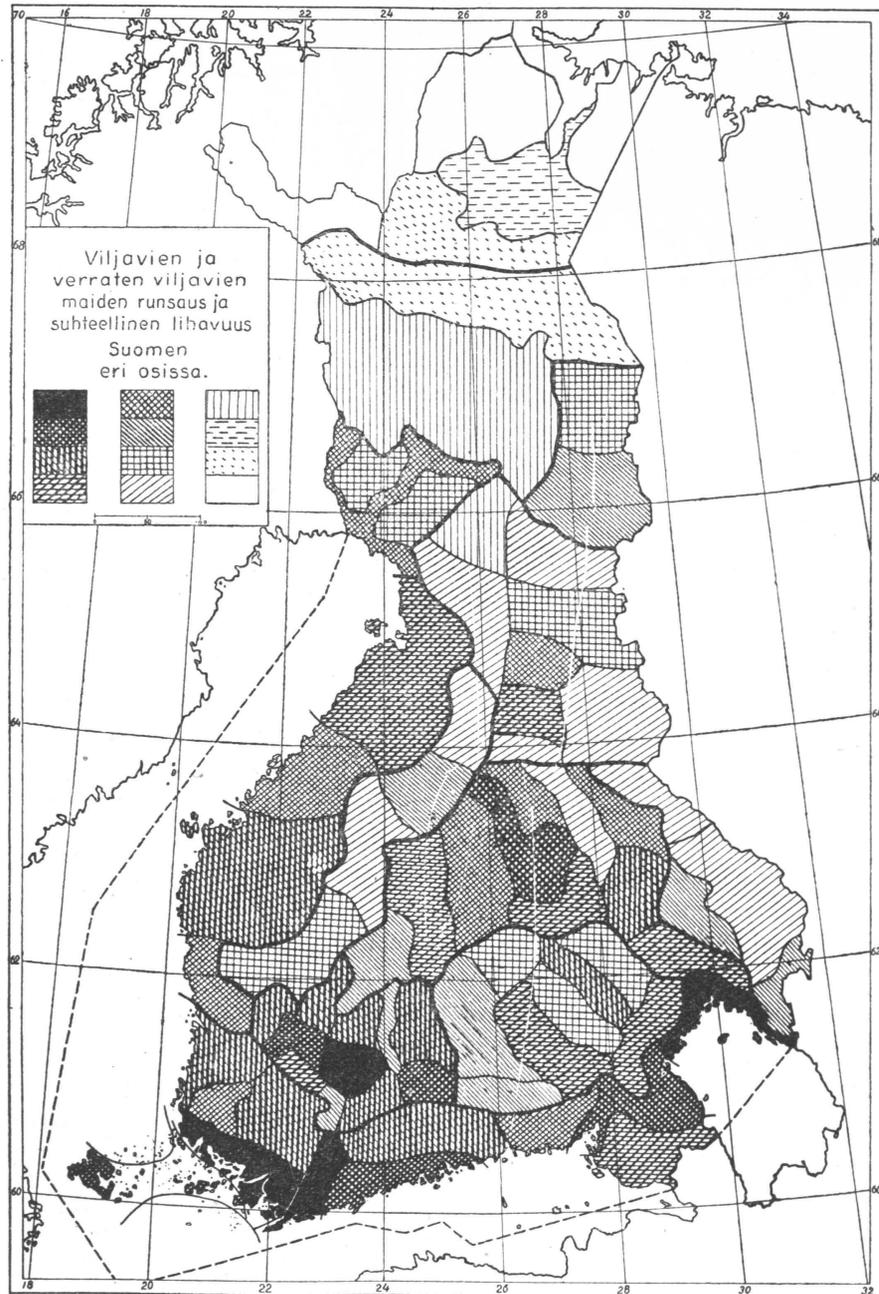
(1 = volle positive Korrelation, — 1 volle negative Korrelation, 0 = keine Korrelation.) — Diese Zahlen beziehen sich also auf die südliche Hälfte Finnlands, ein klimatisch, besonders wenn man von der Süd- und vor allem von der SW-Küste absieht, recht einheitliches Gebiet. — Die Untersuchungen werden natürlich fortgesetzt. *Es wird hoffentlich möglich sein, allmählich auf Grund dieser Art von Untersuchungen, die natürlich auf alle Eigenschaften der Standorte ausgedehnt werden müssen und nicht nur auf die chemischen Eigenschaften der Waldböden beschränkt werden dürfen, noch eine selbständige sog. direkte Standortbonitierungsmethode auszuarbeiten, eine Methode, welche sich direkt auf die Standortseigenschaften gründet, ein Ziel, dem man auf anderen Wegen bisher vergebens nachgestrebt hat. Jedenfalls wird es wohl nicht unmöglich sein, die durch die verschiedenen Waldtypen ausgezeichneten Standorte rein standörtlich — durch Klima und Boden — zu charakterisieren, ganz wie KÖPPEN seine auf pflanzengeographischer Grundlage aufgestellten Klimatypen rein klimatisch definiert hat. Diese Untersuchungen sind aber auch in einer anderen Beziehung sehr wichtig. Sobald festgestellt worden ist, auf welchen Eigenschaften des Standorts die Fruchtbarkeit der Waldstandorte in erster Linie beruht, wird es vielleicht möglich werden, Mittel zu finden, um den Standort künstlich dauernd zu verbessern; wir müssen natürlich zu einer wissenschaftlichen Grundlage der Verbesserung der Waldböden kommen.*

