

002 707-K/E-2
RT

ERLÄUTERUNGEN ZUR GEOLOGISCHEN KARTE DES KÖNIGREICHS BAYERN

1:25000

BLATT GAUTING Nr. 712

Bearbeitet von DR. WERNER KOEHNE und DR. HANS NIKLAS

⟨Mit einem forstwirtschaftlichen Beitrag von K. Forstmeister M. HEISS⟩

Herausgegeben

im Auftrag des Königlichen Staatsministeriums
des Königlichen Hauses und des Außern
von der Geognostischen Abteilung
des Königlichen Oberbergamtes.

Vorstand: Dr. Otto M. Reis, Kgl. Oberbergrat.



13. MRZ. 1937

MÜNCHEN 1915

Im Verlag des Königlichen Oberbergamtes



Bücherverzeichnis

nr. 002 707 - K / E - 2
Reg. 20/2/1-5 - KF 34 (N-2)

15

I. Allgemeiner Überblick.¹⁾

(Lage und Oberflächenbeschaffenheit.)

Das Blatt Gauting liegt in Oberbayern, südwestlich von München. Innerhalb desselben liegen die Bahnhöfe Gauting und Mühlthal der Linie München—Starnberg, unweit der Blattgrenze die Haltestelle Stockdorf und der Bahnhof Starnberg. Ebenfalls nicht weit von der Blattgrenze befinden sich noch die Bahnhöfe Weißling, Gilching-Argelsried und Geisenbrunn an der Linie München—Herrsching.

Der Oberflächenbeschaffenheit nach zerfällt das Blatt 1. in ebene aber nicht horizontale, sondern leicht abfallende Flächen, 2. in flachwellige Gebiete, deren Hügel meist nur schwachgeneigte Hänge zeigen, 3. in stark kuptiertes Gelände mit steilen Hängen.

Die größten Höhen des Blattes bis 699,2 m befinden sich am Südrande, die geringsten von 564 m im Nordosten.

Die Entwässerung des Gebietes erfolgt nur zum kleinsten Teile in oberirdischen Flußläufen, meist wird derjenige Teil der atmosphärischen Niederschläge, welcher nicht verdunstet, unterirdisch weitergeführt.

Der einzige Fluß des Blattes ist die Würm, welche von Süden her aus dem Starnbergersee kommend in das Blattgebiet eintritt, bei Petersbrunn und Mühlthal noch aus einer Anzahl von Quellen zufließendes Wasser aufnimmt, bei Gauting aber schon in einem verschlickten Bette über dem Grundwasser dahinfließt.

Einen kleinen Wasserlauf finden wir bei Oberbrunn und Unterbrunn, welcher aber bei Frohnloh wieder versetzt.

Ferner entspringen bei Hochstadt einige Bäche, welche nach Südwesten dem Pilsensee zufließen, also schon zum Flußgebiete der Amper gehören.

¹⁾ Seite 1—36 wurde von Dr. W. KOEHNE bearbeitet.
Erläuterungen z. Bl. Gauting.



II. Die Aufgaben unserer geologisch-bodenkundlichen Aufnahme.

Die Aufgabe unserer Untersuchungen ist es die Zusammensetzung und Verbreitung der Böden und Gesteine nicht nur an der Oberfläche, sondern auch soweit in die Tiefe, als es ohne übermäßig kostspielige Hilfsmittel möglich ist, zu untersuchen, durch Anwendung der geologischen Arbeitsmethoden die Vorgänge bei ihrer Entstehung möglichst aufzuklären und daraufhin auch auf die der unmittelbaren Beobachtung entzogenen Schichten der Tiefe Schlüsse zu ziehen. Dadurch soll nicht nur die wissenschaftliche Heimatkunde gefördert werden, sondern auch allen denen, die ein Interesse an der richtigen Ausnützung des Bodens haben, also den Land- und Forstwirten, den Ziegeleibesitzern, den Landwirtschaftslehrern, Kulturbaubeamten, Forstbeamten, Beamten der K. Flurbereinigungskommission, des K. Wasserversorgungsbureaus u. s. w. die nötige wissenschaftliche, geologisch-bodenkundliche Unterlage geliefert werden, auf der sie ihre Maßnahmen und eventuell noch nötigen eigenen Untersuchungen in zweckentsprechender systematischer Weise aufbauen können.

Als Hilfsmittel bei dieser Arbeit diene die vorhandene geologische Literatur, da die Grundzüge im geologischen Bau des Gebietes schon früher erkannt und durch LUDWIG v. AMMON zusammenfassend geschildert und auf einer Übersichtskarte 1:250000 dargestellt worden sind,¹⁾ ferner die Beobachtung von etwa 8500 Bodenprofilen, welche teils mittels Grabung, zum größten Teile aber mittels des Stockbohrers (Schlagbohrers) ermöglicht wurde und im allgemeinen sich auf die Tiefe von 1 m erstreckte.

Die Beobachtungspunkte sowie die sonstigen Aufnahmeergebnisse wurden auf den Steuerblättern 1:5000 eingetragen. Die Punkte sind innerhalb jedes Steuerblattes nummeriert und die Bodenprofile mit den entsprechenden Nummern in Verzeichnisse eingetragen. Das ganze Blatt 1:25000 umfaßt 16 Steuerblätter; welche von diesen in Betracht kommen, ist aus den Angaben am Blattrande zu ermitteln.²⁾

¹⁾ Die Gegend von München, geologisch geschildert von L. v. AMMON, Festschrift der Geographischen Gesellschaft in München. 1894.

²⁾ Das Blatt umfaßt die Steuerblätter SW. III 7—10, SW. IV 7—10, SW. V 7—10, SW. VI 7—10.

Aus diesen im Archiv der geologischen Landesuntersuchung aufbewahrten Uraufnahmen ist also genau zu ersehen, in welche geologisch-bödenkundliche Formation jede einzelne Parzelle fällt und ob und wieviel Bodenprofile auf jeder einzelnen untersucht wurden.

Auf Grund der Uraufnahmen wurde die Übersichtskarte 1 : 25000 zusammengestellt.

Ferner wurde in der zweiten Hälfte der Erläuterungen eine Beschreibung der physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften nebst Darlegung der für den Land- und Forstwirt wichtigen Schlußfolgerungen gegeben.

III. Formationsbeschreibung.

Am Aufbau der Böden von Blatt Gauting haben drei geologische Formationen teilgenommen, das Tertiär, das Quartär und das Novär.

I. Das Tertiär (tm°).

Die Hauptrolle im Tertiär des Blattes spielt ein feinsandiger Mergel, welcher im Volksmunde Flinz genannt wird, infolge seiner dichten Lagerung wasserstauend wirkt und dadurch eine hohe Bedeutung besitzt.

Im größten Teile des Blattes liegt der Flinz jedoch in zu bedeutenden Tiefen, als daß wir ihn untersuchen könnten. Wir konnten daher seine Oberkante in den Profilen am unteren Blattrende nur auf Grund von Vermutungen eintragen.

Der einzige bessere Aufschluß im Flinz des Blattgebiets befindet sich gleich unterhalb vom Forsthaus Mühlthal am rechten Würmufer. An einem frischen Abbruch war dort im Juni 1911 ein grünlich-grauer feinsandiger Mergel aufgeschlossen, in dem sich einige härtere Bänke abhoben. An der Oberfläche nimmt der Flinz infolge der Verwitterung einen mehr tonigen Charakter an und kann seines Kalkgehaltes ganz beraubt worden sein.

Mit dem Bohrer konnte der Flinz im Straßengraben an der Straße Leutstetten—Mühlthal erreicht werden, z. B. dicht bei Mühlthal und am Knie der Straße bei der oberen Würmbrücke.

Dieser Stelle gegenüber wurde er unter dem Kalktuff ebenfalls mit dem Bohrer in etwa 1 m Tiefe erreicht. Er veranlaßt das Auftreten der Quellen bei Petersbrunn und Mühlthal auf der linken Seite des Würmtales.

2. Das Quartär.

a) Die kalkreichen kiesigen Gesteine.

Über dem Tertiär liegt die ältere Nagelfluh, der sogen. Deckenschotter (d D), in mächtigen Bänken, welche in der Nähe von Petersbrunn und Mühlthal zutage ausgehen. Es ist ein durch kalkhaltiges Bindemittel zu festem Fels verkitteter Kies. Unter den Geröllen, welche ihn zusammensetzen, findet man fast niemals kristalline Gesteine, sondern nur Kalksteine. Dadurch unterscheidet er sich von den vereinzelt Nagelfluhbänken in jüngeren Kiesen, in denen man beim Suchen bald kristalline Gerölle findet.

Näheres siehe unter „Geologische Einzelbeschreibungen“ bei „Leutstettener Gegend“.

Auf der Karte wurden die Nagelfluhbänke wegen der Kleinheit der Flächen auch da dargestellt, wo sie größtenteils von Schutt bedeckt sind und nur stellenweise als Felsmassen herausragen.

Im übrigen spielen die Quartärgebilde im Aufbau der Böden unseres Gebietes die größte Rolle und ihre Kenntnis ist daher für den Land- und Forstwirt unerlässlich. Um ihre Beschaffenheit und Verbreitung richtig verstehen zu können, müssen wir wissen, daß einst gewaltige Eismassen mit Steinen und zerriebenem Gesteinsschutt beladen aus den Tälern der Alpen hervordrangen und auch unser Gebiet bedeckten. Bei ihrem Abschmelzen blieben die Moränen zurück, d. h. die Massen, welche die Gletscher aus dem Alpengebirge mitgebracht hatten. Nach der räumlichen Verbreitung können wir die den Alpen näheren inneren von den äußeren Moränen unterscheiden.

Die äußeren Moränen (vgl. die Abbildungen Fig. 2 u. 3) finden wir z. B. in den Kiesgruben an der Laurentiuskapelle bei Unterbrunn, an der Straße von Unterbrunn nach Argelsried und bei Mamhofen nordöstlich vom Hofe angeschnitten. Den wichtigsten Bestandteil dieser Moräne bilden Steine, welche keine scharfen, sondern abgerundete Kanten haben und welche wir als Geschiebe bezeichnen, im Gegensatz zu den ganz vom Wasser gerundeten Geröllen. Die Geschiebe und Gerölle von ca. 7 cm bis 2 mm Durchmesser bezeichnen wir als Kies. Wir sehen, daß die Geschiebe der äußeren Moräne größtenteils zum Kies gehören; einige sind auch größer und erreichen über Kopfgröße. Das Material der Geschiebe haben größtenteils die Kalksteine geliefert, mehr untergeordnet findet man Kalksandsteine,

mergelige feine Sandsteine, Gneiße u. a. m. In den Zwischenräumen zwischen den Geschieben sehen wir Körner von Sand sowie ein mergeliges Material, das so fein ist, daß man einzelne Körner nicht mehr erkennen kann. Jedoch ist dieses feine Material in der Regel von den Schmelzwässern des Eises fortgeschwemmt worden und findet sich nur lokal in linsenförmigen Partien angereichert (auf der Karte durch die rote Einzeichnung m hervorgehoben). Häufig zeigen die Geschiebe Kritzer, welche bei der Bewegung des Eises durch die Kanten anderer Gesteine auf den im Eise feststehenden Geschieben eingeritzt wurden. Zuweilen findet man in den äußeren Moränen kleine Partien, bei denen der Kies durch ein kalkhaltiges Bindemittel zu fester Nagelfluh verkittet worden ist; es ist dies jedoch nur ein lokaler Vorgang ohne weitere Bedeutung.

Nicht selten nehmen die äußeren Moränen infolge der Umlagerung und Ausbreitung des Materials durch die Schmelzwässer mehr oder minder den Charakter der Hochterrasse an.¹⁾

Ganz ähnlich wie die äußeren Moränen sind die inneren beschaffen, jedoch kommen hier Kritzer auf den Geschieben viel häufiger vor. Auch finden sich große Partien, in denen das lettigmergelige Material so vorwiegt, daß es alle Zwischenräume zwischen den Geschieben völlig ausfüllt, oder daß gar die Geschiebe nur noch in einer feinkörnigen Grundmasse verstreut liegen. Infolgedessen ist dann dies Gestein, Geschiebemergel (dwM und dwM) genannt, sehr schwer durchlässig, während der Moränenkies mit wenig Zwischenmittel zwischen den Geschieben (dwG , dwG' , dwG , dwG') Wasser leicht durchläßt.

Das Landschaftsbild ist bei den inneren Moränen zum Teil flach wellig (dwG , dwG' , dwM), geradeso wie bei den äußeren Moränen. Zum großen Teile ist aber das Gelände durch Rinnen und kesselförmige, ganz unregelmäßig verteilte Senken stark zerschnitten (dwG , dwG' , dwM) und liefert dann die dem Münchener Touristen wohlbekannten prächtigen Landschaftsbilder.

Während in den Moränen das vom Gletscher mitgebrachte Material einfach liegen gelassen wurde, ohne daß es vom fließenden

¹⁾ Da die äußeren Moränen in die fluviatilen Hochterrassenschotter ohne scharfe Grenze übergehen, wurden beide auf der Karte mit derselben Signatur und dem Zeichen drg zusammengefaßt, wobei d auf das diluviale Alter, r auf die Entstehung in PENCK's „Rißeiszeit“ und g auf die Zusammensetzung aus Geröll, Geschieben und Kies hindeutet.

Wasser erheblich umgelagert wurde, ist es bei den fluvio-glazialen Ablagerungen anders. Hier haben die abströmenden Schmelzwässer die Moränen aufgearbeitet, das Material mitgeführt, sortiert und zum Teil wieder abgesetzt. Beim Transport sind die Geschiebe der Moräne abgerollt und dabei ihrer Kritzer beraubt worden. Solche Absätze der Schmelzwässer bilden vor allem die großen Kiesmassen, die sich im Gebiete vor den inneren Moränen, in den gewaltigen Urstromtälern ablagerten. Diese Kiesmassen, die man in der geologischen Literatur als Niederterrassenschotter (dwg und dwg') zu bezeichnen pflegt, haben eine ebene, aber nicht horizontale, sondern vom Eisrand weg geneigte Oberfläche.

Das Gefälle beträgt etwa 1 : 130, näher am Eisrande sogar 1 : 100 (vgl. die Karte Seite 36). Dem entspricht auch die Korngröße der Ablagerungen, es handelt sich um einen richtigen Kies (zwischen 2 mm und 7 cm Korngröße), dem nur etwas sandig-mergeliges Zwischenmittel beigemischt ist. Nur sehr vereinzelt und lokal treten ganz schwache Linsen eines Mergelfeinsandes darin auf.

Zuweilen sieht man in diesen ebenen Kiesflächen einen kleinen steilen Anstieg, welcher sich wie die Böschung eines Eisenbahndammes durch die Gegend hinzieht. Ersteigt man die Böschung, so findet man oberhalb wieder eine ebene Kiesfläche. Diese Böschungen sind alte Uferländer, dadurch entstanden, daß Flüsse, die dem Eise entströmten, sich ein neues Bett in die Kiesebene einschnitten. Dementsprechend liegt auch stets die jeweils tiefere Stufe näher der inneren Moräne als die höhere.

Fluvioglaziale Ablagerungen finden sich auch im Gebiete der inneren Moränen. Es bildeten sich teils unter dem Eise, teils auf dem Eise Wasserläufe und Becken, in denen geschichtete Ablagerungen entstanden (dwbg, dwbs, dwbtt). Es handelt sich hier meist um feinkörnigeres Material als bei den Kiesen der großen Urstromtäler. Ziemlich häufig ist feiner Kies, wie man ihn zum Herrichten der Gartenwege benutzt, ferner Sand, der sonst in der ganzen Gegend äußerst selten ist, endlich Mergelfeinsande und noch feinere leellige Mergel.

Mit der Tätigkeit der Schmelzwässer hängt auch die Erscheinung zusammen, daß am vorderen Rande der inneren Moräne der Kies vorherrscht, weiter zurück aber mehr leittig-mergeliges Material, das kalte drainagebedürftige Böden liefert.

Den vorderen Rand der inneren Moränen bezeichnet man als Endmoränen, weil hier eine Zeitlang das Ende des aus den Alpen kommenden Gletschers sich befand. Die typische Endmoränenlandschaft ist stark kupert (dwG , dwG' , dwM) und enthält viele große Steine. Die größten herausragenden Felsblöcke wurden auf der Karte durch Kreuze angegeben. Im Walde bei Hanfeld befindet sich eine prächtige im Naturzustande erhaltene Endmoränenlandschaft, deren Besuch Touristen zu empfehlen ist.

Innerhalb der Endmoränenbögen finden sich die sogen. „Zungenbecken“. Näheres siehe bei „Leutstettener Gegend“ unter „Geologische Einzelbeschreibungen“.

b) Die selbständigen Lehmedecken.

Der gelbe Decklehm der äußeren Moräne (dle).

Der gelbe Lehm ist ein eigentümliches, zum größten Teile aus tonartigen Teilen und Staub (unter 0,05 mm Korngröße) bestehendes Gestein. Häufig finden sich darin feine Röhren, welche diesem Boden eine größere Wasserdurchlässigkeit verleihen, als er sie bei dichter Lagerung infolge seiner feinkörnigen Beschaffenheit haben würde. Sehr häufig findet man darin kleine schwarze Körnchen eines Eisen-Manganerzes. Der Lehm ist in der Regel frei von Kies und Steinen; doch kommen darin auch rotbraune Lagen mit bis faustgroßen Geröllen vor. Soweit diese untersucht wurden, waren keine Kalksteine dabei; sie zeigten kein Aufbrausen mit Salzsäure.

Die Entstehungsart dieses Lehmes zu erläutern, würde hier zu weit führen.¹⁾ Was seine Lagerung anbetrifft, so liegt er stets auf den Gesteinen der äußeren Moräne und zwar nur in flachgeneigten, niemals in steilen, aber auch nie in auf größere Erstreckung völlig ebenen horizontalen Flächen. Der Lehm trägt eine Verwitterungsdecke von einigen Dezimetern Mächtigkeit, die wir als „Lehmboden“ bezeichnet haben. Der Habitus dieses „Lehmbodens“ ist recht verschieden, je nachdem es sich um einen beackerten oder einen mit Wald bestandenen Boden handelt, was durch die Profile 16 und 17 am rechten Kartenrande veranschaulicht wird. Vgl. auch die Abbildung Fig. 4 (hinter S. 36).

¹⁾ Näheres über die Entstehung dieser Lehme und des Lösses enthält eine in Vorbereitung befindliche Arbeit von Dr. W. KOEHNE.

c) Die lehmigen kalkarmen Verwitterungsböden.

In der Regel treten die kalkreichen Quartärgesteine nicht direkt an die Oberfläche. Sie sind vielmehr von einer mehr oder minder starken Decke kalkarmer lehmiger Bildungen bedeckt.

Die lehmigen Verwitterungsprodukte der äußeren Moräne (drg).

Da wo die äußere Moräne nicht die ausgedehnte zusammenhängende Decke des gelben Lehms trägt, ist eine ziemlich schnell wechselnde Verwitterungsdecke vorhanden. Im allgemeinen finden wir Beziehungen zwischen der Neigung des Geländes, der Mächtigkeit dieser Decke, deren Beschaffenheit und landwirtschaftlichen Eigenschaften. Um ein Bild dieses Wechsels zu geben, haben wir von zahlreichen Punkten die Mächtigkeit der Decke durch eingeschriebene rote Zahlen auf der Karte angegeben.

An steilen Abhängen, und zwar besonders an der oberen Kante von solchen, finden wir meist nur eine sehr geringe Decke von 1—2 dm auf dem frischen Gestein. Diese Decke ist meist lehmig-sandig und mit Kies gemischt und durch reichliche Humusstoffe dunkel gefärbt. Sie zeigt häufig, besonders wo der Pflug den Untergrund geritzt hat, beim Befeuchten mit Salzsäure durch Aufbrausen einen höheren Kalkgehalt an.

In der Regel ist aber die Verwitterungsdecke mächtiger und dann ihres Kalkgehaltes so gut wie ganz beraubt. Die Kalkgerölle und Kalkkörnchen sind aufgelöst und haben nur ihre unlöslichen Rückstände zurückgelassen; von Sandsteinen mit kalkhaltigem Bindemittel sind nur die losen Sandkörner übrig geblieben. Von kieseligen Kalksteinen ist zum mindesten in der äußeren Partie der Kalk ausgelaugt und nur das Kieselskelett übrig geblieben. Nur die gegen kohlenensäurehaltige Wasser widerstandsfähigsten Gesteine, wie der Gneis, blieben unverändert erhalten. Es ist so ein Gestein entstanden, welches von dem ursprünglichen Moränenkies total verschiedene Eigenschaften zeigt: ein brauner bis roter, sehr zäher toniger Lehm, der aber doch als Rückstand der aufgelösten Sandsteine ziemlich reichlich Sandkörner sowie Gerölle eingeschlossen enthält. Über diesem zähen Lehm folgt eine hellere, mehr gelblich gefärbte Schicht, die zuweilen dem gelben Decklehm ähnlich werden kann, und zu oberst in der Regel eine durch Humusstoffe graubraun gefärbte Schicht. Nur bei Waldböden

kann diese fehlen und eine Humusdecke von einigen Zentimetern Stärke über einer hellgefärbten Schicht liegen.

Die lehmige Decke der Urstromtalkiese.

Auf den ausgedehnten Kiesflächen (dwg), welche sich vor dem Rande der inneren Moränen hinziehen, findet sich durchweg ein höchst charakteristisches Bodenprofil, wie es unter Nr. 6 am Kartenrande veranschaulicht ist. Die kalkarme, lehmige Decke ist in ganz entsprechender Weise entstanden, wie es für die Verwitterung der Moränenkiese bereits geschildert wurde. Sehr häufig mißt man eine Mächtigkeit von 35 cm. Ein ganz entsprechendes Bodenprofil fand ich auch bei Kaufbeuren auf der Kiesfläche vor dem Rande der inneren Moränen, ferner auf den beiden oberen von den zahlreichen Talterrassen des Leches bei Landsberg. Es handelt sich also um eine bedeutungsvolle, weit verbreitete Erscheinung.

In den Kiesgruben kann man in der Regel die Beobachtung machen, daß an einzelnen Stellen die Verwitterungsdecke trichterförmige Einsenkungen bildet, die 50 ja 60 cm tief hinabreichen und mit dem rotbraunen zähen Lehm erfüllt sind. Da diese Trichter weniger als 1 m Durchmesser zu haben pflegen, kann man sie selbstverständlich nicht auf der Karte angeben. Am Rande der Trichter finden wir zuweilen die Gerölle steil stehend. Es kann das leicht mit der Entziehung der Unterlage an einer Seite bei Auslaugung der Kalkgerölle erklärt werden und darf uns nicht verleiten Aufpressung durch Eisdruck anzunehmen.

Es finden sich aber auch in unseren Urstromtalkiesen (Niederterrassenschottern) Flächen, wo die Verwitterungsdecke durchweg eine Mächtigkeit von mehr als $\frac{1}{2}$ m aufweist (drg¹). Solche Gebiete werden auf der Karte hervorgehoben. Wir finden sie vor allem in der Nähe der inneren Moränen, also eines ehemaligen Eisrandes, ferner da wo schmale Ströme das Gebiet der äußeren Moränen durchbrochen haben. Auch kommen sie da vor, wo eine etwas ältere Terrasse über jüngeren liegt, z. B. südlich von der Straße Gauting—Unterbrunn.

¹) Das Häkchen hinter der Signatur wurde stets da angefügt, wo wir Flächen mit stärkerer Verwitterungsdecke kennzeichnen wollen, und zwar wurde bei unseren Kiesflächen eine Decke von durchweg mehr als $\frac{1}{2}$ m als stärkere, eine solche von durchweg weniger als $\frac{1}{2}$ m als schwächere angenommen.

Die Böschungen von einer Stufe zur tieferen pflegen auf die Verwitterungsdecke den Einfluß auszuüben, daß sie an der Oberkante stark zusammenschrumpft, wobei die zähe rotbraune Lehmschicht fehlen kann. Am Fuße der Böschung pflegt dann die Verwitterungsschicht und insbesondere der rote zähe Lehm um so stärker entwickelt zu sein.

Die Verwitterungsböden der inneren Moränen.

Für die Böden dieser Moränenkiese gilt im allgemeinen dasselbe, was schon über die Moränenkiesböden der äußeren Moräne gesagt wurde. Doch war es hier möglich, besonders in der flachwelligen Moränenlandschaft bei den größeren Flächen, um die es sich handelte, das Gebiet mit stärkerer (dwG' , und $dw\bar{G}'$) von demjenigen mit schwächerer Lehmdecke (dwG und $dw\bar{G}$) abzutrennen. Die Böden mit stärkerer Lehmdecke erinnern da, wo das rote Zeichen >10 steht, oft recht an den Decklehm der äußeren Moräne. Jedoch kamen Bohrprofile, welche diesem zu entsprechen schienen, immer nur ganz vereinzelt vor, während der gelbe Decklehm der äußeren Moräne große Flächen überzieht.

Auf dem mehr lettigen Geschiebemergel des Blattes (dwM und $dw\bar{M}$) entwickelt sich ein toniger, zäher Lehm, dessen Krume meist durch Humussubstanzen ziemlich dunkel gefärbt ist (Profil Nr. 12).

Die Verwitterungsböden der Beckensande ($dwbs$).

Aus dem kalkreichen Beckensande entsteht ein sehr sandiger Lehm Boden. Die Flächen mit stärkerer von denjenigen mit schwächerer Verwitterungsdecke zu trennen war bei der Kleinheit der in Betracht kommenden Gebiete nicht geboten (vgl. Profil 8).

Die Verwitterungsböden der Beckentonmergel ($dwbtn$).

In den Becken im Innern des großen Endmoränenbogens von Leutstetten finden sich in unregelmäßigem Wechsel tonige Mergel-feinsande und Tonmergel, die als Verwitterungsprodukte mehr oder minder tonige Lehme liefern.

3. Das Novär.

Zum Novär rechnen wir nach dem Vorgange von C. W. v. GÜMBEL die Bildungen, welche nach der Eiszeit entstanden sind und sonst vielfach noch unter dem Namen Alluvium ins Quartär gestellt werden.

a) Der alte Würmflußkies (Wg und Wg').

Wir haben bereits gesehen, wie sich die Schmelzwässer, die den Niederterrassenschotter absetzten, allmählich etwas tiefer eingeschnitten und so kleine Stufenränder erzeugten. Plötzlich kommt dann ein viel größerer Abfall. Der Strom hat nämlich, aus dem Zungenbecken des Starnbergersees kommend, die Nagelfluhschwelle bei Mühlthal durchsägt und sich ein bei Gauting bis ein Kilometer breites Bett geschaffen, in dem er einen Kies absetzte, der sich von demjenigen der Niederterrasse wohl unterscheiden läßt; er ist gröber als dieser und enthält mehr kristallines Material. Seine Verwitterungsdecke ist sandiger und steiniger, weil weniger Kalkgerölle vorhanden waren, die als Rückstand bei der Auslaugung fetten Lehm hätten liefern können. Diese lehmige Decke erreicht meist nur etwa 20 cm Dicke (Wg), nur am Fuße des Gehänges wird sie stärker (Wg').

Auf diese Kiesstufe münden von der Niederterrasse aus eine Anzahl kurzer steiler Tälchen, welche durch stark herabströmendes Wasser eingeschnitten sein müssen. Das dabei herausgeschaffte Material (Kies) häufte sich als halbkreisförmiger Schuttkegel am Ausgange des Tälchens auf der alten Würmstufe an W δ . Es entstanden hier meist recht steinige Böden.

b) Die anmoorigen Böden (ah und akh).

In den alten Würmkies hat sich die Würm in noch jüngerer Zeit ein neues etwas tieferes Bett eingesägt, das sie jedoch nur zum Teil noch benützen kann, da ihr Lauf künstlich eingeengt worden ist. In diesem alten Bette hatte sie einen feinen humosen Schlamm abgelagert, der auf seiner Oberfläche einen feuchten, humusreichen Boden trägt. Es wurde daher auf der Karte hier das Zeichen für anmoorige Böden eingesetzt. Solche kommen auch noch im Talgrunde bei Unterbrunn und in kleinen Senken mit undurchlässigem Untergrunde an anderen Stellen vor.

An ausgedehnteren Stellen im Würmtale zeigen die moorigen Böden beim Befeuchten mit Salzsäure einen namhaften Kalkgehalt (akh), der vom kalkreichen Quellwasser herrührt.

c) Die Abschlammprodukte (a).

In kleinen Senken finden wir die feinen Teile angehäuft, welche abfließendes Regenwasser mit herabführte. Diese Abschlamm-

produkte haben in der Regel die Zusammensetzung eines Lehm-bodens. Bei der Bohrung erkennt man sie daran, daß sich die braunen oder gelben Farbtöne, wie sie die Quartärlehme haben, nicht einstellen, sondern nur schmutzigbraune und graue. Die Oberfläche ist nicht so humos wie bei den „anmoorigen Böden“.

d) Die abgeschlammten Tone (atu).

Von den gewöhnlichen Abschlämmprodukten haben wir diejenigen abgetrennt, die einen fetten schweren, meist grauen fleckigen Ton bilden.

Infolge der Undurchlässigkeit und starken wasserhaltenden Kraft des Untergrundes ist die Oberfläche dieser Böden humusreich, so daß sie von den als „anmoorige Böden“ kartierten Böden nicht scharf zu trennen sind. Bei letzteren hat aber der Untergrund keinen so ausgesprochenen und einheitlichen Charakter.

e) Der Torf (at).

Der reine Humus, der Torf, fehlt im Bereiche des Blattes im Gebiete der Niederterrasse, Hochterrasse und äußeren Moräne vollständig. Dagegen findet er sich in der inneren Moräne in kesselartigen Senken mit toniger Unterlage und an Quellaustritten. Eine große von undurchlässigen Böden eingeschlossene Senke bei Wildmoos auf der Innenseite des Endmoränenwalles bildete früher einen See, in dem sich zuerst Schlamm ablagerte. Dann wurde er durch pflanzliche Stoffe verlandet und es entstand so eine Torfablagerung von mehr als 3¹/₂ m Dicke. Es handelt sich hier im wesentlichen, wie bei den in kleineren Einsenkungen gelegenen Mooren um ein Flachmoor; doch siedelten sich auch einzelne Hochmoorpflanzen, wie *Sphagnum* an.

Besonders interessante Verhältnisse bietet das Starnberg-Leutstettener Moor, dessen Nordhälfte im Bereiche unseres Blattes liegt. Es ist bereits früher der Gegenstand eingehender Studien gewesen.¹⁾

Das Moor wird durch die Grenzen des Überschwemmungsgebietes in zwei wesentlich verschiedene Zonen geschieden, die

¹⁾ HERMANN PAUL, Starnberg-Leutstettener Moor. Bericht über d. Arb. d. K. Moorkulturanstalt im Jahre 1904. München 1905. S. 99—102. — EUGEN GULLY, Chemisch-botanische Untersuchungen über das Starnberg-Leutstettener Moor. Bericht über d. Arb. d. K. Moorkulturanstalt im Jahre 1905. München 1906. S. 167—179.

auf der Karte durch eine rote Linie getrennt sind. Im Überschwemmungsgebiet finden wir vor allem Schilfbestände, wir haben es hier mit *Arundinetum* und *Caricetum* zu tun. Chemisch ist dies Gebiet durch geringen Kalkgehalt und hohen Kaligehalt charakterisiert. Es erklärt sich das aus der chemischen Zusammensetzung des Würmwassers. Denn das Wasser des Starnberger Sees, aus dem die Würm kommt, enthält nach A. SCHWAGER¹⁾ in 1 l 45,7 mg Kalk und 3,6 mg Kali, während z. B. das Isarwasser 84 mg, das Münchener Leitungswasser ca. 100 mg Kalk enthält. Das Kali wird nun von dem kaliliebenden Schilfrohr und den Seggen schneller aufgenommen als der Kalk und diese werden mit Würmwasser, das den Uferstreifen nicht nur gelegentlich überflutet, sondern auch unter der Oberfläche beständig in diesen hineingedrückt wird,²⁾ versorgt.

