

BODENKUNDLICHE UNTERSUCHUNGSMETHODEN UND DEREN BEDEUTUNG IM
RAHMEN ANDERER LANDSCHAFTSÖKOLOGISCHER PARAMETER (MIT EINEM
BEISPIEL AUS KYLLENE/PELOPONNES)

von S.VERGINIS^x und A.ZAMANI^{xx}

EINLEITUNG

Die rasche Entwicklung der Landschaftsökologie hat in unserer Zeit zur Lösung vieler praktischer Probleme geführt. Landschaftsökologische Untersuchungen können jedoch heute nicht mehr nur mit Hilfe von Geländebeobachtungen durchgeführt werden, sondern bedürfen einer Ergänzung durch entsprechende Laboranalysen.

Im Rahmen dieser Arbeit werden wichtige Parameter diskutiert, und zwar die Korngrößenverteilung (Bodenartbestimmung), der Karbonatgehalt (CaCO_3), die Farbe, wie auch die maximale Wasserkapazität und die Wasserdurchlässigkeit, sowie deren hydrologische Bedeutung für eine landschaftsökologische Standortdifferenzierung. Die unterschiedliche Ausbildung und Aufeinanderfolge der einzelnen Bodenhorizonte als Folge der Auswirkung bestimmter Faktorenkombinationen ergibt verschiedene Bodentypen.

Stehen alle diese Parameter zur Verfügung, können sie in weiterer Folge mit klimatischen Daten - aus den Werten der Lufttemperatur, des Niederschlags und der Evapotranspiration berechnete Perioden mit Wassermangel oder Wasserüberschuß - kombiniert und Aussagen über die Bodenfeuchtigkeit in verschiedenen tiefen Horizonten und deren jahreszeitliche Ausprägung gemacht werden, was v.a. für den Wurzelbereich sowohl der realen Vegetation als auch der vorwiegenden Nutzung von Bedeutung ist.

x) Univ.Doz.DDr.S.VERGINIS: Institut für Geographie der Universität Wien, Universitätsstr. 7,1010 Wien Österreich

xx) Univ.Prof.Dr.A.ZAMANI: Institut für Geographie der Universität Athen. Panepistimiopolis, Zografou
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Α.Π.Θ.

Durch diese entsprechenden Laboranalysen und Geländeuntersuchungen können daher Möglichkeiten einer künstlichen Bewässerung aufgezeigt und Empfehlungen für bestimmte Kulturarten gegeben werden.

1. BODENKUNDLICHE UNTERSUCHUNGSMETHODEN

1.1. Labormethoden

1.1.1. Farbe

Die Farbe eines Bodens zu einem bestimmten Zeitpunkt hängt von seinem Wassergehalt ab, der gerade vorherrscht, z.B. der natürliche Wassergehalt bzw. die Geländefeuchtigkeit des Bodens. Zusätzlich kann die Farbe auch ein wertvoller Hinweis auf das Vorkommen von organischen Substanzen oder von Eisen sein.

Die Farbe eines Bodens wird nach Farbkarten, die auf dem MUNSELL-System basieren, bestimmt. Sie ist durch Farbkombinationen klassifiziert, die vertikal nach ihrer Wertigkeit und horizontal nach der Nuance angeordnet sind.

Nach dem MUNSELL-System können alle Farben nach drei Attributen bestimmt werden:

- Grundfarbe, die das vorwiegende Spektrum wie rot, gelb, grün, blau usw. darstellt
- Wertigkeit, die die relative Helligkeit einer Farbe zeigt
- Chroma, das die Reinheit oder Stärke der Spektralfarbe anzeigt.

Bei schriftlichen Bestimmungen einer Farbe schreibt man zuerst die Grundfarbe, dann die Wertigkeit und dann die Farbnuance, getrennt durch einen Strich (/); z.B. 10YR 5/6 bedeutet: 10YR ist die Grundfarbe, 5/ ist die Wertigkeit und /6 die Nuance.

Im Rahmen dieser Arbeit ist die Feuchtfarbbestimmung notwendig, die bei maximaler Wasserkapazität erfolgt (vgl. Tab. 1).