Worauf beruht die ungleiche Verteilung der verschieden fruchtbaren Böden in Finnland?

Die Frage ist bis jetzt nur wenig behandelt worden.<sup>1</sup> Wenn man einen Blick auf die von LINKOLA ausgearbeitete Fruchtbarkeitskarte<sup>2</sup> wirft, fällt es einem sofort auf, dass die Bodenfruchtbarkeit in S—N-Richtung abnimmt. Die Sache wird sehr deutlich, wenn man Finnland durch von W—E gehende Aequidistanten in Gürtel einteilt und die durchschnittliche Fruchtbarkeitsstufe jedes Gürtels bestimmt; die Abnahme der Fruchtbarkeit gegen N ist wohl wesentlich auf die von

<sup>1</sup> Vgl. u. a. A. K. CAJANDER: Metsänhoidon perusteet I. Kasvibiologian ja kasvi-maantieteen pääpiirteet (Handbuch des Waldbaus. I Grundzüge der Pflanzenbiologie und Pflanzengeographie), Porvoo, 1916, S. 483—489, O. J. LUKKALA: op. cit., u. a.

<sup>2</sup> K. LINKOLA: Zur Kenntnis der Verteilung etc. Acta forest. fenn. 22, 1922. Man vergleiche auch die von LINKOLA über Russisch-Karelien und Kola-Lappmark auf floristischer Grundlage ausgearbeitete Fruchtbarkeitskarte in: THEODOR HOMÉN and others, East Carelia and Kola Lappmark. Fennia 42, 1921.



Die Ergiebigkeit der Böden in den verschiedenen Teilen Finnlands.<sup>1)</sup> Die fruchtbarsten Gegenden sind mit schwarz bezeichnet,<sup>2)</sup> die allerdüftigsten ohne Schattierung gelassen. Nach LINKOLA.