Im übrigen Teile des Moores außerhalb des Überschwemmungsgebietes herrscht das *Schoenetum*, *Molinetum* und *Scirpetum*, also das Flachmoor vor. An einzelnen Stellen findet ein allmählicher Übergang zum Hochmoor, zum *Sphagneto-Callunetum* statt, besonders *Sphagnum*-Polster findet man an einigen Stellen ziemlich reichlich über einer noch aus Flachmoorflora entstandenen Torfunterlage. Es geht damit eine Abnahme der Nährstoffe Hand in Hand.

Die Mächtigkeit der Torfschicht wurde von uns mit dem 2 m-Bohrer untersucht und damit in zahlreichen Fällen bereits der Untergrund erreicht. Nicht selten findet sich unter dem Torf ein abgeschlämmter Ton, zuweilen auch gleich der Geschiebemergel, der dann an seiner Oberfläche stark zersetzt ist, so daß nicht nur der Kalk ausgelaugt und der Mergel in eine tonige Masse umgewandelt wurde, sondern auch von den Geschieben nur eine weiße pulverige Substanz übrig blieb.

Die Mächtigkeit des Torfes über dem Untergrund wird auf der Karte durch rote Zahlen in Dezimetern veranschaulicht.

In der Mitte des Leutstettener Moores findet sich unter dem Torf die Seekreide, ein humoser, weißer, gallertiger, weicher Kalkschlamm (Faulschlamm), der sich auf dem Grunde des einst bis hierher reichenden Starnberger Sees absetzte. Beim Befeuchten

¹⁾ A. SCHWAGER. Geogn. Jahresh. VII. Jahrg. 1894. S. 90.

²⁾ E. GULLY a. a. O. S. 175.

mit Salzsäure braust diese Masse lebhaft auf und hinterläßt einen dunkelbraunen Schlamm.

Stellenweise konnte der Untergrund des Moores mit dem 2 m-Bohrer nicht mehr erreicht werden. Wie die K. Moorkulturanstalt durch tiefere Bohrungen nachwies, kann die Dicke der Torfschicht bis $4\frac{1}{2}$ m erreichen.¹⁾

Nach den Ermittlungen der K. Moorkulturanstalt kann die Mächtigkeit der Seekreide $3\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{2}$ m betragen. Torf und Seekreide zusammen können 8—11 m mächtig sein. So tief war also hier einst der Starnberger See.

In einer Fläche im Osten des Leutstettener Moores schiebt sich da, wo ein vom Wildmoos kommendes Tälchen einmündet, eine Art Delta anmoorigen Bodens in das Moos vor.

Eigenartige Verhältnisse herrschen bei Petersbrunn im Moore. Hier haben die Quellwasser, welche an der Basis der kalkreichen Nagelfluhfelsen auf dem wasserstauenden Flinz entspringen, ihren Kalkgehalt in's Moor hinausgetragen und im Torf zum Absatz gebracht. Teils kann der Kalk in schwachen weißen Bänken konzentriert sein, teils kann er der ganzen Masse des Torfs beigemischt sein, wobei häufig Schneckenschälchen die Träger des Kalkgehaltes bilden.

f) Die angeschwemmten Sande (as).

In den Becken quartären Sandes bei Leutstetten kommen unreine in jüngerer Zeit zusammengeschwemmte Sande mit humoser Oberfläche vor.

Ähnliche Ablagerungen finden sich auch im Würmtal unterhalb von Mühlthal.

g) Der Kalktuff (ak).

Wo auf dem Flinz am linken Würmufer bei Petersbrunn und Mühlthal die Quellen entspringen, finden sich Absätze von Kalktuff. An zwei Stellen, nämlich bei der oberen Würmbrücke und bei der Mühle bei Mühlthal gewinnen sie so große Ausdehnung, daß sie auch im Maßstabe 1 : 25 000 ausgeschieden werden konnten.

¹⁾ Diejenigen roten Zahlen, die höher als 20 sind, wurden im Leutstettener Moor nach den Aufnahmen der K. Moorkulturanstalt eingesetzt. Im Wildmoos ermöglichten uns die $1\frac{1}{2}$ m tiefen offenen Torfstiche mit dem 2 m-Bohrer bis zur Tiefe von $3\frac{1}{2}$ m herabzudringen.

Sie lassen infolge ihrer Röhrenstruktur das Wasser leicht durch und sind in der Regel noch ganz von Wasser durchtränkt. An der Oberfläche sind sie meist von einer einige Dezimeter starken Schicht von mehr oder minder kalkreichem Humus bedeckt.

h) Die Abrutschmassen. (Gehängeschutt) (as).

Am Steilgehänge der Würm am linken Ufer bildet die Oberseite des Flnzes eine feuchte schlüpferige Fläche, auf der häufiges Abbrechen und Nachrutschen der Gesteine von oben her stattfindet. Es entsteht dabei ein solches Durcheinander, daß sich das Produkt bodenkundlich nicht genau charakterisieren läßt. In unserem Kartenblatte gewinnen aber diese Gebilde nur eine sehr geringe Flächenausdehnung und konnten nur beim „Kapeller“ im Maßstabe der Karte ausgeschieden werden.

Die kiesigen Abrutschmassen, wie sie sich an den Hängen der Stufenränder von der Niederterrasse zum alten Würmschotter finden, wurden nicht besonders ausgeschieden.

i) Die jüngsten Verwitterungsprodukte.

Diese sind aus den einzelnen Bodenprofilen vielfach genauer als aus der Karte zu erkennen. Von ihrer speziellen Ausscheidung auf dieser mußte Abstand genommen werden, weil sie zu sehr durch die künstliche Beeinflussung dem Wechsel unterworfen sind.

Der gelbe Lehm trägt eine Verwitterungsdecke von einigen Dezimetern Mächtigkeit, die wir als Lehmboden bezeichnen.

Auf den alten Würmschottern finden wir stellenweise als anscheinenden Auslaugungsrückstand den roten, mit Steinen und Sand gemischten Lehm, dessen Entstehung also auch noch im Novär möglich war. Jedoch dürfte er sich sonst in der Hauptsache im Quartär (Eiszeit) gebildet haben.

Dagegen ist wohl die oberste abweichende Verwitterungsschicht des roten Lehms, die wir als Lehmboden und zwar in der Regel als sandigen Lehmboden zu bezeichnen haben, im Novär entstanden zu denken. Diese oberste Verwitterungsdecke ist im Walde anders als im Acker- und Wieslande beschaffen. Im Ackerlande bildet sie eine durch Humusstoffe graubraun gefärbte Schicht, wie es die Profile am rechten Kartenrande zeigen.

In den Waldgebieten finden wir dagegen von Menschenhand weniger beeinflusste, mehr durch die natürlichen Bedingungen des

Klimas und der Vegetation entstandene Böden. Wir können hier zwei Hauptgruppen, die wärmeren (bei trockenem Untergrund ohne wasserhaltende Kraft) und die kälteren unterscheiden.

Auf dem gelben Lehm hat sich häufig unter dem Einfluß einer nur einige Zentimeter starken Humusdecke durch Auslaugung durch kohlenensäurehaltige Wasser eine mehrere Dezimeter starke weißliche Schicht gebildet. Die Auslaugung reicht auf Klüften auch in den Untergrund noch mehrere Dezimeter tiefer herab. Besonders deutlich läßt sich die weißliche Schicht im trockenen Zustande beobachten, im feuchten tritt sie weniger hervor, da sie dann eine mehr bräunliche Farbe annimmt.

k) Die künstlichen Veränderungen des Bodens.

Auf dem Acker ist der Boden in unserem Gebiete meist nur bis auf weniger als 2 dm Tiefe durch den Pflug vermischt worden; auf ständigen Wiesenböden, die aber zurücktreten, ist die Veränderung noch geringer. Gering ist sie vielfach auch im Walde, wo sie aber in neuerer Zeit durch Ausroden der Stümpfe und Einsetzen junger Pflanzen anstatt natürlicher Ansamung größer wird.

Am Ende der Äcker, wo der Pflug wendet (der sog. Anwand) wird die Erde abgestrichen und hat sich im Laufe der Zeit zu Ackerbergen bis zu 1 m Höhe aufgehäuft, die in ebenen Stufen den Beobachter auf den ersten Blick irreführen und natürliche Geländeschwellen vortäuschen können. Diese Ackerberge sind nur auf den Uraufnahmen 1:5000, nicht aber auf den Publikationsblättern berücksichtigt worden.

Größere Veränderungen sind auch durch Kiesgruben, Torfstiche und Lehmgruben hervorgerufen worden. Es kann z. B. die gelbe Lehmschicht ganz abgetragen werden und der rote steinige Lehm darunter zu einem neuen Ackerboden werden.

Große Veränderungen aus alter Zeit finden wir bei Mühlthal z. B. auf dem Schloßberg und der Karlsburg, wo man auf einer großen Fläche überhaupt keinen gewachsenen natürlichen Boden mehr findet, ferner in Gestalt der Hügelgräber, großer künstlicher Lehmhügel.

Bei der Römerstraße findet man, soweit sie durch das Kiesgebiet führt, rechts und links in kurzen Abständen kleine Gruben ausgehoben. Auch im Lehmgebiete wurde neben der Römerstraße häufig ein künstlich stark veränderter Boden angetroffen.

Von der Ausscheidung der künstlich stark veränderten Böden auf der Karte wurde aber, teils mit Rücksicht auf die Kleinheit der Flächen, teils um die Übersichtlichkeit des geologischen Kartenbildes nicht zu stören, häufig Abstand genommen.

IV. Hydrologische und klimatologische Übersicht.

I. Wasserverhältnisse.

Die Bodenverhältnisse unseres Blattes werden beherrscht durch einen ungemein schroffen Gegensatz von Böden mit sehr geringer, gegenüber solchen mit sehr großer wasserhaltender Kraft. Zu den ersteren gehören die Kiesablagerungen, zu den letzteren die Lehme, Mergel und der Flinztegel. Glücklicherweise bilden die Bodenarten mit minimaler wasserhaltender Kraft nicht die Oberfläche, sondern sind von solchen mit größerer, z. B. dem sandigen Lehmboden und dem zähen, roten, steinigen Lehm, bedeckt. Doch treten sie auf großen Flächen so dicht an die Oberfläche, daß sie sich für das Pflanzenwachstum sehr fühlbar machen. Zum Beispiel verwelkte im trockenen Sommer 1911 der Klee auf den Flächen „Niederterrassenkies mit schwacher Verwitterungsdecke“, welche im Niederterrassengebiet unseres Blattes weitaus überwiegen.

Unter dem trockenen Kies findet sich erst in größerer Tiefe (z. B. 26 m) ein Grundwasserstand, der durch Flinz (Tertiär) oder durch unter den Kies untergetauchte Hochterrasse verursacht sein kann, worüber Aufschlüsse durch Bohrungen nicht vorliegen. In der Regel bildet aber jedenfalls der Flinz die wasserstauende Schicht.

Bei Gauting zeigt die Würm nicht den Grundwasserstand an, sondern sie fließt in einem verschlickten Bett über diesem dahin.

Wo auf dem Kies der rote steinige Lehm eine stärkere Decke von z. B. 1 m Dicke, bildet, zeigt er eine große wasserhaltende Kraft und trocknet selbst im heißesten Sommer nicht aus. Überlagert wird er im Gebiete der äußeren Moräne vom gelben meist steinfreien Lehm, der eine große wasserhaltende Kraft besitzt, aber infolge des Umstandes, daß er mit feinen Röhren durchzogen ist, Wasser durchläßt, so daß es fast nie zur Stagnation von solchem kommt.

Nur selten kommt es im Gebiete der äußeren Moräne zur Entstehung von Quellen. Solche treten bei Oberbrunn und bei Unterbrunn heraus und erzeugen einen kleinen Wasserlauf, der

bei Frohnloh im Kies wieder versetzt; der mitgeführte Schlamm reicht hier nicht mehr aus um die Sohle des Bettes zu verdichten.

Eigentümliche Verhältnisse finden sich im Gebiete der inneren Moräne. Hier wechselt die Wasserdurchlässigkeit ungemein rasch und stark, je nachdem, ob die Zwischenräume zwischen den Sandkörnern und Geschieben durch leutig-mergeliges Material vollständig verstopft sind oder nicht. Es entstehen so im Boden unregelmäßige Rinsale, die dem Austrocknen in trockenen Zeiten ausgesetzt sind. Eine Anzahl größerer Quellaustritte ist hier nur südwestlich von Hochstadt zu beobachten.

Geringere Wasserdurchlässigkeit als der gelbe Lehm zeigen im allgemeinen die Mergel, die tonig verwittern und der Versumpfung leichter ausgesetzt sind.

Einen ausgezeichneten wasserstauenden Horizont bildet infolge seiner dichten Lagerung ohne Poren der Flinz unter den Nagelfluhfelsen. Er verursacht zahlreiche Quellaustritte bei Petersbrunn und Mühlthal am linken Würmufer. Wir müssen annehmen, daß die Oberfläche des Flinzes hier gegen Osten zu geneigt ist, so daß das Grundwasser sich nach dieser Richtung hin bewegt und am rechten Würmufer entsprechende Quellen nicht auftreten.

Wie aus den geschilderten Verhältnissen hervorgeht, ist die Wasserversorgung im Gebiete der Niederterrasse und zum Teil auch der Hochterrasse und der Moräne schwierig, so daß Wasserleitungen angelegt werden mußten. Besonders wichtig hierfür ist die Quellfassung bei Mühlthal, welche die Gemeinden Gauting, Buchendorf, Stockdorf, Krailling, Planegg, Martinsried, die Volkshelstätte, Steinkirchen, Gräfelfing, Lochham, Pasing, Zentralwerkstätte, Obermenzing und Neulustheim versorgt.

2. Klimatologische Übersicht.¹⁾

a) Temperaturverhältnisse.

Die mittlere Temperatur ist für

Januar . . .	−3° bis −4°	Juli	16° bis 17°
Februar . . .	−1° „ −2°	August	15° „ 16°
März	1° „ 2°	September . .	12° „ 13°
April	6° „ 7°	Oktober	7° „ 8°
Mai	10° „ 11°	November . . .	0° „ 1°
Juni	14° „ 15°	Dezember . . .	−3° „ −4°

Jahr 6° bis 7°.

¹⁾ Von Dr. E. ALT, Kustos an der Kgl. Meteorologischen Zentralstation.

Der erste Frost tritt im langjährigen Durchschnitt zwischen dem 14. und 21. Oktober auf, der letzte Frost fällt in die Zeit vom 28. April bis 5. Mai.

Die Anzahl der Tage, an denen Frost zu irgend einer Tageszeit zu verzeichnen war, beziffert sich im Durchschnitt auf 120 bis 135. Die Anzahl der Wintertage, an denen die Temperatur während des ganzen Tages unter dem Gefrierpunkt bleibt, ist im Mittel etwa 35 im Jahre.

b) Niederschlagsverhältnisse.

Die mittlere Niederschlagsmenge beträgt im Jahr 800 bis 900 mm. Die geringsten Niederschlagsmengen fallen auf die Winter-, die bedeutendsten auf die Sommermonate.

Der erste Schneefall ist zwischen dem 19. Oktober und 2. November zu erwarten, die erste Schneedecke bildet sich im Mittel zwischen dem 2. und 16. November.

Der mittlere Termin des Verschwindens der letzten Schneedecke fällt in die Zeit um den 6. April, während leichtere Schneefälle, die zu keiner oder doch nur einer schwachen und kurzdauernden Schneebedeckung führen, auch noch in der ersten Maihälfte auftreten können.

Die mittlere Anzahl der Tage mit einer Schneebedeckung von mindestens 1 cm Mächtigkeit beträgt 80 bis 100.

c) Gewitter und Hagel.

Die Gewitterhäufigkeit erreicht ihr Maximum im Juli mit durchschnittlich 13 Gewittern. Die mittlere Jahressumme der Gewitter beträgt 40.

Hagelschläge wurden im Mittel 2 bis 3 während des Jahres gezählt, hauptsächlich in der Zeit Mai bis Juli.

Alle Angaben beziehen sich auf mittlere Verhältnisse, wie sie aus langjährigen Beobachtungsreihen abgeleitet werden können. In den einzelnen Jahren treten mehr oder minder große Abweichungen von den dargestellten Verhältnissen ein.

V. Geologische Einzelbeschreibungen.

Gauting und Kreuzlinger Forst.

Von dem feuchten Wiesengrunde des Würmtales führt ein kleiner Anstieg auf die Stufe des Würmkieses. Eine kleine Kies-

grube unterhalb der Reismühle entblößt hier Kies und Geröll von vielfach Faust- bis über Kopfgröße, das zum großen Teile aus kristallinem Material gebildet ist.

Hohe Uferländer führen zur Stufe der Niederterrasse hinauf, deren Kies in zahlreichen Gruben erschlossen ist mit recht schwacher Verwitterungsdecke. Kleine Stufenränder in der Niederterrasse bereiten die Entstehung des Würmtales vor.

Unterbrunn-Frohnloh-Hüll-Oberbrunn.

Über der Niederterrasse erhebt sich mit einem niedrigen aber doch deutlich sichtbaren Rande die höhere Stufe, die im größeren östlichen Teile ziemlich eben ist, am Westrande aber zu einer ziemlich deutlichen Hügelkette ansteigt (Punkt 611 westlich von Unterbrunn, Andechser Wald etc.).

Eigentümlich sind die Buchten, welche von der Niederterrasse aus in den Westrand der „Äußeren Moränen“ einschneiden. Die eine davon ist südlich der St. Laurentiuskapelle mit Ton ausgefüllt. Vermutlich waren hier schon vor Absatz des Niederterrassenkieses Einsenkungen vorhanden. Die Talzüge bei Oberbrunn und bei Frohnloh wurden wohl vorübergehend von den Fluten der Niederterrasse durchzogen.

Der gelbe Lehm ist in mehreren Gruben aufgeschlossen. Bei Pentenried zeigte sich darin eine wagrechte, einige Zentimeter starke Lage steinigen roten Lehms.

Ein Aufschluß in der äußeren Moräne liegt an der Straße von Unterbrunn nach Oberpfaffenhofen, westlich von der St. Laurentiuskapelle (Abbildung Fig. 2). Es findet sich hier vor allem ein sandiger Kies mit Mergelfeinsandbänken, deren eine bis $\frac{1}{2}$ m mächtig wird. Unten ist der Kies stellenweise zu Nagelfluh verfestigt. Weiter oben zeigen die Gerölle Kritzer. Geschiebemergel ist ganz oben in der Mitte der Grube vorhanden und bis 1 m mächtig. Am Abhang ist er jedenfalls weggewaschen worden.

Ein anderer Aufschluß liegt an der Straße von Unterbrunn nach Kosthof und Argelsried (Abbild. Fig. 3); an der Südwand der Kiesgrube („Sgr.“ d. topogr. Karte) beobachtet man oben mergeligen Kies (Moräne) in 0—2 m Mächtigkeit, darunter mehr geschichteten Kies mit Bändern von Mergelfeinsand. An der Westwand findet sich ein Kies, der Bänder von Mergelfeinsand und Blöcke bis über Kopfgröße enthält. Nagelfluhgeröll kommt mehrfach vor. Gekritzte Gerölle sind selten.

Königswieser Forst-Hausen-Mamhofen-Nördl. Hadorfer Flur.

Das Gebiet der Äußeren Moräne wird von mehreren von den Inneren Moränen ausgehenden Tälchen durchschnitten. Höhere Moränenhügel liegen wiederum am Westrand. Der 654,8 m-Hügel nordwestlich von Hadorf zeigt keine Bedeckung mit steinfreiem gelben Lehm, dagegen mehrfach mergelreiches Material. Er weicht daher von der gewöhnlichen Beschaffenheit der äußeren Moränenhügel ab und nähert sich stark derjenigen der inneren Moränen.

Einzelne hier zu findende große Blöcke können wir wohl als künstlich verschleppte Grenzsteine deuten.

Von Aufschlüssen ist besonders interessant eine Kiesgrube an der Gabelung der Straße Gauting—Hausen und Gauting—Oberbrunn (Punkt 36 der Karte). Wir beobachteten hier an einer Wand folgendes Profil:

• Gelber sandiger Lehm Boden	2,5 dm
Roter kiesiger Lehm (entkalkt)	1,5 dm
Mergeliger lehmiger Kies	3 dm
Gelber etwas sandiger Lehm	3 dm
Kalkhaltiger Kies, untermengt mit Sand, Feinsand, großen und kleinen Steinen	4 dm

An einer anderen Wand derselben Grube war aufgeschlossen:

Hellgraugelber sandiger Lehm Boden	2 dm
Übergangsschicht zur folgenden Schicht	1 dm
Rotbrauner, zäher, sandig., feinsandreich. Lehm	3 dm
Kies mit Blöcken bis über Kopfgröße und gekritzten Geröllen.	

Auch in einer benachbarten Kiesgrube zeigte der Kies ein moränenartiges Gepräge. Wir stellen also hier die auffallende Tatsache fest, daß das Moränenmaterial an seiner Oberfläche eine ganz ebene Stufe zeigt. Wie das zu erklären ist, zeigt uns das erste Profil mit einer 30 cm starken Schicht von mergeligem lehmigen Kies. Dieser Kies muß wohl durch einen Wasserstrom herbeigeführt worden sein, der die Oberfläche der Moräne eingeebnet hat. Wir nehmen also an, daß die äußeren Moränen hier durch die Fluten der Niederterrasse abgetragen wurden und eine Einebenungsterrasse entstanden ist. Wir haben daher diese Flächen, wenn auch nicht ohne Bedenken, auf der Karte mit als Niederterrasenkies dargestellt. Dies erscheint um so mehr gerechtfertigt,

als in einer Kiesgrube bei Häusen in derselben Stufe der Kies gut abgerollte Gerölle ohne Kritzer und deutliche Schichtung mit eingelagerten Sandbänken aufweist.

Die äußere Moräne mit gekritzten Geschieben ist bei Mamhofen aufgeschlossen.

Bei den Aufschlüssen im Decklehm macht man die Erfahrung, daß die Reinheit des Lehmes im allgemeinen gegen Süden zu abnimmt. Er ist hier eher mit kleinen Steinchen durchsetzt und manchmal vom an Ort und Stelle aus den äußeren Moränen entstandenen Verwitterungsprodukt schwer zu trennen.

Oberpfaffenhofen-Weichselbaum-Tiefenbrunn.

Hier treten die inneren Moränen vom Ammergletscher in den Bereich unseres Blattes ein; leider lassen sich aber die größeren Zusammenhänge schwer festlegen, weil von dem westlich anstoßenden Blatte Inning noch keine neue topographische Karte vorhanden ist.

Jedenfalls ist aber wohl eine Gletscherzunge über den Pilsensee und Delling herausgedrungen, deren Endmoränenbogen wir bei Hochstadt und Oberpfaffenhofen finden.¹⁾

Bei Weichselbaum fehlt die typische Endmoränenlandschaft, wir finden hier eine stark verwaschene Moräne, die ein flachwelliges Gelände bildet. Das Material ist ein Kies, dessen Gerölle Kopfgröße nicht erreichen und nur selten Spuren von Kritzern zeigen. Typische Moräne mit großen Blöcken und zahlreichen Kritzern kommt erst weiter westlich bei Weßling außerhalb unseres Kartenblattes vor.

Bei Oberpfaffenhofen herrscht in der Moräne auffallend oft lettig-mergeliges Material vor, das sich bis östlich von Hochstadt erstreckt. Anscheinend hat hier noch „totes Eis“ gelegen und die Auswaschung der Moräne verhindert. Weiter zurück finden wir mehrfach von den Schmelzwässern stark aufbereitete geschichtete Ablagerungen; so zeigte sich in einer Sand- und Kiesgrube südlich von Oberpfaffenhofen an der Basis lettiger Mergel mit Mergelfeinsand und Sand wechsellagernd, darüber feinkörniger Kies mit viel Sandzwischenmittel und Sandbänken. Er ist wohlgeschichtet und führt keine Gerölle über Faustgröße. Bei Hochstadt tritt auch typische Moräne mit großen Blöcken und gekritzten Geschieben

¹⁾ Vgl. L. v. AMMON, Die Gegend von München geologisch geschildert. 1894. S. 27, 28.

auf. Hier ragen auch steile Moränenwälle hervor, die sich aber nicht zu typischen Endmoränenbögen zusammenschließen.

Eine charakteristische stark kuptierte Landschaft trifft man an dem Touristen zu empfehlenden Fußwege von Weßling nach Hochstadt an. In den kesselförmigen tiefen Senken ist es hier zur Bildung von Torf gekommen. Innerhalb des Endmoränenbogens findet sich das Zungenbecken, dessen äußerste Zipfel in das Gebiet unseres Blattes hineinreichen und mit ebenen Kiesaufschüttungen ausgefüllt sind. Ein schmales, tief eingesägtes Tal hat hier eine Nagelfluhfelsbank angeschnitten.

Weiter südlich, bei Tiefenbrunn ist nahe dem Ostrande der inneren Moräne diese in mehreren Kiesgruben in typischer Beschaffenheit mit über kopfgroßen Blöcken, reichlich gekritzten Geschieben und zuweilen auch gestauchten und gefalteten Bänken von Mergelkies aufgeschlossen, während im gut abgerollten Kies der Niederterrasse die Geschiebe nur Faustgröße zu erreichen pflegen. Östlich von Tiefenbrunn fällt uns in der Niederterrasse ein niedriger, aber viele Kilometer weit zu verfolgender Uferstrand auf.

Hadorf-Hanfeld.

Zwischen dem Endmoränenbogen des Ammersee-Pilsensee-Gletschers bei Hochstadt und dem des Würmsees bei Leutstetten treten die inneren Moränen weit zurück, so daß zum Teil (bei Unnering) ihr Vorderrand unser Blattgebiet verläßt. Bei Hadorf und Hanfeld treten nun Endmoränen auf, welche schon zum Würmgletscher, aber nicht zu dessen am weitesten vorgeschobener Zunge gehören.

Besonders bei Hanfeld tritt eine höchst charakteristische durch tiefe Senken und große Felsblöcke (Abbildung Fig. 7, vor S. 37) ausgezeichnete Endmoränenlandschaft auf, vor der sich eine von den Schmelzwässern verwaschene flachwellige Moränenlandschaft zeigt.

Vor dieser schütteten die Schmelzwässer den Niederterrassenkies auf und bahnten sich dann ihren Weg durch die Täler der Äußeren Moränen. Auffällig ist hier, wie sich beim Berg-Holz 655 m (nördlich von Hanfeld) ein schmales Band des gelben Lehms am Fuße des Berges hinzieht.

Südlich von Hanfeld bildete sich in einem langgestreckten Becken, das von der Straße Hanfeld—Starnberg durchschnitten

wird, ein See, in dem sich feine mergelige Trübe aus den Gletscherschmelzwässern absetzte. Der Abfluß dieses Sees sägte sich dann in einem schmalen tiefen Tal in die Moräne ein und erzeugte auch weiterhin in der Niederterrasse ein Tal, das sich bis über Hausen hinaus mit deutlich abgesetzten Uferändern verfolgen läßt.

Westlich von Hadorf läßt sich das flachwellige Vorland der inneren Moräne von der äußeren nicht scharf trennen. Es tritt hier der seltene Fall ein, daß beide unmittelbar aneinander angrenzen ohne wenigstens durch ein schmales Band der Niederterrasse getrennt zu sein. Am Wid-Buchet findet sich in der Talsohle der inneren Moräne in größerer Ausdehnung ein gelber Lehm, der dem Decklehm der äußeren Moräne sehr ähnlich sieht und sonst in der inneren Moräne immer nur in kleinen Fleckchen von geringfügiger Ausdehnung vorkommt.

Dicht bei Hadorf, südlich vom Orte, ist in einer großen Kiesgrube typische Moräne mit vielen gekritzten Geschieben aufgeschlossen.

Eine Grube an der Straße von Hadorf nach Mamhofen im flachwelligen Gebiet zeigt Kies mit einer Mergelbank und gekritzten Geschieben bis Kopfgröße.

An der Straße von Hanfeld nach Starnberg liegt eine Kiesgrube, in der sich typische Moräne mit viel gekritzten Geschieben bis über Kopfgröße findet.

Gegend von Leutstetten und Mühlthal, Petersbrunn, Rieden.

Durch eine Fülle geologischer Erscheinungen auf kleinem Raume ist die Umgebung von Leutstetten wie selten ein Flachlandsgebiet ausgezeichnet, die nördlichste Stelle, bis zu der die Eismassen des Isar-Würmgletschers beim letzten großen Vorstoß vorgedrungen sind.¹⁾

In der Tiefe liegt der Flinz, den wir schon im allgemeinen Teil (S. 3) geschildert haben.

Darüber erheben sich die Felsbänke der Nagelfluh. Wir können hier die unteren Bänke, die fast ganz aus Kalkgeröllen zusammengesetzt sind und nur ausnahmsweise kristalline Gerölle führen

¹⁾ Vgl. L. v. AMMON, Die Gegend von München geologisch geschildert, 1894, und L. v. AMMON, Geologische Bilder aus der Münchner Gegend. Geogn. Jahresh. 1899. XII. Jahrg. S. 122. — PENCK und BRÜCKNER, Die Alpen im Eiszeitalter. I. Bd. 1909. S. 177.

von den oberen, die häufiger kristalline Gerölle, Quarze und vor allem Sandsteine aus dem Flysch aufweisen, unterscheiden.

Nach den herrschenden Anschauungen haben wir die unteren Bänke dem sogen. Deckenschotter, die oberen dem Hochterrassenschotter (der „Rißzeit“) zugewiesen. Jedoch ist es unmöglich, beide scharf mit Sicherheit voneinander abzugrenzen, da sich eine so ausgeprägte Grenze wie auf dem Nachbarblatte Baierbrunn nicht beobachten läßt.

Unterhalb vom Bahnhof Mühlthal findet man z. B. in den untersten Nagelflusbänken bei längerem Suchen vereinzelt kristalline Gerölle, weiter oben werden sie etwas häufiger und im Bahneinschnitt sind kristalline Gerölle und Quarze öfters zu finden. Auch Arkosesandsteine aus dem Flysch häufen sich nach oben zu an und scheinen besonders für das Material der Rißzeit charakteristisch zu sein. In diesem finden sich große Geschiebe, so daß die Nagelfluh als Moränenablagerung entstanden erscheint.