1.1.2. Körnung (Korngrößenzusammensetzung)

Durch die Korngrößenverteilung lassen sich die verschiedenen Bodenarten, d.h. der Anteil an Sand, Schluff und Ton feststellen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine kombinierte Methode aus Naßsiebanalyse und Pipettenmethode nach KUBIENA verwendet. Material mit einem Äquivalentdurchmesser von größer als 2 mm wird als Kies (auch Grobboden oder Makroskelett) bezeichnet. Die Korngröße 2 mm - 0,063 mm ϕ wird als Sand, 2 mm - 0,63 mm ϕ als Grobsand, 0,63 mm - 0,2 mm ϕ als Mittelsand und 0,2 mm bis 0,063 mm ϕ als Feinsand bezeichnet. Bei 0,063 mm ϕ liegt auch die Grenze der beiden Arbeitsmethoden, und zwar der Naßsiebanalyse und der Pipettenmethode nach KUBIENA, die weiters eine Unterscheidung von Schluff (63 μ - 2 μ ϕ) und Ton (< 2 μ ϕ) zuläßt. Für die Pipettenmethode nach KUBIENA ist eine Vorbehandlung der Bodenprobe (< 0,063 mm ϕ) mit einem Deflokulationsmittel, und zwar mit 0,4n Natriumpyrophosphat ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \times 10 \text{H}_2\text{O}$) notwendig.

Die Bestimmung der Bodenarten wurde auf grund der Fraktionierung des Feinbodens der österreichischen landwirtschaftlichen Bodenkartierung (1965) vorgenommen. Der Anteil von Sand, Schluff und Ton am Feinboden (< 2 mm ϕ) läßt sich rechnerisch ermitteln.

1.1.3. Karbonatgehalt (CaCO_3 -Bestimmung)

Zweckmäßigerweise wird eine modifizierte SCHEIBLER-Apparatur verwendet, die mit einem Wassermantel ausgerüstet ist und eine 200 ml-Meßbürette aufweist.

Man überzeugt sich vor Beginn der Analyse mittels Thermometer für Lufttemperatur, Wassermantel und Salzsäure davon, daß die Temperaturen übereinstimmen. Ungefähr 1 g gemörserte Feinerde (lutro) wird quantitativ in einem Entwicklungsgefäß mit 10 ml 10%iger HCl chemisch zur Reaktion gebracht und es erfolgt die Ablesung der sich entwickelnden CO_2 -Menge in ml. Weiterhin werden Luftdruck (Torr) und Lufttemperatur ($^{\circ}\text{C}$) gemessen und mittels einer Tabelle anschließend die CaCO_3 -Bestimmung vorgenommen. So kann nun die Einstufung des Bodens nach dem Karbonatgehalt erfolgen (Tabelle 1, Profile I-IV).

1.1.4. Maximale Wasserkapazität

Unter maximaler Wasserkapazität (WK max) versteht man diejenige Wassermenge, die ein Boden (Stechzylinderprobe des ungestörten Bodens) bis zur Sättigung aufnehmen und gegen die Schwerkraft halten kann (G.REUTER, 1976). Sie wird entweder in Volumenprozenten (%WV) oder in Masseprozenten (%W) angegeben (Methode: vgl. S.VERGINIS und I. MAUTNER, 1984).

1.1.5. Wasserdurchlässigkeit

Die Wasserdurchlässigkeit (kf-Wert) ist der Quotient der Menge des Wassers durch die Fläche eines Stechzylinders und die Zeit, die das Wasser braucht, um durch die Probe durchzusickern.

Praktisch wird die bei 105°C getrocknete Stechzylinderprobe mittels einer mit Wasser gefüllten Meßflasche ununterbrochen befeuchtet, bis das unter dem Stechzylinder liegenden Filterpapier Wasserspuren aufweist (vgl.S.VERGINIS und I.MAUTNER, 1984).

1.2. Geländemethoden

1.2.1. Probenentnahme mittels Schlagbohrer

Mit dem Schlagbohrer sind Bodenprobenentnahmen und Bodenuntersuchungen an Ort und Stelle möglich. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde ein Schlagbohrer mit einem 1m-Verlängerungsstück verwendet.

