

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Forstverein
<b>Band:</b>	113 (1962)
<b>Heft:</b>	3-4
<b>Artikel:</b>	Bodenkundliche Untersuchungen in der Forstwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung insubrischer Verhältnisse im Kanton Tessin
<b>Autor:</b>	Richard, F.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-768024">https://doi.org/10.5169/seals-768024</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Bodenkundliche Untersuchungen in der Forstwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung insubrischer Verhältnisse im Kanton Tessin<sup>1</sup>**

Von *F. Richard*

Oxf. 114.7

(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf / Zürich)

## *Inhaltsverzeichnis*

1. Über die Notwendigkeit bodenkundlicher Untersuchungen in der forstlichen Praxis	143
2. Bodenbildungstendenzen in der Kastanienzone . . . . .	144
3. Standortsbeispiele auf sauren Silikatgesteinen der Kastanienzone . . . . .	148
4. Über die Bedeutung bodenmorphologischer Untersuchungen für die forstliche Standortskunde . . . . .	154
5. Die Bodenkartierung als Mittel zur Abgrenzung forstlicher Standortseinheiten . . . . .	155
Résumé / Riassunto . . . . .	156
Literaturverzeichnis . . . . .	157

## **1. Über die Notwendigkeit bodenkundlicher Untersuchungen in der forstlichen Praxis**

Auch in der Schweiz gibt es Standorte, auf denen eine große Zahl von Baumarten mit Erfolg wachsen können. Ohne daß sich der Forstmann um die Erhaltung der Produktionskraft des Standortes ernsthaft kümmern muß, kann er aus einer Fülle von Baumarten jene Mischungen bestimmen, die nach den Erfordernissen des Waldbaus und des Marktes notwendig sind. Als Beispiel erwähnen wir im Mittelland das *Querceto-Carpinetum aretosum* auf tonreichen, im Unterboden häufig leicht vergleyten Braunerden. Stiel-eiche, Ulme, Buche, Ahorn, Esche, Kirschbaum, Hagebuche sind zu Hause, als Gast die Fichte. Auch normal durchlässige, saure, stark humose Böden in Nordlagen der Tessiner Kastanienzone haben ähnliche günstige Wachstums-eigenschaften.

Leider aber ist nicht jeder Oberförster in der Lage, über gute Standorte zu verfügen. In Trockenlagen, an vernäßten Orten, an flachgründigen Stel-

<sup>1</sup> Einführungsvortrag zu einem Kurs für forstliche Standortsuntersuchungen.

len, auf Böden mit einseitigem Chemismus oder mit formlabiler Struktur, ist der Wirtschafter in der Auswahl der standorttauglichen Baumarten in der Regel eingeengt. In der natürlichen Baumartengarnitur stehen ihm nur wenige, forstlich oft unbedeutende Arten zur Verfügung. Es bleibt aber zu berücksichtigen, daß die Wuchsleistung bestimmter Gastbaumarten auf ökologisch optimumfernen Standorten beträchtlich und wirtschaftlich interessant sein kann. Es gibt Baumarten mit großer ökologischer Amplitude. Je eingehender der Forstmann über die Standortsansprüche der Baumarten orientiert ist, um so sicherer kann er auch auf schwierigen Standorten die bestmögliche Produktion erhalten.

In einem standörtlich wenig bekannten Gebiet versucht man in der Regel zuerst Klarheit über die mutmaßliche natürliche Vegetation zu erhalten. Bodenkundliche Untersuchungen helfen mit, die pflanzensoziologischen Einheiten schärfer zu fassen, bzw. in ihrer Verbreitung besser abzugrenzen. Je eingehender auch das Klima und weitere Umgebungsfaktoren studiert werden, um so sicherer kann man eine forstliche Standortdiagnose ausführen.

Die gründliche Erforschung forstlicher Standortseigenschaften und die eingehende Kenntnis der Ökologie der Baumarten sind Voraussetzungen, um mit Erfolg Gastbaumarten anbauen zu können. Die Frage der Beimischung dieser Baumarten stellt sich der Forstmann immer dann, wenn in der natürlichen Garnitur nur schlechtwüchsige Arten vorkommen.

Im Kanton Tessin hat die Kastanienkrankheit und wohl auch das Bedürfnis, die Baumartenzahl zu vermehren, zu einem intensiveren Studium forstlicher Standorte und zu einer Prüfung des Anbaues von fremdländischen, wahrscheinlich standorttauglichen Baumarten geführt.

## 2. Bodenbildungstendenzen in der Kastanienzone

Die Bodenbildung ist generell eine Funktion des Muttergesteins, des Klimas, der Vegetation und der Zeit (Pallmann 1943). Wir beschäftigen uns vorläufig nur mit normal bis übermäßig und extrem durchlässigen Böden. Die Muttergesteine sind in der Regel saure, biotitreiche Gneise, Schiefer und Hornfelse, mit Übergängen zu muskowitreichen und feldspatreichen Gneisen (z.B. in *Sigirino*) oder feldspatreiche Biotit- bis Muskowitgneise von vorwiegend heller Farbe, massig, schiefrig bis sehr stark schiefrig (in *Torricella*), Moränenschutt auf Biotitgneis und feldspatreiche Biotit- bis Muskowitgneise (in *Losone-Arcegno*).

Nach der Niederschlagskarte der Schweiz (Uttiger 1948) betragen die Niederschläge im Untersuchungsgebiet 1600 bis 2400 mm pro Jahr. Vergleichen wir die Bodenbildungen nord- und südseits der Alpen, dann kommen wir zu folgenden, allgemeinen Feststellungen:

- Im feucht-gemäßigten Klima des Mittellandes entstehen auf sedimentären Mischgesteinen bei normaler Durchlässigkeit Braunerden verschiedener

Auswaschungsstadien. Im humiden bis perhumiden Klima montaner bis subalpiner Regionen stark saure Braunerden und Podsole.

- Am Südabhang der Alpen, z. B. im Gebiet von Airolo–Biasca, verläuft die Bodenbildung ähnlich wie nördlich der Alpen: in Nordlagen stark saure

*Tabelle 1*

Vergleich von Temperatur und Niederschlag in der Kastanienzone des Kantons Tessin und im Podsolgebiet der Schweiz.