Einer der besten Aufschlüsse liegt an der Straße von Petersbrunn nach Starnberg, hinter einem Zaun und Buschwerk versteckt (Zeichen $\frac{drg}{d\text{S}}$). Hier ist typische alte Nagelfluh (Deckenschotter)

mit Kalksandsteinbänken etwa 3 m hoch aufgeschlossen. Darüber legt sich unmittelbar jüngere (Riß-) Nagelfluh mit Arkosen und kristallinen Geschieben; sie ist 1 bis 2 m hoch aufgeschlossen.

Eigentümlich ist nun, daß die Nagelfluh im selben Niveau bald mehr das Aussehen von Rißzeitschottern, bald von Deckenschottern hat.

So finden sich in der Nagelfluh rechts und links von der Straße vom Bahnhof Mühlthal zur Würmbrücke ziemlich häufig kristalline Geschiebe. In der Nagelfluh im linken Uferstrand der Würm beim Kapeller sind sie wieder selten. Gegenüber am rechten Ufer treten sie aber wieder häufiger auf. In der großen Kiesgrube bei der unteren Würmbrücke¹⁾ finden wir zuunterst Schotter und Nagelfluh, die ihrem Gesteinscharakter nach der Rißzeit angehören könnten. Die darüber lagernden Schotter, die zum Teil auch zu Nagelfluh verfestigt sind, müssen wir wohl als Niederterrassenschotter ansehen. Zuoberst lagert Moräne mit großen Blöcken. Rechts oben erblicken wir Mergelfeinsand, der sich in

¹⁾ Vgl. Abbildung Fig. 5 vor S. 37.

halber Höhe am Gehänge noch ein Stück weiter gegen Leutstetten zu verfolgen läßt; auf der Abbildung nicht sichtbar.

Eine Nagelfluh, die der Äußeren Moräne angehört, findet sich im Eisenbahneinschnitt bei Rieden. Sie enthält viel Arkosesandsteine aus dem Flysch, aber nur vereinzelt kristalline Geschiebe. Ein anderes Nagelfluhvorkommen weiter südlich neben der Eisenbahnlinie dürfte dem Deckenschotter zuzurechnen sein. Dies Gestein enthält Kalkgerölle und sehr selten rote Radiolarienkiesel. In dieser Nagelfluh sind Bänke von Kalksandstein eingelagert. Im südlichen Teile des Schönberges befindet sich ein höchst merkwürdiger runder Bergkegel, an dessen Gipfel man Nagelfluhfels findet.

Die Nagelfluhfelsen bei Petersbrunn enthalten keine kristallinen Geschiebe.

An der Straße von Petersbrunn nach Rieden findet man in einem Anschnitt anstehende Nagelfluh, welche 2 m hoch von einem mit einzelnen Geröllen gemischten Lehm Boden überlagert wird. Oberhalb in der Wiese ragt ein Nagelfluhblock heraus. Hier wurden auch die Flächen, wo Schutt die Nagelfluh bedeckt, als letztere kartiert, da sonst die Nagelfluh wegen der Kleinheit der Flächen auf der Karte gar nicht hätte dargestellt werden können.

Auffallend sind die Neigungsverhältnisse der Deckenschotter-Nagelfluh. Bei Mühlthal liegt sie in etwa 590 m Höhe dem Flinz auf, östlich davon im Isartale bei Höllriegelskreuth in etwa 560 m Höhe, im Süden bei Berg in etwa 610 m,¹⁾ bei Tutzing in etwa 615 m,¹⁾ bei Paterzell unweit Weilheim etwa in 700 m.

Also ist das Gefälle von Mühlthal nach Berg nur 2,7:1000, von Berg nach Tutzing 0,6:1000, von Tutzing nach Paterzell 4,4:1000, von Ammerland nach Eurasburg (Isartal) berechnet PENCK¹⁾ 12:1000.

PENCK konstruiert daraus eine Mulde mit ostwestlich streichender Achse.

Was dem Gebiet um Leutstetten seinen besonderen Charakter verleiht, das ist der gewaltige Endmoränenzug, der es umschließt.

Bei der Starnberger Schießstätte am Hofbuchet tritt der Halbkreis in unser Blatt ein und setzt sich im Hügel von Rieden fort, der jenseits der Bahn in einem bewaldeten Rücken seine Fortsetzung findet. Vor diesem ist ein Tälchen eingeschnitten, dessen

¹⁾ Nach A. PENCK, Le système glaciaire des Alpes. Guide publié à l'occasion du congrès géologique international 6^{me} sess. à Zurich 1894. Neuchâtel. S. 83—86.

Sohle nicht gleichförmig fällt, sondern einzelne von Abschlämmprodukten ausgefüllte Vertiefungen aufweist, ein für solche von den Schmelzwässern in Endmoränengebieten ausgekolkte Täler charakteristisches Verhalten.

Nordöstlich von Rieden teilt sich der Endmoränenbogen in zwei Höhenzüge, die durch ein flacheres Gebiet getrennt sind.

Der innere Bogen wird hier durch einen Hügel („Beim Parapluie“) und den Schönberg gebildet.

Jenseits des Würmtales setzen sich diese beiden Endmoränenbögen deutlich fort, der nördliche bildet von der Karlsburg ab einen bewaldeten Rücken nach der Schwaige zu. In der südlich davon gelegenen Einsenkung finden wir Äcker und Weiden.

Der südliche Bogen trägt nördlich von Leutstetten noch einen besonderen kleinen Endmoränenwall und zeigt weiter südöstlich im Walde einen sehr deutlichen Endmoränencharakter mit großen Blöcken und kleinen Torfstellen.

Einen Einblick in den inneren Bau gewährt uns eine Kiesgrube östlich von Leutstetten. Die Geschiebe erreichen hier selten über Faustgröße, nur in der oberen Lage bis Kopfgröße. Es sind viele kristalline Geschiebe darunter. Die Kalkgeschiebe sind in der Regel gekritzelt. Die Glimmerschiefergesteine sind auch in der frischen Moräne schon ganz mürbe. Abbildung Fig. S. 6 (vor S. 37) zeigt Verwitterungstrichter, von deren Unterende aus durch Kalkkarbonat verkittete Rippen den Kies durchziehen.

Eine andere Kiesgrube nördlich von Leutstetten entblößt typische Moräne mit viel mergeligem Zwischenmittel, großen Blöcken und einzelnen Bänkchen von Mergelfeinsand.

Beim Bau der Straße von Leutstetten nach der Schwaige wurden 1913 Aufschlüsse in der Moräne hergestellt.

Aufschlüsse in der Nähe der Starnberger Schießstätte zeigen vielfach kleinere aber reichlich gekritzte Geschiebe.

Vor dem Endmoränenbogen schütteten die Schmelzwässer Niederterrassenkies auf und nagten auch die älteren Hochterrassenabsätze an. Auch schnitten sie bald wieder in den Niederterrassenkies selbst ein. So entstand am Fuße der Hochterrasse ein Tälchen, welches in eine kleine tiefere Talstufe der Niederterrasse nahe beim Bahnhof Mühlthal mündet.

Neben der Bahnlinie beim Bahnwärterhäuschen südlich vom Bahnhof ist die Niederterrasse aufgeschlossen. Es zeigt sich ein

Kies, dessen Gerölle Haselnuß-, Faust- bis Kopfgröße erreichen und teils gut abgerollt, teils noch eckig sind, das Zwischenmittel ist sandig; einzelne glimmerreiche Geschiebe sind bereits sandig zersetzt. Im Kies zeigte sich eine wagerechte Bank eines bräunlichen lößähnlichen Mergelfeinsandes. Nach A. PENCK¹⁾ sind hier 1894 die Zapfen von Verwitterungstrichtern mitten im Kies zu sehen gewesen. Von solchen war aber, als ich die Grube in den Jahren 1910 und 1911 besuchte, keine Spur vorhanden. Daß jedoch solche Erscheinungen, wie sie PENCK damals beobachtet hat, an entsprechenden Stellen vorkommen können, beweisen die schönen Aufschlüsse, die ich im Jahre 1913 bei Waldhausen im Inngebiet beobachten konnte. Wir werden daher auch in unserer Kiesgrube bei Mühlthal mit PENCK die unteren teilweise zu Nagelfluh verfestigten Partien dem Hochterrassenschotter zuzuweisen haben. Ganz in der Nähe dieser Kiesgrube jenseits der Eisenbahn schaut am Rande des Ackers ein Nagelfluhfelsen ohne kristalline Geschiebe heraus. Jedoch läßt sich hier nicht entscheiden, ob es sich um anstehenden Fels oder einen Findlingsblock handelt.

In der Hauptsache nahmen die Schmelzwässer den Weg nordwärts. So erzeugten sie zunächst zwei parallel der Eisenbahnlinie verlaufende Uferränder. Dann schnitten sie sich unter beständiger Verengerung des Tales tiefer ein und erzeugten weitere gleichlaufende ziemlich gerade Uferränder.

Mehrere Kiesgruben gewähren uns einen Einblick in die Ablagerungen dieser Urströme. In einer Grube an dem Fahrwege von der Schwaige zum großen Knie der Staatsstraße Gauting—Mühlthal findet man geschichteten Kies mit Geschieben bis Kopfgröße. Eine Grube weiter nördlich im Staatswalddistrikt Kasparskreuth am Fuße der Hochterrasse enthält sogar solche von über Kopfgröße, die wohl aus der äußeren Moräne stammen. In dieser Grube ist auch die im allgemeinen Teil (S. 9) erwähnte Steilstellung der Geschiebe zu beobachten. Eine kleine Kiesgrube im Staatswalddistrikt Weierbuchet enthält viele Geschiebe über Kopfgröße; sie liegt in einer der tieferen Stufen. Augenscheinlich wurden hier bei der Erosion die kleineren Gerölle eher fortgespült als die großen, die sich anreicherten.

¹⁾ Le système glaciaire des alpes. Guide publié à l'occasion du congrès géologique international 6^{me} session à Zurich 1894. S. 83.

Im steilen Abhange von der Niederterrasse zum Würmtal findet sich südlich der Königswieser Kapelle ein Nagelfluhfels, der keine kristallinen Gerölle, aber viel Flyschgerölle führt. Dies Material kann nicht der Niederterrasse, sondern am ehesten dem Hochterrassenschotter zugerechnet werden. Da aber weitere Aufschlüsse fehlten, haben wir es unterlassen, hier ein Band von Hochterrassennagelfluh durchzuziehen und nur durch ein rotes N die Stelle auf der Karte kenntlich gemacht.

In einer jüngeren Zeit erfolgte der tiefe Einschnitt bei Mühlthal und die vorher gerade gegen Norden fließenden Wässer nahmen nun ihren Lauf in einer großen Kurve, um erst von Königswiesen ab wieder gerade zu fließen. Im Weiherbuchet sind die einzelnen Etappen des treppenförmigen Einschneidens des Flusses prächtig zu beobachten.

Östlich und westlich dieses großen Urstromtales im Königswieser Forst und im Heiligberger Buchet sind Inseln der Äußeren Moränen und Hochterrasse stehen geblieben, die tiefgründig verwittert und zum Teil noch vom reinen gelben Lehm bedeckt sind. Vgl. Abbildung Fig. 4 (hinter S. 36).

Als der Vorstoß des Eises erlahmte und dieses abschmolz, konnten die Schmelzwässer hinter dem Endmoränenwall und der Nagelfluhschwelle, die damals bei Mühlthal noch nicht durchsägt war, keinen Abfluß finden, sondern mußten sich zu einem See aufstauen, dessen Spiegel etwa 600 m über dem Meere, also 16 m über dem jetzigen Wasserspiegel lag. So konnte es kommen, daß am Schloßberg von Leutstetten ca. 16 m über der jetzigen Talsohle sich feiner Sand ablagern konnte. Um diese Zeit waren aber noch große Teile des „Zungenbeckens“ von Eis erfüllt, das beim Abschmelzen lettig-mergelige Moräne zurückließ. An vielen Stellen konnte das Wasser feinen Kies mit Sand wechsellagernd deltaartig in die Seebecken ablagern. An anderen Stellen wieder, z. B. in der Murnau wurde in ruhige Seen die feinste, in Wasser schwebende Trübe (der Mergelschlamm) abgesetzt. Es ist hier stellenweise eine merkwürdige Landschaft mit flachen schüsselförmigen Vertiefungen entstanden, die wohl darauf zurückzuführen sind, daß unter dem Tonmergel stellenweise noch Eis lag, das später wegschmolz. Dafür, daß solches noch vorhanden war, spricht ein kleiner Aufschluß an der Moosstraße in der Murnau, der Geschiebemergel (also Moräne) mitten zwischen den Wasserabsätzen zeigt.

Geschichtete Ablagerungen dagegen zeigten sich in einer kleinen, 2 m tiefen Sandgrube, östlich von Einbettl. Hier lagen unten feiner Kies mit Sandbänken, oben feine mergelige Sande.

Einen interessanten Aufschluß bot ein kleiner Graben am Nordwestrande des Wildmooses; hier fand sich ein stark toniger Mergel mit gekritzten Geschieben und unmittelbar daneben ein mergelreicher Sand mit wagrechten Lagen von kleinen Geröllen, also eine geschichtete, fluvioglaziale Ablagerung.

Am Galgenberg bei Starnberg, noch im Bereiche unseres Blattes, zeigt sich in einer kleinen Grube schön geschichteter Kies mit Bänken von Mergelsand.

Am Süden des Dorfes Leutstetten findet sich in einer kleinen Grube ein Mergel, der stellenweise einzelne kleine Steine enthält. Es scheint trotzdem, daß es sich hier um einen Absatz am Grunde des Seebeckens handelt, in welchem Steine aus zerschmolzenen Eisschollen hineingefallen sind. Ähnliche Erscheinungen sind auch anderswo, z. B. bei Friedrichshafen und in Posen, bekannt. Jedoch ist es bei der Kartierung kaum möglich, solche Bildungen von den Moränen sicher abzugrenzen. Alle diese Ablagerungen enthalten (außer an ihrer jetzigen Oberfläche) keinen Humus, denn eine Fauna und Flora konnte unter dem Klima der Eiszeit noch nicht aufkommen.

Auch am Rande des Wildmooses finden sich in 600 m Höhe feine Sande, die das Ufer eines alten Seebeckens anzeigen. Selbst bis in den Engpaß des Würmtales erstrecken sich diese Ablagerungen. Sie wurden hier auf der rechten Talseite in ca. 600 m Höhe mit dem Bohrer aufgefunden und können auch in der Kiesgrube an der unteren Würmbrücke oben in der Südostecke beobachtet werden.

Weiter im Süden bestehen diese fluvioglazialen Absätze meist aus einem feinen Kies, der von Bächen, die aus dem Eise kamen, deltaartig in das Seebecken vorgeschoben wurde. Gehen wir von Leutstetten nach Percha, so kommen wir nahe bei diesem Dorfe an eine Kiesgrube, die uns schön geschichteten Kies von meist Walnuß- bis Hühner- nicht aber Faustgröße zeigt. In einer weiteren näher beim Dorfe gelegenen Grube können wir in demselben Kies sehr schöne Deltastruktur beobachten; die Bänke liegen hier oben wagerecht, während sie unten nach Norden geneigt sind.

Derselbe Kies findet sich sogar am Süden des Sees bei Seeshaupt und Staltach wieder und reicht dort auch bis zur Meereshöhe von 600 m. In einer kürzlich erschienenen Arbeit gibt D. AIGNER¹⁾ an, daß der Seespiegel bei Seeshaupt um 10 bis 15 m höher lag als jetzt.

Nachdem der Wasserspiegel des Starnberger Sees von 600 auf 584 m abgesunken war und die klimatischen Verhältnisse sich den heutigen angeglichen hatten, entstanden humushaltige Ablagerungen; zunächst erfüllte die schon im allgemeinen Teil erwähnte Seekreide (S. 13) den Boden des Sees, der damals noch bis an den Fuß des Leutstettener Schloßberges reichte. Darauf entstanden der Torf (S. 12). Der Schilderung des Moores im allgemeinen Teil seien hier noch einige speziellere Bemerkungen beigefügt. Über die heutige Flora des Moores ist unter Benutzung der Angaben von HERMANN PAUL²⁾ folgendes anzuführen. „Große Flächen werden von *Scirpus trichophorum* beherrscht (*Scirpetum*), dessen weißschimmernde Rasen bisweilen unterbrochen werden von den rötlichen der *Agrostis canina*, deren feines Gehälme im Winde hin- und herwoht. *Molinia* ist an solchen Stellen wenig oder gar nicht vorhanden. Auch andere Pflanzen des *Parvocaricetum* sind hier nicht zahlreich, da die Leitpflanzen zu dicht stehen und wenig zwischen sich dulden. Es wurden konstatiert: *Drosera rotundifolia* an freien Stellen, *Platanthera bifolia*, *Carex lepidocarpa*, *Tofieldia calyculata*, *Potentilla silvestris*, *Gentiana pneumonanthe*, *Viola palustris*, *Euphrasia Roskowiiana*, *Arnica montana*, *Scirpus caespitosus*, *Hypnum stellatum*, *Aulacomnium palustre*, *Sphagnum subsecundum*, spärliche *Calluna* und *Vaccinium oxycoccus*. Die letztgenannten Pflanzen deuten auf Übergangsmoor hin. Stellenweise tritt als leitende Pflanze *Scirpus caespitosus* statt *Scirpus trichophorum* auf, was aber an der sonstigen Zusammensetzung nichts ändert, nur sind zwischen den Stöcken des ersteren Moose häufiger.

Auch *Schoenus ferrugineus* kann *Scirpus trichophorum* ersetzen;³⁾ solche Flächen fallen durch ihre trübe schwärzliche Färbung auf. Sie zeigen viel reichlicher die Bestandteile des *Parvo-*

¹⁾ D. AIGNER, Das Murnauer Diluvium. Mitteil. d. Geogr. Ges. München. 8. Bd. 2. H. 1913. S. 102.

²⁾ Ber. über die Arbeiten der K. Moorkulturanstalt im Jahre 1904. S. 99 bis 102.

³⁾ *Schoenetum*.

caricetum. Ich (H. PAUL) konstatierte an einer Stelle: *Pinguicula vulgaris*, *Primula farinosa* und *Gentiana acaulis* zahlreich, weniger *Succisa pratensis*, *Tofieldia calyculata*, *Molinia coerulea*, *Sesleria coerulea*, *Carex Davalliana* und die Moose *Hypnum Sendtneri*, *intermedium* und *cuspidatum*.

Zwischen dieser Fazies und dem *Molinietum* besteht wenig Unterschied, wie die Aufnahme eines solchen Bestandes ergab. *Scirpus trichophorum*, *S. caespitosus*, *Tofieldia calyculata* und *Primula farinosa* sind auch hier zu finden.

An Gräsern sind vorhanden: *Sesleria coerulea*, *Briza media* und *Aira caespitosa*, an sonstigen Pflanzen *Triglochin palustris*, *Linum catharticum*, *Dianthus superbus*, *Cirsium rivulare*, *Phyteuma orbiculare*, *Galium uliginosum*, *G. boreale*, *Potentilla silvestris*, *Ajuga Genevensis*, *Gentiana acaulis*, *G. verna*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Centaurea jacea*, *Thymus chamaedrys*, *Salix repens* und die alpinen *Polygonum viviparum* und *Bartschia alpina*, die an manchen Stellen zahlreich waren. Zwischen die Stengel aller dieser drängen sich gern die Rasen des *Hypnum stellatum*.

Nasse Partien des Moores sind erheblicher von den bisher geschilderten verschieden und schwanken zwischen *Arundinetum*, *Magnocaricetum* und *Hypnetum* hin und her, indem bald das eine, bald das andere vorherrscht und nur das letztere manchmal ein deutlicheres Gepräge zeigt.

Im *Arundinetum*¹⁾ wachsend erwiesen sich: *Cirsium palustre*, *Carex paniculata*, *Carex acuta*, *Scutellaria galericulata*, *Galium uliginosum*, *G. palustre*, *Eupatorium cannabinum*, *Filipendula ulmaria*, *Alnus glutinosa*-Büsche, *Menyanthes trifoliata*, *Linum catharticum*, *Hypnum cuspidatum*, *H. stellatum*, *H. intermedium* und *Mnium affine*.

Das *Magnocaricetum*¹⁾ weicht nur wenig ab, *Arundo* tritt hinter den großen *Carices* zurück, nur die akzessorischen Elemente werden zahlreicher.“ In der Nähe der Würm wächst auch gern die Schwarz-erle. Den Bestand eines *Magnocaricetum* und eines *Hypnetum* schildert H. PAUL (a. a. O. S. 101).

An einigen wenig ausgedehnten Stellen geht das Moor in Hochmoor über; eine solche Stelle liegt nördlich der „Moosstraße“ in unserem Blattgebiet. Als Hochmoorflora führt H. PAUL von

¹⁾ Das Bereich des *Arundinetum* und *Magnocaricetum* deckt sich mit dem „Überschwemmungsgebiet“ unserer Karte.

hier an „viel *Calluna*, *Sphagnum medium*, einen sehr schönen Bult von *S. fuscum*, *Polytrichum strictum* und darunter *Sphagnum parvifolium*, *Vaccinium oxycoccus*, *V. uliginosum*, *Drosera rotundifolia*, *Aulacomnium palustre* und *Hylocomium Schreberi*. Eingesprengt waren *Molinia*, *Scirpus trichophorum* und ein ährenloses *Eriophorum* aus der Verwandtschaft des *E. polystachium*.“

Die chemische Verschiedenheit des Moores innerhalb und außerhalb des Überschwemmungsgebietes wurde schon im allgemeinen Teil erwähnt. Als Verlandungsmoor ist das Leutstettener Moor im allgemeinen ärmer an Nährstoffen als es bei Quellmooren der Fall ist.

Während hier im Leutstettener Moor das Hochmoor im Vorrücken begriffen ist, fand ich im benachbarten Wildmoos verwelkte Sphagnen, denen wohl infolge der vorgenommenen Absenkung des Grundwasserstandes die Lebensbedingungen entzogen worden waren.

Von den Aufschlüssen in den jüngsten Ablagerungen ist ein solcher im Kalktuff bei Mühlthal bemerkenswert, hier liegt unter dem Kalktuff eine Bank eines hellgrauen Mergels mit Schnecken-schalen (*Arianta arbustorum*).

Die jüngeren Verwitterungsprodukte sind im allgemeinen Teil (S. 15) beschrieben.

Die östlich anschließende Landschaft bei Schwaige und Wangen ist in den Erläuterungen des Nachbarblattes Baierbrunn geschildert.

VI. Nutzung durch Gräberei.

In zahlreichen Gruben wird der Kies gewonnen, um zur Beschotterung der Straßen zu dienen. Besonders gesucht sind die Kiese der Urstromtäler (Niederterrassen), während die Kiese der Moränen im allgemeinen unregelmäßiger und unreiner sind. Der nach Absieben von Kies und Sand verbleibende mergelige Rückstand wird zuweilen als Mergel auf die Äcker gefahren. Der Kies bildet aber nur ein mittelmäßiges Beschotterungsmaterial und die Wege befinden sich daher bei nassem Wetter in schlechtem Zustande. Es ist aber weit und breit kein gutes Material vorhanden, so daß man zum Straßenbau gar Basalt aus Franken hat benützen müssen.

Zu Beschotterungszwecken zerkleinert werden auch die Gneisblöcke, die sich im Gebiete der Endmoränen (Rand der inneren



Moränen) so zahlreich finden. Von hervorragender Qualität ist das Material aber nicht; es wäre daher zu wünschen, daß ein Teil der Endmoräne, z. B. das schöne charakteristische Stück bei Hanfeld, als Naturdenkmal erhalten bliebe. An intensiver in Kultur genommenen Stellen, wie z. B. bei Leutstetten, sind die Blöcke schon zum großen Teile entfernt worden.

Der Kies wird auch zu Beton und in den feineren Sorten, wie sie im Gebiete der inneren Moräne vereinzelt vorkommen, zu Gartenkies verwendet, z. B. für die Villengärten in Weßling aus einer Grube bei Oberpfaffenhofen.

Reiner Sand zum Mauern und besonders zu feineren Verputzarbeiten, findet sich selten. Er kann aber im Notfall aus jedem Kies abgeseibt werden. Reichlicher vorhanden ist er ausschließlich im Gebiete der inneren Moräne, z. B. bei Oberpfaffenhofen, Söcking (dicht südlich vom Blattrande) und Leutstetten. Östlich von diesem Dorfe wird er in einer kleinen Grube gewonnen.

Ziegelrohgut findet sich im Aufnahmegebiet in ausgedehnten Flächen in Gestalt des gelben Decklehms der äußeren Moränen. Hier befinden sich die Ziegeleien Hüll, Pentenried, Mamhofen. Die Mächtigkeit des Ziegellehms festzustellen, haben wir unterlassen, da die Kosten der hierzu nötigen tieferen Bohrungen den Interessenten und nicht dem Staat zur Last fallen müssen. Im gelben Lehm können vereinzelt dünne Lagen von rotem Lehm mit Steinen vorkommen, welche vom roten Verwitterungslehm der äußeren Moränen nicht zu unterscheiden sind. Es ist daher nicht ausgeschlossen, daß einmal vereinzelt auch an einer schraffierten, mit größer als zehn Dezimeter (rotes Zeichen > 10) bezeichneten Stelle noch Ziegellehm in der Tiefe stecken könnte. Wo jedoch niedrigere Zahlen stehen, wurde der Kies angebohrt und ist das Vorkommen von Ziegellehm ausgeschlossen. Es ist zu bemerken, daß auch in ausgedehnten Lehmflächen unvermutet eine Kieskuppe emporkommen kann. Es scheint, daß als Ziegelrohgut die etwas leichteren Varietäten des Lehmes vorgezogen werden; die etwas schwereren sucht der Hafner auf.¹⁾

¹⁾ Nach den von Herrn Dr. NIKLAS ausgeführten mechanischen Analysen enthält eine Ziegellehmprobe von Pentenried 47% Ton von weniger als 0,01 mm Korndurchmesser und 39% Staub von 0,01—0,05 mm, zusammen 86% Teile unter 0,05 mm Durchmesser. Bei einer Probe von Hüll sind die entsprechenden Werte ganz ähnlich, nämlich 49% Ton und 38% Staub, zusammen 87%; bei

Auch im Gebiet der inneren Moräne kommt vereinzelt Ziegel-
lehm vor: so bestand bei Hadorf, dicht südlich vom Blattrande,
eine Ziegelgrube, auch bei Hochstadt befand sich eine solche.
Die Ziegeleien in diesem Gebiete hatten aber stets nur geringe
Größe und kamen bald zum Erliegen.

Mergel ist im Gebiete der Inneren Moränen nicht selten zu
finden, wird aber nicht ausgebeutet. Nur bei Starnberg am Süd-
rande des Blattes hatte ein Besitzer eine Mergelkuppe abgegraben
und das Material zur Melioration über die umliegenden Torf-
flächen ausgebreitet.

Die Torfvorkommen sind meist zu klein, um Torfstich zu
lohnern. Das große Starnberg-Leutstettener Moor kann nicht aus-
gebeutet werden, da keine genügende Vorflut zur Ableitung des
Wassers vorhanden ist. Dagegen wird im Wildmoos bei Leut-
stetten Torf in großem Umfange gestochen. Nachdem man früher
schon an vielen Stellen die oberste Lage ausgebeutet hatte, hat
man es ermöglicht durch Tieferlegung des Wasserstandes auch
eine tiefere Lage in Angriff zu nehmen.

einer Ziegellehmprobe von Mamhofen 56 % Ton und 29 % Staub, zusammen 85 %,
bei einer solchen von Baierbrunn 47 % Ton und 31 % Staub, zusammen 78 %;
ein Hafnerlehm vom Anger im Staatswalde bei Mühlthal zeigte 48 % Ton und
32 % Staub, zusammen 80 %, entspricht also in seiner Zusammensetzung noch
den Ziegellehmen, während ein Hafnerlehm von Unterbrunn mit 61 % Ton und
33 % Staub, zusammen 94 % wesentlich schwerer ist.

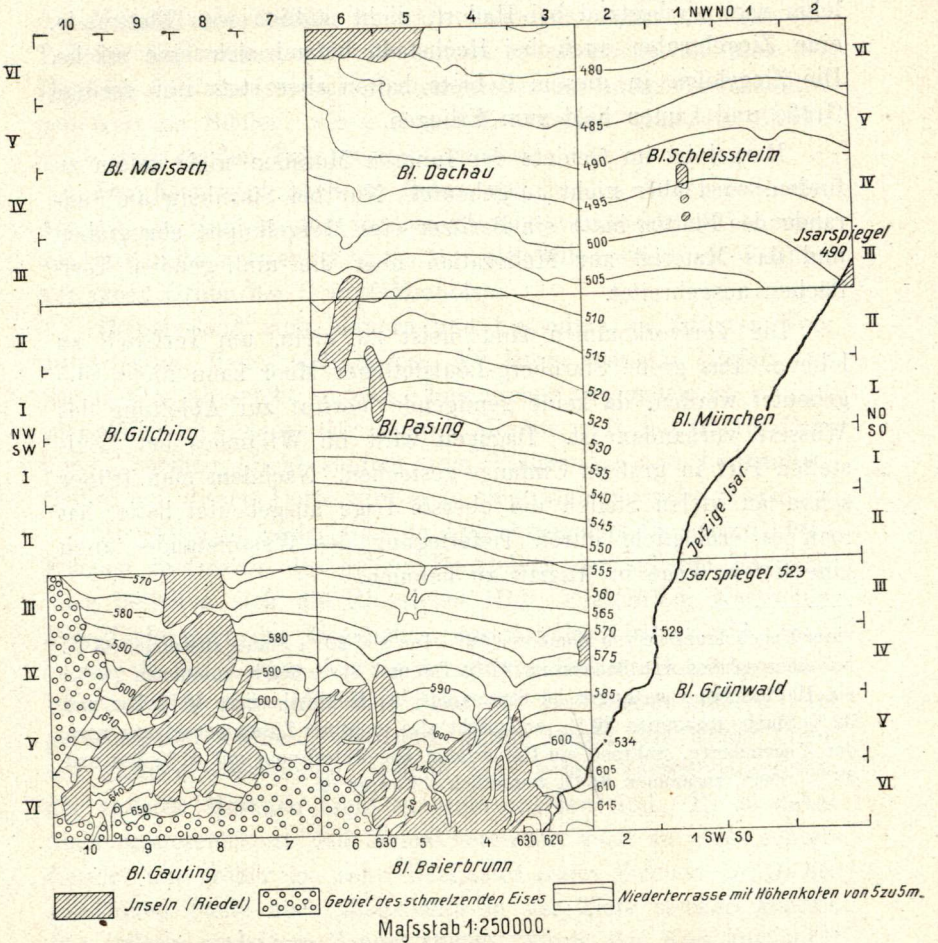
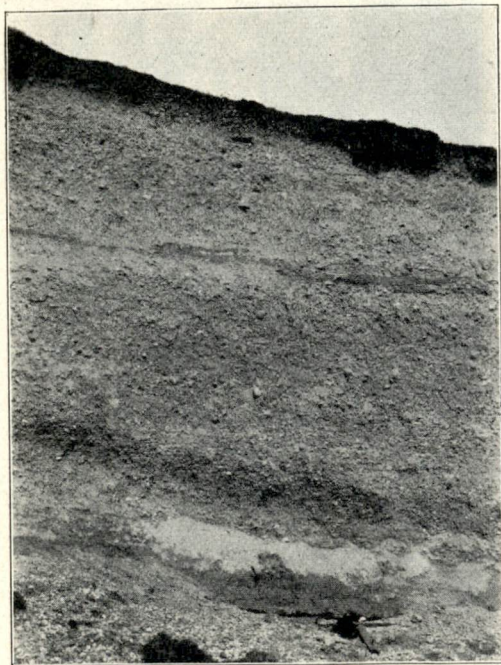


Fig. 1.