Die Schlagbohrermethode eignet sich besonders dafür, Aussagen über die Horizontabfolge und Horizontmächtigkeit als auch die Geländefeuchtigkeit des Bodens und deren jahreszeitliche Veränderungen zu machen.

1.2.2. Künstliche Bewässerung

Im Gelände wurde am Ort der Profilaufnahme die Sickergeschwindigkeit des Wassers untersucht.

Eine Fläche von 1m² wurde mit 100 lit H₂O künstlich bewässert und nach einer Stunde untersucht, wie tief das Wasser in den Boden eingedrungen ist.

Aus diesen Beobachtungen können Rückschlüsse für die Praxis gezogen werden. Aussagen über die benötigte Wassermenge für die Bewässerung der Kulturpflanzen sind möglich und zwar vor allem in Hinblick auf das im Wurzelbereich benötigte und verfügbare Bodenwasser.

2. EIN PRAKTISCHES BEISPIEL AUS KYLLENE, PELOPONNES

Im Rahmen dieser Arbeit sind vier Profile (Profil I,II,III, IV) aus dem Bereich Kyllene (W-Peloponnes) untersucht worden. Lithologisch-tektonisch gesehen gehört das Untersuchungsgebiet zu der Ionischen (lithostratigraphischen) Zone Griechenlands und besteht vorwiegend aus pliozänen Mergeln und Sanden, lokal aus Tonablagerungen und Konglomeratbändern.

Die bisherigen bodenkundlichen Kartierungen nach LIATSIKAS,N. (1942), ZVORYKIN,I.A., STOGIANNIS,G.R. (1958) und KATAKOUZINOS,D.S. (1964) zeigen im allgemeinen, daß dieser Bereich aus verwitterten Rendsinen auf Sanden und Mergeln besteht und eine mechanische Zusammensetzung des Bodens wie "silt loam" (ZVORYKIN,I.A. und STOGIANNIS,G.R.,1958) aufweist.

Weitere bodenkundliche Untersuchungen vor allem in Hinblick auf eine landschaftsökologische Differenzierung unter besonderer Berücksichtigung des Wasserhaushaltes und der jahreszeitlichen Veränderung der Bodenfeuchtigkeit wurden im Rahmen dieser Arbeit für den Bereich um Kyllene durchgeführt und sollen an Hand der Profile I-IV verdeutlicht werden.

Den Untersuchungsergebnissen zufolge sind die Profile der Bodentypengruppe der Braunerde zuzuordnen. Sie unterliegen infolge der auf sie einwirkenden Niederschläge oder der Bewässerung einer mehr oder weniger intensiven Verwitterung, was sich am Vorhandensein eines B-Horizontes im Unterboden erkennen läßt. Diese Verbraunung ist mit einer Verlehmung, d.h. einer verstärkten Tonmineralbildung verbunden. Außerdem läßt sich eine Verlagerung der im A-Horizont gebildeten Tonminerale mit dem Sickerwasser in den Unterboden erkennen, was zu einer Horizontfolge $A_h-A_l-B_C-C$ führt. Der an Ton verarmte A-Horizont kann i.a. bis zu 60 cm mächtig sein. Er umfaßt den

humosen, geringmächtigen A_h -Horizont und den humusarmen, fahlbraunen A_1 -Horizont (SCHEFFER, F. und SCHACHTSCHABEL, P., 1966). In dem darunter folgenden braunen B_t -Horizont, der die meisten Bodenwasserreserven halten kann, was aus Profil I-IV ersichtlich ist, hat eine Tonanreicherung stattgefunden. Innerhalb des B_t -Horizontes, der allmählich in den C-Horizont übergeht, sinkt der Tongehalt meist deutlich von oben nach unten.

Aufgrund der typischen Horizontfolge können die Profile I-IV des Untersuchungsgebietes als Parabraunerde bezeichnet werden.

3. PRAKTISCHE ANWENDUNG UND LANDSCHAFTSÖKOLOGISCHE BEDEUTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Die bodenkundlichen Untersuchungen wurden im Rahmen dieser Arbeit vor allem in Hinblick auf den Wasserhaushalt gemacht.