S nach N abnehmende Sommerlänge und die in derselben Richtung abnehmende Sommerwärme zurückzuführen. Zweitens sieht man aus den Karten von LUKKALA<sup>1</sup> und LINKOLA sehr deutlich, dass die Hauptwasserscheiden im allgemeinen steriler sind als ihre Umgebungen. Die Ursache hierzu hatte ich die Ehre schon in meinem ersten Vortrag.<sup>2</sup> klarzulegen: Jahrtausende lang haben die Schmelzwasser und die Regenwasser gelöste Stoffe und kleine Bodenpartikelchen von den höher gelegenen Punkten nach unten transportiert, und dadurch hat eine Verarmung der höher gelegenen Orte zugunsten der tiefer gelegenen stattgefunden, und der Prozess der Verarmung ist umso weiter vorgeschritten, je längere Zeit der Ort über dem Meere gelegen hat (der grösste Teil Finnlands ist ja früher vom Meere bedeckt gewesen). Desgleichen hatte ich schon die Ehre auseinanderzusetzen, warum man in stark kupperten Gegenden neben sehr sterilen Böden mehr von den allerfruchtbarsten findet als in ebenen Gegenden: die Ursache liegt in der stärkeren Differenzierung der Böden. In unserem Klima reagieren die Waldböden im allgemeinen sauer, und die Humusschicht ist gewöhnlich als mehr oder weniger saurer Rohhumus ausgebildet. Dieser Azidität wirken natürlich basische Grundgesteine, besonders der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt des Bodens kräftig entgegen: es wird besserer Humus gebildet, die Nitrifikationsprozesse werden begünstigt u. s. w.; ausser auf den Äländischen Inseln machen sich diese Verhältnisse besonders geltend an zerstreuten Stellen, meistens jedoch von ziemlich geringem Umfang, auf einer Strecke von Salmi (und überhaupt dem sog. Ladoga-Karelien) über Soanlahti, Juuka und Nilsjä-Varpasjärvi nach Sotkamo, ferner in Nordost-Kuusamo und von dort über Auttijärvi nach Kuolajärvi, am Unterlauf des Kitinen, bei Kittilä u. a. sowie ferner in dem Gebiet am Unterlauf des Kemi-Flusses, was in nahem Zusammenhang mit der Zusammensetzung des Grundgesteins steht<sup>3</sup>. Die Böden, welche reichlich feinste Bodenpartikelchen enthalten, besonders die Lehme und Tone, sind bekanntlich im allge-

<sup>1</sup> O. J. LUKKALA: Tutkimuksia viljavan maa-alan etc. (Unters. über die Verteilung des fruchtbaren Bodenareals etc.). Acta forest. fenn. 9, 1919, Kartenblatt 17.

<sup>2</sup> A. K. CAJANDER: Forstlich-geographische Übersicht Finnlands. Acta forest. fenn. 25, 1923.

<sup>3</sup> Man vergleiche z. B. das Kartenblatt N:o 3 im Atlas de Finlande, publ. par la Soc. de la Géographie de Finlande 1910. — Die Wirkung des Grundgesteins macht sich oft weite Strecken nach unten geltend; ja es kommt nicht selten vor, dass z. B. dolomitische Steine auf den Sandheiden keinen merklichen Einfluss auf die umgebende Vegetation ausüben; die Wirkung wird aber in der Vegetation der in nahegelegenen Niederungen befindlichen Wiesen, wohin das Wasser fliesst, ersichtlich.

meinen fruchtbarer als grobkörnige Böden; in dieser Beziehung müssen wir die letzten Ursachen der ungleichen Verteilung der fruchtbaren Böden in den quartären und postquartären geologischen Verhältnissen bei der Entstehung der fraglichen Böden suchen. Die Frage nach den Ursachen der ungleichen Verteilung der fruchtbaren Böden ist also recht verwickelt und bedarf noch einer genaueren allseitigen Untersuchung.

Für die Lösung pflanzen- und tiergeographischer Fragen ist die Kenntnis über die Verteilung der fruchtbaren Böden von grundlegender Bedeutung. In betreff der Pflanzengeographie ist die Sache nach dem, was ich die Ehre gehabt habe vorzutragen, ohne weiteres klar.<sup>1</sup> Für die Tiergeographie<sup>2</sup> sei u. a. erwähnt, dass Seen und Buchten mit reichlicher Wasservegetation, welche eine unbedingte Voraussetzung eines reichen Tierlebens — sowohl für die mehr oder weniger mikroskopischen Kleintiere als direkt und indirekt für die Fische und die Wasservögel — darstellt, nur in den fruchtbaren Gegenden vorhanden sind, wogegen die Gewässer in den sterilen Wasserscheidegebieten eine äusserst dürftige Fauna beherbergen. Die Landfauna ist am reichlichsten in Gegenden mit üppiger hainartiger Vegetation, u. s. w. — Auch hier liegt eine reiche Gelegenheit zur Forschung offen.

Der menschliche Haushalt<sup>3</sup> hat zu allen Zeiten in enger Beziehung zur organischen Natur gestanden. Die Fischer und Jäger der Steinzeit wanderten nicht ziellos durch die Urwälder, sondern sie suchten solche Stellen auf, wo Fische und Wild reichlich zu erbeuten waren. Demgemäss zeigt die Fruchtbarkeitskarte und das Kartenblatt über die steinzeitlichen Wohnplätze

<sup>1</sup> Vgl. z. B. A. K. CAJANDER: Zur Kenntnis der Einwanderungswege der Pflanzenarten nach Finnland. Acta forest. fenn. 21, 1922.