Rekonstruierte Oberflächenform der Niederterrasse gegen Ende der Eiszeit, vor dem Einschneiden der jüngsten Täler und vor der Bildung der Moore.

Die Abbildung zeigt, wie die von den Endmoränen der Würmeiszeit abfließenden Schmelzwässer sich durch das Vorland mit zuerst stärkerem, dann allmählich geringer werdendem Gefälle ihren Weg bahnten über das Gebiet der fünf bisher bei München aufgenommenen Blätter Gauting, Baierbrunn, Pasing, Dachau und Schleißheim hinweg. Der Grundwasserspiegel unter dem dabei aufgeschütteten Kies hat ein schwächeres Gefälle als dessen Oberfläche und nähert sich dieser gegen Norden immer mehr. In den Gebieten am Nordrande von Blatt Pasing und auf Blatt Dachau und Schleißheim, wo die Kiesauffüllung weniger mächtig war, konnte das Grundwasser austreten und die großen Moore erzeugen.



W. KOEHNE phot. 1914.

Fig. 2.

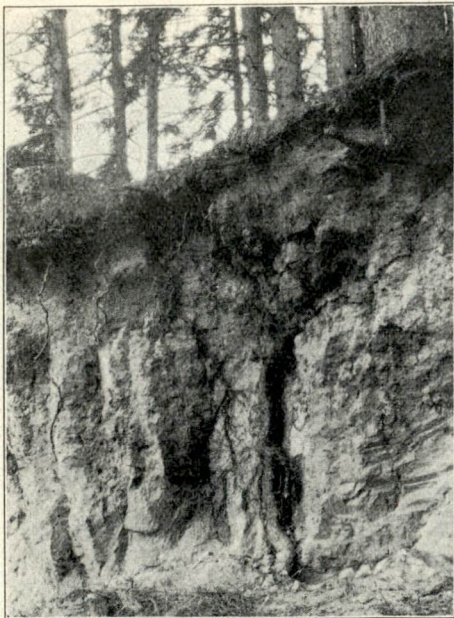
Kiesgrube bei Unterbrunn, an der Straße nach Oberpfaffenhofen.
Kies der äußeren Moräne mit Andeutung von Schichtung, die nach
rechts (Osten) einfällt. Unten bei dem Schäufelchen geschichteter
Mergelfeinsand.



W. KOEHNE phot. 1914.

Fig. 3.

Kiesgrube bei Unterbrunn an der Straße nach Argelsried.
Kies der äußeren Moräne mit angedeuteter Schichtung. Oben (im
Schatten) eine Bank von Mergelfeinsand.



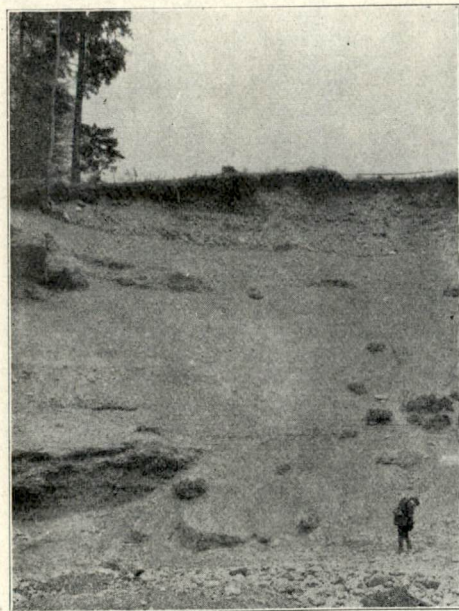
W. KOEHNE phot. 1914.

Fig. 4.

Alte Ziegelgrube bei der Schwaige Leutstetten.

Gelber Lehm senkrecht zerklüftet, von Pflanzenwurzeln durchzogen. Oben befindet sich eine weißliche Schicht, in der Mitte rechts eine dunkle Schicht mit Eisenausscheidungen und Steinchen.

Vgl. S. 7.



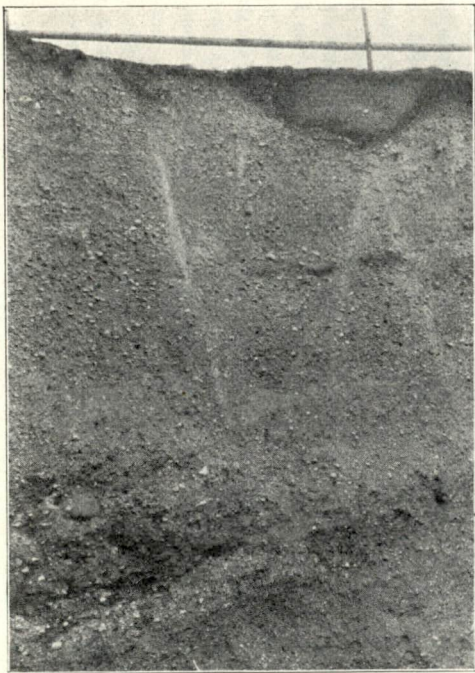
W. KOEHNE phot. 1914.

Fig. 5.

Kiesgrube bei Mühlthal neben der Würmbrücke zum Bahnhof.

Oben Blockpackung, darunter geschichteter Kies zum Teil zu Nagelfluh verfestigt. Unten Nagelfluh, die wohl zum Hochterrassenschotter, vielleicht auch zum Deckenschotter zu rechnen ist.

Vgl. S. 25.



W. KOEHNE phot. 1914.

Fig. 6.

Kiesgrube östlich von Leutstetten.

Feinerer aufbereiteter Moränenkies. Oben Verwitterungstrichter mit dunklem Band von rotem Lehm. Die weißen von den Spitzen der Verwitterungstrichter herablaufenden Streifen sind durch Kalkkarbonat verkittete Rippen. Vgl. S. 27.



W. KOEHNE phot. 1914.

Fig. 7.

Findlingsblöcke auf der Endmoräne im Walde bei Hanfeld (gegen Hadorf zu). Vgl. S. 23.

VII. Spezielle bodenkundliche Untersuchung.

1. Die Aufgabe der wissenschaftlichen Bodenuntersuchung.

Durch die physikalische Bodenuntersuchung wird die Kornzusammensetzung ermittelt, d. h. das genaue Mengenverhältnis, in dem die Bodenteile: Steine, Grand, Sand, Kalk, Ton und Humus vorhanden sind. Durch die „Analyse“ wird ferner ermittelt, welche chemische Beschaffenheit der Boden besitzt, d. h. insbesondere, in welcher Menge die vier wichtigsten Pflanzennährstoffe Kalk, Kali, Stickstoff und Phosphorsäure darin vorhanden sind. Die speziell „physikalische“ Bodenuntersuchung endlich stellt fest, wie sich der Boden gegen Wasser und Luft verhält und ermittelt zu diesem Zweck seine Fähigkeit, Wasser festzuhalten, sein Porenvolumen und seine Porosität, d. h. das Porenvolumen, das der Luftzirkulation dient.

Die „petrographische“ Untersuchung zeigt außerdem noch, aus welchen Gesteinen und Mineralien der Boden besteht, bzw. aus welchen er hervorging und gibt somit genaue Kenntnis darüber, über welche Reserven an noch nicht aufgeschlossenen Pflanzennährstoffen derselbe verfügt.

Ohne weiteres ist durch diese Untersuchungen gegeben, ob ein Boden leicht oder schwer, kalt oder warm, tätig oder untätig, nährstoffreich oder nährstoffarm, wasserdurchlässig oder wasserhaltend ist, ob genügend Luft in ihm enthalten und ob er die zugeführten Dungstoffe festzuhalten vermag oder nicht. Bei entsprechender Berücksichtigung der in der Bodenkarte niedergelegten Profile und der anderen graphischen Angaben läßt sich somit ein zweckmäßiger Wirtschaftsplan entwerfen. Das heißt, es läßt sich entscheiden, welche Kulturart am vorteilhaftesten ist, wie der Boden bearbeitet werden muß, ob Melioration oder Tiefkultur angezeigt ist, welche Früchte am ertragreichsten sind und welche Fruchtfolge einzuhalten ist.

Der Wert der wissenschaftlichen Bodenuntersuchung liegt also darin, daß sie die genaue Zusammensetzung der vorkommenden Bodenarten ermittelt; außerdem werden diese auch benannt und klassifiziert.

Mit einer wirklich zutreffenden Bezeichnung eines Bodens verknüpft sich bereits eine gewisse Vorstellung über seine wichtigsten Eigenschaften, so daß man daraufhin leicht übersieht, wie er am besten zu nutzen und am zweckdienlichsten zu bearbeiten ist unter entsprechender Berücksichtigung der örtlichen und auch der klimatischen Verhältnisse. Jeder Landwirt kann seine Böden nach einer ganz elementaren Methode hin untersuchen und darnach einteilen, d. h. er kann zugleich mit Hilfe eines Fläschchens Salzsäure durch genaue Augenscheinahme, Befühlen und Befeuchten der Böden sich ein Urteil darüber bilden, in welchem Verhältnisse die vier wichtigsten Bodenbestandteile: Sand, Ton, Kalk und Humus vorhanden sind.

Dies kann von jedem Landwirt um so leichter geübt werden, als er so wie so schon daran gewöhnt ist, seine Bodenarten in gewisser Weise wohl voneinander zu unterscheiden.

Durch die erwähnten grundlegenden Unterscheidungen wird der Charakter und der Wert eines Bodens in allererster Linie bedingt; das Mengenverhältnis der oben erwähnten Bodenbestandteile bildet den Maßstab für die sogen. unver-

änderlichen Eigenschaften des Bodens, die also durch Arbeit, Kultur und Düngung nur sehr wenig verändert werden können. Es bedarf wohl nur des Hinweises, daß ein geübter Bodenkundler bereits aus einer solchen elementaren Untersuchung heraus¹⁾ wie sie oben angedeutet, noch eine Reihe weiterer, mitunter recht wichtiger Schlüsse über den betreffenden Boden abzuleiten vermag, deren Richtigkeit er dann durch eine genaue wissenschaftliche Untersuchung bestätigen kann.

Es ist für den Landwirt ebenso nötig, sich mit der stofflichen Beschaffenheit seines Bodens zu beschäftigen und nicht nur Arbeitsmethoden anzuwenden, die oft lediglich auf zufälligen Ergebnissen fußen oder Überlieferung sind. Durch diese selbständige Mitarbeit wird der Landwirt auch die durch die wissenschaftliche Bodenuntersuchung ermittelten Zahlen und Beziehungen praktisch verwerten lernen.

2. Die Grundlagen für die wissenschaftliche Bodenuntersuchung.

Durch die Feldaufnahme wird zunächst die geologische Herkunft der Böden ermittelt und durch die Kartierung in ihrer Flächenverbreitung dargestellt.

Sind es auch vereinzelte Fälle, bei denen sich die eindeutigsten Beziehungen zwischen der geologischen Formation und der darauf befindlichen Vegetation nachweisen lassen, so ergeben sich doch auch sonst bei eingehenderer Betrachtung zwischen geologischer Formation und Bestandesgüte mehr Beziehungen als man vermutet. Der Grund für diese Erscheinungen liegt darin, daß jeder aus einer geologischen Formation hervorgegangene Boden auch mehr oder weniger typische Merkmale behalten hat, die auf seine Abstammung hindeuten. Der Boden ist ja zumeist aus dem Gestein durch Verwitterung hervorgegangen und da in unseren Breitegraden die Gesteinsverwitterung nicht zu weit fortgeschritten ist, so ist das Muttergestein des Bodens auch sehr häufig für seine Beschaffenheit charakteristisch.

Es bedarf ferner wohl nur eines Hinweises, daß die Tiefe der Verwitterungsdecke für die Wasserführung und den gesamten Wasserhaushalt des Bodens von der größten Bedeutung ist.

Sehr oft ergibt bereits die elementare Untersuchung, daß Böden, die aus einer und derselben geologischen Formation hervorgegangen, einen bestimmten Typ bilden. Genauere Aufschlüsse hierüber kann natürlich nur eine wissenschaftlich ausgeführte Untersuchung geben. Aus einer rein geologischen Karte allein kann man daher wohl einen Schluß auf die allgemeine Art, aber nicht auf die Güte der Böden in dieser Karte ziehen. Es ist wichtig, hierüber immer noch die örtliche Lage zu berücksichtigen, z. B. ob der betreffende Boden auf einer Anhöhe oder im Tal liegt.

Es ist ferner dem Landwirte bekannt, daß zwischen Klima und Boden enge Beziehungen bestehen, insoferne, als der eine Boden die herrschenden örtlichen Witterungsverhältnisse besser ausnützt als der andere.

¹⁾ Wie sie besonders im Laboratorium des Herrn Geh. Hofrat Prof. KRAUS geübt wird.

Aufgabe der Wissenschaft aber ist es, diese Beziehungen bis ins einzelne zu verfolgen, um daraus allgemeine gültige Schlüsse ableiten zu können.

Ausdrücklich bemerkt muß schließlich noch werden, daß trotz eingehender Bodenuntersuchung und Bodenkartierung es absolut ausgeschlossen ist, daß sich in den Erläuterungen auch der geologisch-agronomischen Blätter Wirtschaftspläne für die einzelnen Grundstücksbesitzer innerhalb des Blattgebietes aufstellen lassen. Es können nur die Ergebnisse der Bodenuntersuchung gegeben werden, welche der Landwirt bei seinen Maßnahmen für eine zweckmäßige Bodenkultur unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Momente nicht außer acht lassen möge.

3. Kurze Charakteristik der angewandten Methoden der Bodenuntersuchung.

Es soll nur kurz zu zeigen versucht werden, welche Ergebnisse jede der bei der Bodenuntersuchung angewendeten Methoden zeitigt und welche Gesichtspunkte sich hieraus für die Praxis jeweilig ergeben. Die Auswertung wissenschaftlicher Resultate bereitet wohl manche Schwierigkeiten; es ist aber nötig, sie zu überwinden.

Zu allen wissenschaftlichen Untersuchungen dient der sogen. Feinboden, d. h. der durch das 2 mm-Sieb von Steinen und Grand abgeseibte Boden.

Die chemische Bodenanalyse kann entweder eine sogen. Bauschanalyse oder eine Nährstoffanalyse sein.

Im ersteren Falle wird bestimmt, in welchem prozentualen Verhältnisse die chemischen Elemente bzw. Verbindungen am Aufbau des gesamten Bodens beteiligt sind, während man sich bei der Nährstoffanalyse damit begnügt, festzustellen, welche Pflanzennährstoffe aus dem betreffenden Boden den Pflanzen in absehbarer Zeit zur Verfügung stehen.

Im letzteren Falle wird eine bestimmte Menge des Feinbodens eine Stunde lang mit kochender, konzentrierter Salzsäure behandelt. In der so erhaltenen Nährstofflösung werden vom Chemiker Tonerde, Eisenoxyd, Kalkerde, Magnesia, Kali, Schwefelsäure und Phosphorsäure bestimmt.¹⁾

Zwar ist es bis jetzt noch nicht gelungen, ein Lösungsmittel ausfindig zu machen, das gerade so viel Nährstoffe aus dem Boden zu lösen vermag, als dies von den Pflanzenwurzeln tatsächlich geschieht. Somit wissen wir nicht, ob die durch die Analyse ermittelten Mengen an Pflanzennährstoffen den Pflanzen auch wirklich zur Verfügung stehen. Wenn wir z. B. durch die Analyse ermitteln, daß im Boden ein hoher Prozentsatz an Kali sich vorfindet, so ist damit die Frage noch keineswegs entschieden, ob dieses Kali auch von den Pflanzenwurzeln aufgenommen werden kann. Dagegen ist damit festgestellt, daß auf absehbare Zeit ein reicher Vorrat an diesem wichtigen Stoffe vorhanden ist, der durch die Verwitterung nach und nach aufgeschlossen werden kann. Der Wert der Nährstoffanalyse liegt somit darin, daß durch sie lediglich allgemeine Anhalts-

¹⁾ Die im bodenkundlichen Teil angeführten Analysen sind in der Regel Nährstoffanalysen; sie enthalten somit nicht alle bei einer Bauschanalyse sonst bestimmbaren Stoffe, die zusammen 100% ergeben müssen.

punkte gegeben werden. Den wichtigen, auch in kleinem Umfange anzustellenden Düngungsversuch kann sie nicht ersetzen, ihm aber bestimmte Richtung geben.

Um dem Praktiker einen Anhalt für die Beurteilung chemischer Analysen zu geben, ist folgende Skala angeführt, die einen guten Überblick gewährt.

Die Zahlen beziehen sich auf den salzsauren Auszug der lufttrockenen Feinerde ($< 2 \text{ mm}$)¹⁾ des Bodens.

	Kali		Phosphorsäure	Kalk u. Magnesia	Kalk nach MAERCKER		Stickstoff
	in kalter	in heißer			im Lehm-boden	im Sand-boden	
	Salzsäure						
	‰	‰	‰	‰	‰	‰	‰
Arm (d. h. d. Stoffanreicherung bedürftig)	0,03 bis 0,06	0,08 bis 0,12	0,04 bis 0,07	0,1 bis 0,25	$< 0,10$	$< 0,05$	0,03 bis 0,06
Mäßig	0,06 bis 0,1	0,12 bis 0,2	0,07 bis 0,1	0,25 bis 0,5	0,10 bis 0,25	0,10 bis 0,15	0,06 bis 0,1
Gut (ersatzbedürftig in Phosphorsäure)	0,1 bis 0,15	0,2 bis 0,4	0,10 bis 0,15	0,5 bis 1,5	0,25 bis 0,50	0,15 bis 0,2	0,10 bis 0,20
Reich (ersatzbedürftig in Phosphorsäure)	0,15 bis 0,20	0,4 bis 0,5	0,15 bis 0,25	1,5 bis 3,0	0,50 bis 1,0	0,2 bis 0,3	0,2 bis 0,3
Sehr reich (Raubbauzulässig)	$> 0,2$	$> 0,5$	$> 0,25$	$> 3,0$	$> 1,0$	$> 0,30$	$> 0,3$

In neuester Zeit wurden von zwei bedeutenden Forschern, E. A. MITSCHERLICH in Königsberg und E. RAMANN in München zwei Methoden ausgearbeitet, bei denen die Böden mit Kohlensäure extrahiert und in diesem Extrakte eine Bestimmung der in Lösung gegangenen Pflanzennährstoffe vorgenommen wird. Es liegt diesen Methoden die Annahme zu Grunde, daß von Kohlensäure ähnliche Mengen von Pflanzennährstoffen gelöst werden, wie dies von den Wurzeln selbst geschieht. Außerdem legte E. RAMANN der im April 1914 in München tagenden Kommission für die chemische Bodenanalyse ein von ihm ausgearbeitetes Verfahren vor, die im Boden absorptiv, d. h. leicht gebundenen und daher den Wurzeln zur Verfügung stehenden Pflanzennährstoffe zu bestimmen.

Diese Methoden, welche dereinst zweifellos reiche Früchte für die Praxis zeitigen werden, sind aber noch zu wenig ausgebaut, um sie bereits jetzt anwenden zu können. Einstweilen sind deren wissenschaftliche Grundlagen, wie insbesondere die einschlägigen pflanzen-physiologischen Fragen noch nicht genügend geklärt.

Die chemische Untersuchung des Bodens umfaßt auch außer der Bestimmung der bereits erwähnten Pflanzennährstoffe noch die der Kohlensäure, des Stickstoffs und des Humus¹⁾.

¹⁾ $> =$ Zeichen für „größer als“, $< =$ Zeichen für „kleiner als“.

Erstere wird im sogen. SCHEIBLER'schen Apparat bestimmt, der Stickstoff dagegen nach dem bekannten KJELDAHL-Verfahren.

Der Humus kann teils direkt durch die Elementaranalyse, teils indirekt aus dem Glühverluste bestimmt werden.

Außer der sogen. gewichtsanalytischen Bestimmung des Kalkes wurde noch der Passon'sche Kalkmesser benützt, der infolge seiner Handlichkeit von jedem Landwirte nach der beigegebenen Gebrauchsanweisung benützt werden kann; seine Verwendung kann dem Landwirte, der sich rasch über den Kalkgehalt seiner Böden unterrichten will, nur dringendst empfohlen werden.

Eine Ergänzung der Ergebnisse der chemischen Analyse scheint auf Grund bisheriger Versuche in der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit von Bodenlösungen zu liegen. Es ist dies ein recht geeignetes Mittel, um Aufschluß über die Menge der vorhandenen löslichen Salze im Boden zu erhalten, die für die Pflanzenwelt von großer Bedeutung sind.

Das Prinzip der Methode beruht darauf, daß die Leitfähigkeit der elektrolytisch gespaltenen Pflanzennährstoffe im Boden bestimmt wird. Die Messung dieser Leitfähigkeit, bzw. des Leitwiderstandes geschieht in einem ziemlich komplizierten Apparate, der nach dem Prinzip einer WHEATSTONE'schen Brücke gebaut ist.

Die an und für sich sehr genaue Messung gibt jedoch nur die Wirkung der Summe aller löslichen Salze an. Es lassen sich somit einstweilen nur Schlüsse allgemeiner Natur und zwar nur von den mit der wissenschaftlichen Bodenuntersuchung Betrauten ableiten.

Sehr wichtig ist die Kenntnis des Aufbaues eines Bodens, d. h. die genaue Feststellung seines Gehaltes an Steinen, Kies, Sand, Staub und Ton, da hievon die wichtigen physikalischen Eigenschaften eines Bodens abhängen, die im allgemeinen nur wenig verändert werden können und daher in erster Linie den Bodenwert bestimmen.

Die Bestimmung geschieht durch die sogen. mechanische Analyse, welche die Sieb- und Schlämmethode umfaßt.

Der Gehalt an Steinen und Kies wird durch Absieben ermittelt und zwar wird man zweckmäßig etwa 1 kg Boden hiezu verwenden. Siebe mit der Maschenweite von 5 mm lassen die Steine nicht passieren, solche von 2 mm Weite gestatten die Bestimmung des Kiesel. Das von den Steinen und dem Kies Abgesiebte ist die sogen. Feinerde, die zur Ausführung einer Schlämmanalyse verwendet wird.

Die Schlämmanalyse bezweckt, diese Feinerde noch weiter in die vorhandenen Sande zu zerlegen, welche das Bodenskelett bilden, in „Staub“, welcher vorzügliches Wasserleitungsvermögen besitzt, und in die tonartigen feinsten Teilchen, welche als wichtigste Träger der Pflanzennährstoffe zu gelten haben.

Diese für die Beurteilung der Böden so überaus wichtige Zerteilung nach ihren Korngrößen wird durch Wasser bewirkt. Die zahlreichen Methoden zerfallen je nach ihrem Prinzip in Sedimentierverfahren oder Spülverfahren.

Wir gebrauchen eine Methode nach dem zweiten Prinzip, dem sogen. Spülverfahren, das КОРЕЦКЫ'sche Schlämmverfahren, das viele Vorzüge in sich vereinigt.

Durch drei miteinander verbundene Glaszylinder wird ein konstanter Wasserstrom geschickt, der nur die feinen, abschlämmbaren Teilchen der Feinerde wegführt, während sich in den drei Zylindern je nach ihrem Querschnitte ganz bestimmte Korngrößen absondern, welche bestimmten hydraulischen Werten entsprechen:

1. der Sand, d. h. die Teilchen von 2 mm bis 0,1 mm Korndurchmesser;
2. der Staubsand, d. h. die Teilchen von 0,1–0,05 mm Korndurchmesser;
3. der Staub, d. h. die Teilchen von 0,05–0,01 mm Korndurchmesser.

Der Rest besteht aus fortgespülten „abschlämmbaren“ Teilchen, die einen Korndurchmesser kleiner als 0,01 mm besitzen.

Wie bereits erwähnt, besitzt jede der erwähnten einzelnen Korngruppen im Boden bestimmte Eigenschaften. So ist z. B. der Staub (0,05–0,01 mm Korndurchmesser) der vorzügliche Träger des Wasserleitungsvermögens, woraus sich auch erklärt, daß beispielsweise der Lehm, der gewöhnlich sehr reich an Staub ist, so gute physikalische Eigenschaften besitzt. In jüngster Zeit wiesen einige wissenschaftliche Arbeiten darauf hin, daß die Fruchtbarkeit eines Bodens mit seinem Gehalt an Staub parallel gehe.

Der Gehalt an abschlämmbaren Teilchen ist ebenfalls von Bedeutung; sie sind die Träger der Pflanzennährstoffe und der Bodenkolloide.

Ein weiterer großer Vorteil der Schlämmanalyse liegt ferner darin, daß die einzelnen so zerlegten Korngruppen sehr geeignet zu einer mikroskopischen Untersuchung sind, aus der wir wichtige Aufschlüsse über den Gehalt eines Bodens an Mineralien erhalten, die durch die Vorgänge der Verwitterung gewisse, der Abgabezeit nach unerschöpfliche Reservoirs an den Pflanzennährstoffen Kali, Kalk und Phosphorsäure erschließen können.

Endlich bildet die Schlämmanalyse noch einen Maßstab zu einer Bodenbezeichnung und Klassifikation.

Die nach der Methode Корецькы's geschlämmten Bodenarten können, wenn wir lediglich die Korngrößen ins Auge fassen und andere wichtige Eigenschaften außer acht lassen, folgendermaßen klassifiziert werden:

Ton- böden	{	<ol style="list-style-type: none"> 1. > 70% I Ton. 2. 60–70% I und unter 20% II: Tonboden. 3. 60–70% I und unter 20% II: toniger Boden. 4. 50–60% I und unter 20% II: toniger Boden. 5. 50–60% I und über 20% II: tonig-lehmiger Boden. 6. 40–50% I und unter 10% II: tonig-sandiger Boden. 7. 40–50% I und von 10–20% II: tonig-lehmigsandiger Boden.
Lehm- böden	{	<ol style="list-style-type: none"> 8. 45–50% I und über 20% II: toniger Lehm. 9. 10–45% I und über 20% II: Lehm. <li style="padding-left: 40px;">I + II > 45%. 10. Dasselbe aber über 20% IV: sandiger Lehm. 11. Dasselbe aber über 30% III + IV: feinsandiger Lehm.

- | | | |
|----------------|---|--|
| Sand-
böden | { | 12. 25—40% I und unter 10% II: sandig-toniger Boden. |
| | | 13. 25—40% I und 10—20% II: sandig-tonig-lehmiger Boden. |
| | | 14. 10—25% I und unter 5% II: toniger Sandboden. |
| | | 15. 10—25% I und 5—10% II: toniger lehmiger Sand. |
| | | 16. Dasselbe 10—35% II: lehmiger Sand.
$\quad \quad \quad \underbrace{\quad \quad \quad}_{I + II < 45\%}$ |
| | | 17. Unter 10% I und unter 10% II: schwach toniger Sand. |
| | | 18. Unter 10% I und über 10% II: schwach lehmiger Sand. |

Anm. I = abschlämbbare Teilchen < 0,01 mm

II = Staub 0,01—0,05 mm

III = Staubsand 0,05—0,1 mm

IV = Sand 0,1—2 mm.

Es soll aber nicht verschwiegen werden, daß die Beurteilung der Resultate der Schlämmanalyse nur von einem erfahrenen Fachmann einwandfrei erfolgen kann; es sind ab und zu Abweichungen in den Ergebnissen nicht ganz ausgeschlossen, da durch Sieben und Schlämmen eine völlig exakte Trennung der Bodenbestandteile in Gruppen gleicher Korngrößen nicht möglich ist. Die Erfahrungen verschiedener Autoren, die nur bestätigt werden können, lehren aber, daß die Abweichungen von ganz exakten Zahlen in der Regel nicht sehr bedeutend sind. Zur praktischen Beurteilung der Zusammensetzung von Böden ist die Schlämmanalyse jedenfalls hinreichend genau und unentbehrlich.

Die Schlämmanalyse ist somit ein Mittel zur genaueren Bodenbezeichnung und Klassifikation. Jedenfalls lassen sich die Resultate von Düngungs- und Anbauversuchen, die auf klassifizierten Böden vorgenommen wurden, deren genaue Zusammensetzung und geologische Herkunft bekannt ist, mit einem hohen Grade von Sicherheit auf ähnliche Böden übertragen, wenn man dabei noch die örtliche Lage und die klimatischen Verhältnisse berücksichtigt hat.

Als Ergänzung der Schlämmethode werden noch Tonbestimmungen ausgeführt, da die abschlämbbaren Teilchen nicht nur aus Ton, sondern auch aus anderen feinsten Gesteinsbruchstücken bestehen können.

Nach dieser Methode wird fein verriebene Feinerde mit etwas Salzsäure und Ammoniak behandelt und dann in einem Zylinder bis zu einer Marke aufgefüllt. Es wird dann alle 24 Stunden abgehebert und aus der abgeheberten Lösung der Ton mit etwas Salzsäure ausgefüllt und nach dem Trocknen und Glühen gewogen.

Um zu bestimmen, wie „schwer“ ein Boden ist, d. h. welchen Widerstand derselbe der Bearbeitung entgegensetzt, kann man sich einer sehr einfachen Methode der Druckfestigkeitsbestimmung bedienen, die auch vom Praktiker ausgeführt werden kann.

Durch beiderseits offene kleine Röhren von 11 mm lichter Weite wird feuchter Boden gepreßt und sodann hieraus kleine Bodenzylinder von 2 cm Höhe geformt. Nach dem Trocknen werden diese einer Belastungsprobe ausgesetzt und festgestellt, bei welcher Belastung sie brechen. Das hiezu benützte Gewicht war ein 3 kg-Gewicht, das am Ende eines 50 cm langen einarmigen

Hebels angebracht ist, der in Zentimeter eingeteilt ist. Es wird sodann die Entfernung vom Hebelstützpunkt notiert, bei der sie bei dem vom Gewichte ausgeübten Druck eben zerbrechen.

Zu großer Bedeutung in der Beurteilung der Güte eines Bodens ist die von MITSCHERLICH in die Bodenkunde eingeführte Messung der Hygroskopizität gelangt. Diese Messung bestimmt die innere und äußere Bodenfläche und besitzt insoferne großes praktisches Interesse, da sie die Resultante aus verschiedenen, die Bodenfruchtbarkeit bedingenden Faktoren ist. Die Hygroskopizitätsbestimmung gibt zur Zeit immerhin noch den besten Aufschluß über den Gehalt eines Bodens an Kolloiden, auf deren Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit gerade in neuester Zeit so häufig hingewiesen wird.

Zum Schlusse sollen noch alle jene Versuche erwähnt werden, welche die direkte Bestimmung wichtiger physikalischer Eigenschaften des Bodens bezwecken, wie z. B. sein Verhalten zu Wasser und Luft, denen daher große Bedeutung zukommt. Da jeder Pflanzendecke im Boden Wasser und Luft in geeigneten Mengen zur Verfügung stehen muß, so erhellt hieraus die Wichtigkeit der Bestimmung gerade dieser physikalischen Bodeneigenschaften.

Das Studium der physikalischen Eigenschaften kann nur am gewachsenen Boden in natürlicher Lagerung mit Erfolg betrieben werden, also nicht an einer Sammlungsprobe.