Charakteristisch für alle Profile ist die Auswaschung (lésivage) der oberen Horizonte der Profile, und zwar an CaCO_3 und Ton wie auch die Anreicherung derselben im B_t -Horizont, der als Stauhhorizont (S) bezeichnet werden kann und aufgrund seines Wasserhaltevermögens eine Bodenwasserreserve darstellt. Die sinkenden kf-Werte und steigende Werte für die maximale Wasserkapazität verdeutlichen das anschaulich (vgl. Profile I-IV). Der C-Horizont der Profile I, III und IV, der aus lehmigem Sand (ls) besteht, ist zum Teil sehr feucht (sf) und kann lokal vom Grundwasser beeinflusst werden (Grundwasserspiegel ca. 3 m tief).

Die Geländeuntersuchungen wurden in einer Jahreszeit (August) durchgeführt, in der die Differenz zwischen Niederschlag und potentieller Evapotranspiration negativ ist, also in einer Wassermangelperiode. Alle untersuchten Profile zeigen daher einen trockenen (tr) $A_h A_1$ -Horizont. Bei den Profilen II und III ist auch der B_{t1} -Horizont trocken, der B_{t2} -Horizont dagegen staunaß ebenso wie der B_t -Horizont der Profile I-IV.

Eine offene Frage für die Nutzungsart, in diesem Fall Obstbäume, besonders Zitrusbäume, ist daher immer, ob auch in der

trockenen Jahreszeit das benötigte Bodenwasser im Wurzelbereich der Kulturpflanzen zur Verfügung steht oder ob es durch Bewässerung ergänzt werden muß. Wie die Methode der künstlichen Bewässerung zeigt, reicht die gespendete Wassermenge (nach etwa 1 Stunde Sickerzeit) für nur 20 cm Tiefe aus. Das Profil I würde daher eine Bewässerung von ca. 250-300 lit. H₂O/Std. benötigen, bis das Wasser den B_t(S)-Horizont erreicht, also den wasserführenden Horizont. Das Profil II braucht die größte Bewässerungsmenge, und zwar 550-600 lit. H₂O/Std., da das Wasser erst durch den trockenen A₁- und B_t-Horizont sickern muß, bis es den B_{t2}-Horizont erreicht. Das Profil III braucht ca. 350-400 lit. H₂O/Std. bis das Wasser durch den trockenen A_h- und B_{t1}-Horizont sickert und in den tieferen B_{t2}(S)-Horizont kommt. Weniger Wasser braucht wieder das Profil IV (ca. 250-300 lit. H₂O/Std.). Wegen seines B_t(S)-Horizontes aus Lehm (L) im Vergleich mit dem B_t(S)-Horizont aus schluffigem Lehm (zL) des Profils I braucht das Profil IV infolge seiner größeren Wasserhaltekraft im wasserführenden Horizont zwar dieselbe Wassermenge wie Profil I, muß aber weniger oft bewässert werden.