	Mittlere Lufttemperatur nach Jahreszeiten und pro Jahr				
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
<i>Tessin (Kastanienzone)</i>					
Locarno-Monti	3,6	11,4	20,1	11,8	11,7
Lugano	3,4	11,6	20,5	12,3	11,9
Rivera Bironico	2,7	10,2	18,8	10,6	10,6
<i>Podsolgebiet</i>					
Airolo	– 1,7	5,3	14,0	6,7	6,1
St. Moritz	– 5,8	1,7	10,7	3,2	2,5
Einsiedeln	– 1,7	5,9	14,4	6,8	6,3
	Mittlere Niederschläge nach Jahreszeiten und pro Jahr				
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
<i>Tessin (Kastanienzone)</i>					
Locarno	73	163	190	211	1910
<i>Podsolgebiet</i>					
Airolo (N-Hänge)	80	123	137	184	1570
Sils-Maria	44	71	107	98	960
Einsiedeln	87	129	196	122	1599
Jahreszeiten:					
Winter: Dezember, Januar, Februar			Sommer: Juni, Juli, August		
Frühling: März, April, Mai			Herbst: September, Oktober, November		
In den erwähnten Podsolgebieten entstehen Bleicherdeböden nur auf normal bis übermäßig durchlässigem Muttergestein aus Granit, Gneis oder auf Mischgesteinen, aus denen Karbonat quantitativ aus dem Oberboden ausgewaschen ist.					

Braunerden und Podsole unter Fichtenbeständen. Südlich von Bellinzona stößt man auf insubrischen Klimaeinfluß, der wahrscheinlich die Bodenbildung entscheidend beeinflußt.

Einen generellen Klimavergleich zwischen der sogenannten Kastanienzone (Tessin südlich Bellinzona) und dem Podsolgebiet finden wir in Tabelle 1. Hier sind die mittleren Lufttemperaturen und die Niederschläge nach Saison und pro Jahr an einigen Stationen verglichen: Für Locarno (Kastanienzone) fallen besonders der hohe Jahresniederschlag (1910 mm) bzw. die Frühlings- und Herbstniederschläge auf. Man vergleiche die Niederschlagskarte von Uttinger (1948). Im Rahmen unseres Vergleiches sind die Niederschläge in der Kastanienzone mindestens gleich hoch und höher, die Temperaturen bedeutend höher als im Podsolgebiet.

Die bis heute untersuchten Böden stammen von sauren Muttergesteinen mit großer bis sehr großer Wasserdurchlässigkeit (Drainageklassen 4 bis 5 und 6). In Bodenhorizonten ohne Hangwassereinfluß liegt das pH im großen und ganzen zwischen 5 bis 4. Trotz großer bis übermäßiger Wasserdurchlässigkeit wurden keine podsolähnlichen Böden gefunden. Es fehlt der sichtbare, kontinuierliche A<sub>2</sub>-Horizont. An den Untersuchungsorten reichte es nicht zu einer morphologisch sichtbaren Bleicherdebildung. Wir nehmen an, daß es in der Kastanienzone, unter dem herrschenden Generalklima, gar nicht zur Podsolbildung kommen kann. Die chemische Gesteinsverwitterung und die intensive biologische Aktivität halten vermutlich genügend Nährstoffe dauernd im Umlauf, so daß eine extreme Elektrolyt-Auswaschung in wurzelferne Bodenunterlagen nicht möglich ist.

Auffallend und vermutlich kennzeichnend sind die relativ hohen Humusgehalte in den obersten Bodenhorizonten. Rein morphologisch, ohne chemische Analyse, würde man den unter der Streue folgenden, häufig sehr mächtigen Bodenanteil als A<sub>0</sub>-Horizont bezeichnen<sup>2</sup> (Horizont aus vorwiegend partiell abgebauten Pflanzenresten unbekannter Herkunft). Bei Trockenheit kann dieses Material leicht verfrachtet werden. Unsere Humusbestimmungen ergaben aber nur Werte im Bereich von 15 bis 30 Gewichtsprozenten. Der Horizont hat wesentlich weniger organische Anteile, als die morphologische Schätzung ergibt. Man sollte solche und ähnliche Bildungen nach unserer Auffassung eher als A<sub>1</sub>-Horizont bezeichnen (Humusanteil kleiner als Mineralanteil und innige Vermischung beider Komponenten). Vorläufig nicht abgeklärt sind die Sesquioxidverlagerungen im Profil. Es kann noch nicht mit Bestimmtheit ausgesagt werden, ob diese Böden eine spezielle Form einer Braunerde nach Pallmann (1932), sogenannte insubrische Braunerde mit Kieselsäureverlagerung, oder etwas anderes sind. Pallmann (loc. cit.) erwähnt die Möglichkeit, daß insubrische Braunerden, bei lokalklimatisch

<sup>2</sup> Eine Legende über die Bedeutung der hier verwendeten Horizontsymbole steht zur Verfügung.

wesentlich erhöhter Humidität, leicht in Richtung podsoliger Böden einschwenken können. Diese Möglichkeit fanden wir auch beim Standort «*Sigirino 2*» bestätigt: deutliche Rotfärbungen in tiefen Bodenhorizonten lassen Sesquioxidverlagerungen vermuten. Weitere Untersuchungen werden die Typenzugehörigkeit genauer abklären. Auffallend ist auch, wie in Südlagen, auf Rippen und nicht vernäßten Plateaus Böden mit scheinbar überwiegend organogenen Komponenten entstehen (vgl. Bild 4, «*Sigirino 3*»). Bei näherer Untersuchung findet man aber auch hier, daß der Humusanteil weniger als 50 Prozent beträgt. Der Boden enthält mehr mineralisches als organisches Material. Wir können derartige Horizonte mit dem Symbol «A<sub>1</sub>» bezeichnen. Die Makrostruktur ist pulverig bis körnig. Die feinen Aggregate sind locker gefügt, stellenweise zusammenhanglos oder einzig durch Wurzeln vernetzt. Das schütttere Gefüge ist auf den hohen Sand- und Staub- bzw. auf den kleinen Tonanteil in der mineralischen Bodenkomponente zurückzuführen. Der anstehende Fels reicht stellenweise nahe an die Bodenoberfläche. Der Wurzelraum besteht praktisch nur aus A<sub>1</sub>-Varietäten, die sich durch die von Auge feststellbare Struktur und durch den Anteil an organischer Substanz unterscheiden. Wir haben aus diesen Gründen den A<sub>1</sub>-Horizont in A<sub>1<sup>1</sup></sub>-, A<sub>1<sup>2</sup></sub>-, A<sub>1<sup>3</sup></sub>-Horizont unterteilt (vergleiche Figur 4).

Diese A<sub>1</sub>-Varianten sind Bodenbildungen, die wahrscheinlich für die beschriebenen exponierten Rippenstandorte im insubrischen Klima typisch sind. Es ist anzunehmen, daß durch mikromorphologische Untersuchungen viele ökologisch interessante Bodeneigenschaften noch besser erfaßt werden können.