Zu diesem Zweck wurde zu den diesbezüglichen Untersuchungen ein von Prof. KOPECKY ausgearbeitetes Verfahren benützt.¹⁾

Bestimmt wird hierbei die sogen. Wasserkapazität, d. h. die Fähigkeit, des Bodens, Wasser festzuhalten. In Gegenden mit sehr viel oder sehr wenig Niederschlägen ist diese Fähigkeit der Böden zumeist entscheidend für das Gedeihen der Vegetation.

Außerdem wird das gesamte Porenvolumen, somit das durch Wasser und das durch Luft erfüllte bestimmt; das gesamte Porenvolumen eines Bodens wird nämlich auch bei der Sättigung eines Bodens mit Wasser doch noch immer einen Teil seiner Poren für die Luftzirkulation zur Verfügung haben.

Ein großes Porenvolumen, sowie eine große Porosität ermöglicht eine gute Zirkulation der Luft im Boden, wodurch die wichtigen Vorgänge der Verwitterung und Verwesung im Boden vor sich gehen können und ein reiches Bakterienleben ermöglicht wird. Dadurch werden aber die Pflanzennährstoffe in Umlauf gesetzt.

Bei ungenügender Luftzufuhr jedoch ist Gelegenheit zur Bildung von Pflanzengiften gegeben, wie z. B. von Eisenoxydul und Schwefelkies, die dem Gedeihen der Pflanzen sehr gefährlich werden können.

Sinkt die Porosität, d. h. das der Luft zur Verfügung stehende Porenvolumen unter 10% herab, so ist Melioration dringend geboten.

Von der Bestimmung der Porosität sind wichtige Aufschlüsse über den Lufthaushalt im Wald- und Feldboden, insbesondere auf Flächen mit gemischten

¹⁾ Der KOPECKY-Apparat ist ein mit Ringen versehener Stahlbohrer, der solche Dimensionen besitzt, daß man hiemit den Boden ohne jede künstliche Veränderung entnehmen und so untersuchen kann.

Beständen, auf Kahlhiebflächen, sowie unbearbeitetem Acker- und Wiesenland zu erhoffen, wodurch wichtige Fragen der Praxis ihre Lösung finden können.

4. Resultate der speziellen Bodenuntersuchung.

Zusammenstellung der Entnahmepunkte von zur Untersuchung gelangten Bodenproben.

- P. 1.¹⁾ SW. VI 7. Lettige Moräne, tonig-lehmig verwittert, zwischen Leutstetten und Schwaige.
- P. 2. SW. VI 7. Senke im Moränengebiet, tiefgründige Verwitterung.
- P. 3. SW. VI 7. Fluviatiler Beckenabsatz im Moränengebiet.
- P. 4. SW. VI 7. Fluviatiler Beckenabsatz im Moränengebiet.
- P. 5. SW. VI 7. Tonmergel und Geschiebemergel zwischen Leutstetten und Wildmoos.
- P. 6. SW. VI 7. Untergrund des Moores aus 2 m Tiefe (Alluvium).
- P. 7. SW. VI 7. Diluvialer Tonmergel aus 60 cm Tiefe.
- P. 8. SW. VI 7. Künstlich veränderter Boden aus der Hofgärtnerei Leutstetten.
- P. 9. SW. VI 7. Diluvialer Tonmergel mit einigen Steinen.
- P. 10. SW. VI 7. Noväre Seekreide (Faulschlammkalk).
- P. 11. SW. VI 7. Alm (herausgepflühtes Stück).
- P. 12. SW. VI 7. Torfbodenprofil.
- P. 13. SW. VI 7. Mergeliger Kies im Moränengebiet.
- P. 14. SW. VI 7. Alluvialer Ton über Kalktuff.
- P. 15. SW. VI 8. Geschiebemergel aus der Moräne bei Rieden, Steilhang.
- P. 16. SW. VI 8. Lettige Moräne bei Rieden.
- P. 17. SW. VI 8. Lettige Moräne bei Rieden.
- P. 18. SW. V 8. Verwitterter subaerischer Lehm.
- P. 19. SW. V 8. Verwitterungsboden der äußeren Moräne.
- P. 20. SW. V 7. Fuß der Moräne gegen die Niederterrasse, Geschiebelehmprofil.
- P. 21. SW. V 7. Geschiebemergelprofil.
- P. 22. SW. V 7. Moränenkies mit Verwitterungsdecke.
- P. 23. SW. IV 9. Geschiebelehm an der Grenze gegen den subaerischen Lehm bei Unterbrunn.
- P. 24. SW. III 8. Gelber Decklehm (subaerischer Lehm) bei Frohnloh.
- P. 25. SW. III 8. Subaerischer Lehm aus der Ziegelei Hüll.
- P. 26. SW. III 8. Subaerischer Lehm bei Frohnloh.
- P. 27. SW. VI 7. Kleines Becken mit Alluvialton bei Leutstetten.
- P. 28. SW. V 7. Flinz, Obermiocän, in der Nähe von Mühlthal.
- P. 29. SW. V 7. Novärer Kalktuff gegenüber Mühlthal.
- P. 30. SW. VI 7. Torfboden in geringer Mächtigkeit über Ton südlich Petersbrunn.
- P. 31. SW. VI 9. Geschiebelehm aus 1 m Tiefe bei Mamhofen.

¹⁾ Die Entnahmestellen mit den betreffenden Punkten sind auf dem Blatte Gauting eingetragen.

- P. 32. SW. VI 9. Subaerischer, diluvialer Lehm bei Mamhofen aus 2 m Tiefe.
 P. 33. SW. VI 8. Ausgelaugter Waldboden aus der Moräne bei Hanfeld.
 P. 34. SW. IV 8. Subaerischer Lehm aus 2 m Tiefe bei Unterbrunn.
 P. 35. SW. III 8. Subaerischer Lehm, Ziegellehm bei Pentenried aus 90 cm Tiefe.
 P. 36. SW. V 8. Boden aus einer geologisch wichtigen Stelle bei Hausen.
 P. 37. SW. V 7. Niederterrasse, in der Nähe der Hochterrasse bei Kasparskreuth.
 P. 38. SW. VI 9. Novärer Moostorf bei Hanfeld.
 P. 39. SW. VI 9. Alluvialer Ton bei Hanfeld.
 P. 40. SW. III 8. Roter Kieslehm als Verwitterungsprodukt des Moränenschuttes.
 P. 41. SW. VI 8. Sandiger Lehm über Geschiebemergel.
 P. 42. SW. VI 9. Alluvialer, humoser Ton aus einem Sumpf bei Hanfeld.
 P. 43. SW. VI 10. Mergelfeinsand im Moränenschutt bei Hadorf.
 P. 44. SW. III 8. Niederterrassenkies aus der Kiesgrube bei Pentenried.
 P. 45. SW. III 8. Boden aus dem Fuße der Hochterrasse bei Pentenried.
 P. 46. SW. IV 8. Subaerischer Lehm vom Hohlwege bei Unterbrunn.
 P. 47. SW. VI 8. Boden aus der Niederterrassenkrume bei Hanfeld.
 P. 48. SW. III 10. Niederterrassenprofil bei Weichselbaum.
 P. 49. SW. III 10. Niederterrassenprofil bei Weichselbaum.
 P. 50. SW. IV 10. Geschiebelehm über in Kies übergehendem Geschiebemergel aus dem Moränengebiet bei Pfaffenhofen.
 P. 51. SW. IV 10. Sand, Kies, Mergel, geschichtet im Zuge der Endmoräne.
 P. 52. SW. IV 10. Sandiger Lehm aus dem Geschiebemergelgebiet bei Oberpfaffenhofen.
 P. 53. SW. IV 10. Mergelkies aus der Moräne bei Hochstadt.
 P. 54. SW. IV 10. Humushaltige Rinde auf Kies im Moränengebiet.
 P. 55. SW. V 8. Hafnerlehm aus dem Anger im Staatswald.
 P. 56. SW. V 7. Subaerischer Lehm aus dem Haller Holz.
 P. 57. SW. V 7. Subaerischer Lehm aus dem Haller Holz.
 P. 58. SW. V 7. Subaerischer Lehm aus dem Haller Holz.
 P. 59. SW. VI 7. Verwitterungsboden der Hochterrasse bei Mühlthal.

Verwitterungsböden der Hochterrasse und äußeren Moräne.

A. Hochterrasse.

Chemische Analyse.

P. 19 (15—25 cm).

Auszug mit konz. Salzsäure:

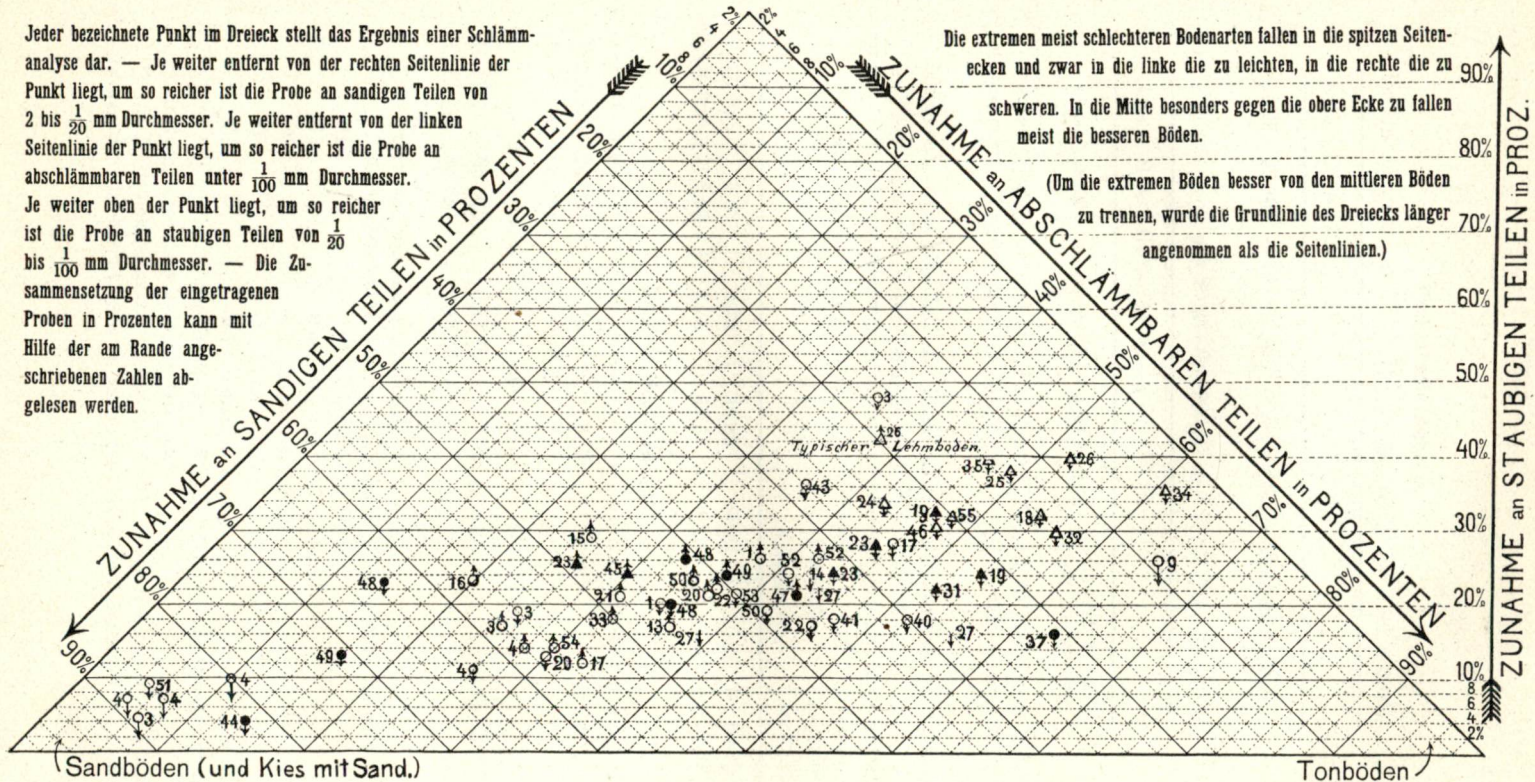
In konz. Salzsäure unlösl.	88,80 %	Natron	0,05 %
Kieselsäure	0,10 „	Wasser	1,16 „
Manganoxyd	0,22 „	Stickstoff	0,047 „
Eisenoxyd	3,02 „	Phosphorsäure	0,08 „
Tonerde	2,48 „	Schwefelsäure	0,05 „
Magnesia	0,08 „	Humus	0,5 „
Kalk	0,61 „	Glühverlust	4,20 „
Kali	0,09 „		

Anordnung der Bodenproben nach den Korngrößen der Feinerden.

Jeder bezeichnete Punkt im Dreieck stellt das Ergebnis einer Schlämmanalyse dar. — Je weiter entfernt von der rechten Seitenlinie der Punkt liegt, um so reicher ist die Probe an sandigen Teilen von 2 bis $\frac{1}{20}$ mm Durchmesser. Je weiter entfernt von der linken Seitenlinie der Punkt liegt, um so reicher ist die Probe an abschlämmbaren Teilen unter $\frac{1}{100}$ mm Durchmesser. Je weiter oben der Punkt liegt, um so reicher ist die Probe an staubigen Teilen von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{100}$ mm Durchmesser. — Die Zusammensetzung der eingetragenen Proben in Prozenten kann mit Hilfe der am Rande angeschriebenen Zahlen abgelesen werden.

Die extremen meist schlechteren Bodenarten fallen in die spitzen Seitenecken und zwar in die linke die zu leichten, in die rechte die zu schweren. In die Mitte besonders gegen die obere Ecke zu fallen meist die besseren Böden.

(Um die extremen Böden besser von den mittleren Böden zu trennen, wurde die Grundlinie des Dreiecks länger angenommen als die Seitenlinien.)



Die Nummern bedeuten die Entnahmestellen (s. S. 45, 46).

Pfeil nach oben bedeutet Probe von der Oberfläche, Pfeil nach unten: aus tieferen Zonen.

Durch leere Dreiecke sind die Proben aus dem Gebiete des gelben Lehms, durch schwarze Dreiecke diejenigen aus dem Gebiete der Hochterrasse und Äußeren Moräne, durch leere Kreise die Proben aus dem Bereich der Inneren Moräne, durch schwarze Kreise die aus der Niederterrasse, durch Punkte die aus dem Alluvium bezeichnet.

(Darstellungsweise ausgearbeitet von MATTH. SCHUSTER und W. KOEHNE.)

Mechanische Analyse.¹⁾

Der Durchschnitt aus P. 19 (75—85 cm) und P. 31 (1 m) ergibt²⁾:

I %	II %	III %	IV %	V %	VI %	
52,78	22,86	9,18	15,18	1,51	4,32	Lehmiger Tonboden.

Durchschnitt aus P. 23 (40—50 cm) und P. 23 (30—40 cm):

I %	II %	III %	IV %	V %	VI %	
44,40	26,12	9,13	20,35	3,28	10,40	Steinreicher, sandiger Lehm Boden.

Aus den ebenfalls untersuchten Punkten 19, 23 und 45 kann keine Durchschnittsberechnung vorgenommen werden, da diese drei Punkte exponierte Lage besitzen.

Desgleichen siehe Resultate der KÜHN'schen Schlämmanalyse im Original, sowie Bestimmungen der Wasserkapazität nach WAHNSCHAFFE.

Punkt.	Spez. Gew.	Volum-Gew.	Porenvolumen	Wasser-	Luft-	Wasser-
				Kapazität	Kapazität	Kapazität
				Volumen-%		Gew.-%
59 (10 cm)	2,58	1,32	48,83	38,61	10,22	29,22
59 (26 cm)	2,59	1,36	47,49	39,11	8,38	28,79

Sonstige Bestimmungen.

1. Gehalt an Kalk (CaCO_3) mit dem Passon'schen Kalkmesser bestimmt:

P. 19 (15—25 cm) . . . 0,05% P. 45 (2—12 cm) . . . 1,6%
 P. 19 (75—85 cm) . . . 0,10 „

2. Messung der elektrischen Leitfähigkeit³⁾:

P. 19 (15—25 cm) . . 0,71.10⁻⁴ P. 45 (2—12 cm) . . 2,96.10⁻⁴
 P. 19 (75—85 cm) . . 0,43.10⁻⁴

¹⁾ Im folgenden gilt ein für allemal:

- I. Korngröße unter 0,01 mm = feine abschlämmbare Teilchen.
- II. „ von 0,01—0,05 mm = Staub.
- III. „ „ 0,05—0,1 mm = Staubsand.
- IV. „ „ 0,1—2 mm = Sand.
- V. „ „ 2—5 mm = Kies.
- VI. „ „ über 5 mm = Steine.

NB! I bis IV in % des Feinbodens, V und VI in % des Gesamtbodens.

²⁾ Analysenergebnisse siehe im Original.

³⁾ Die Leitfähigkeit dieser Bodenlösungen wurde nach Messung ihres Widerstandes aus der Gleichung $C = w \cdot x$ vermittelt. Um die Konstante C zu finden,

3. Tonbestimmungen:

P. 19 (15—25 cm) . . .	17,5%	P. 45	16,7%
P. 19 (75—85 cm) . . .	22,4 „		

4. Bestimmung der Hygroskopizität:

P. 23 = 5,69%

B. Böden aus dem gelben Decklehm der Hochterrasse und äußeren Moräne.

Auszug mit konzentrierter Salzsäure.

	P. 18 (5—15 cm)	P. 18 (40—50 cm)	P. 24 (5—15 cm)	P. 26 (10—20 cm)		P. 18 (5—15 cm)	P. 18 (40—50 cm)	P. 24 (5—15 cm)	P. 26 (10—20 cm)
Kieselsäure . . .	0,13	0,10	0,10	0,11	Kali	0,06	0,05	0,07	0,06
Tonerde . . .	3,06	3,25	2,48	} 4,50	Phosphorsäure	0,11	0,21	0,14	0,06
Eisenoxyd . . .	2,61	2,86	2,29		Wasser	2,2	3,0	1,8	2,0
Manganoxyd . .	0,20	0,05	0,26	0,10	Glühverlust . .	6,2	3,4	5,2	4,6
Kalk	0,40	0,39	0,64	0,50	Stickstoff . . .	0,21	—	0,16	0,12
Magnesia . . .	0,20	0,36	0,25	0,10	Schwefelsäure	0,04	—	—	—

Mechanische Analyse.

Durchschnitt aus P. 26 (10—15 cm) und P. 18 (5—15 cm):

I %	II %	III %	IV %	V %	VI %	
41,25	38,91	9,55	10,40	0,93	0,79	Lehmboden.

Durchschnitt aus P. 55 (40 cm), P. 18 (40—50 cm) und P. 46 (50—60 cm):

I %	II %	III %	IV %	V %	VI %	
49,76	32,00	7,09	10,56	0,60	1,62	Toniger Lehmboden.

Durchschnitt aus P. 26 (80—90 cm), P. 35 (90 cm) und P. 25 (1 m):

I %	II %	III %	IV %	V %	VI %	
49,34	38,86	5,70	6,09	0,72	0,92	Toniger Lehmboden.

wurden zunächst Flüssigkeiten verwendet, deren Leitfähigkeit bekannt war. C ist die sogenannte Widerstandskapazität des Gefäßes, in dem sich die betreffende Flüssigkeit befindet, w ist der Widerstand, x ist die Leitfähigkeit. Zum Vergleich möge dienen, daß Normalchlorkaliumlösungen folgende Leitfähigkeiten besitzen:

$\frac{1}{10}$ nKCl bei 15°	Leitfähigkeit	104,8 · 10 ⁻⁴
$\frac{1}{50}$ nKCl „ 15°	„	22,4 · 10 ⁻⁴
$\frac{1}{100}$ nKCl „ 15°	„	11,47 · 10 ⁻⁴

Durchschnitt aus P. 32 (2 m), P. 34 (2 m) und P. 24 (2 m):

I %	II %	III %	IV %	V %	VI %	
53,53	32,62	6,76	7,09	0,48	1,82	Lehmiger Tonboden.

Bestimmung der Wasserkapazität, des Porenvolumens, der Luftkapazität und der spezifischen Gewichte.

Punkt	Spez. Gew.	Vol.-Gew.	Porenvolumen	Wasser-Kapazität Volumen-%	Luft-Kapazität	Wasser-kapazität Gew.-%
56 (30 cm)	2,53	1,28	49,40	41,82	7,58	32,69
57 (50 cm)	2,54	1,33	47,63	34,60	13,03	24,38
57 (60 cm)	2,57	1,29	49,80	36,14	13,66	26,42
58 (25 cm)	2,55	1,34	47,46	40,47	6,99	30,02
58 (10—15 cm)	2,57	1,31	49,02	38,64	10,38	29,46

Sonstige Bestimmungen.

1. Bestimmungen der Wasserkapazität nach WAHNSCHAFFE:

P. 26 (80—90 cm)	30,12%	P. 25 (1 m)	28,44%
30,54 „	„	18 (40—50 cm)	28,23 „

2. Gehalt an kohlensaurem Kalk, mit dem PASSON'schen Kalkmesser bestimmt¹⁾:

P. 18 (5—15 cm)	0,06%	P. 26 (10—15 cm)	0,06%
„ 18 (40—50 cm)	0,09 „	„ 55 (40 cm)	0,10 „
„ 24 (5—15 cm)	0,06 „	„ 26 (80—90 cm)	0,04 „
„ 26 (80—90 cm)	0,04 „		

3. Messungen der elektrischen Leitfähigkeit²⁾:

P. 18 (5—15 cm)	$1,02 \cdot 10^{-4}$	P. 26 (80—90 cm)	$0,85 \cdot 10^{-4}$
„ 18 (40—50 cm)	$0,52 \cdot 10^{-4}$	„ 26 (10—15 cm)	$1,72 \cdot 10^{-4}$
„ 55 (40 cm)	$0,86 \cdot 10^{-4}$	„ 34 (2 m)	$0,41 \cdot 10^{-4}$
„ 46 (50—60 cm)	$0,39 \cdot 10^{-4}$		

4. Tonbestimmungen:

P. 18 (5—15 cm)	14,7%	P. 24 (10—15 cm)	14,2%
„ 18 (40—50 cm)	28,4 „	„ 24 (10—15 cm)	15,0 „
„ 55 (40 cm)	28,2 „	„ 26 (10—15 cm)	14,2 „
„ 32 (2 m)	26,0 „		

5. Bestimmung der Hygroskopizität:

P. 34 (2 m)	7,69%
-------------	-------

¹⁾ Weitere Resultate im Original.

²⁾ Weitere Resultate ebenfalls im Original.

6. Bestimmung der Druckfestigkeit:

P. 26 (80—90 cm) . . .	18,5 kg	P. 18 (40—50 cm) . . .	20 kg
„ 25 (1 m)	17 „		

Verwitterungsböden der inneren Moräne.**A. Verwitterungsböden des Geschiebemergels und Geschiebelehmes.**

Auszug mit konz. Salzsäure.

	P. 17	P. 16	P. 15	P. 1	P. 1	P. 52
	5—10	5—20	15—25	5—15	15—25	10—15
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
Kieselsäure	0,09	0,10	0,09	0,12	0,10	0,22
Manganoxyd	0,26	0,30	0,28	0,24	0,24	0,15
Eisenoxyd	2,48	2,11	2,34	2,85	2,90	3,35
Tonerde	2,05	3,16	1,77	2,45	2,70	
Magnesia	0,44	0,23	1,34	0,24	0,23	0,19
Kalk	1,9	0,90	9,82	0,26	0,60	0,39
Wasser	4,8	3,6	2,6	2,6	2,2	1,8
Stickstoff	—	0,46	0,16	0,28	0,12	0,21
Kali	0,09	—	0,07	—	—	0,06
Phosphorsäure	0,22	0,08	0,04	0,12	0,11	0,04
Schwefelsäure	—	0,12	—	0,09	0,08	0,07
Humus	—	—	—	1,94	1,30	—
Glühverlust	9,0	13,2	10,8	8,2	4,2	6,0

Mechanische Analyse.

Durchschnitt aus P. 52 (5—10 cm), P. 1 (5—15 cm), P. 1 (15—25 cm), P. 21 (10—20 cm), P. 50 (3—10 cm), P. 20 (5—15 cm), P. 41 (2—10 cm) und P. 17 (5—10 cm).

I	II	III	IV	V	VI	
37,24	20,72	15,14	26,88	0,95	4,14	Sandiger Lehm.

Durchschnitt aus P. 52 (18—28 cm), P. 50 (17—30 cm) und P. 50 (35—45 cm):

I	II	III	IV	V	VI	
43,40	19,66	10,61	26,33	1,60	5,24	Lehmig-sandiger Tonboden.

Durchschnitt aus P. 7 (60 cm), P. 15 (65 cm) und P. 17 (65—75 cm):

I	II	III	IV	V	VI	
45,91	28,77	12,66	10,24	0,88	7,93	Steinreicher, toniger Lehmboden.

Durchschnitt aus P. 9 (1 m), P. 5 (1 m), P. 5 (80 cm) und P. 20 (85—100 cm):

I	II	III	IV	V	VI	
67,69	19,35	5,84	7,11	6,41	17,53	Steiniger Tonboden.

Sonstige Bestimmungen.

1. Bestimmung der Wasserkapazität:

P. 21 (10—20 cm) . . .	36,98%	P. 15 (10—20 cm) . . .	26,18%
	37,09 „	„ 50 (3—10 cm) . . .	32,18 „
„ 17 (65—75 cm) . . .	26,83 „	„ 52 (50—60 cm) . . .	29,87 „
„ 9 (1 m)	26,41 „	„ 17 (5—10 cm) . . .	35,70 „
„ 5 (1 m)	28,15 „		

2. Gehalt an kohlensaurem Kalk, mit dem PASSON'schen Kalkmesser ermittelt¹⁾:

P. 23 (5—15 cm)	0,17%	P. 15 (50 cm)	29,58%
„ 50 (17—30 cm)	0,6 „	„ 7 (60 cm)	36,25 „
„ 52 (5—10 cm)	0,10 „	„ 9 (1 m)	61,81 „
„ 20 (27—37 cm)	0,08 „	„ 20 (85—100 cm) . . .	78,0 „
„ 50 (35—45 cm)	0,42 „		

3. Messung der elektrischen Leitfähigkeit²⁾:

P. 50 (3—10 cm)	$1,99 \cdot 10^{-4}$	P. 50 (35—45 cm)	$1,21 \cdot 10^{-4}$
„ 20 (5—15 cm)	$2,35 \cdot 10^{-4}$	„ 16 (45—55 cm)	$1,38 \cdot 10^{-4}$
„ 52 (5—10 cm)	$1,76 \cdot 10^{-4}$	„ 23 (40—50 cm)	$0,70 \cdot 10^{-4}$
„ 23 (10—20 cm)	$2,99 \cdot 10^{-4}$	„ 5 (1 m)	$1,85 \cdot 10^{-4}$
„ 15 (50 cm)	$1,17 \cdot 10^{-4}$	„ 9 (1 m)	$1,19 \cdot 10^{-4}$
„ 20 (55—65 cm)	$1,40 \cdot 10^{-4}$		

4. Tonbestimmungen:

P. 50 (35—45 cm)	29,9%	P. 23 (5—15 cm)	22,7%
„ 41 (2—10 cm)	28,7 „	„ 52 (5—10 cm)	16,2 „
„ 1 (40—50 cm)	30,3 „	„ 15 (65—75 cm)	15,3 „
„ 21 (50—60 cm)	25,7 „	„ 9 (1 m)	13,4 „
„ 17 (65—75 cm)	25,7 „	„ 21 (10—20 cm)	12,7 „
„ 16 (45—55 cm)	24,6 „	„ 20	13,3 „
„ 52 (50—60 cm)	18,7 „		

5. Bestimmung der Hygroskopizität:

P. 21 (50—60 cm)	8,20%	P. 21 (80—90 cm)	2,55%
----------------------------	-------	----------------------------	-------

6. Resultate der KÜHN'schen Schlämmanalyse siehe im Original.

7. Bestimmung der Druckfestigkeit siehe im Original.

¹⁾ Weitere Bestimmungen im Original.

²⁾ Weitere Bestimmungen im Original.

B. Verwitterungsböden des Moränenkieses.**Chemische Analyse.**

	Auszug mit konz. Salzsäure			
	P. 13 (10—20 cm)	P. 22 (2—12 cm)	P. 54 (5—15 cm)	P. 33 (10—20 cm)
Kieselsäure	0,13	0,13	0,10	0,10
Manganoxyd	0,26	0,42	—	—
Tonerde	2,36	2,15	6,66	3,11
Eisenoxyd	2,52	2,31		
Magnesia	0,30	0,30	1,02	0,10
Kalk	0,36	0,62	12,0	0,64
Kali	0,06	0,07	0,02	0,02
Wasser	4,4	3,02	3,8	1,2
Glühverlust	13,02	13,06	18,0	5,8
Phosphorsäure	0,08	0,10	0,03	0,04
Stickstoff	0,29	0,26	0,52	—
Schwefelsäure	0,09	0,08	—	—

Mechanische Analyse.

Durchschnitt aus P. 22 (5—10 cm), P. 13 (0—10 cm), P. 54 (2—15 cm),
P. 53 (5—15 cm) und P. 32 (2—12 cm):

I	II	III	IV	V	VI	
34,69	20,39	15,63	29,34	2,51	9,98	Steinreicher, sandiger Lehmboden.

Durchschnitt aus P. 22 (30—40 cm) und P. 40 (30—40 cm):

I	II	III	IV	V	VI	
49,09	17,59	10,45	22,87	2,69	15,88	Steinreicher, lehmig-sandiger Tonboden.

Sonstige Bestimmungen.

1. Gehalt an kohlensaurem Kalk, mit dem Passon'schen Kalkmesser ermittelt:

P. 33 (2—12 cm)	0,06 %	P. 51	10,01 %
„ 22 (5—15 cm)	0,09 „	„ 13 (60—70 cm)	67,59 „
„ 40 (30—40 cm)	14,54 „	„ 51 (Kalksand)	99,8 „

2. Messung der elektrischen Leitfähigkeit:

P. 54 (5—15 cm)	$12,98 \cdot 10^{-4}$	P. 53	$1,23 \cdot 10^{-4}$
„ 43 (Mergel)	$2,65 \cdot 10^{-4}$	„ 33 (2—12 cm)	$1,08 \cdot 10^{-4}$
„ 51	$1,51 \cdot 10^{-4}$	„ 22 (30—40 cm)	$0,99 \cdot 10^{-4}$
„ 40 (30—40 cm)	$1,39 \cdot 10^{-4}$	„ 22 (5—15 cm)	$0,82 \cdot 10^{-4}$
„ 51 (Kalksand)	$1,11 \cdot 10^{-4}$		

3. Tonbestimmungen:

P. 22 (35—45 cm)	22,4%	P. 53	10,8%
„ 22 (5—15 cm)	17,7 „	„ 22 (80—90 cm)	7,3 „
„ 33 (2—12 cm)	8,6 „	„ 43	6,2 „
	8,8 „	„ 51	1,7 „

C. Böden aus Moränenstauseebecke der inneren Moräne.

Chemische Analyse.