<sup>2</sup> Vgl. z. B. O. J. LUKKALA: op. cit.

I. HILDÉN: Linnustosta eri metsätyypeillä (Über die Vogelfauna verschiedener Waldtypen). Acta forest. fenn. 14, 1920, S. 139—150.

K. J. VALLE: Fischwasseruntersuchungen im Staatsrevier Evo. Acta forest. fenn. 25, 1923.

<sup>3</sup> A. K. CAJANDER: Suomen asuttuminen (Die Besiedelung Finnlands), in: Gutachten des Staatswaldkomitees N:o 1, 1920, S. 37—45). Vgl. auch O. J. LUKKALA: op. cit. — Neuerdings hat Professor Dr. LINKOLA in seiner akademischen Antrittsrede »Maiden viljavuussuhteista Suomen eri osissa kasvimaantieteellisten havaintojen valossa» (Die Fruchtbarkeitsverhältnisse in den verschiedenen Teilen Finnlands im Lichte der pflanzengeographischen Beobachtungen; Jahrbuch der finnischen Universität in Turku 1923), den Einfluss der Bodenfruchtbarkeit auf die siedlungsgeschichtlichen, wirtschaftlichen und kulturellen Verhältnisse des Landes übersichtlich behandelt. (Zusatz während der Druckes).

im Atlas von Finnland<sup>1</sup> grosse Analogien. Noch mehr wurde die Kolonisation des Landes von der Bodenfruchtbarkeit abhängig, nachdem der Ackerbau, sei es auch nur als Brandwirtschaft, und die Haustierzucht zur Herrschaft gelangt waren. Die Siedlungen der jüngeren Eisenzeit liegen fast ausnahmslos in den fruchtbarsten Gegenden. Durch das Mittelalter bis in die Gegenwart hat die Bodenfruchtbarkeit einen wesentlichen Einfluss auf die Besiedlung des Landes gehabt. Die Gemeinden und die kirchlichen Bezirke sind im grossen ganzen zuerst in den fruchtbarsten Gegenden entstanden und nachher allmählich in den sterileren und sterileren. Noch zur Zeit ist die Bodenkultur von der Bodenfruchtbarkeit abhängig. Zwar kann man ja durch Bodenverbesserung verschiedener Art die Produktionskraft des Ackerbodens steigern, es ist aber ohne weiteres offenbar, dass dieselbe Produktionsstufe dort mit geringerem Arbeitsaufwand und geringeren Kosten zu erreichen ist, wo der Boden von Natur fruchtbar ist, als dort, wo die Fruchtbarkeit geringer ist.

Ich möchte noch auf einige Kartenblätter im Atlas von Finnland hinweisen, ich meine die Karten über die Siedlungsverhältnisse im südwestlichen Finnland und in Süd-Ostrobottnien. Das erstere gehört zu den ältesten Kulturgebieten Finnlands, wo mehr oder weniger intensive Bodenkultur über tausend Jahre alt ist. Nichtsdestoweniger ist die Besiedlung auf die fruchtbaren Schären und die Küste, im Binnenland aber hauptsächlich nur auf die Flusstäler beschränkt. In Süd-Ostrobottnien, wo die Besiedlung desgleichen recht alt ist — die steinzeitlichen Funde von dort sind zahlreich, — sind ausser der Küste vorzugsweise nur die Flusstäler bewohnt; die Kolonisation hat sich über das sterilere Hinterland nur sehr schwach auszubreiten vermocht. — Die überwiegende Grundmasse der eigentlichen Staatswälder besteht aus »Ödmarken» (Erämaat), Ländereien, welche von den Kolonisten am längsten verschmäht worden waren. Man kann ganz a priori schliessen, dass sie schlecht gelegene sterile Gebiete darstellen müssen. So sind sie denn auch der Hauptsache nach im nördlichen Finnland und auf den Hauptwasserscheiden vorhanden, und auch dort sind die besseren Stücke im allgemeinen in Privatbesitz gelangt. Die Staatsgüter (Staatsdomänen) dagegen, die im südwestlichen Finnland am reichlichsten vertreten sind, enthalten im allgemeinen den besten Boden — aus naheliegenden Gründen; das sind nämlich solche Güter, die in früheren Zeiten an den Adel