In den tonarmen, insubrischen A<sub>1</sub>-Varianten ist der Humus der entscheidende Nährstoffträger. Vom Zersetungsgrad und von den chemischen Eigenschaften der organischen Substanz hängt die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen weitgehend ab. Alle forstlichen Maßnahmen, die eine Verzögerung der Humifizierung auslösen, wie z.B. falsche Baumartenwahl, erhöhen die Auflage schlecht zersetzter, faseriger Humusformen. In Waldbeständen sollte die unnötige Rohhumusbildung vermieden werden. Umgekehrt wäre aber eine zu hohe biologische Bodenaktivität ungünstig, weil zu viel Humus mineralisiert und damit viele Nährstoffe aus dem Profil endgültig ausgewaschen würden. Die mächtigen A<sub>1</sub>-Horizonte insubrischer Böden sind tonarm bis tonfrei, sandig und leicht erodierbar. Ein Boden mit weggefährtem A<sub>1</sub>-Horizont ist bedeutend produktionsärmer, in der Regel so arm, daß eine nutzbringende forstliche Produktion auf Jahrzehnte nicht mehr möglich ist. Ferner fällt der Regen im Tessin häufig sehr dicht. Intensiver Niederschlag schwemmt auf Kahlflächen mit Leichtigkeit nur locker gefestigte, nährstoffreiche Bodenschichten fort. Da derartige Bodenschädigungen praktisch irreversibel sind, ist auch vom forstlichen Standpunkt aus der intensive Bodenschutz besonders zu fördern.

### 3. Standortsbeispiele auf sauren Silikatgesteinen der Kastanienzone

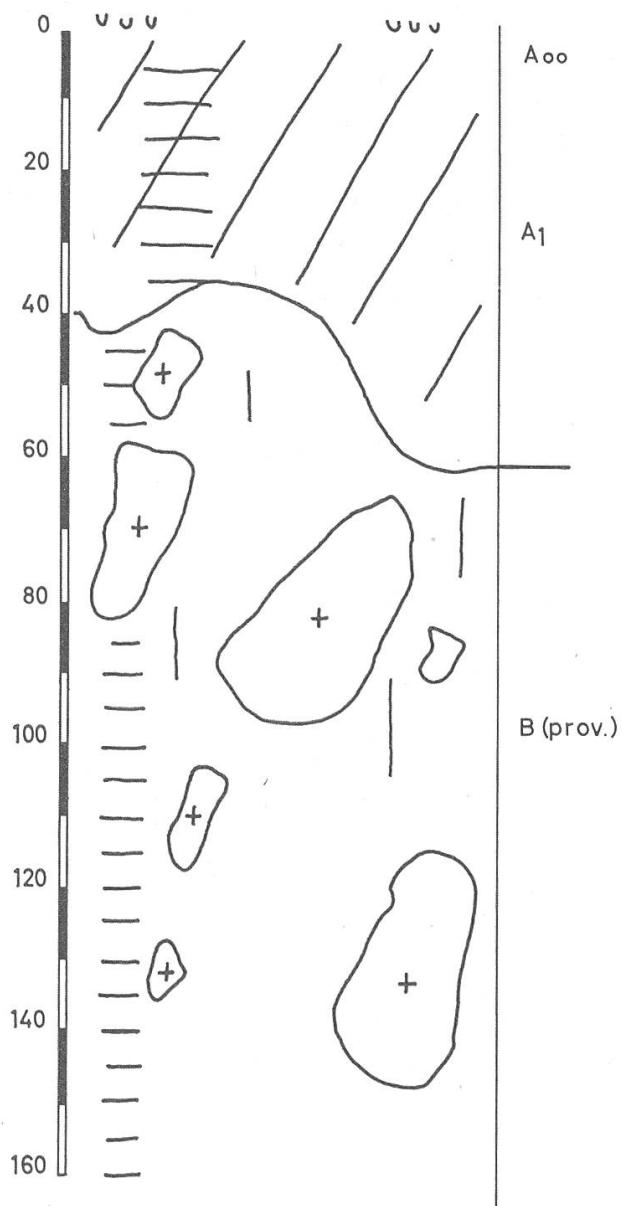
An vier ausgewählten Beispielen sollen einige charakteristische Standorte der Kastanienzone näher behandelt werden. Nach dem lokalen Bestimmungsschlüssel der Waldgesellschaften von Ellenberg und Rehder (1962) können unter sonst vergleichbaren Bedingungen die Standorte im großen und ganzen als eine Reihe mit abnehmender forstlicher Produktivität dargestellt werden:

«Losone 1» → «Sigirino 1» → «Sigirino 2» → «Sigirino 3»

Die Wahl der Horizontsymbole erfolgte auf Grund makromorphologischer Profilbetrachtungen, unterstützt durch analytische Untersuchungen. Eingehendere experimentelle Arbeiten können unter Umständen noch Änderungen verlangen.

Figur 1 Standort «Losone 1»

(LK 702 025/113 025; 275 m ü. M.; Exp. E; Neig. etwa 30–40 %; N = 1910 mm/Jahr).



A<sub>00</sub>: Alljährlicher Streueabbau.

A<sub>1</sub>: Aktiver Mullhorizont. Keine Spuren von A<sub>0</sub>, vermutlich als Folge hoher biologischer Aktivität. Hangwasser mit Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> neutralisiert partiell den Boden. Hauptwurzelraum. Normal durchlässig. Kolluviale Einschwemmungen möglich.

B (prov.): Rostiges, verwittertes Moränematerial. Kalkfreie Zone, durch Hangwassereinfluß angenähert neutral. Dicht gepackter Sand. Einzelkornstruktur. Keine Krümel. Praktisch kein Wasserbindevermögen. Übermäßig durchlässig (Drainageklasse 5).

*Bodenform:* A<sub>1</sub>-Variante eines Moränebodens unter neutralisierendem Einfluß von Hangwasser.

Tafel rechts, Bild 1, oben: «Losone 1»

Schwach saure bis neutrale Mull-Variante eines Moränebodens unter neutralisierendem Einfluß von Hangwasser. Boden der «Geißbart-Variante des insubrischen, reichen Edellaub-Mischwaldes» nach Ellenberg und Rehder.

Bild 2, unten: «Sigirino 1»

Mull-Variante mit Hangwassereinfluß eines stark sauren bis sauren, braunerdeähnlichen Bodens auf Sericit-Schutt. Boden der «farnreichen Variante des insubrischen, armen Edellaub-Mischwaldes» nach Ellenberg und Rehder.