Auszug mit konz. Salzsäure

P. 3 (5—20 cm)	P. 3 (25—35 cm)	P. 3 (5—20 cm)	P. 3 (25—35 cm)
Kieselsäure	0,15	0,13	Wasser 2,6
Manganoxyd	0,23	0,22	Stickstoff 0,21
Eisenoxyd	2,95	2,89	Phosphorsäure 0,06
Tonerde	2,44	2,72	Schwefelsäure 0,10
Magnesia	0,26	0,28	Kohlensäure 0,41
Kalk	1,16	0,88	Humus 3,10
Kali	0,06	0,07	Glühverlust 6,20
			4,20

Mechanische Analyse.

Die Resultate der Schlämmanalyse der ganzen Profile von P. 3 und P. 4 siehe im Original.

Demnach ist P. 3 (5—10 cm) ein lehmiger Sand mit 10,6% reinem Ton, P. 3 (25—35 cm) ein lehmiger Sand mit 13,0% reinem Ton, P. 3 (50—60 cm) ein mergeliger Lehmboden mit 19,2% Ton und P. 3 (115—125 cm) ein schwach toniger Sand.

P. 4 (5—10 cm) ein tonig-lehmiger Sandboden mit 8,1% reinem Ton, P. 4 (40—50 cm) tonig-lehmiger Sandboden, P. 4 (80—90 cm) ein schwach toniger Sand und P. 4 (110 cm) ein schwach toniger Sand mit 2,9% reinem Ton.

Resultate der Schlämmanalyse nach KÜHN siehe im Original.

Bestimmung der Wasserkapazität, des Porenvolumens, der Luftkapazität und der spezifischen Gewichte:

Punkt	Spez. Gew.	Vol.-Gew.	Poren- volumen	Wasser-	Luft-	Wasser-
				Kapazität Volumen-%	Kapazität Volumen-%	kapazität Gew.-%
11 (10 cm)	2,55	1,15	54,90	35,40	19,50	30,57
11 (15 cm)	2,57	1,20	53,31	36,05	17,26	29,99
11 (20 cm)	2,58	1,20	50,00	35,57	14,43	27,48

Sonstige Bestimmungen.

1. Gehalt an kohlenurem Kalk, mit dem PASSON'schen Kalkmesser ermittelt:

P. 3 (5—10 cm)	0,93%	P. 3 (115—125 cm)	9,46%
„ 3 (25—35 cm)	0,40 „	„ 4 (5—10 cm)	0,48 „
„ 3 (55—60 cm)	41,0 „	„ 4 (110 cm)	61,81 „

2. Messung der elektrischen Leitfähigkeit:

P. 3 (5—10 cm) . . .	1,06.10 ⁻⁴	P. 4 (5—10 cm) . . .	1,56.10 ⁻⁴
„ 3 (25—35 cm) . . .	0,70.10 ⁻⁴	„ 4 (40—50 cm) . . .	0,73.10 ⁻⁴
„ 3 (55—60 cm) . . .	1,12.10 ⁻⁴	„ 4 (80—90 cm) . . .	1,48.10 ⁻⁴
„ 3 (115—125 cm) . . .	1,12.10 ⁻⁴	„ 4 (110 cm)	0,99.10 ⁻⁴

Verwitterungsböden der Niederterrasse.

Chemische Analysen.

	Auszug mit konz. Salzsäure			
	P. 48 (3—10 cm)	P. 48 (20—25 cm)	P. 49 (3—13 cm)	P. 47 (5—15 cm)
Kieselsäure	0,06	0,07	0,14	0,18
Eisenoxyd	3,56	3,62	6,22	7,88
Tonerde	2,62	3,73		
Kalk	1,28	2,20	0,17	0,24
Magnesia	0,29	0,45	0,11	0,08
Kali	0,07	0,06	0,06	0,09
Phosphorsäure	0,08	0,08	0,03	0,12
Schwefelsäure	0,13	0,09	—	—
Stickstoff	0,36	0,17	0,33	0,35
Wasser	2,24	1,84	3,5	3,2
Glühverlust	—	—	12,4	9,6
Kieselsäure in 5%o-Sodalösung löslich			5,35	4,80

Mechanische Analyse.

Durchschnitt aus P. 47 (5—10 cm), P. 47 (10—15 cm), P. 49 (3—13 cm),
P. 49 (5—15 cm), P. 48 (3—10 cm) und P. 48 (5—15 cm):

I	II	III	IV	V	VI	
39,01	23,19	11,29	26,51	1,23	4,68	Sandiger Lehmboden.

P. 48 (20—25 cm):

I	II	III	IV	V	VI	
35,32	20,20	8,86	35,60	6,14	13,31	Steiniger, sandiger Lehmboden.

Durchschnitt aus P. 48 (35—45 cm) und P. 49 (30—40 cm):

I	II	III	IV	V	VI	
15,16	18,12	7,57	59,13	12,24	68,67	Sehr steinreicher, lehmiger Sand.

P. 44 (Niederterrassenkies bei Pentenried):

I	II	III	IV	V	VI	
13,66	3,84	4,10	78,40	10,98	66,40	Sehr steiniger, toniger Sand.

Wasserkapazität:

P. 48 (3—10 cm) . . . 44,35%.

Sonstige Bestimmungen.

1. Gehalt an kohlen saurem Kalk, mit dem PASSON'schen Kalkmesser ermittelt:

P. 37 (50—60 cm) . . .	0,20%	P. 48 (20—25 cm) . . .	1,10%
„ 49 (3—13 cm) . . .	0,07 „	„ 44 (Kies)	75,44 „
„ 49 (30—40 cm) . . .	62,21 „		

2. Messung der elektrischen Leitfähigkeit:

P. 47 (5—15 cm) . . .	$3,43 \cdot 10^{-4}$	P. 49 (30—40 cm) . . .	$1,80 \cdot 10^{-4}$
„ 48 (3—10 cm) . . .	$1,89 \cdot 10^{-4}$	„ 49 (3—13 cm) . . .	$2,26 \cdot 10^{-4}$
„ 48 (20—25 cm) . . .	$1,90 \cdot 10^{-4}$	„ 44	$1,80 \cdot 10^{-4}$
„ 48 (30—45 cm) . . .	$1,32 \cdot 10^{-4}$		

3. Bestimmung der Hygroskopizität:

P. 49 (3—10 cm) . . . 7,31%.

4. Tonbestimmungen:

P. 47 (5—15 cm) . . .	20,3%	P. 48 (35—45 cm)	6 %
„ 48 (3—10 cm) . . .	19,20 „	„ 49 (20—30 cm)	16,0 „
„ 48 (20—25 cm) . . .	20,2 „	„ 44	5,7 „

Böden aus dem Alluvium.**Mechanische Analyse.**

Die Resultate der diesbezüglichen Schlämmanalyse siehe im Original. Analysiert wurde P. 14 (70—80 cm) = alluvialer Ton über Kalktuff und das ganze Profil eines Beckens mit Alluvialton und zwar P. 27 (40—50 cm), P. 27 (104—108 cm), P. 27 (110—114 cm) und P. 27 (130—140 cm). Außerdem P. 10, noväre Seekreide, P. 14 (135—155 cm), Kalktuff und P. 11 = Alm.

Sonstige Bestimmungen.

1. Gehalt an kohlen saurem Kalk, mit dem PASSON'schen Kalkmesser ermittelt:

P. 14	98,92%	P. 27 (104—108 cm) . . .	0,09%
„ 27 (40—50 cm) . . .	0,18 „		

2. Messung der elektrischen Leitfähigkeit:

P. 10	5,31.10 ⁻⁴	P. 27 (110—114 cm) .	1,74.10 ⁻⁴
„ 27	4,23.10 ⁻⁴	„ 27 (130—140 cm) .	1,86.10 ⁻⁴
„ 27 (40—50 cm) . . .	2,89.10 ⁻⁴	„ 14	1,88.10 ⁻⁴

3. Tonbestimmungen:

P. 27 (40—50 cm) . . .	11,0%	P. 27 (130—140 cm) . . .	7,9%
------------------------	-------	--------------------------	------

Petrographische Kennzeichnung des „Sandes“, „Staubsand“ und „Staubes“ der Feinerde.¹⁾

Nr. 10. Noväre Seekreide. Sand: Gelblichweißer lockerer Sand von Kalkkrümeln mit vielen Schalenresten und sehr selten Muskovitschüppchen. Staubsand und Staub sind gelblichweiße lockere Pulver, die zwischen den Zähnen etwas knirschen.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 58.

Nr. 6. Untergrund des Moores. Sand: krümelig, hellgrau — bräunlich von Farbe; viele Schalen von Schnecken und winzigen Muscheln; stark kalkhaltig; knirscht zwischen den Zähnen. Der Staubsand ist von gleicher Farbe und bildet ein krümeliges, stark kalkhaltiges Pulver; Glimmerblättchen ziemlich selten; Schalenreste häufiger; knirscht zwischen den Zähnen. Der Staub ist ein hellgraues Pulver mit Schalenresten, stark kalkhaltig, knirscht zwischen den Zähnen.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 58.

Nr. 49. Niederterrasse. Sand: ziemlich grober, durch Humusstoffe braun gefärbter Sand; vorwiegend Quarz; selten Stückchen von Glimmerschiefer, Sandstein; gelbe — braune Körner (verwitterte Feldspäte und Kalkreste) ziemlich häufig; Glimmer sehr selten. Der Staubsand ist ein durch viel Humusstoffe brauner feiner Sand, der vorwiegend aus Quarzkörnern besteht; Glimmer (Muskovit) etwas häufiger. Der Staub ist ein braungraues feinsandiges Pulver; reich an Humusstoffen; Muskovit ziemlich häufig; knirscht stark zwischen den Zähnen.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 58.

Nr. 45. Hochterrasse. Sand: Farbe gelblich grau; Quarzkörner herrschen weitaus vor; seltener sind gelbliche Körner (verwitterte Feldspäte und Kalkreste); Kalk und Glimmer ziemlich selten. Der Staubsand ist ein hellgrauer feiner Sand von ähnlicher Zusammensetzung; nur etwas weniger Kalk und häufiger Glimmer. Der Staub ist ein feines graues Pulver, das zwischen den Zähnen knirscht und kalkfrei ist.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 59.

Nr. 35. Ziegellehm. Sand: Farbe hellbraun; Quarz vorwiegend; sehr häufig gelbliche — braune Körner (verwitterte Feldspäte oder Kalkreste); Gesteinstückchen und Eisenerz ziemlich häufig; Glimmer (Muskovit) ziemlich selten. Der Staubsand ist ein hellbrauner feiner Sand von ähnlicher Zusammensetzung,

¹⁾ Ausgeführt vom K. Assessor Dr. FRZ. MÜNCHSDORFER.

ohne Gesteinsstückchen; Glimmer sehr häufig. Der Staub ist ein hellbräunliches Pulver von der Zusammensetzung des Staubsandes.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 58.

Nr. 34. Decklehm. Sand: Farbe hellbräunlich; Quarzkörner vorherrschend; raue gelbe — bräunliche Körner (verwitterte Feldspäte und Kalkreste); ziemlich selten rote Gesteinsstückchen und Glimmer. Der Staubsand ist ein hellbräunlicher feiner Sand von ähnlicher Zusammensetzung; Glimmer (Muskovit) häufig. Der Staub ist ein gelbliches Pulver von gleicher Zusammensetzung.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 58.

Nr. 32. Decklehm. Sand: Farbe hellbraun; vorherrschend Quarz mit gelblichen und braunen mit Eisenoxyd stark gefärbten Körnern; Erzkörner häufig, Muskovit selten. Ähnlich zusammengesetzt ist der bräunlichgraue Staubsand (Muskovit ziemlich häufig) und der Staub, der von gelblich grauer Farbe ist und sehr häufig Muskovit enthält.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 58.

Nr. 33. Moräne. Sand: gelblich grau gefärbt; vorherrschend Quarz; größte Körner sind Stückchen von verschiedenen Gesteinen; undurchsichtige gelbliche — braune Körner (verwitterte Feldspäte und Kalkreste); Glimmerblättchen (Muskovit) ziemlich häufig. Ähnlich zusammengesetzt ist der Staubsand, ein sandiges gelblichgraues Pulver (ohne Gesteinsstückchen) mit vielen Glimmerblättchen, und der Staub, ein gelblich graues Pulver.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 58.

Nr. 41. Lehm Boden auf Geschiebemergel. Sand: von hellgrauer Farbe; vorwiegend Quarz, gelbliche Körner (Feldspäte und Kalkreste) häufig, ebenso Kalk. Der Staubsand ist ein feiner hellgrauer Sand, in dem wenig Glimmerblättchen aufblinken. Der Staub ist ein sandiges Pulver von hellgrauer Farbe mit mehr Glimmer.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 58.

Nr. 52. Feinsandiger Lehm über Geschiebemergel. Sand: gelblich grau, weitaus vorherrschend aus Quarz bestehend, mit gelblichen Körnern (Feldspäte und Kalkreste); etwas Kalk; Glimmer selten, Erzkörner ziemlich häufig. Der Staubsand ist ein feiner gelblicher Sand, vorwiegend Quarz mit gelblichen — braunen Körnern; Glimmer (Muskovit) ist ziemlich häufig; fast kalkfrei. Der Staub ist ein feinsandiges gelblichgraues Pulver mit viel Quarz und fast kalkfrei.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 58.

Nr. 5a. Tonmergel und Geschiebemergel (1 m Tiefe). Sand: gelblich grau; Körner mit über 1 mm Dicke fast nur Stückchen von kristallinen Gesteinen; Quarz vorherrschend; Kalk viel (weißlich bis dunkelgrau; Kalkröhrchen selten); Feldspat stark angewittert; Muskovit und Biotit. Der Staubsand ist ein gelblichgraues sandiges Pulver, in dem häufig Glimmerblättchen aufblitzen; Quarz und gelbliche Körner; stark kalkhaltig. Der Staub ist ein grau-gelbes Pulver aus vorwiegend Quarz bestehend; Glimmer häufig; stark kalkhaltig.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 58.

Nr. 5b. Tonmergel und Geschiebemergel. Sand hellgelbgrau, vorwiegend Quarz- und Kalkkörner; Kalkröhrchen sehr selten. Der Staubsand ist ein hell-

Tabelle der mineralischen Zusammensetzung des „Sandes“, „Staubsandes“ und „Staubes“ der Feinerde.¹⁾

Es bedeutet: hh = sehr häufig; h = häufig; zh = ziemlich häufig; ss = sehr selten; s = selten; zs = ziemlich selten.

Nr.	Bezeichnung der Böden	Quarz	Feldspat	Glimmer	Hornblende	Eisenerz	Granat	Turmalin	Zirkon und Anatas	Rutil	Karbonate	Bemerkungen ²⁾	
10	Noväre Seekreide:	Sand	s	—	—	—	—	—	—	—	hh		
	Staubsand	zs	—	—	—	—	—	—	—	—	hh		
	Staub	ss	—	—	—	s	—	—	—	—	hh		
6	Untergrund des Moores:	Sd.	zs	—	—	—	—	—	—	—	hh	Biotit grün. Biotit grün.	
		Stsd.	zh	—	zs	s	—	—	s	ss	hh		
		St.	zs	—	s	—	s	—	—	—	hh		
49	Niederterrasse:	Sd.	hh	s	s	zs	h	zs	—	s	—	Titanit ss? Biotit grün, braun — gebleicht.	
		Stsd.	hh	—	—	s	hh	s	—	s	—		
		St.	hh	—	zh	zs	h	—	s	zh	ss		
45	Hochterrasse:	Sd.	hh	s	zs	s	zh	zs	—	s	—	Muskovit s. Muskovit zs; Biotit grün, braun — gebleicht.	
		Stsd.	hh	s	zs	zs	zh	zh	—	s	—		
		St.	hh	—	zh	zs	zh	zs	zs	zs	—		
35	Ziegellemm:	Sd.	hh	s	—	s	zh	zs	—	—	—	Viel Brauneisen, Biotit braun — gebleicht. Biotit braun — gebleicht, grün ss; Mineral blaugrau isotrop, ohne Spaltbarkeit. Biotit braun, grün — gebleicht.	
		Stsd.	hh	zs	zh	zs	zh	zs	zs	h	zs		
		St.	hh	s?	zh	zs	zs	s	zh	zh	—		s
34	Decklehm:	Sd.	hh	zs	s	ss	zh	s	—	—	—	Biotit braun; ? Titanit ss. Biotit braun, grün — gebleicht mit Sageniteinschlüssen; Titanit? Biotit braun und grün, Muskovit ss.	
		Stsd.	hh	zs	zh	zs	zh	s	zs	h	—		zs
		St.	hh	s?	zh	zs	zh	s	zh	h	zs		—
32	Decklehm:	Sd.	hh	zs	zs	ss	zh	ss	—	ss	—	Epidot? Biotit braun und grün. Biotit braun, grün.	
		Stsd.	hh	zs	zh	s	h	zs	s	s	—		
		St.	hh	s	h	zs	zs	s	zh	h	ss		
33	Moräne:	Sd.	hh	zh	zh	zh	hh	zh	s	s	—	Biotit, braun, grün — gebleicht; Plagioklas ss; Rutil auch als Einschluß in Biotit. Biotit braun, grün; Plagioklas ss; Titanit? Biotit braun, grün — gebleicht	
		Stsd.	hh	zh	zh	zh	h	zs	zs	h	zs		
		St.	hh	zh?	zh	zh	zh	zs	zs	h	zs		

41	Lehmbod. üb. Geschiebemergel:	Sd.	hh	s	zs	zs	zh	h	ss	s	s	zs	Titanit? Biotit, grün — gebleicht; Turmalin schwarz-rötlich.
		Stsd.	hh	s	zs	zs	zs	zh	s	s	—	s	Titanit?
		St.	hh	ss	zs	s	zs	s	s	zh	—	zs	Biotit grün, braun — gebleicht.
52	Feins. Lehm üb. Geschiebemergel:	Sd.	hh	s	zs	s	zh	h	ss	s	s	—	Titanit? Granat meist stark gefärbt; Muskovit; braune Hornblende ss.
		Stsd.	hh	zs	zs	zs	zh	zs	ss	zh	s	ss	Titanit? Plagioklasss; braune Hornblend.ss.
		St.	hh	?	zh	s	zh	s	ss	zh	ss	—	Biotit braun — gebleicht.
5a	Tonmergel u. Geschiebemergel:	Sd.	zh	ss	—	s	zh	zs	—	ss	—	hh	Titanit?
		Stsd.	zh	—	zs	s	zs?	zs	ss	s	ss	hh	Biotit braun, grün — gebleicht.
		St.	zh	—	zs	s	zs	—	—	s	—	hh	Biotit braun, grün — gebleicht.
5b	Tonmergel u. Geschiebemergel:	Sd.	hh	ss	s	ss	zs	s	—	s	ss	hh	Plagioklasss; Biotit grün.
		Stsd.	hh	—	zs	s	s	zs	—	zs	—	hh	Titanit? Biotit braun und grün, Hornblende braun ss; Muskovit ss.
		St.	hh	—	zh	ss	zs	s	ss	ss	ss	hh	Biotit braun, grün — gebleicht.
7	Tonmergel:	Sd.	h	—	—	s	zs	zs	—	s	s	hh	Biotit grün — gebleicht.
		Stsd.	h	—	zs	s	s	s	ss	zs	ss	hh	Apatit ss; Biotit braun, grün — gebleicht;
		St.	zh	—	zs	ss	zs	s	s	zs	—	hh	Titanit?
17	Lettige Moräne:	Sd.	hh	ss	zs	—	zh	zh	—	zs	—	—	Titanit? s; Biotit braun; Granat meist stark gefärbt.
		Stsd.	hh	s	—	—	—	—	—	—	—	ss	Viel Humussubstanz.
		St.	hh	s	hh	zs	h	zh	zh	h	ss	—	Braune Hornblendess; Biotit braun, grün — gebleicht; Apatit ss.
22	Moränenkies:	Sd.	hh	zs	—	zs	zs	zh	ss	s	s	—	Isotropes farbloses Mineral?
		Stsd.	hh	zs	s	zs	zh	zh	ss	zh	s	—	Biotit braun.
		St.	hh	s	zs	zs	zs	s	s	h	s	—	Biotit braun, grün — gebleicht.
28	Flinz:	Sd.	hh	s	ss	ss	h	zh	ss	s	ss	—	Granat meist stark gefärbt; Biotit braun.
		Stsd.	hh	ss	zs	ss	zh	zh	ss	s	s	—	Muskovit.
		St.	hh	zs	h	—	zs	s	zs	zh	s	ss?	Muskovit s; Biotit braun, grün — gebleicht.

¹⁾ Ausgeführt vom K. Assessor Dr. FRZ. MÜNICHSDORFER.

²⁾ Nadeln von Kieselspongien (aus Flyschgesteinen stammend) fanden sich mit Ausnahme von Probe 10 in allen Bodenproben, am häufigsten in 49, 35, 34, 32, 33, 41, 5, 22 und 28. Hornblende, soweit nicht anders vermerkt, grün.

gelbgrauer feiner Sand von ähnlicher Zusammensetzung; Glimmer (Muskovit) ziemlich selten. Der Staub ist ein gelbliches feines Pulver, das zwischen den Zähnen knirscht und stark mit Salzsäure braust; Glimmerblättchen ziemlich selten.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 59.

Nr. 7. Tonmergel. Sand: bräunlichgelber Sand von hauptsächlich Quarz- und Kalkkörnern, Stückchen von Glimmerschiefer; Muskovit selten, ebenso Kalkröhrchen. Der Staubsand ist ein bräunlichgelber Sand von vorwiegend Quarz- und Kalkkörnern, Muskovitschüppchen ziemlich selten. Der Staub ist ein hellgelbliches Pulver, stark kalkhaltig, knirscht zwischen den Zähnen.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 59.

Nr. 17. Lettige Moräne. Sand: ziemlich grober gelblichgrauer Sand aus weitaus vorwiegend Quarzkörnern bestehend; Stückchen von kristallinen Gesteinen und Tonsteinen, gelbe — braune Körner (Feldspäte und Kalkreste) ziemlich häufig; Glimmer (Muskovit) ziemlich selten. Der Staubsand ist ein bräunlichgraues Pulver, knirscht stark zwischen den Zähnen, braust mit Salzsäure schwach; Glimmer (Muskovit) ziemlich selten. Der Staub ist ein ähnlich zusammengesetztes bräunlichgraues Pulver, in dem Muskovitschüppchen ziemlich häufig erkennbar sind.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 59.

Nr. 22. Moränenkies. Sand: gelblichgrauer grober Quarzsand mit gelblichen rauen Körnern (Feldspäte und Kalkreste); Stückchen von kristallinen Gesteinen; Muskovit sehr selten. Der Staubsand ist ähnlich zusammengesetzter Sand ohne Gesteinsstückchen; Muskovit ziemlich häufig; Staub ebenso sandiges Pulver aus hauptsächlich Quarzkörnern; Muskovit ziemlich häufig.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 59.

Nr. 28. Flinz. Sand: bräunlich grauer Sand, vorherrschend Quarz und hellbraune Körner (Feldspat und Kalkreste); Muskovit ziemlich selten. Der Staubsand ist ähnlich zusammengesetzt, Muskovit ziemlich häufig; der Staub ist ein hellbräunliches Pulver von gleicher Zusammensetzung.

Mikroskopischer Befund in Tabelle S. 59.

Bemerkungen zur mikroskopischen Untersuchung der Schlammproben.

In den Schlammproben finden sich natürlich die widerstandsfähigeren, zu meist von Urgesteinen herstammenden Mineralien vereinigt, vor allem Quarz, Feldspäte, Kali- und Magnesiaglimmer, Hornblende, Erz, Apatit und von selteneren Mineralien Turmalin, Zirkon, Anatas, Epidot, Titanit und Rutil. Bei Kalkmergelböden findet natürlich auch eine Anreicherung von Kalk in den Schlammproben statt. In keiner Probe („Seekreide“, Nr. 10 ausgenommen) fehlten die aus dem Flysch stammenden zarten Nadelchen von Kieselspongien. — Der Quarz ist ganz sicher in den „Sand“proben (0,1—2 mm) erkennbar; durch häufige Scharfkantigkeit, durch seine Durchsichtigkeit und durch reihenweise Flüssigkeitseinschlüsse. Er zeigt erst in feineren Schlammproben seine gewöhnliche Interferenzfarbe; mit der Abnahme an Korngröße steigt aber die Möglichkeit der Verwechslung mit frischem, ungestreiftem Feldspat. — Der als Nährstofflieferant

wichtige Feldspat bereitet der Bestimmung häufig Schwierigkeiten. In den „Sand“proben ist er zwar häufiger noch erkennbar durch die Spaltbarkeit, durch die gelegentliche Zwillingsstreifung, durch eine wolkige Trübung, mehligte Bestäubung der Oberfläche oder durch die Umhüllung mit einem fahlweißlichen, tonigen Häutchen. Aber mit zunehmender Kornfeinheit versagen meist diese Erkennungszeichen; mittels Schätzung der Lichtbrechung und Beobachtung im konvergenten Licht lassen sich zuweilen die Feldspäte noch vom Quarz unterscheiden. In den „Staub“proben oder gar im „Ton“ (den abschlämmbaren Feinstteilchen) ist eine Unterscheidung in der Regel nicht mehr möglich. — Der Kaliglimmer, weiße Glimmer, Muskovit, der zweite wichtige Nährstofflieferant, findet sich in den Präparaten meist nur in sehr geringer Menge vor; sie erscheint zu gering in Hinsicht auf die Menge dieses schwer verwitternden Minerals in den Gesteinen. Wie makroskopisch beobachtbar, nimmt der Muskovit an Häufigkeit in den „Staubsand-“ und „Staub“proben zu. Unterm Mikroskop jedoch ist er nur ab und zu zu finden; kleine dünnste Fläscherchen verbergen sich bei ihrer meist basalen Lagerung und der dann fehlenden Doppelbrechung nicht selten. Von Interesse ist zu wissen, ob jeweils ein echter Muskovit vorliegt oder nur ein völlig ausgebleichter Biotit (Magnesiaglimmer), was nicht immer leicht zu entscheiden ist. Biotit gibt nämlich seinen Kaligehalt leichter ab als Muskovit und als Feldspat. — Braune bis grüne Färbung und die deutliche Absorption kennzeichnen den Biotit, den dritten wichtigen Nährstofflieferant. Unfrische Farbe, Ausbleichungserscheinungen und Ausscheidung von Eisenoxyd geben einen Teil seiner Umwandlung an. Die wichtigere Umbildung von Biotit zu Chlorit, also seine Hydratisierung, die man erwarten sollte, ist nur selten zu beobachten. — Die grüne Hornblende verrät sich durch ihren Pleochroismus, durch ihre Doppelbrechung, gelegentlich auch durch ihre Spaltrisse. Unter Hornblende dürfte gelegentlich auch Augit in den Tabellen figurieren, der in Körnerform manchmal mit jener verwechselt werden mag. — Das Erz tritt als Magneteisen und als Limonit auf, in diesem Falle gelegentlich die Umkrustung von anderen Mineralkörnchen bildend. — Durch seine hohe Lichtbrechung, die meist weinrötliche Färbung und den Mangel an Doppelbrechung ist der fast nie fehlende Granat gut erkennbar. Gelegentlich trifft man farblose bis lichtgrünliche, beim Düngen zugeführte Glasfragmente an. — Eines der leichtest erkennbaren Mineralien ist der stark lichtabsorbierende Turmalin. Seine prismatischen, manchmal deutlich hemimorphen Formen sind nicht gerade selten. — Ein ständiger Bestandteil ist der nicht selten wohl kristallisierte, farblose, lichtrötliche bis -bräunliche Zirkon, von dem sich der Anatas, wenn er farblos ist und in Pyramidenform auftritt, nur schwer unterscheiden läßt. — Der nicht gerade sehr seltene Epidot wurde durch seine gelbliche Färbung und die anomalen Interferenzfarben in den „Staubsand“- und Staub“proben erkannt. — Der Rutil ist durch seine Kristallform, Farbe und Doppelbrechung vortrefflich charakterisiert, während dem Titanit jede Kristallform mangelt. Die sehr seltenen lockeren, sekundären Aggregate sind meist in Umwandlung zu Leukoxen begriffen. — Der wichtige Nährstoffspender Apatit, der den Pflanzen die Phosphorsäure übermittelt, ist leider sehr selten auffindbar. Seine zarten Prismen zerbrechen ungemein leicht; er ist dann nicht mehr erkennbar. Wie der Feldspat dürfte er wohl häufiger in den Schlämmprouben vorkommen, als er gefunden wird.

Über gewisse Nachteile, die der mikroskopischen Diagnose bis jetzt noch anhaften, lese man die Ausführungen nach auf S. 77 der Erläuterungen zu Blatt Baierbrunn Nr. 713.

Schlußfolgerungen aus den Resultaten der speziellen Bodenuntersuchung.

A. Ergebnisse der physikalischen Bodenuntersuchung.¹⁾

I. Resultate der Schlämmanalysen.

Um Einblick in die Kornzusammensetzung zu gewinnen, wurden Böden aus den auf Blatt Gauting vorkommenden geologischen Formationen zunächst der sogen. Schlämmanalyse unterworfen. Eine Beschreibung dieser Untersuchungsmethode findet sich auf S. 41. Um einen noch besseren Vergleich zu ermöglichen, werden die Gruppen I und II (tonartige Teilchen und Staub) kurz als sogen. feinere Bestandteile, die Gruppen III und IV (Feinsand und Grobsand) als gröbere Bestandteile der Böden zusammengefaßt.

Eine eingehende Vergleichung der fast durchwegs graphisch dargestellten Resultate von weit über 100 ausgeführten Schlämmanalysen von Böden aus den Blättern Baierbrunn und Gauting führten zu folgenden Ergebnissen:

1. Böden der Hochterrasse und der äußeren Moräne.

Über ihre Verbreitung und geologische Herkunft vgl. das auf S. 8 bereits Erwähnte.

Diese Böden sind mit Steinen durchsetzte, sandige Lehm Böden, die durch ihren hohen Gehalt an reinem Ton sowie an tonartigen Teilchen ziemlich schwer sind.

Mit fortschreitender Tiefe nimmt der Gehalt an größeren Bestandteilen (Sanden) langsam ab, an feineren Bestandteilen (Staub und Ton) dagegen zu, so daß die Böden nach der Tiefe zu schwerer werden und in lehmige Tonböden übergehen. So haben wir es z. B. bei 1 m Tiefe schon mit einem recht schweren Boden zu tun, der nur mehr 24% gröbere, dagegen 76% feinere Bestandteile und unter diesen wieder bereits 53% sogen. „Abschlammbares“ enthält.

¹⁾ Die Ergebnisse dieser sowie der folgenden Untersuchungsmethoden dehnen sich auf die in Blatt Gauting vorkommenden geologischen Formationen aus, wobei immer mit der sogen. Hochterrasse oder äußeren Moräne begonnen wurde.

Inwieweit sich von oben nach unten ein langsames Ansteigen der feineren und ein Zurückgehen der gröberen Bestandteile erkennbar macht, geht deutlich aus folgender Gegenüberstellung hervor:

	Gehalt an gröberen Bestandteilen	Gehalt an feineren Bestandteilen
Böden aus der Krume	32%	68%
Böden aus ca. 30—50 cm Tiefe	29 „	71 „
Böden aus ca. 75—100 cm Tiefe	24 „	76 „

Infolge des Umstandes, daß sich die Böden der Hochterrasse fast stets auf geneigtem Gelände vorfinden und fast immer einen gewissen, nicht unbeträchtlichen Gehalt an Sanden und Steinen besitzen, leiden sie fast nie an stauender Nässe, trotz der reichlichen Niederschlagsmengen innerhalb unseres Blattgebietes.