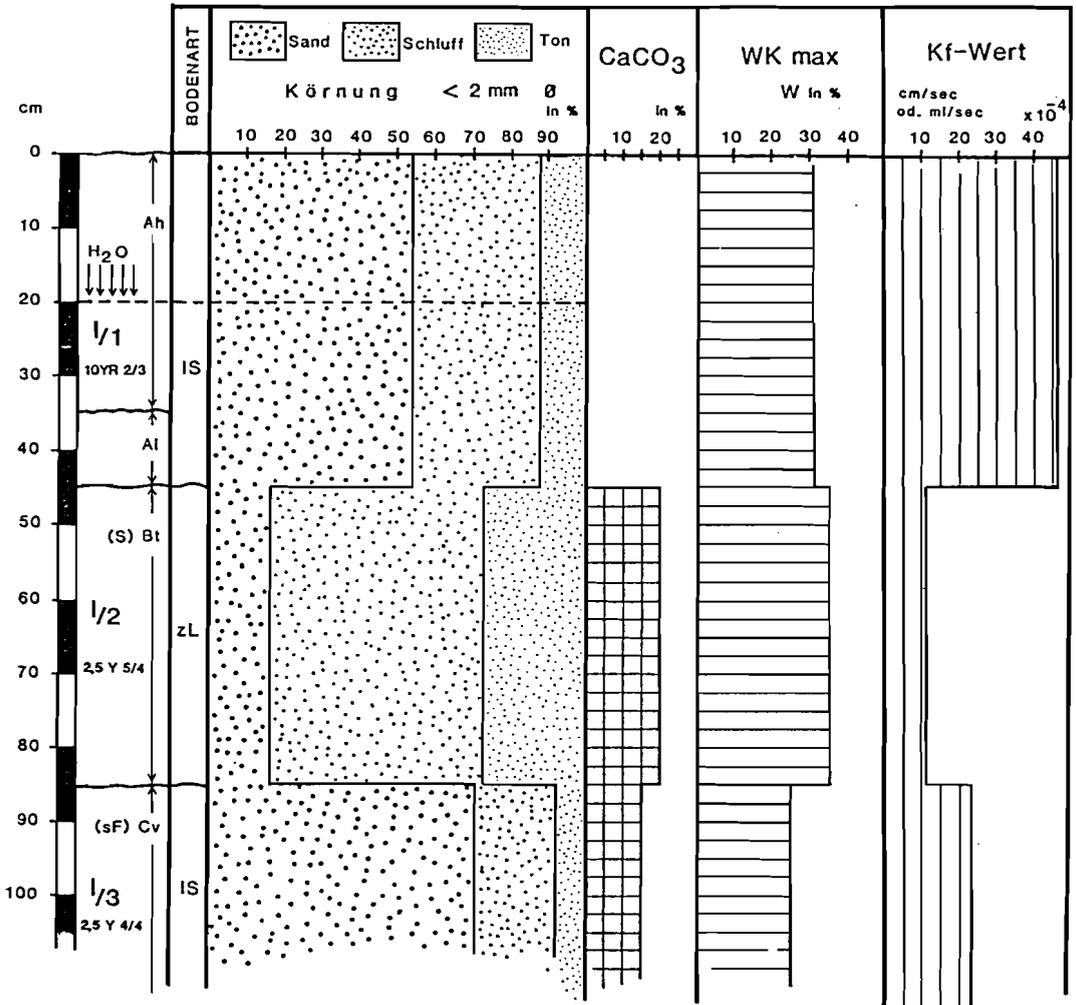
4. ZUSAMMENFASSUNG - ANGEWANDTE LANDSCHAFTSÖKOLOGIE

An Hand der untersuchten Bodenprofile des Gebietes um Kyllene kann man verschiedene landschaftsökologische Probleme diskutieren, besonders die jahreszeitlichen Schwankungen des Wassergehalts im Boden und anschließend Bewässerungsmöglichkeiten - unter Berücksichtigung der maximalen Wasserkapazität und Durchlässigkeit - für gewisse Nutzungsmöglichkeiten vorschlagen.

LITERATURNACHWEIS

- KATAKOUZINOS, D. (1964): Bodenkarte Griechenlands, 1:1 000000
Athen
- LIATSIKAS, N. (1942) : Allgemeine Bodenkarte Griechenlands
1:1 000000, Athen
- REUTER, G. (1976): Gelände- und Laborpraktikum der Bodenkunde.
Pflanzenreproduktion. Berlin.
- SCHEFFER, F. u. SCHACHTSCHABEL, P. (1960): Lehrbuch der Bodenkunde, S 473, Stuttgart
- VERGINIS, S. (1981): Beiträge zur Physischen Geographie des Nord-Peloponnes (Griechenland). Habilitationsschrift der Univ. Wien, S 338, Wien.
- VERGINIS, S. u. MAUTNER, I. (1984): Die Beziehung Bodenart - maximale Wasserkapazität und Bodenart - Wasserdurchlässigkeit und deren Bedeutung im Rahmen anderer landschaftsökologischer Parameter (mit einem Beispiel aus Rappottenstein/NÖ). In: Schriftenreihe d. Inst.f. Landschaftsplanung und Gartenkunst der TU Wien, Heft 6, S 14-28, Wien.
- ZVORYKIN, I.A. u. STOGIANNIS, G.R. (1958): Soil Map of the Peloponnesus, 1:300 000, Athen.