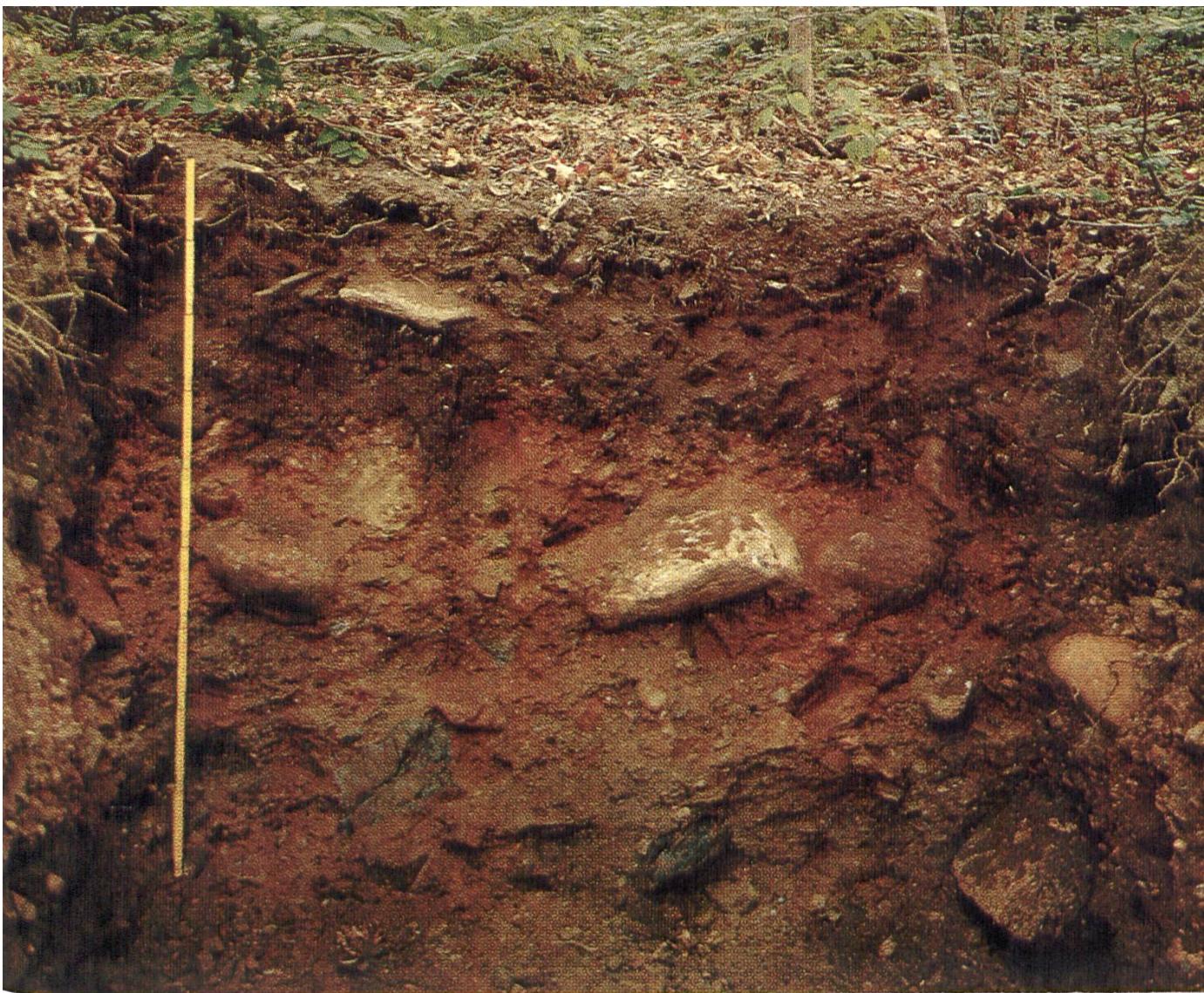


Tabelle 2

Tiefe cm	Humusgehalt		Umtauschkapazität maeq/100 g Bo	Sättigungsgrad %	pH (Glas-el.)
	titr. %	Veraschung %			
15—25	4,4	8	22	75	6,2
150—160					7,0

## 31 Standort «Losone 1» (Figur 1, Tabelle 2, Bild 1)

Nach Ellenberg und Rehder (1962) «Geißbart-Variante des insubrischen reichen Edellaubmischwaldes» (im Bestimmungsschlüssel Typ II/5ay).

Die produktiven Eigenschaften des Bodens sind zur Hauptsache auf den Hangwassereinfluß zurückzuführen. Dieser verhindert im ganzen Profil die starke Versauerung. Die Feuchtigkeit bleibt so hoch, daß ein 40—60 cm mächtiger, biologisch sehr aktiver, nur schwach saurer Mullhorizont (A<sub>1</sub>) entsteht. Trotz dem kalkfreien Muttergestein und trotz den hohen Niederschlägen ist der Boden im A<sub>1</sub> nur schwach sauer, ab 70 cm Tiefe ist er sogar neutral. Eine weitere Versauerung scheint nicht möglich zu sein. Unterhalb des A<sub>1</sub>-Horizontes folgt ein sandiger, dicht gepackter, aber übermäßig durchlässiger zungenartiger Unterboden mit intensiver Rotfärbung. Im Augenblick ist es schwer feststellbar, ob das ein B-Horizont eines amputierten, fossilen Bodens ist. Eine aktuelle Bildung unter dem jetzigen A<sub>1</sub> ist schwer vorstellbar. Der geringe Säuregrad und die damit verbundene hohe biologische Umsetzung sind Merkmale, die von den lokalen standörtlichen Gegebenheiten, speziell vom Hangwasser, abhängig sind. Ohne diesen Einfluß wäre der Boden bei seiner hohen Durchlässigkeit und unter dem Einfluß der generalklimatisch typischen hohen Niederschläge wesentlich saurer und inaktiver. Der Oberboden würde in seinen Eigenschaften jenem von «Sigirino 2» ähnlich sein.

Der Standort ist forstlich sehr produktiv, auch die Kastanie wird gute Zuwachse leisten (Leib und gut 1962).