Eine Vergleichung der Hochterrasseböden des Blattes Gauting mit solchen aus dem Blatte Baierbrunn zeigt eine gute Übereinstimmung. So ergab eine Gegenüberstellung von Böden aus einer Tiefe von 30—50 cm beiderseits einen Gehalt von 29% gröberen und 71% feineren Bestandteilen.

Die Böden aus Blatt Gauting sind jedoch ärmer an abschlämmbaren Teilchen und reicher an Staub, wodurch sie im Charakter leichter werden.

2. Böden aus dem gelben Decklehm.

Über ihre Verbreitung und geologische Herkunft vgl. das auf S. 7 bereits Erwähnte.

Die Böden aus der Krume des gelben Decklehmes von Baierbrunn und Gauting sind nicht wesentlich verschieden. Sie sind typische Lehm Böden.

Es läßt sich jedoch zeigen, daß die Gautinger Böden durchschnittlich etwas ärmer an Steinen und Sanden, dafür etwas reicher an Staub und feineren Teilen überhaupt sind. Dies trifft sowohl für die Krume als auch für eine Tiefe von 50—60 cm zu.

Bis zu dieser Tiefe hat sich die Zusammensetzung des Bodens nur wenig verändert. Lediglich der Gehalt an abschlämmbaren Teilchen wird etwas größer, weshalb hier der Charakter des Bodens bereits der eines tonigen Lehmes ist.

In der Tiefe von 1 m hat sich der Gehalt an Steinen und Sanden noch etwas verringert, so daß dadurch ein weiteres Schwerewerden des Bodens bedingt wurde.

In der Tiefe von 2 m vergrößert sich die Menge der abschlämmbaren sogen. tonartigen Teilchen noch um ein weiteres, so daß der Charakter des Bodens nunmehr der eines schweren, lehmigen Tonbodens geworden ist.

Allgemein läßt sich der Boden aus dem gelben Decklehm somit dahin kennzeichnen, daß er ziemlich gleichmäßig zusammengesetzt ist und den Charakter eines typischen Lehm Bodens besitzt. Nach der Tiefe zu wird er allmählich schwerer und geht zunächst in einen lehmigen Ton- und dann in einen tonigen Lehm Boden über.

3. Böden aus der inneren Moräne.

Über ihre Verbreitung und geologische Herkunft vgl. das auf S. 5 bereits Erwähnte.

α) Böden aus dem Geschiebemergel.

Bei den zahlreichen untersuchten und aus verschiedenen Tiefen entnommenen Böden dieser Formation zeigt sich, daß mit zunehmender Tiefe der Gehalt an gröberen Bestandteilen abnimmt, der Gehalt an feineren Teilen dagegen zunimmt, wie auch aus folgender Gegenüberstellung ersichtlich ist:

	Feinere Teile:	Größere Teile:
Böden aus der Krume	58%	42%
Aus der Tiefe (30—45 cm) . . .	63 „	37 „
„ „ „ (60—65 cm)	74 „	24 „
„ „ „ (90—100 cm)	87 „	13 „

Somit wird der aus Geschiebemergel hervorgegangene Boden nach der Tiefe zu bedeutend schwerer.

In der Krume ist die durchschnittliche Zusammensetzung dieser Böden die eines sandigen Lehmes, bei 30—45 cm Tiefe die eines lehmig-sandigen Tonbodens, bei 65—75 cm die eines tonigen Lehmes und bei 90—100 cm Tiefe die eines Tonbodens.¹⁾

Während die Böden des Geschiebemergels aus der Krume und der Tiefe 30—45 cm bedeutend leichter sind als die Böden aus der Krume des gelben Decklehmes, nähern sich bei einer

¹⁾ In wechselnden Mengen sind diesen Böden Steine beigemischt. Der Steingehalt nimmt nach der Tiefe zu. So fanden sich durchschnittlich in der Krume 4% Steine, bei 20—45 cm Tiefe 5%, bei 60—75 cm 7% und bei 80 bis 100 cm 17% Steine.

Tiefe von 60—65 cm die ersteren in ihrer Zusammensetzung ziemlich denen des letzteren. Bei einer Tiefe von 90—100 cm wird dagegen der Geschiebemergel sogar noch etwas schwerer wie der gelbe Decklehm und das Verhältnis von feineren zu gröberen Bestandteilen ist ganz ähnlich dem des gelben Decklehms aus 1 m Tiefe. Der Hauptunterschied liegt in dem hohen Gehalt des Geschiebemergels an Ton, dagegen an dem höheren Gehalt des Decklehmes an Staub.

β) Böden aus dem Moränenkies.

Auch hier zeigt sich zwischen den aus Blatt Baierbrunn und Gauting entnommenen Proben eine gute Übereinstimmung.

54% Ton und Staub von Baierbrunn stehen 56% Ton und Staub von Gauting gegenüber, während den 46% Sanden von Baierbrunn 45% Sande von Gauting gegenüberstehen.

Der Boden aus der Krume ist durchschnittlich als sandiger Lehm- eventuell tonig-lehmiger Sandboden mit ziemlich reichlichem Steingehalt zu bezeichnen, der nach der Tiefe hin zunimmt. Die Zusammensetzung ist jedoch keine einheitliche, sondern bedeutenden Schwankungen oft innerhalb geringer Entfernungen unterworfen.

Der aus Moränenkies gebildete Boden ist leichter als der später zu behandelnde Niederterrassenboden, ähnelt jedoch dem Boden aus der Krume des Geschiebemergels sehr, wie folgende Gegenüberstellung der Korngrößen zeigt:

	I%	II%	III%	IV%
Moränenkiesboden aus Gauting	35	20	15	30
Geschiebemergelboden aus Gauting	37	21	15	27

Diese und ähnliche Beobachtungen verleiten zu der Annahme, daß durch die Verwitterungsvorgänge und andere Einwirkungen, z. B. solche von glazialen Schmelzwässern aus Ablagerungen geologisch verschiedener Formationsglieder, wie Niederterrasse, innere Moräne (Kies und Geschiebemergel), allmählich ähnlich zusammengesetzte Böden der Jetztzeit entstanden sind.

Während im tieferen Untergrunde die sehr charakteristischen und sich scharf voneinander unterscheidenden Reste der verschiedenen Formationen liegen, sind die hieraus hervorgegangenen Böden ziemlich ähnlich zusammengesetzt.

Inwieweit diese Annahme, die auf einer eingehenden Vergleichung der graphisch dargestellten Resultate vieler Schlämm-

analysen aufgebaut ist, berechtigt ist, läßt sich einstweilen noch nicht feststellen.

Die graphische Darstellung der Resultate der Schlämmanalysen von Böden und Bestandteilen der verschiedenen Formationen ergab, daß jede Formation sich durch eine charakteristische Kurve auszeichnet, die teilweise auch noch für die unmittelbar aus ihr gebildeten Böden Gültigkeit besitzen kann, d. h. soweit hier nicht Übergänge von einer Bodenart zur andern stattgefunden haben.

γ) Böden aus Moränenstauseebecken.

Diese Böden besitzen keine große räumliche Ausdehnung. Vgl. das über sie auf S. 6 und S. 53 Erwähnte.

4. Böden aus der Niederterrasse.

Die aus den Blättern Baierbrunn und Gauting untersuchten Bodenproben aus der Krume zeigen gute Übereinstimmung. So enthalten beispielsweise die Baierbrunner Böden durchschnittlich 36% gröbere Bestandteile, die Gautinger Böden 37%. Allerdings haben die letzteren fast immer einige Prozente weniger tonartige Teile, dafür aber etwas mehr Staub.

Auch die Proben aus tieferen Schichten sind auf beiden Blättern ziemlich ähnlich.

Da die Baierbrunner Proben zumeist tiefer entnommen wurden als die aus Gauting, so ist es verständlich, daß in ersteren fast 6% „gröbere Bestandteile“ mehr vorhanden sind gegenüber letzteren.

Im allgemeinen sind die Niederterrassenböden mittlere Lehm- böden mit ziemlich reichlichem Stein-, Sand-, aber auch Tongehalt, so daß man von einer guten Ausgeglichenheit reden kann.

Sie sind schwerer als die Böden aus der Krume des Moränenkieses und selbst des Geschiebelehmes, aber leichter als die Böden aus der Krume der Hochterrasse und des gelben Decklehms.

Die Böden der Niederterrasse gehen nach unten zu in tonig-lehmige Sand- und schließlich in reine Sandböden über, auf die dann der Niederterrassenkies folgt.

Die Tiefe der Bodenschicht ist für die Land- und Forstwirtschaft von der größten Bedeutung. Sinkt sie unter eine gewisse Grenze herab, so vermag selbst der sonst so günstig beschaffene Niederterrassenboden nicht mehr diese ungünstige Wirkung des darunter liegenden Kieses aufzuheben.

5. Alluviale Böden.

Die Böden aus dem sogen. Würmalluvium sind sehr steinreiche, tonig-lehmige Sandböden.

Der Gehalt an Steinen ist größer als in den Böden der Niederterrasse. Aber auch die Feinerden dieser Alluvialböden sind noch etwas ärmer an feineren, dagegen reicher an gröberen Bestandteilen als jene.

Wir haben es somit mit steinigigen, leichten Böden, mit sandigen Lehm Böden zu tun, die auf einem steinreichen Untergrunde auflagern.

Ziemlich oft, wenn auch nur in sehr geringer Ausdehnung finden sich auf dem Blattgebiete Becken mit alluvialem Ton.

Die Untersuchung ergab, daß die Zusammensetzung dieser Böden häufigen Wechsel von der Krume nach der Tiefe zu zeigt.

In Senken aus Abschlammungen gebildete Böden tragen zu meist den Charakter sehr schwerer und strenger Böden, manchmal sogar den reiner, steinfreier Tonböden.

In diesem Falle kann natürlich nur Melioration solche Böden ertragfähig machen.

II. Resultate der Tonbestimmungen.

Es wurde bereits früher auf S. 43 erwähnt, daß das Urteil über die Kornzusammensetzung der Böden bedeutend geschärft wird durch die Bestimmung des echten Tones nach der Methode von SCHLÖSING. Die sogen. abschlämbbaren Teilchen bestehen nämlich nicht nur aus solch wirklichem Ton, sondern enthalten noch sehr viele feine Gesteinsreste. Gerade dem Tone aber fällt eine große Bedeutung für die Güte der Böden zu.

Es ist von Interesse, daß sich auf Grund der bisher ausgeführten Analysen folgende Reihe aufstellen ließ.¹⁾

Es enthielten durchschnittlich Prozente an reinem, SCHLÖSINGschen Ton die Krumen folgender Böden:

Moränenkiesboden 10,8%; gelber Decklehm 16,1%; Hochterrasseboden 17,1%; Niederterrasseboden 18,7%; Geschiebemergelboden 21,9%.

¹⁾ Die Richtigkeit solcher Reihen kann indes nur auf Grund eingehender spezieller Untersuchungen festgestellt werden, wobei mindestens ein Vielfaches der bisher untersuchten Fälle zu untersuchen wäre. Einstweilen besitzen die Feststellungen höchstens orientierenden Charakter.

In den darauffolgenden tieferen Schichten nahm der Tongehalt um ein weiteres zu und es ergab sich folgendes Bild:

Hochterrassenboden 22,7% Ton, Geschiebemergelboden 25,3% Ton und gelber Decklehm 28,1% Ton.

Bemerkenswert hiebei ist besonders der hohe Tongehalt des gelben Decklehmes, d. h. in der Tiefe befinden sich die abschlämmbaren Teilchen dieser Böden in ziemlich fein verteiltem Zustande.

III. Resultate der Druckfestigkeitsmessungen.

Die Bestimmung der Druckfestigkeit, leider ein ziemlich empirisches und von mancherlei Faktoren, wie Humusgehalt u. s. w., sehr abhängiges Verfahren, ergab folgende Werte für Böden aus der Krume:

Boden aus der inneren Moräne 6 kg, Niederterrasse 9 kg, gelber Decklehm 11 kg, Verwitterungsboden der Hochterrasse 14 kg.

Für Proben aus dem Untergrunde schwankten die Werte innerhalb geringer Grenzen, wie z. B. Hochterrasse 17,1 kg, gelber Lehm 17,4 kg und Geschiebemergel 17,8 kg.

IV. Resultate der Bestimmung der Wasserkapazität und der Luftkapazität (Porosität) am gewachsenen Boden.

Vgl. hiemit das auf S. 44 Erwähnte.

Die Böden der Hochterrasse und der äußeren Moräne sowie der gelbe Decklehm besitzen durchwegs eine hohe Wasserkapazität, sowohl dem Volumen als auch dem Gewichte nach. Ein Kubikmeter Boden kann nahezu 4 hl Wasser festhalten.

Die Messung der Wasserkapazität an künstlich zubereiteten Bodenproben ergab durchwegs kleinere Werte als solche am sogen. gewachsenen, d. h. an möglichst unveränderten Bodenproben im Felde gemessen wurden.

Der Verwitterungslehm der Hochterrasse und der gelbe Decklehm halten infolge ihrer großen Wasserkapazität einen bedeutenden Teil der Niederschläge fest, was für das Gedeihen der Vegetation von um so größerer Bedeutung ist, als Grundwasser zur Versorgung der Wurzeln nicht in Betracht gezogen werden kann. Teilweise leidet der gelbe Decklehm sogar unter Nässe.

Die Wasserkapazität der Böden aus der inneren Moräne und aus der Niederterrasse sind ebenfalls günstig und genügend hoch, um das der Vegetation nötige Wasser aufzuspeichern.

Ungünstiger liegen die Verhältnisse bei den Böden aus dem Würmalluvium, was sich insbesondere in trockenen Jahrgängen unangenehm bemerkbar macht.

Die Bestimmung der Luftkapazität oder Porosität, d. h. der Hohlräume im Boden, die der Luftzirkulation dienen, besitzt größeres Interesse.

Wie bereits auf S. 44 erwähnt, soll für das Gedeihen der Kulturgewächse eine Luftkapazität von mindestens 10% erforderlich sein.

Leider darf man für die Böden der geologischen Formationen die gemessenen Luftkapazitäten nicht ohne weiteres als charakteristische Größen ansehen.

Die Art der Bodenbedeckung, Bodenbearbeitung und andere Faktoren, sowie verschiedene Tiefe bedingen große Abweichungen und Schwankungen innerhalb der gemessenen Werte für die Böden aus ein und derselben geologischen Formation.

Es lassen sich somit auf Grund der gewonnenen Zahlen nur ganz allgemeine Folgerungen ziehen.

Ziemlich ungünstig liegen die Verhältnisse bei den Böden des gelben Decklehmes und auch teilweise bei denen der Hochterrasse.

Erstere stehen an der Grenze der unbedingt erforderlichen Luftkapazität. Da durch die Bodenbearbeitung die Luftführung gebessert wird, so ist einer rationellen Bodenbearbeitung rege Beachtung zu schenken.

Günstigere Bedingungen für die Luftführung bieten die Böden der inneren Moräne und der Niederterrasse.

Bei unter dem Pfluge stehenden Böden wird hier die untere Grenze der für die Kulturpflanzen benötigten Luftkapazität wohl nur in Ausnahmefällen unterschritten werden.

Natürlich ist auch auf den Böden dieser Formation von großer Bedeutung, ob Wald, Wiese, Acker- oder unberührter Boden vorliegt und müssen erhebliche Schwankungen in den Resultaten der Luftkapazitätswerte bedingen.

Es kann jedoch nur Aufgabe ausgedehnter Spezialforschungen sein, diese Verhältnisse zahlenmäßig festzustellen.¹⁾

¹⁾ Speziell wäre von Interesse festzustellen, ob sich auch hier die ungünstige Wirkung reiner Nadelholzbestände auf den Boden zahlenmäßig feststellen ließe.

Die bisherigen Versuche berechtigen zu der Vermutung, daß die Luftführung in den Böden der inneren Moräne im allgemeinen günstig ist.

Dies trifft auch auf die alluvialen Würmböden zu, für die aus den unternommenen Versuchen hervorgeht, daß die Luftkapazität hoch ist.

B. Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchung.¹⁾

Die Nährstoffanalyse gibt uns lediglich Anhaltspunkte zur Beurteilung der Böden nach ihrem Gehalt an Pflanzennährstoffen. Da wir jedoch nicht wissen, wie viel die Pflanzen hievon zu lösen und aufzunehmen vermögen, so können wir auf Grund der Nährstoffanalyse kein Düngerrezept aufstellen.

Immerhin haben zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten den Beweis erbracht, daß die Bodenanalyse Grenzwerte aufstellen kann, innerhalb welcher sich Beziehungen zwischen der Fruchtbarkeit der Böden und dem Mineralstoffgehalte ergeben. Düngerversuche erhalten somit durch Bodenanalysen wertvolle Grundlagen.

Für die Böden unseres Blattgebietes sind folgende Ergebnisse von Interesse:

1. Böden aus dem Verwitterungslehm der Hochterrasse und der äußeren Moräne.

Ihr Kaligehalt ist teils arm, teils mäßig. Während er für die forstlichen Gewächse genügen mag, dürfte für die landwirtschaftlichen Kulturen neben andern Düngemitteln noch Zugabe von Kalisalzen erwünscht sein.

Auch der Phosphorsäuregehalt ist nur als mäßig zu bezeichnen. Für Waldböden dürfte der Phosphorsäuregehalt wahrscheinlich gedeckt sein, während der Landwirtschaft Phosphorsäureersatz empfohlen werden kann, soweit Phosphorsäure nicht im Stallmist zugeführt wird. R. WEBER fand für Waldböden, daß geschonte Buntsandsteinböden bei einem Gehalte von 0,05% Phosphorsäure zur Laubholzzucht noch geeignet waren. Durch Streunutzung erschöpfte Böden enthielten z. B. nur mehr 0,012—0,02% Phosphorsäure und eigneten sich bloß mehr zur Kiefernkultur.

In unseren Fällen steht also den Holzarten zweifellos genügend Phosphorsäure zur Verfügung.

¹⁾ S. S. 39.

Der in konzentrierter Salzsäure lösliche Kalkgehalt ist keineswegs gering. Es muß aber bemerkt werden, daß keiner der untersuchten Bodenarten beim Behandeln mit kalter Salzsäure aufbrauste und daß die Bestimmungen im Passon'schen Kalkmesser eine Kalkkarbonatmenge ergaben, die nach den bisherigen Erfahrungen als ungenügend bezeichnet werden muß.

Somit wären Kalkdüngungsversuche wohl angebracht, um festzustellen, ob die im Boden vorhandene Menge an Calcium, die nur zum geringen Teil an Kohlensäure gebunden ist, für die Pflanzen verfügbar ist. Jedenfalls wird ziemlich übereinstimmend angegeben, daß ein Boden mit weniger als 0,25% Kalkkarbonat als „kalkbedürftig“ anzusehen ist.

Der gefundene Stickstoffgehalt mag für geschonte Waldböden genügen, ob er für Ackerböden genügt, ist zweifelhaft. Bekanntlich setzen sich ja gerade die Stickstoffverbindungen am raschesten, ja oftmals schon im Laufe eines Jahres um.

2. Böden aus dem gelben Decklehm.

Ihr Kaligehalt ist arm bis mäßig, weshalb Kalizufuhr geboten ist, die in Form von Kainit oder anderer Kalisalze geschehen kann.

Der Phosphorsäuregehalt wechselt und ist teils gut, teils mäßig. Ein Überfluß an diesem Nährstoff ist aber wohl nirgends vorhanden, weshalb Phosphorsäuredüngung zweifellos günstige Wirkung zeigen wird.

Zu erwähnen ist noch, daß die Aufnehmbarkeit der Phosphorsäure für die Pflanzen zugleich von dem Gehalt des Bodens an Eisenoxyd und Tonerde abhängt. Dieses Verhältnis ist in unseren Fällen kein ungünstiges.

Bezüglich des Gehaltes an Kalk und Stickstoff gilt das für den Hochterrassenboden oben bereits Erwähnte.

3. Verwitterungsböden der inneren Moräne.

a) Böden aus dem Moränenkies.

Sie sind arm an Kali und zumeist auch an Phosphorsäure, weshalb für Ersatz an diesen beiden wichtigen Pflanzennährstoffen Sorge getragen werden muß.

Der Kalkgehalt läßt höchstens in den ganz oberen Schichten zu wünschen übrig. Weiter nach unten zu nimmt er rasch zu und Moränenkies selbst ist sehr kalkreich.

Ein Kalkersatz ist hier somit überflüssig.

Der Stickstoffgehalt ist der gefundenen Menge nach reich. Trotzdem muß infolge seines raschen Umsatzes für Ergänzung rechtzeitig Sorge getragen werden.

β) Böden aus dem Geschiebemergel.

Der Kaligehalt ist mäßig, so daß schwacher Ersatz wohl angebracht ist.

Der Phosphorsäuregehalt ist etwas besser als in den Böden aus dem Moränenkies. Trotzdem sind die Böden an Phosphorsäure ersatzbedürftig.

An Kalk ist zweifellos kein Mangel. Besonders in den tieferen Schichten sind reiche Kalkvorräte vorhanden.

Bezüglich des Stickstoffes gilt das für Moränenkiesböden Gesagte.

4. Böden aus der Niederterrasse.

Die Böden sind arm an Kali, das zu ergänzen wäre.

Der Phosphorsäuregehalt ist im allgemeinen mäßig, weshalb Düngung am Platze ist.

Kalk dürfte den Pflanzen in genügender Menge zur Verfügung stehen, wie aus den Resultaten der chemischen Analyse sowie aus den PASSON'schen Kalkbestimmungen hervorgeht.

Wenn auch die obersten Schichten an Kalk bereits mehr oder weniger verarmt sind, so findet sich in geringer Tiefe bereits ein recht merklicher Kalkgehalt vor, welcher in der dem Niederterrassenschotter unmittelbar aufliegenden Bodenschicht bis über 50% betragen kann.

Nach den gefundenen Mengen Stickstoff möchte es scheinen, als ob ein unmittelbares Bedürfnis an diesem Stoffe nicht bestehe.

Bei der oft recht geringen Bodentiefe und dem ziemlich bedeutenden Gehalt der Niederterrassenböden an Steinen und auch Sanden ist ein Auswaschen dieses wichtigen Nährstoffes mehr zu befürchten wie auf den schweren Bodenarten.

Es sollen daher häufige Düngungsversuche mit salpetersauren Salzen angestellt werden, um die Stickstoffbilanz zu erhalten.

Bei Stickstoffdüngung mag unter diesen Verhältnissen als Regel gelten, häufiger, aber nicht zu viel auf einmal zu düngen.

C. Ergebnisse der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit von Bodenlösungen.

Über den Zweck und die Durchführung dieser Untersuchungen s. S. 41.

Es wurden über 100 Messungen der Leitfähigkeit von Bodenlösungen gleicher Konzentration durchgeführt.

Die nächste Aufgabe war, zu untersuchen, ob den Böden der einzelnen geologischen Formationen in Bezug auf die Leitfähigkeit ihrer Lösungen typische Merkmale anhaften.

Andererseits sollte festgestellt werden, welche Unterschiede in den Werten sich einstellen, wenn die einzelnen Proben aus Waldböden (Buchen- und Fichtenwald), Wiesen- oder Ackerböden entnommen wurden.

Leider war es an der Hand des zur Verfügung stehenden Materials nur in sehr beschränktem Maße möglich, diese Fragen genauer zu studieren, zu deren Lösung umfangreiche Spezialstudien an der Hand eines streng nach solchen Gesichtspunkten hin geordneten Materials nötig wären.

Immerhin haben sich doch bereits gewisse Gesichtspunkte ergeben, deren Richtigkeit jedoch erst eingehend geprüft werden müßte.

Zunächst fällt auf, daß die tieferen Bodenschichten fast durchwegs eine geringere Leitfähigkeit besitzen wie die Proben aus der Krume. In einigen wenigen Fällen war dies nicht der Fall. Im allgemeinen aber trifft dies zu und bei 40—50 cm Tiefe ist die Leitfähigkeit der Bodenproben häufig nur mehr die Hälfte der der Krume.

Die Proben sollen so entnommen werden, daß sie nicht zu viel Humusstoffe und Kalk enthalten, denn diese beiden Stoffe erhöhen die Leitfähigkeit etwas.

Es ergab sich ferner, daß die Bodenvegetation auf die Leitfähigkeit zweifellos von Einfluß ist. So ergab die Durchschnittsberechnung aus den durchgeführten Versuchen, daß Fichtenböden eine Leitfähigkeit besitzen von $0,95 \cdot 10^{-4}$, Buchenböden eine solche von $1,03 \cdot 10^{-4}$, Waldwiesen in der Nähe von Fichtenbeständen $1,39 \cdot 10^{-4}$, Wiesen $1,69 \cdot 10^{-4}$ und Äcker $1,95 \cdot 10^{-4}$.

Die Untersuchungen führen weiters zu dem Schluß, daß die Böden der Hochterrasse und des gelben Decklehmes die geringste

Leitfähigkeit besitzen, dann folgen Niederterrasse und Moränenkies; am besten ist die Leitfähigkeit zweifellos bei den Böden aus dem Geschiebemergel.

Erst auf Grund ausgedehnter Spezialuntersuchungen wird es möglich sein, zu entscheiden, ob die Messung der Leitfähigkeit von Bodenlösungen für Fragen der praktischen Land- und Forstwirtschaft Bedeutung gewinnt.

Zunächst ergibt die Bestimmung der Leitfähigkeit nur ein ungefähres Bild darüber, ob lösliche Salze, die für die Pflanze ja wichtige Nährstoffe sind, im Boden in größerer Menge vorhanden sind.

Der Einfluß der Düngung auf die Leitfähigkeit von Bodenproben wurde nicht in den Kreis der Untersuchungen miteinbezogen. Andererseits aber würde sich eine stark gedüngte Bodenprobe, die damit zur Ausführung einer chemischen Nährstoffanalyse nicht geeignet wäre, durch eine sehr hohe Leitfähigkeit auszeichnen. In solchen Fällen käme somit der Messung der elektrischen Leitfähigkeit diagnostische Bedeutung zu.

VIII. Wirtschaftliches.¹⁾

I. Böden der Hochterrasse und der äußeren Moräne.

Es kommen sämtliche Getreidearten zum Anbau. Die sicherste und daher am meisten gebaute Frucht ist der Hafer, dann folgt Winter-Roggen, Winter-Weizen bzw. Vesen und schließlich Gerste.

Nach den auf die Statistik aufgebauten Berechnungen nimmt Hafer fast $\frac{1}{3}$, Winter-Roggen etwa $\frac{1}{10}$, Winter-Weizen etwas über und Gerste etwas unter $\frac{1}{20}$ der landwirtschaftlich genutzten Fläche ein.

Winter-Weizen finden wir besonders auf den Böden der Hochterrasse und am meisten in der Gemeinde Unterbrunn, in welcher von 426 ha Boden 33 ha = 7,7% dem Anbau von Winter-Weizen dienen.

An letzter Stelle steht, was Größe der Anbauflächen betrifft, die Gerste mit etwa 5%.

¹⁾ Hiezu hat uns K. Kreiswanderlehrer MÄDL, Starnberg, in liebenswürdiger Weise mit Material versehen, wofür ihm auch an dieser Stelle nochmals herzlichst gedankt wird.

Für Kartoffeln ist der gelbe Decklehm der Hochterrasse und äußeren Moräne (s. S. 68) in nassen Jahrgängen wohl etwas zu feucht.

Das auf den Böden der Hochterrasse und der äußeren Moräne verbreitetste Feldsystem ist die verbesserte Dreifelderwirtschaft mit der Fruchtfolge: 1. Klee, 2. Getreide, 3. Getreide, 4. Hackfrucht, 5. Getreide, 6. Getreide.

Der Hackfruchtbau nimmt jedoch in der Regel nicht den ganzen Schlag ein. Ein Teil des Hackfruchtchlages wird mit Wickfutter oder Sommergetreide angebaut; hin und wieder werden auch einzelne Feldstücke gebracht.

Getreide würde im Hackfruchtchlage besser nicht angebaut, da der Boden infolge der reichlichen Niederschläge ohnehin stark zur Verunkrautung neigt. In gut geleiteten Wirtschaften verdrängen auch der Hackfrucht- und Futterbau den in den Hackfruchtchlag eingeschalteten Getreidebau.

Daß der Hackfruchtbau sich vielfach nur auf einen Teil des Schlages erstreckt, ist in der Hauptsache in der starken Graswüchsigkeit des Bodens begründet. Hiezu kommt, daß infolge der reichen Niederschläge die Durchführung der Hackarbeiten mit Schwierigkeiten verbunden ist und daß infolge des ausgedehnten Wiesenbaues für die Hackarbeiten, die in der Regel mit der Heuernte zusammenfallen, auch nicht immer die nötigen Arbeitskräfte zur Verfügung stehen.

Die Gemeinden des Blattgebietes Gauting liegen in dem Übergangsgürtel des Getreidebaues zum Futterbau.

Daraus ergibt sich ohne weiteres, daß der Getreidebau mit gewissen Schwierigkeiten verknüpft ist. Dies hat viele Landwirte veranlaßt, die mehr extensive Betriebsweise des natürlichen Futterbaues in den Vordergrund treten zu lassen.

Der Grund hiefür liegt nicht nur in der durch reichliche Niederschläge begünstigten Graswüchsigkeit des Bodens, sondern auch in den durch die Nähe der Großstadt gegebenen günstigen Absatzverhältnissen für die tierischen Erzeugnisse.

Auch die dadurch bedingten höheren Arbeitslöhne sowie auch der Umstand, daß gewöhnlich während der Getreideerntezeit reichliche Niederschläge fallen, mögen hierauf von Einfluß sein.

Klee wird im allgemeinen alle 6 Jahre gebaut und gedeiht sehr gut. Etwa $\frac{1}{10}$ der landwirtschaftlich genutzten Fläche entfällt auf ihn.

Der Hackfruchtbau nimmt zwischen 6 und 7% der landwirtschaftlichen Kulturfläche ein.

Wie bereits erwähnt, ist in nicht zu nassen Jahrgängen die Kartoffelernte sowohl der Menge als auch der Güte nach befriedigend.

Von Rüben werden sowohl Runkel- als auch Kohlrüben angebaut.

Leider muß der Runkelrübenbau, der an und für sich lohnend wäre, wegen des starken Wildschadens häufig eingeschränkt werden.

Von den Böden der Hochterrasse stehen nur von den Gemeinden Unterbrunn und Oberpaffenhofen statistische Ausweise über den Rübenbau zur Verfügung. Darnach nimmt dieser 0,1 bis 0,2% der Fläche ein.

Die Wiesen waren früher vielfach einmählig, jetzt sind sie zumeist zweimählig. Diese Besserung wurde durch erhöhte Kultur, insbesondere durch Anwendung von Kunstdünger herbeigeführt.

Bezüglich der Düngung wäre folgendes zu bemerken:

In der Regel erhält junger Klee im Herbst Thomasmehl und Kainit oder im nächsten Frühjahr Superphosphat und Kalisalz, beides mit gutem Erfolge.