<sup>1</sup> Atlas de Finlande, publ. par la Soc. de la Géographie de Finlande, 1910.

und andere hohe Herren verliehen waren, und diese liessen sich natürlich nicht mit den ärmlichsten Stücken befriedigen. Diese schon vor ein paar Jahrhunderten an den Staat eingezogenen bzw. säkularisierten Güter liegen durchgehends in Gegenden, welche nach der vorliegenden Karte zu den fruchtbarsten gehören. Sehr instruktiv sind in dieser Hinsicht folgende Zahlen<sup>1</sup>:

	Acker und Wiese	Produktiver Waldboden	Ödländerein und weniger produktiver Waldboden
Die Staatswälder	0.84 %	45.22 %	53.94 %
Die Privatgüter	14.70 »	59.52 »	25.78 »
Die Staatsgüter	19.96 »	58.25 »	21.79 »

Die Güter der Holzveredlungsindustrie — etwa 2.3-Millionen ha — liegen der Hauptsache nach in denjenigen sterileren Gegenden, welche an die Staatswälder grenzen, weil die Landwirtschaft in solchen Gegenden weniger rentabel ist und die Güter deshalb leicht in Besitz solcher Personen geraten, die das Hauptgewicht auf die Waldwirtschaft legen. Diese allgemeine Regel erleidet nun zwar auch Ausnahmen, denn, wie die Herren gesehen haben, haben die Holzveredlungsgesellschaften aus verschiedenen Gründen Güter auch in recht bzw. sehr fruchtbaren Gegenden angekauft, aber als allgemeine Regel bleibt sie doch bestehen. — Schon auf einer schnellen Durchreise kann man sich überzeugen, dass die Bevölkerung in den fruchtbareren Gebieten, unter sonst gleichen Verhältnissen, wohlhabender ist als in den sterileren.

Aber wenn es nun einmal so ist, dass die verschiedenartige Verteilung der fruchtbaren Böden im Lande bis zum heutigen Tag — wenngleich meistens in unbewusster Weise — die Kolonisation und die Art der Bodenkultur beeinflusst hat, darf dieser Faktor natürlich nicht vernachlässigt werden, wenn es darauf ankommt, Richtlinien für die künftige Kolonisation zu entwerfen. Sowohl die Möglichkeit der Kolonisation als auch die Art der Landwirtschaft auf den Neuhöfen sind von den Fruchtbarkeitsverhältnissen der betreffenden Gebiete wesentlich abhängig. Aber nicht nur die Neukolonisation, sondern auch die schon bestehende Bodenkultur — sowohl die Landwirtschaft als die Forstwirtschaft

<sup>1</sup> Nach den Katasterkarten.

schaft — und ihre Entwicklungsmöglichkeiten beruhen auf den natürlichen Bedingungen dieser Wirtschaftsarten, und unter diesen Bedingungen spielen die Fruchtbarkeitsverhältnisse eine sehr wichtige Rolle. *Man soll jeden Boden auf die rentabelste Weise bewirtschaften; das kann aber nicht geschehen, ohne den Richtlinien zu folgen, die die Natur selbst vorgezeichnet hat.*

Was ich im Vorigen die Ehre gehabt habe zu entwickeln, ist eigentlich nicht das Resultat abgeschlossener Untersuchungen. Es ist vorzugsweise nur ein Programm für künftige Untersuchungen. *Es scheint mir, dass wir hier vor einer der allerwichtigsten wirtschaft- und naturgeschichtlich-geographischen Fragen stehen, welche einen fast unendlichen Stoff für Untersuchungen darbietet und deren allseitige Lösung von eminentester praktischer Bedeutung ist, nicht nur für Finnland und für Nord-Europa überhaupt, sondern auch für Nord-Amerika und die nördlichen Teile Ost-Asiens, ja eigentlich für die ganze nordische zirkumpolare sog. Nadelwaldzone, ohne Zweifel aber mutatis mutandis auch für südlicher gelegene Länder.*