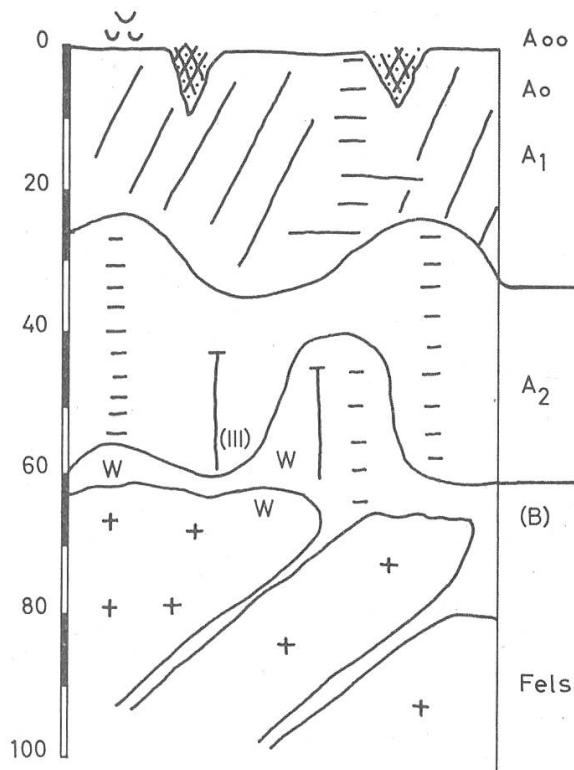
## 32 Standort «Sigirino 1» (Figur 2, Bild 2)

Nach Ellenberg und Rehder (1962) «Farnreiche Variante des insubrischen, armen Edellaubmischwaldes» (im Bestimmungsschlüssel Typ II/4a $\beta$ ).

Analog zu «Losone 1» ist auch für diesen Boden der Hangwassereinfluß charakteristisch. Die Hangfeuchtigkeit erzeugt einen 20—35 cm mächtigen Mullhorizont (A<sub>1</sub>). Der A<sub>0</sub> fehlt als kontinuierlicher Horizont, ein Zeichen

Figur 2 Standort «Sigirino 1»

(LK 714 300/103 825; 470 m ü. M.; Exp. N—E; Neig. etwa 60 %; N = 1910 mm/Jahr).



A<sub>00</sub>: Laubstreue nur in Nestern,  $\frac{2}{3}$  der Fläche frei.

A<sub>0</sub>: Nur in Taschen; saurer, körniger Humus, pH 4,5.

A<sub>1</sub>: Insubrischer Mullhorizont. Sandige Mineralerde mit wenig Staub; grobblockige, formlabile Struktur; leicht erodierbar, empfindlich auf Kahlschlag, Erosion. Sauer, pH 5, mit schwacher Wurmtätigkeit.

A<sub>2</sub>: Insubrischer Mineralerdeverwitterungshorizont. Sandig, Einzelkorn — fein aggregierte Struktur. Durch Hangwasser periodisch feuchter bleibend als der Feldkapazität entspricht; jedoch keine wachstums-hemmende Vernässung. Gley fraglich, nur Spuren an der unteren Horizontgrenze, wo Hangwasser durch Felsblöcke teilweise ange-reichert wird. pH 5,0.

(B): Geringe Gründigkeit infolge von Felsblöcken. Undeutlich und diskontinuierlich ausgebildet. Lamellige bis brüchige Blockstruktur infolge Wassereinflusses. Struktur-B mit relativ, zu den anderen Horizonten, größtem Tongehalt. Naß, aber nicht reduziert. Erhöhte Bodenfeuchtigkeit verbessert vermutlich forstliche Produktivität des Standortes (vgl. sub A<sub>2</sub>).

Allgemein: Erscheinen Blöcke im Boden, dann verzahnen sich die Horizontgrenzen. Die Horizontenfolge ist in diesen Fällen schwierig zu bestimmen.

Bodenform: A<sub>00</sub>-(A<sub>0</sub>)-A<sub>1</sub>-Variante mit Hangwassereinfluß eines sauren braunerdeähnlichen Bodens.

Tafel rechts Bild 3, oben: «Sigirino 2»

Insubrische Mull-Variante eines stark sauren, normal bis übermäßig durchlässigen, skelettreichen Hangbodens auf Sericit-Schutt. Boden des «insubrischen, armen Edellaub-Mischwaldes mit Heidelbeere» nach Ellenberg und Rehder.

Bild 4, unten: «Sigirino 3»

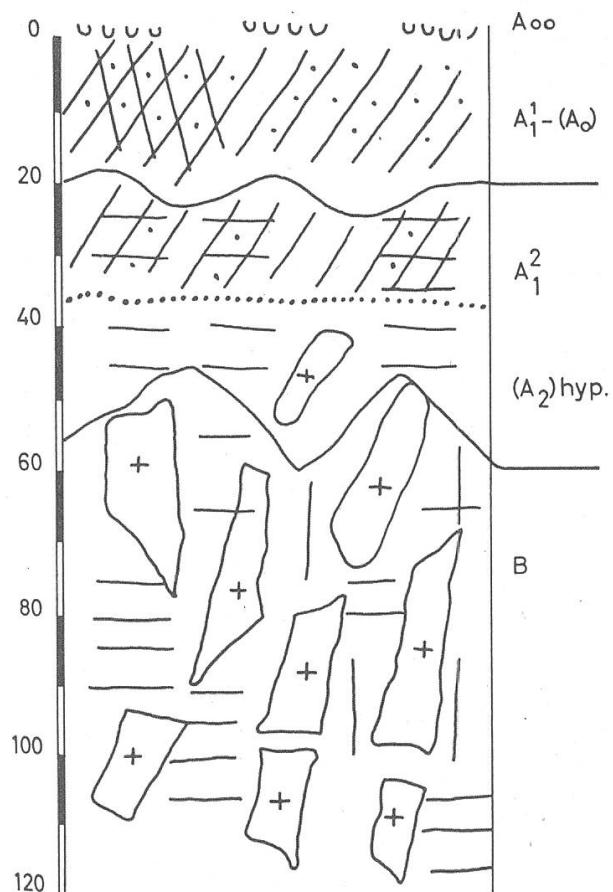
Humoser, insubrischer Boden auf Sericit-Block. Boden des «insubrischen, frischen Eichen-Birken-Waldes mit Heidelbeere» nach Ellenberg und Rehder.



sehr hoher biologischer Bodenaktivität. Nur andeutungsweise findet man ihn als Taschen. Auch der Säuregrad ist im Boden durchgehend kleiner als in sonst vergleichbaren Böden, aber ohne Hangwassereinfluß (z. B. «Sigirino 2»). Das zusätzliche Hangwasser hemmt die starke Bodenversauerung und erhält dem Boden einen höheren Feuchtigkeitsgehalt. Beides kann sich auf die forstliche Produktivität des Standortes günstig auswirken. Die Durchlässigkeit des Bodens ist aber so groß und gleichmäßig, daß das Wasser in der Regel nicht gestaut wird. Stoßen aber Gesteinsblöcke in höhere Bodenhorizonte vor, dann fließt über ihre Oberfläche häufig ein Film von freiem Wasser (vgl. Figur 2, Bild 2). Ob an solchen Stellen periodischer Wassersättigung Gley entsteht, konnte nicht mit Bestimmtheit festgelegt werden. Rote Flecken waren in Spuren vorhanden. Auch die Oberflächen dickerer Wurzeln sind ab und zu naß. In Perioden starker Transpiration wird kein freies Wasser im Boden zu finden sein. Der B-Horizont ist infolge der häufig auftretenden Blöcke nicht kontinuierlich vorhanden. Wird er gefunden, dann beobachtet man eine schichtig-lamellige Struktur geringer Mächtigkeit von etwa 10 cm.