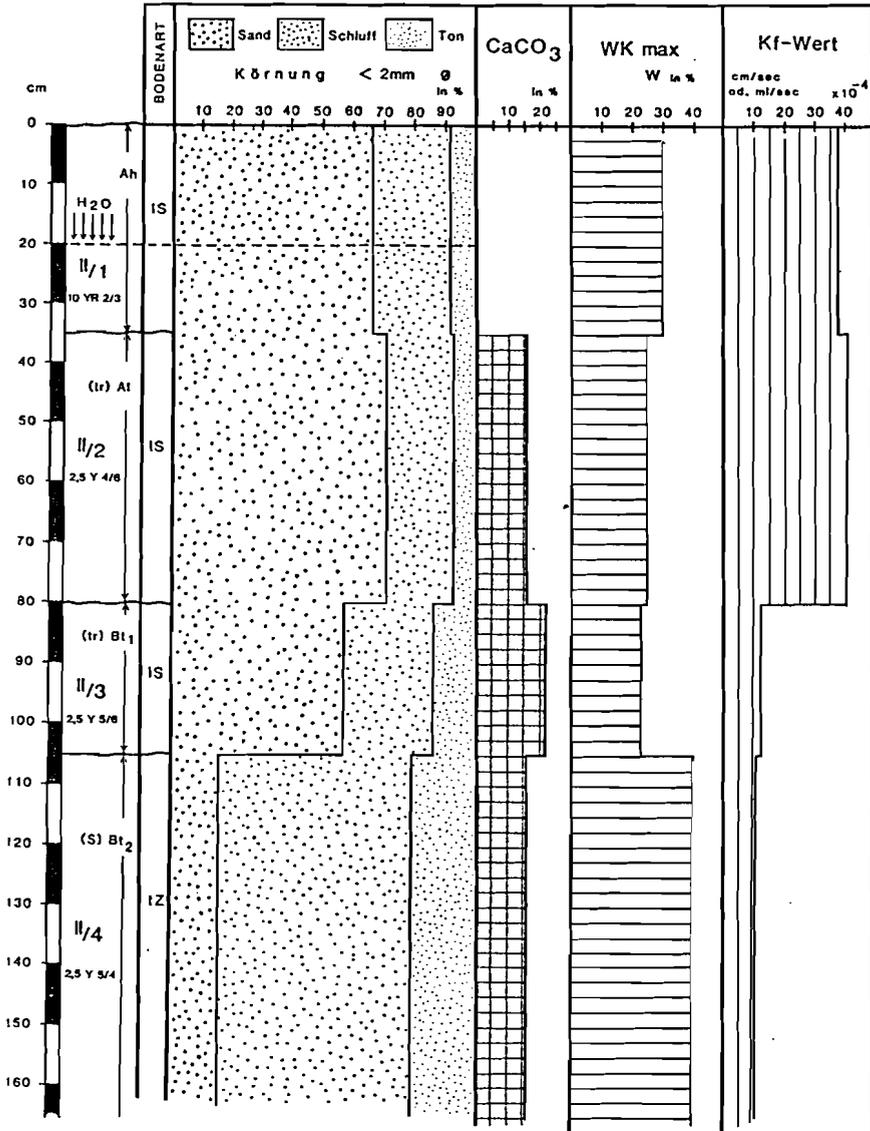
PROFIL I



Legende

- Ah : (h von Humus) durch organische Substanz dunkel gefärbter Mineralbodenhorizont od. A₁
- Al : (l von lessivé : ausgewaschen) aufgehellter, an Ton verarmter Horizont in Parabraunerde od. A₃
- Bv : (v von verwittert) durch Mineralverwitterung verbraunter Horizont, zum Teil mit Tonnenbildungen, aber ohne Fließstrukturen und Illution
- Bt : (t von Ton) B-Horizont mit Fließstrukturen und Tonillution (typisch für Parabraunerde)
- C : Ausgangsgestein, aus dem der Boden entstand (Untergrund)
- (S) : (S von Stauwasser) durch Stauwasser beeinflusster Horizont
- (tr): trockener Horizont
- (sF): sehr feuchter Horizont

PROFIL II



Legende

Ah: (h von Humus) durch organische Substanz dunkel gefärbter Mineralbodenhorizont od. A₁