Figur 3 Standort «Sigirino 2»

(LK 714325/103900; 490 m ü. M.; Exp. NE; Neig. etwa 60 %; N = 1910 mm/Jahr).



$A_{00}$ : Laubstreue rutschig, hinter Rasenbüschel gestaut.

$A_1^1-(A_0)$ : Feinkörniger Mineralerdeverwitterungshorizont (in 0–20 cm sogar Übergang zu  $A_0$ ). Wenn trocken, hydrophob. Hohe Umtauschkapazität, aber kleiner Sättigungsgrad. Erosionsbereit. Periodisch austrocknend.

$A_1^2$ : Morphologisch schlecht erkennbar. Geringer Feinerdeanteil, extrem durchlässig. Durch Humuseinlagerung braun-grau gefärbt.

B: Zone mit deutlich rötlicher Färbung der Feinerde. Übermäßig durchlässig, sehr kleines Wasserbindevermögen.

Bodenform:  $A_{00}-A_1^1(A_0)-A_1^2$ -Variante eines stark sauren, normal-übermäßig durchlässigsten insubrischen Hang-Bodens.

Tabelle 3

Tiefe cm	Humusgehalt		Umtauschkapazität maeq/100 g Bo	Sättigungsgrad %	pH (Glas-el.)
	titr. %	Veraschung %			
0–10	27	37	61	9	4,4
25–35	13	23	44	4	4,6
45–55	9	14	34	7	4,8
75–95	4	9	26	35	5,1

## 33 Standort «Sigirino 2» (Figur 3, Tabelle 3, Bild 3)

Nach Ellenberg und Rehder (1962) «Insubrischer, armer Edellaubmischwald mit Heidelbeere» (im Bestimmungsschlüssel Typ II/4ba).

Auf biotit- und muskowitztreichen Gneisunterlagen bildet sich ein sehr saurer insubrischer Boden mit hohem Humusgehalt. Ob es im Sinne Pallmanns (1932) eine insubrische Braunerde ist, kann nicht entschieden werden, weil erstens die Verlagerung, die Kieselsäure- und die Sesquioxidyverteilung nicht untersucht wurden und zweitens weil in 55–100 cm Tiefe der Boden stellenweise deutlich rot gefärbt ist.

Die Umtauschkapazität (Tabelle 3) des Bodens ist besonders im Bereich der humushaltigen Horizonte groß: wir bestimmten mit der Mehlich-Methode (1948, 1953) 61–44 meaq/100 g Boden. Der Sättigungsgrad ist aber sehr klein (4–9 %), der Basengehalt beträgt etwa 6 meaq/100 g Boden. Trotz hoher Umtauschkapazität haben diese Böden einen kleinen Basengehalt. Da ein großer Teil der Basen Nährstoffe sind, gilt im großen und ganzen daselbe auch für sie. Tiefer im Boden (75–95 cm) sinkt die Umtauschkapazität, der Sättigungsgrad dagegen steigt. Der Unterboden ist deshalb weniger sauer und enthält etwas mehr Basen (etwa 9 meaq/100 g Boden).

Aufschlußreiche Informationen über wesentliche Standortseigenschaften wird das Studium der Wassergehaltsschwankungen geben. Da der Boden normal bis übermäßig durchlässig und zudem noch sehr steinig ist, kann bei intensiver Transpiration des Bestandes der Wassergehalt sehr stark verringert werden. Wachstumsverzögerungen in den Beständen sind in solchen Perioden denkbar. Das Wasserbindevermögen des Bodens ist nicht optimal, eine mehr oder weniger «normale» Wasserversorgung hängt deshalb sehr von regelmäßig einsetzenden Regen, d.h. von der Menge und von der Verteilung der Niederschläge ab. Nach starker Austrocknung wird der Humus an der Bodenoberfläche gerne hydrophob. Die Benetzungsschwierigkeiten können Ursache sein, daß kleinere Niederschläge nicht oder nur teilweise einsickern. Es ist damit zu rechnen, daß der Boden im Wurzelraum während

gewisser Zeitspannen partiell austrocknen kann. Auch große Niederschläge werden nicht viel nützen. Entsprechend der hohen Durchlässigkeit und der geringen Menge verwertbaren Wassers wird ein großer Teil des Regens in tiefere Bodenschichten fließen und für die Wurzeln nutzlos sein.

Über die Wahl der Baumarten vgl. Leib und gut (1962). Besonders sei die Bedeutung der Linde erwähnt, die wohl größer als jene der Eiche ist.

### 34 Standort «Sigirino 3» (Figur 4, Tabelle 4, Bild 4)

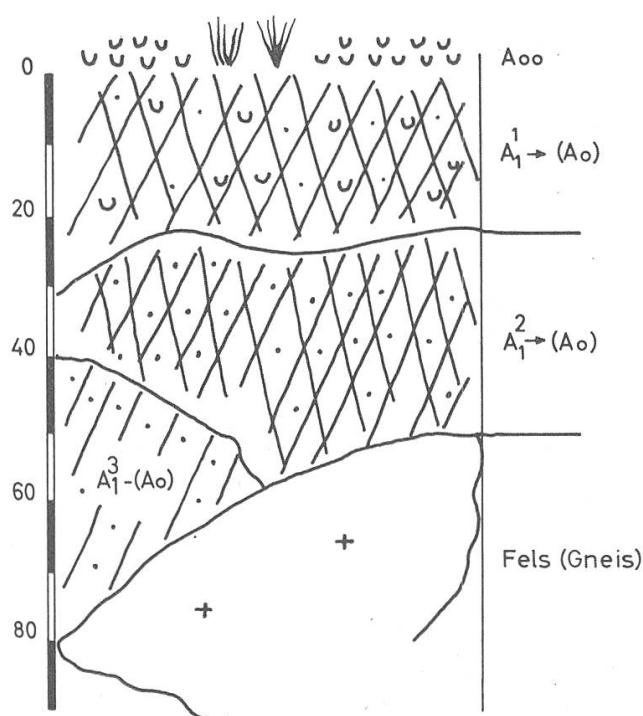
Nach Ellenberg und Rehder (1962) «Insubrischer, frischer Eichen-Birken-Wald mit Heidelbeere» (im Bestimmungsschlüssel Typ I/3b).

Bei Betrachtung des Bodenprofils mit bloßem Auge nimmt man ohne weiteres an, daß der mittelgründige Boden zur Hauptsache aus organischem

Figur 4 Standort «Sigirino 3»

(LK 714550/103 825; 485 m ü. M.; Exp. NNE; Neig. etwa 30–60 %; N = 1910 mm/Jahr).

Horizontbildung: Keine morphologisch deutlich sichtbaren Grenzen.



$A_{00}$ : Dünne Laubstreueschicht, unterbrochen durch Bodenvegetation.

$A_{11}-(A_0)$ : Faserigerbiskörniger Übergangshorizont von vorwiegend organischen zu vorwiegend mineralischen Gemengteilen. Kann leicht staubig austrocknen. Hohe Umtauschkapazität, aber extrem kleiner Sättigungsgrad.

$A_{12}-(A_0)$ : Geringerer Humusgehalt als oben. Körnig bis pastig-speckige Struktur (differenzierendes Merkmal gegen  $A_{11}$ ). Fein durchwurzelt. Vermutlich während längerer Perioden höherer Wassergehalt als oben und deshalb schlechter durchlüftet. Wenn oben der Boden sich «trocken» anfühlen lässt, kann hier immer noch hohe Feuchtigkeit vorhanden sein. Gehemmte Wasserdurchlässigkeit.

$A_{13}-(A_0)$ : Übergangshorizont mit wesentlich weniger organischen Gemengteilen als weiter oben im Profil.

Fels: Anstehende saure Blöcke aus Sericit-Schiefer.

Bodenform: Humoser  $A_{00}$ - $A_{11}(A_0)$ - $A_{12}$ -Boden auf Sericit-Schiefer.

Tabelle 4

Tiefe cm	Humusgehalt		Umtauschkapazität maeq/100 g Bo	Sättigungsgrad %	pH (Glas-el.)
	titr. %	Veraschung %			
0–10	30	43	76	5	4,6
40–50	28	38	63	11	4,7
80	13	26	40	17	4,9

Baumaterial bestehe. An der Bodenoberfläche aber ergibt die Analyse 43 % Humus als Maximalwert (Tabelle 4). Der Mineralanteil ist größer als 50 %, weshalb wir, nach unserer Definition, den Horizont als eine insubrische Variante eines A<sub>1</sub>-Horizontes bezeichnen. Die Morphologie weicht von der bis jetzt als Norm bezeichneten Struktur eines A<sub>1</sub> aber insofern ab, als ein körniges, schütteres und lose gefügtes Bodenmaterial vorliegt. Da starke Einflüsse eines A<sub>0</sub>-Horizontes vorliegen, wird die Tendenz des Übergangs durch die Symbolkombination A<sub>1</sub> → (A<sub>0</sub>) angedeutet. Eingehendere Studien über die Humusmorphologie können eventuell andere Bezeichnungen möglich machen. Wie in Tabelle 4 dargestellt, nimmt der Humus tiefer im Boden ab. Die Umtauschkapazität sinkt mit abnehmendem Humusgehalt stark. Da der Sättigungsgrad in Oberflächennähe klein ist, enthält der Boden wenig Basen und deshalb auch wenig Nährstoffe: an basischen Kationen finden wir beispielsweise in 0–10 cm etwa 4 maeq/100 g; in 80 cm etwa 7 maeq/100 g Boden. Je nach der Untergrundbeschaffenheit kann die hier beschriebene Horizontenfolge unvollständig vertreten sein, oder es können weitere, ähnliche Formen hinzukommen.

Für ein ausgeglichenes Wasserregime ist die Bodenstruktur eher ungünstig. Die Bodenoberfläche kann stark austrocknen und hydrophobe Eigenschaften erhalten. Die Wasserleitfähigkeit von unten nach oben wird infolge der körnigen, lockeren Bodenstruktur häufig stark wechseln, d. h. sie kann je nach dem Austrocknungsgrad besser oder schlechter sein. Es ist möglich, daß der Oberboden (etwa 0–25 cm Tiefe) trocken und der tiefer gelegene Bodenanteil gleichzeitig feucht bis nahezu gesättigt ist. Große Feuchtigkeitsunterschiede sind deshalb zu erwarten. Über die standortsgemäßen Baumarten siehe Leib und gut (1962).

#### 4. Über die Bedeutung der Bodenmorphologie bei der forstlichen Standortsuntersuchung

Vegetations- und bodenkundliche Standortsuntersuchungen kann ein praktisch tätiger Forstingenieur nur dann erfolgreich durchführen, wenn die anzuwendenden Methoden wissenschaftlich korrekt und einfach sind.

Die erste Untersuchung an Waldböden stützt sich in der Regel auf morphologische Bodeneigenschaften, die in einem geöffneten Profil von bloßem Auge erkannt werden können. Es versteht sich, daß morphologische Untersuchungen unter Umständen weit über das hinausgehen, was der Förster normalerweise im Felde nötig hat. Bei sorgfältiger Erfassung verschiedenartiger Erscheinungsformen des Humus (Struktur, Farbe, Körnung), der Bodenart, der Lagerung fester Bodenteilchen, der Porosität, der Vergleyung usw., können Bodenhorizonte ausgeschieden werden. Sie weisen häufig auf eine bestimmte Entstehungsart des Bodens hin. Die Mächtigkeit, die Art der Verteilung und die Abgrenzung von Bodenhorizonten geben Hinweise zur Beurteilung der Gründigkeit, der Durchlässigkeit, der Durchlüftung usw. Durch geeignete Interpretation dieser Faktoren ist es möglich, wertvolle Aussagen über die ökologischen Eigenschaften des Bodens zu machen. Eine Interpretation ist in der Regel um so zuverlässiger, je systematischer experimentelle Untersuchungen über den Zusammenhang von Bodeneigenschaften und Baumwachstum an natürlich gelagerten Bodenproben im Felde, im Laboratorium oder an speziellen Modellen durchgeführt werden.

Auch im bevorstehenden Kurs für Forstingenieure werden wir die Bodenbeurteilung auf morphologische Eigenschaften abstellen, die aber durch geeignete Laboratoriumsuntersuchungen ergänzt werden. An Ausrüstung im Felde genügt in der Regel ein Spaten, ein Bodenbohrer, ein pH-Meter (kolorimetrisch) und Salzsäure (Passon).