Al: (l von lessivé : ausgewaschen) aufgehellter, an Ton verarmter Horizont in Parabraunerde od. A₃

Bt: (t von Ton) B-Horizont mit Fließstrukturen und Tonillution (typisch für Parabraunerde)

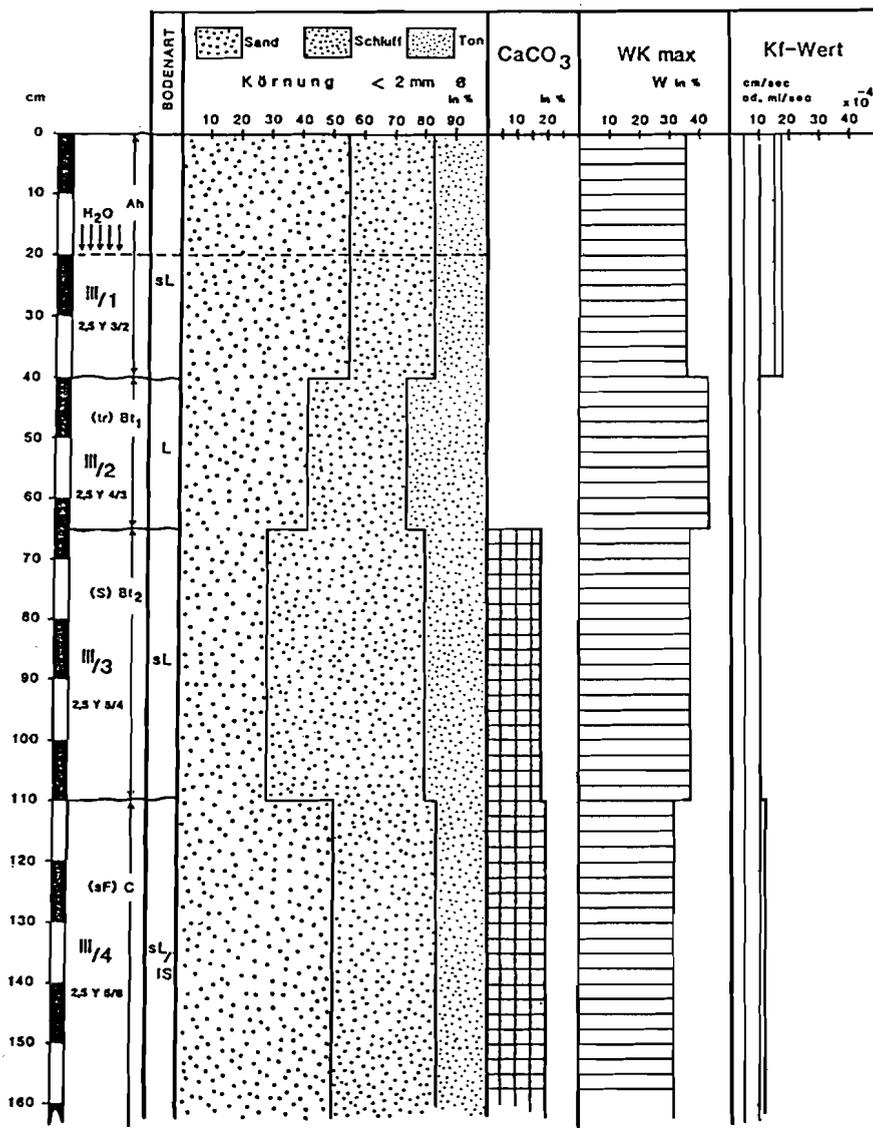
C: Ausgangsgestein, aus dem der Boden entstand (Untergrund)