## **5. Die Bodenkartierung als Mittel zur Abgrenzung forstlicher Standortseinheiten**

Unter schweizerischen forstlichen Verhältnissen werden Bodenkarten in der Regel nur einem speziellen praktischen Zwecke dienen müssen. Man benötigt sogenannte Zweckkarten. Diese kann man unter Umständen von einer bodenkundlichen Grundkarte herleiten, falls eine solche zur Verfügung steht, oder sie werden im Gelände direkt erstellt. Letzteres Vorgehen ist bei uns die Regel. Zweckkarten werden beispielsweise zur Lösung folgender Projektfragen verwendet:

- Bestandesumwandlungen,
- Baumartenwahl,
- Aufforstungen (Ausscheiden von Standortseinheiten, die das gleiche technische Vorgehen verlangen usw.),
- Beurteilung der Wuchsleistung von Baumarten,
- Grundwasserabsenkung unter Waldbeständen,
- Entwässerung und Bewässerungen.

Eine forstliche Zweckkarte wird in der Regel nur über Bodenfaktoren Auskunft geben, die zur Beantwortung der speziellen Fragen nützlich sind, wie:

- Gründigkeit, Tiefe einer wasserführenden Schicht,
- Schwankung des Grundwasserspiegels (Vergleyungsart, bzw. -intensität, Art der Vergleyung),
- Erfassen bestimmter Bodenhorizonte,
- Bestimmung wurzelund durchlässiger Verdichtungen, Schotterlinsen, Sandschichten,
- Beurteilung von Durchlässigkeitsklassen,

Der Nachteil solcher Zweckkarten liegt im Umstand, daß sie nicht miteinander verglichen werden können, wenn sie nicht demselben Zweck dienen. Der wesentliche Vorteil liegt aber in der Einfachheit des Vorgehens und in der Möglichkeit, die speziell zu erfassenden Faktoren schon beim Aufstellen der Kartierungseinheiten zu berücksichtigen. Da Bodenkarten für forstlichen Gebrauch in der Regel nur wenige Hektaren umfassen, wird die Feldarbeit auf ein Minimum reduziert. Der geringe Zeitaufwand steht in einem vertretbaren Rahmen im Hinblick auf die gesamte Projektierungszeit und kann deshalb den Projektverfassern zugemutet werden.

## Résumé

Les soins que le sylviculteur doit appliquer pour maintenir et intensifier la production sont très différents d'une station à une autre. Il existe des stations particulièrement fertiles sur lesquelles on peut cultiver sans risque un très grand nombre d'essences et leur assurer un très bon accroissement. Ailleurs, et c'est assez fréquent, on ne peut obtenir une production satisfaisante qu'en choisissant attentivement les essences et en appliquant des soins intensifs.

Pour caractériser une station, on se base généralement en Suisse sur l'étude combinée de la végétation et du sol. A ce sujet, la morphologie du sol joue un rôle important. Il est en effet possible sur la base de certains facteurs morphologiques de découvrir d'importantes propriétés écologiques. Plus on poussera les recherches expérimentales sur les sols dans leur structure naturelle, mieux on pourra utiliser la morphologie pour juger des facteurs écologiques.

Le présent article traite de quatre stations forestières particulièrement typiques de la zone du châtaignier dans le canton du Tessin.

Dans les grandes lignes, les stations de «*Losone 1*» → «*Sigirino 1*» → «*Sigirino 2*» → «*Sigirino 3*» constituent une suite de stations où la productivité forestière va en diminuant.

Pour résoudre certains problèmes forestiers, l'établissement d'une carte pédologique peut rendre de précieux services. On utilise de telles cartes par exemple avec succès lors de la préparation de projets de reboisement, d'assainissement ou de conversion.

*Traduction Roten*

## Riassunto

Le misure che il selvicoltoore deve applicare, per mantenere e intensificare la produzione, sono molto differenti da una regione all'altra. Esistono stazioni particolarmente fertili sulle quali possono essere coltivate, senza rischio, gran numero di essenze, che abbiano un ottimo accrescimento. In altre stazioni, ed è molto frequente, non può essere ottenuta una produzione soddisfacente se non si scelgono attentamente essenze e se non si procede a lavori di cura molto intensiva.

Per l'elaborazione delle caratteristiche di una stazione, ci si basa generalmente in Svizzera, sullo studio combinato della vegetazione e del suolo. In base a determinati fattori morfologici è infatti possibile scoprire importanti proprietà ecologiche del suolo. Più si approfondiranno le ricerche sperimentali sulle diversità del suolo, in relazione alle strutture naturali, meglio si potrà utilizzare la morfologia per giudicare i fattori ecologici.

Il presente articolo tratta quattro stazioni forestali particolarmente tipiche della zona castanile del Cantone Ticino.

Considerato il problema nelle sue grandi linee, le stazioni di «*Losone 1*» → «*Sigirino 1*» → «*Sigirino 2*» → «*Sigirino 3*», costituiscono un ordine di stazione dove la produttività forestale va diminuendo.

Per risolvere alcuni problemi forestali, può rendersi preziosa l'elaborazione di una carta pedologica. Vengono usate con successo queste carte ad esempio nella preparazione dei progetti di rimboschimento, risanamento e conversione.

*Traduzione Conti Ferrari*

## Literatur

- Ellenberg H. und Rehder H. (1962): Natürliche Waldgesellschaften der aufzuforstenden Kastanienflächen im Tessin. Schweiz. Zeitschr. f. Forstw. 3/4, 1962.*
- Leibundgut H. (1962): Waldbauprobleme in der Kastanienstufe Insubriens. Schweiz. Zeitschr. f. Forstw. 3/4, 1962.*
- Mehlich A. (1948): Determination of cation- and anion-exchange properties of soils. Soil Science 66:6, 1948.*
- (1953): Cation- and anion-exchange properties and pH. Association of official agricultural chemists 36, 2: 445–457, paper 468 der Zeitschriftenreihe.
- Pallmann H. (1932): Der Boden, seine Entstehung und seine Eigenschaften unter besonderer Berücksichtigung schweizerischer Verhältnisse. Sonderdruck aus dem «Schweizer Bauer» 1932.*
- (1943): Über Waldböden. Beiheft zu den Zeitschriften des Schweizerischen Forstvereins. Nr. 21, S. 113–140, 1943.
- Uttiger H. (1948): Niederschlagskarte der Schweiz. Mittlere jährliche Niederschlagsmengen der Periode 1901–1940. Reproduktion Art. Institut Orell Füssli AG, Zürich 1948.*