(S): (S von Stauwasser) durch Stauwasser beeinflusster Horizont

(tr): trocken

(sF): sehr feuchter Horizont

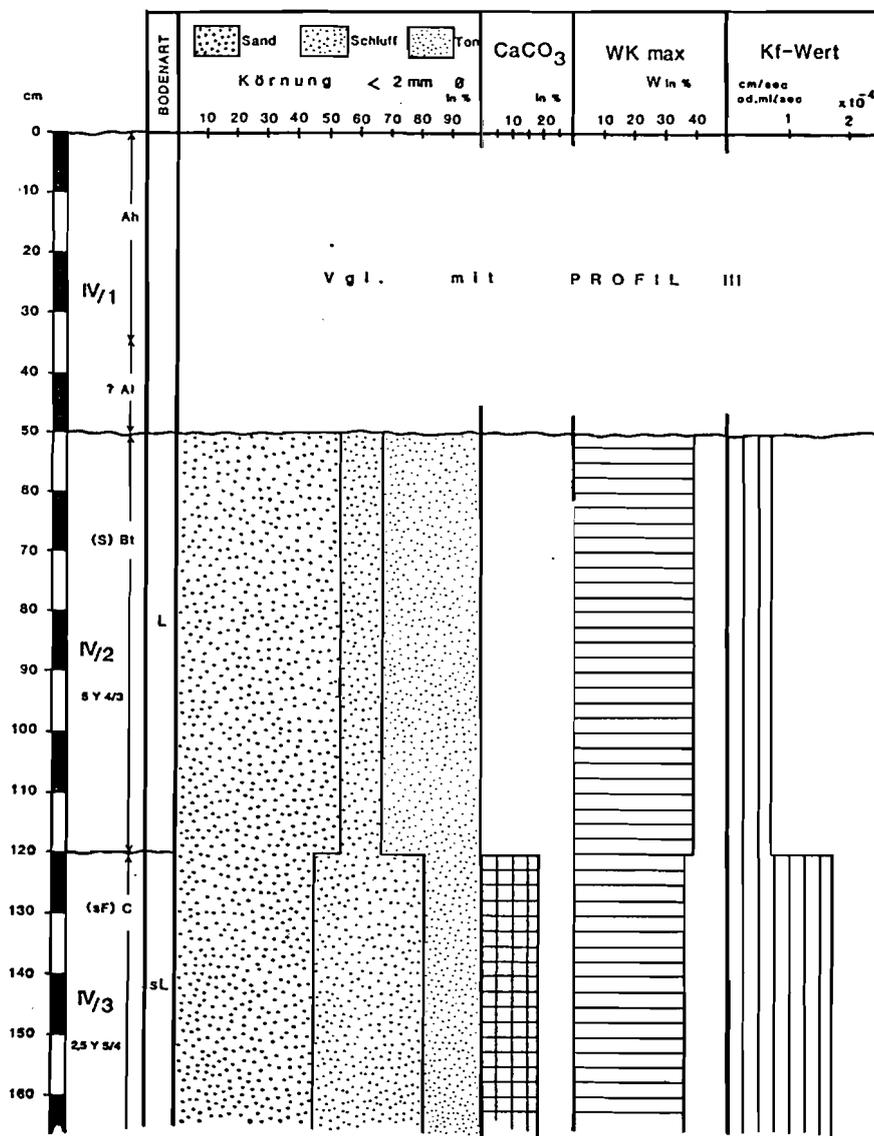
PROFIL III



Legende

- Ah: (h von Humus) durch organische Substanz dunkel gefärbter Mineralbodenhorizont od. A₁
- Al: (l von lessivé: ausgewaschen) aufgehellter, an Ton verarmter Horizont in Parabraunerde od. A₃
- Bt: (t von Ton) B-Horizont mit Fließstrukturen und Tonillution (typisch für Parabraunerde)
- C: Ausgangsgestein, aus dem der Boden entstand (Untergrund)
- (S): (S von Stauwasser) durch Stauwasser beeinflusster Horizont
- (tr): trockener Horizont

PROFIL IV



Legende

Ah: (h von Humus) durch organische Substanz dunkel gefärbter Mineralbodenhorizont od. A₁

A1: (1 von lessivé : ausgewaschen) aufgehellter, an Ton verarmter Horizont in Parabraunerde od. A₃

Bt: (t von Ton) B-Horizont mit Fließstrukturen und Tonillution (typisch für Parabraunerde)

C: Ausgangsgestein, aus dem der Boden entstand (Untergrund)

(S): (S von Stauwasser) durch Stauwasser beeinflusster Horizont

(tr): trockener Horizont

(sF): sehr feuchter Horizont