Das Winter-Getreide erhält fast durchweg im Herbst Mist und im Frühjahr nach Bedarf stickstoffhaltige Düngermittel.

Hafer erhält in der Regel keine Düngung. Düngungsversuche des zuständigen Landwirtschaftslehrers haben jedoch ergeben, daß Phosphorsäure und stickstoffhaltige Düngemittel gerade bei Hafer vorzügliche Erfolge zeitigen.

In der Gerstendüngung wird noch sehr verschieden verfahren. Versuche des Landwirtschaftslehrers haben gezeigt, daß durch eine Volldüngung mit künstlichen Düngemitteln die besten Resultate nach Menge und Güte erzielt werden.

Die Stickstoffmenge muß sich natürlich nach der Vorfrucht, der früheren Düngung und dem Kulturzustande des Bodens richten.

Die Kartoffeln werden zumeist im Frühjahr mit Mist, die Rüben mit Mist und Jauche gedüngt.

Bei Düngung der Wiesen wäre empfehlenswert, einen Wechsel zwischen Mist und künstlichen Düngemitteln (Phosphorsäure und Kali) vorzunehmen. Dies wird von vielen Landwirten auch mit Erfolg durchgeführt.

Bezüglich der Bodenbearbeitung sei nochmals darauf verwiesen, daß die Böden der Hochterrasse und der äußeren Moräne

ziemlich schwer sind, was naturgemäß die Bodenbearbeitung erschwert.

Die Bodenbearbeitung muß mit Rücksicht auf die bereits erwähnte Kornzusammensetzung des Bodens und seiner Neigung zur Verunkrautung sehr sorgfältig ausgeführt werden.

Stürzen der Stoppeln und Tiefpflügen vor Winter wäre vorteilhaft, ist aber infolge der sich zusammendrängenden Arbeiten nicht immer durchführbar.

Es wird daher vielfach vor dem Winter einmal und im Frühjahr nochmals gepflügt. Mögen sich auch vereinzelt Stimmen gegen das Pflügen im Frühjahr erheben, so ist diese Maßnahme wegen der Graswüchsigkeit des Bodens doch nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen.

Mehrfach wurden auf den Böden der Hochterrasse größere Flächen, die bisher landwirtschaftlich genutzt wurden, ja sogar ganze Anwesen aufgeforstet. Im Interesse einer leistungsfähigen Landwirtschaft ist dies vom volkswirtschaftlichen Standpunkte aus sehr bedauerlich.

2. Böden der inneren Moräne.

Sie umfassen die aus Moränenkies und Geschiebemergel hervorgegangenen Böden.

Erstere sind steiniger und wechselnder in ihrer Zusammensetzung wie letztere. Näheres hierüber s. S. 50 und S. 64.

Das Gebiet der inneren Moräne ist fast durchwegs stark wellig und bietet daher der Bewirtschaftung der Böden Schwierigkeiten.

Wir finden deshalb auf dem Gürtel der inneren Moräne ausgedehnte und gut gedeihende Buchenbestände sowie Wiesen von recht üppigem Wachstum. Die Wiesen nehmen nahezu die Hälfte (43⁰/₀) der landwirtschaftlich genutzten Fläche ein.

Auch hier läßt sich ein allmählicher Übergang von der Ackerwirtschaft zum Wiesenbau feststellen.

Zwar sind hier die Böden bedeutend leichter als die der Hochterrasse. Infolge der reichlichen Niederschläge sind sie jedoch für den Wiesenbau recht günstig. Da sie wellig ausgeformt sind, ist bei letzterem auch die Gefahr der Abschwemmung von Bodenteilchen nach tiefer gelegenen Stellen geringer.

Die auf kiesigem Boden liegenden Wiesen müssen allerdings stark mit stickstoffhaltigem Dünger gedüngt werden, weil die Zersetzung der organischen Stoffe rasch erfolgt und das Absorptionsvermögen gering ist.

Der Weizenbau tritt stark zurück (3⁰/₀) und auch die Gerste eignet sich nicht mehr allzu sehr zum Anbau. Sie nimmt durchschnittlich 3—4⁰/₀ der Anbaufläche ein.

An erster Stelle stehen Roggen und Hafer.

Da die Bodenbeschaffenheit ungünstiger ist als bei den Hochterrassenböden, so stehen die Erträge diesen gegenüber zurück.

Feuchte Jahrgänge sind für die Erträge günstiger als trockene. Die Böden trocknen im Frühjahr schnell ab, weshalb hier die Bestellung rasch vor sich gehen kann und die Erntezeit infolgedessen auch früh fällt.

Für die Bodenbearbeitung ist, obwohl die Böden leichter sind, der Umstand mißlich, daß das Gelände wellig ist.

Bezüglich der Düngung ist eine Zufuhr von Kali, Phosphorsäure und Stickstoff zu empfehlen, während Kalk fast nie dem Boden fehlt.

Ein Beispiel für die durch Lage und klimatische Verhältnisse bedingte Egartenwirtschaft bietet das auch weiteren Kreisen bekannte Mustergut Schwaige Seiner Majestät des Königs Ludwig III., das an der östlichen Grenze unseres Blattes Gauting liegt.

Das Prinzip dieser Egartenwirtschaft besteht darin, daß ein beliebiger Wechsel zwischen Gras und Getreide sowie Hülsenfrüchten nach einer Reihe von Jahren (10—15) stattfindet.

So lange die Wiesen gut und frei von Unkraut sind, bleiben sie liegen, event. 10, 12 bis 15 Jahre, dann werden sie umgerissen und der Boden zum Getreidebau benützt.

Diese Wirtschaftsform erlaubt einen zwei- bis dreimaligen Getreidebau hintereinander und zwar hauptsächlich von Roggen und Hafer. Dann kann folgende Fruchtfolge eingesetzt werden: Klee, Hafer, Grünfuttergemenge, Roggen, Hafer, Klee.

Da ergiebig mit Thomasmehl gedüngt wird, so kann Klee innerhalb 5 Jahren schon wieder folgen.

Einer rationellen und intensiven Düngung wird große Beachtung geschenkt, was zu guten Erfolgen geführt hat. Stalldünger erhalten folgende Früchte: Roggen, Hafer und Grünfuttergemenge.

Klee erhält einmalig Thomasschlacke und Kainit.

Die Wiesen werden jedes Jahr im Wechsel mit Stalldünger, Jauche und Thomasmehl mit Kainit gedüngt. Auf den Hektar werden etwa 18—24 Fuhren zu je 25 Zentner gegeben, während Thomasschlacke und Kainit zu gleichen Teilen, 15 Zentner für den Hektar, gegeben werden.

Infolge der äußerst mannigfaltigen Bodenbeschaffenheit und der sehr unebenen Geländelage ist die Bewirtschaftung dieses Mustergutes sehr schwierig.

Es zeigt sich auch hier, daß bei welligem Gelände die Bodenverhältnisse stark modifiziert werden. So erfordern die Höhenlagen bedeutend stärkere Düngung und sind in trockenen Sommern unsicher.

Dagegen bilden die in Senken durch die Abschlammungen gebildeten, mehr tonreicheren Böden im allgemeinen günstige Standorte.

Es kommen fast alle Bodenarten von den leichteren bis zu den schwereren im bunten Wechsel vor, so daß zu ihrer Bewirtschaftung und Bearbeitung viel Umsicht und Erfahrung erforderlich ist.

Immerhin läßt sich, wie hier gezeigt wird, auf diesen von Natur weniger begünstigten Böden trotz des rauhen Klimas durch intensive Kultur sehr viel erreichen.

3. Böden der Niederterrasse.

Innerhalb unseres Blattgebietes sind nahezu alle Böden dieses Formationsgebildes mit Wald und zwar überwiegend Fichtenwald bedeckt.

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche ist gering.

Die Böden ähneln in ihrer Zusammensetzung denen der inneren Moräne.

Da ferner die Temperatur und Niederschlagsverhältnisse ausgleichend wirken, so verwischen sich die typischen Unterschiede der Böden.

Der wichtigste und bedeutsamste Faktor bei der Beurteilung der Böden der Niederterrasse und bei der Wahl der zweckmäßigsten Kulturart ist die Mächtigkeit der Ackerkrume.

Von den landwirtschaftlichen Gewächsen gilt Weizen nicht mehr als sichere Frucht. Eine Berechnung, bei der auch die im Blattgebiete Baierbrunn auf diesen Böden liegenden Gemeinden

Neuried und Forstenried berücksichtigt wurden, ergab, daß Weizen nur mehr 1—1,5⁰/₀ der landwirtschaftlich genutzten Fläche bedeckt.

Wird die Tiefe der Bodendecke geringer als 40 cm, so ist Weizenbau nicht mehr lohnend.

Sommergerste wird ebenfalls wenig gebaut. Im Vordergrund steht Roggen- und Haferbau.

Die Kartoffeln gedeihen gewöhnlich sehr gut; auch der Klee gilt als sichere Pflanze, besonders in feuchten Jahrgängen und bei nicht zu flachgründigem Boden.

Dies findet seinen Ausdruck ebenfalls in der Statistik über die Anbauflächen.

Die Anbauflächen für Klee und Hackfrüchte sind auf der Niederterrasse ausgedehnter als auf den Böden der anderen Formationen. Dies gilt besonders für die Kartoffeln.

Was die Wiesen anlangt, so sind sie nicht so ertragreich als auf den Böden der Hochterrasse und deshalb von geringerer Ausdehnung.

Während sich auf der inneren Moräne 43⁰/₀ und auf dem Alluvialboden sogar 47⁰/₀ Wiesenland befindet, weist die Niederterrasse 25⁰/₀, die Hochterrasse 28⁰/₀ auf.¹⁾

Von letzteren 28⁰/₀ dürfte übrigens ein großer Teil auf die Böden aus tonigen Abschlammungen, die meistens nur Wiesen tragen, entfallen. Diese im Gebiete der Hochterrasse liegenden Böden sind nämlich bei der von uns aufgestellten Statistik nicht eigens berücksichtigt worden.

Der Boden der Niederterrasse ist ein leichter, warmer und tätiger Boden, worauf bei der Düngung und Bodenbearbeitung Rücksicht zu nehmen ist.

Bei entsprechender Düngung ist er besonders in recht feuchten Jahrgängen von nicht zu unterschätzender Fruchtbarkeit.

4. Böden aus dem Alluvium.

Der Boden des Würmalluviums ist ein leichter, tätiger und warmer Boden, dessen Bestellung und Bearbeitung, soweit er dem Ackerbau dienen kann, einfach ist.

Zum größten Teile sind die Böden jedoch dem Wiesenbau unterstellt.

¹⁾ Für sämtliche Gemeinden der Blätter Gauting und Baierbrunn berechnet.

Vom Weizenbau ist man auf ihm fast ganz abgekommen. (Nur mehr 1% der Fläche entfällt auf ihn.)

Dafür baut man Roggen und Hafer. Recht gut gedeihen auch die Kartoffeln.

Ab und zu wird der Boden nur mehr als Schafweide benützt. Auch finden sich Wiesen, die, da weit von den Höfen entfernt, nahezu keine Düngung erhalten und deshalb nur spärliches Wachstum zeigen. Hier dürfte Aufforstung angezeigt sein. In trockenen Sommern, z. B. 1911, versagen diese Wiesen vollständig.

Was die Bodenbearbeitung der Alluvialböden betrifft, so hat man dafür zu sorgen, daß die Niederschläge dem Boden möglichst erhalten bleiben. Sie versickern sonst in das tief liegende Grundwasser und man darf unter keinen Umständen eine Verschwendung mit dem sowieso geringen Nährstoffkapital des Bodens treiben.

Die Düngung muß eine starke sein und dem Boden hauptsächlich Kali, Phosphorsäure und Stickstoff zuführen. Kalk ist nicht nötig.

Stallmist, der das Absorptions- und Wasserspeichervermögen der Böden erhöht, dürfte besonders zweckmäßig sein. Bei Anwendung desselben gilt auch hier wie bei den Böden der Niederterrasse, „nicht zu viel auf einmal geben, dafür aber öfter düngen!“

Zu erwähnen wären endlich noch die in den Senken der Hochterrasse gebildeten Böden, die sehr tonig und daher sehr wasserundurchlässig sind und deshalb leicht zur Versumpfung neigen.

Die erste Bedingung für eine erfolgreiche Bewirtschaftung dieser Böden ist ihre Entwässerung. Dann liefern sie mittlere Wiesenböden.

Versuche haben ergeben, daß sie ganz besonders für Stickstoffdüngung dankbar sind. Doch fehlt es auch an den übrigen Nährstoffen.

5. Übersicht über die Acker- und Wiesenwirtschaft auf den bisher behandelten Böden.

Getreidebau:

Hochterrasse 56%, Niederterrasse 51%, innere Moräne 43%, Alluvium 37%.

Hackfrüchte:

Hochterrasse 6,5⁰/₀, Niederterrasse 13⁰/₀, innere Moräne 6⁰/₀,
Alluvium 7⁰/₀.

Klee:

Hochterrasse 10⁰/₀, Niederterrasse 10,5⁰/₀, innere Moräne 8,5⁰/₀,
Alluvium 9⁰/₀.

Wiesen:

Hochterrasse 28⁰/₀, Niederterrasse 25⁰/₀, innere Moräne 43⁰/₀,
Alluvium 47⁰/₀.

Getreidearten:**Weizen:**

Hochterrasse 6⁰/₀, Niederterrasse 1,5⁰/₀, innere Moräne 3⁰/₀,
Alluvium 1⁰/₀.

Roggen:

Hochterrasse 11,5⁰/₀, Niederterrasse 17⁰/₀, innere Moräne 9⁰/₀,
Alluvium 8,5⁰/₀.

Gerste:

Hochterrasse 5⁰/₀, Niederterrasse 7⁰/₀, innere Moräne 4⁰/₀,
Alluvium 0,3⁰/₀.

Hafer:

Hochterrasse 30⁰/₀, Niederterrasse 26⁰/₀, innere Moräne 25⁰/₀,
Alluvium 27⁰/₀.

6. Statistische Angaben über die auf dem Blattgebiete liegenden Gemeinden.

Gemeinde Hochstadt (mit 196 Einwohnern, 36 Wohngebäuden, 25 Pferden, 260 Stück Rindvieh, 122 Schweinen, 4 Ziegen)¹⁾ umfaßt 529 ha, die jedoch nicht mehr ganz auf Blatt Gauting liegen. Von der landwirtschaftlich genutzten Fläche liegen 167 ha auf dem Gebiet der Niederterrasse, der übrige Teil auf der inneren Moräne.

Es entfallen auf den Getreidebau 143 ha = 44⁰/₀ der landwirtschaftlich genutzten Fläche, hievon auf Weizen 4⁰/₀, Roggen 10⁰/₀,

¹⁾ Diese Angaben sind dem Ortschaften-Verzeichnis des Königreichs Bayern von 1904 entnommen.

Gerste 6⁰/₀ und Hafer 24⁰/₀, auf Hackfrüchte 21 ha = 6⁰/₀, Klee 39 ha = 12⁰/₀ und Wiesen 129 ha = 38⁰/₀.¹⁾

Gemeinde Oberpfaffenhofen (mit 283 Einwohnern und den Ortschaften Oberpfaffenhofen und Weichselbaum mit 62 Wohngebäuden, 25 Pferden, 387 Stück Rindvieh, 206 Schweinen, 1 Schaf, 6 Ziegen) umfaßt 778 ha, die jedoch ebenfalls nicht mehr ganz auf Blatt Gauting liegen. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche beträgt 534 ha, von denen 323 ha auf der Niederterrasse liegen, der Rest auf dem Gebiete der inneren Moräne.

Es entfallen auf den Getreidebau 173 ha = 32⁰/₀,²⁾ hievon wieder auf Weizen 6⁰/₀, Roggen 8⁰/₀, Gerste 2⁰/₀, Hafer 16⁰/₀, auf Hackfrüchte 37 ha = 7⁰/₀, auf Klee 48 ha = 9⁰/₀ und auf Wiesen 276 ha = 52⁰/₀.

Gemeinde Oberbrunn (mit 205 Einwohnern, 28 Wohngebäuden, 63 Pferden, 328 Stück Rindvieh, 20 Schafen, 184 Schweinen und 1 Ziege) umfaßt 1124 ha. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche beträgt 434 ha, von der der größere Teil, nämlich 343 ha auf dem Gebiet der Hochterrasse liegt.

Es entfallen auf den Getreidebau 209 ha = 48⁰/₀, hievon wieder auf Weizen 6⁰/₀, Roggen 13⁰/₀, Gerste 9⁰/₀, Hafer 20⁰/₀, auf Hackfrüchte 25 ha = 6⁰/₀, Klee 38 ha = 9⁰/₀ und Wiesen 162 ha = 37⁰/₀. Letztere liegen überwiegend auf den bei Oberbrunn (s. Karte) liegenden tonigen Abschlammungen.

Gemeinde Unterbrunn (mit 312 Einwohnern, 44 Wohngebäuden, 49 Pferden, 371 Stück Rindvieh, 129 Schweinen, 3 Ziegen) umfaßt 451 ha, von welchen der größte Teil, nämlich 347 ha auf die Hochterrasse entfällt. 96 ha liegen auf der Niederterrasse.

Es entfallen auf den Getreidebau 278 ha = 64⁰/₀, hievon wieder auf Weizen 8⁰/₀, Roggen 7⁰/₀, Gerste 7⁰/₀, Hafer 39⁰/₀, Brache 2,5⁰/₀, Spelz 0,5⁰/₀, auf Hackfrüchte 27 ha = 6⁰/₀, Klee 49 ha = 11⁰/₀ und Wiesen 82 ha = 19⁰/₀.

Gemeinde Hanfeld (mit 168 Einwohnern, 27 Wohngebäuden, 29 Pferden, 195 Stück Rindvieh, 36 Schweinen, 4 Ziegen) umfaßt

¹⁾ Der Berechnung liegen die Ergebnisse der Statistik der letzten 7 Jahre zu Grunde, aus denen der Durchschnitt genommen wurde. Das einschlägige Material wurde uns von dem K. Statistischen Landesamt durch Herrn K. Regierungsassessor Dr. ARNOLD zur Verfügung gestellt und diente als Grundlage für die Berechnung.

²⁾ Immer auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche bezogen.

565 ha, von denen 205 ha landwirtschaftlich genutzt werden. Hievon entfallen auf das Gebiet der Niederterrasse 133 ha, auf die Hochterrasse 67 ha.

Es entfallen auf den Getreidebau 100 ha = 49⁰/₀, hievon auf Weizen 2⁰/₀, Roggen 12⁰/₀, Gerste 2⁰/₀, Hafer 32⁰/₀, auf Hackfrüchte 15 ha = 7⁰/₀, Klee 23 ha = 11⁰/₀, Wiesen 67 ha = 32⁰/₀.

Gemeinde Hadorf (mit 144 Einwohnern, 23 Wohngebäuden, 21 Pferden, 219 Stück Rindvieh, 28 Schweinen, 1 Ziege) umfaßt 684 ha, von denen 293 ha landwirtschaftlich genutzt werden. Der größte Teil hievon liegt auf dem Gebiete der inneren Moräne, während auf der Niederterrasse 94 ha und auf der Hochterrasse 65 ha liegen.

Es entfallen auf den Getreidebau 167 ha = 57⁰/₀, hievon auf Weizen 2⁰/₀, Roggen 14⁰/₀, Gerste 6⁰/₀ und Hafer 35⁰/₀, auf Hackfrüchte 23 ha = 8⁰/₀, Klee 22 ha = 8⁰/₀ und Wiesen 80 ha = 27⁰/₀.

Gemeinde Krailling (mit 793 Einwohnern, 109 Wohngebäuden, 65 Pferden, 285 Stück Rindvieh, 144 Schweinen, 11 Ziegen) umfaßt 1298 ha, von denen 405 ha landwirtschaftlich genutzt werden. 250 ha liegen auf der Hochterrasse, 44 ha auf der Niederterrasse, während der Rest, der auf einem andern geologischen Blatte liegt, dem Alluvium angehört.

Es entfallen auf den Getreidebau 177 ha = 44⁰/₀, hievon auf Weizen 3⁰/₀, Roggen 9⁰/₀, Gerste 3⁰/₀, Hafer 28⁰/₀, Spelz 1⁰/₀, auf Hackfrüchte 36 ha = 9⁰/₀, auf Klee und Grünfutter 41 ha = 10⁰/₀ und auf Wiesen 151 ha = 37⁰/₀.

Gemeinde Gauting (mit 1294 Einwohnern, 147 Wohngebäuden, 52 Pferden, 301 Stück Rindvieh, 117 Schafen, 60 Schweinen, 12 Ziegen) umfaßt 1851 ha, von denen ein Teil auf Blatt Baiernbrunn liegt. Die Größe der landwirtschaftlich genutzten Fläche beträgt 620 ha, die teils auf dem Würmalluvium, teils auf der Niederterrasse liegen.

Es entfallen auf den Getreidebau 230 ha = 37⁰/₀, hievon auf Weizen 1⁰/₀, Roggen 8⁰/₀, Gerste 1⁰/₀, Hafer 27⁰/₀, auf Hackfrüchte 42 ha = 7⁰/₀, Klee 58 ha = 9⁰/₀ und Wiesen 290 ha = 47⁰/₀.

Gemeinde Leutstetten (mit 309 Einwohnern, 35 Wohngebäuden, 40 Pferden, 221 Stück Rindvieh, 23 Schweinen und 2 Ziegen) umfaßt 754 ha, von denen ein Teil auf das anstoßende Blatt Baiernbrunn entfällt. 220 ha werden landwirtschaftlich genutzt. Sie liegen überwiegend auf dem Gebiete der inneren Moräne.

Es entfallen auf den Getreidebau 64 ha = 29%, hievon auf Weizen 2%, Roggen 8,5%, Gerste 0,2%, Hafer 18%, Hackfrüchte 2 ha = 1%, Klee 13 ha = 6%, Wiesen 140 ha = 64%.

7. Erntestatistik.

Im Ernteerhebungsbezirk Starnberg I, dem die eben aufgeführten Gemeinden angehören, wurden von 1908—1913 folgende durchschnittliche Erträge (Doppelzentner pro ha) erzielt:

	1908	1909	1910	1911	1912 ¹⁾	1913
Winter-Weizen . . .	13	15	15	19,5	6,5	19,5
Sommer-Weizen . . .	8	12	12	15	5	16
Winter-Spelz . . .	12	12	15	20	6	16,5
Winter-Roggen . . .	13	13	15	18	5,5	18
Sommer-Roggen . . .	7	12	10,5	13	5	13,5
Sommer-Gerste . . .	9	20	18	20	6,5	19
Hafer	6	20	15	19,5	6,5	20
Kartoffeln	100	90	70	75	40	120
Wiesen	35	45	45	13	14	60
Klee	40	50	50	18	20	75
Luzerne	40	60	45	18	25	75
Futterrüben	—	—	80	50	100	180

Leider liegt eine Zusammenstellung über die Ernteergebnisse der hauptsächlichsten Fruchtgattungen vom Hektar im Königreich Bayern nur bis zum Jahre 1905 vor,²⁾ so daß sie leider hier zum Vergleiche nicht angeführt werden kann.

IX. Forstwirtschaftliche Erläuterungen.³⁾

Auch auf dem Blatte Gauting ist die größere Hälfte der Fläche mit Wald bestockt.

1. Besitzverhältnisse.

Ein im allgemeinen durch die Römerstraße begrenztes Dreieck im Nordosten bildet nahezu die Hälfte des in das Blatt Baiernbrunn

¹⁾ Die geringen Erträge des Jahres 1912 sind darauf zurückzuführen, daß infolge der ungünstigen Erntewitterung ein Teil des Getreides auf den Feldern verfaulte.

²⁾ Zeitschrift des K. B. Statistischen Bureaus 1906 S. 58.

³⁾ Mitgeteilt von Herrn Kgl. Forstmeister HEISS, Starnberg.

und Blatt Pasing hineinragenden Teiles des Staatswalldistriktes Kreuzingerforst. Zu beiden Seiten der Bahnlinie München—Starnberg reihen sich, durch Privat- und einige Stiftungswaldungen verbunden, die Staatswalldistrikte Königswieserforst und Heiligbergebuchet an; ein kleiner Teil des letztbezeichneten Distriktes liegt auf dem Blatte Gauting. Südwestlich der Römerstraße bilden Teile des Staatswaldes (Frohnloherbuchet) mit den Gemeinde- und Privatwaldungen von Unterbrunn größere, zusammenhängende Waldungen, welche sich bis zur Straße von Unterbrunn nach Oberpfaffenhofen erstrecken. Südlich dieser Straße wird eine weitere in sich geschlossene Waldfläche durch die Gemeinde- und Privatwaldungen von Oberbrunn und den Staatswalldistrikt Höhenrain gebildet, welche sich in südöstlicher Richtung durch Privat- und Gemeindefaldungen an die südlichsten Teile des Königswieserforstes — Hofbuchet — anschließt. In der südwestlichen Ecke befindet sich schließlich der größere Teil, etwa $\frac{2}{3}$ des Staatswaldes Widbuchet und an diesen anschließend Privatwaldungen der Gemeinde Hadorf.

Von der mit Wald bestockten Fläche nehmen nach dem Besitzstande die Staatswaldungen des Forstamtes Starnberg den größten Teil ein; größeren Waldbesitz haben die Gemeinden Unterbrunn, Oberbrunn und Gauting, dann S. M. der König und Frhr. v. Michel auf Tüßling.

2. Boden.

Die Oberflächengestaltung, das Ergebnis der fluvio-glazialen Ablagerungen, ist im Gebiete der Niederterrasse eben, gegen Norden schwach geneigt; nur gegen das Würmtal fällt die Ebene mehr oder weniger steil ab. Die südlich anschließenden Äußeren Moränen bilden flachwelliges Hügelland, welches im Bereiche der Inneren Moräne allmählich einen stärkeren Wechsel der Erhebungen und Senkungen und eingeschnittene Rinnen zeigt.

Der Boden ist aus Bildungen und Verwitterungen der Quartärformation hervorgegangen. Zwei Urstromtäler, Niederterrassen, das eine beim „Hohen Stein“ und bei Mühlthal, das andere in der Südwestecke (Höhenpunkt 635) beginnend, verlaufen allmählich an Breite zunehmend gegen Norden, zwischen beiden liegen, nur von wenigen schmalen und alten Stromrinnen unterbrochen, die zur Äußeren Moräne gehörigen Lehm- und lehmhaltigen Böden der Hochterrasse.

Im Südosten und im Süden des Blattes Gauting ragt die Innere Moräne des Würmsees, im Westen — Tiefenbrunn-Weichselbaum —

jene des Ammerseegletschers herein. Die Staatswaldungen des Forstamtes Starnberg stocken daher auf Böden, welche nach ihrer geologischen Bildung sowohl wie nach ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften und insbesondere bezüglich ihrer Verwitterung und Tiefgründigkeit sehr verschieden sind.

Die Staatswalddistrikte Planeggerholz und Kreuzingerforst stocken auf Verwitterungsboden der Niederterrasse. Die 15 bis 45 cm tiefe Verwitterungsdecke besteht aus einem ziemlich steinreichen, wenig humushaltigen, oben kalkarmen, unten mehr kalkhaltigen, sandigen Lehmboden auf einer stark wasserdurchlassenden Kies- und Schotterunterlage. Die in der Regel reichlichen Niederschläge werden daher hauptsächlich in der verwitterten Bodendecke aufgespeichert. Das an sich geringe Porenvolumen ist größer als bei den Böden der Hochterrasse und als günstig zu bezeichnen. Im allgemeinen ist die Bodenkrume arm an Kali und Phosphorsäure.

Auf Verwitterungsböden der Hochterrasse stocken die Waldbestände der Abteilungen 1 und 2 des Kreuzingerforstes (Frohnloherbuchet), dann Teile der Abteilung 3 und 4.

Der Staatswalddistrikt Königswieserforst gehört im südlichen, nordwestlichen (Hoher Stein), nördlichen und östlichen Teile nahezu zur Hälfte zum Gebiete der Niederterrasse, im übrigen zu jenem der Hochterrasse und Äußeren Moräne.

Der rotbraune Verwitterungslehm der Hochterrasse bildet einen mit Stein durchsetzten, humushaltigen, kalkarmen, tonigen Lehmboden, der nach der Tiefe noch frischer und schwerer wird. Er ist ziemlich dicht, kalt, arm an Kali und Phosphorsäure und von oft rasch wechselnder Tiefe von 40—100 cm. Der gelbe Decklehm der Hochterrasse ist ein an Kalk, Kali und Phosphorsäure nicht allzureicher, ziemlich schwerer, tiefgründiger Lehmboden, dessen Wasserkapazität noch größer ist als jene des Verwitterungslehms. Beide Lehm Böden stehen an der Grenze der unbedingt nötigen Luftkapazität; bei Decklehm tritt öfters Nässe auf. Kennzeichnend ist das häufige Vorkommen von Widertonmoosen und Seegras. Der Distrikt Heiligbergerbuchet, in der Hauptsache der Hochterrasse zugehörend, umfaßt auch Gebiete der Niederterrasse mit einem Teile Novär (Würmtal) und im Süden Teile der Inneren Moräne (Mühlthalerleite), während der Distrikt Widbuchet mit etwa $\frac{2}{3}$ der Fläche der Inneren Moräne und mit $\frac{1}{3}$ der Niederterrasse zuzurechnen ist.

Die Böden der Inneren Moräne sind entweder als Moränenkies oder als Geschiebemergel ausgebildet. Moränenkies besitzt wenig sandige Zwischenmittel und eine wechselnd mächtige Verwitterungsdecke, während Geschiebemergel einen tonig lehmigen, in der Tiefe kalkreichen Sandboden bildet. Der Gehalt an Kali und Phosphorsäure ist etwas höher als bei den Böden der Äußeren Moräne und Niederterrasse. Luft- und Wasserkapazität sind günstig. Die Verwitterungsdecke der Inneren Moräne ist genügend mächtig, zumeist nicht unter 40 cm.

Die Böden des älteren Würmtalalluviums sind wenigstens etwas unterhalb Mühlthal stellenweise genügend tiefgründig, frisch, lehmreich, von geringem Sandgehalt. Sonst sind sie zumeist Kiesböden mit schwacher Verwitterungsdecke von oft kaum 10 cm Tiefe.

3. Bestockung.

Vor Besprechung der jetzt noch sehr mannigfaltigen Bestockung der Waldungen des Blattes Gauting soll versucht werden, ein Bild jener Waldbestände zu zeichnen, wie sie zu Beginn des 19. Jahrhunderts wohl vorhanden waren.

Die noch allerorts vorhandene Laubholzbestockung, dann geschichtliche Nachrichten, sowie die generelle Beschreibung des Forstreviers Unterbrunn lassen keinen Zweifel darüber, daß die ursprüngliche Bestockung in der Hauptsache aus Eichen, Buchen, Hainbuchen und Linden bestanden hatte und zwar war in dem südlichen Teil der Inneren und Äußeren Moräne wohl die Buche, auf der Niederterrasse die Eiche und Hainbuche vorherrschend.

Infolge übermäßiger Streunutzung, Waldweide und hiedurch veranlaßter Gipfeldürre und Aushieb rückgängigen Holzes verlichteten die Bestände mehr und mehr. Durch Frost und Wildverbiß wurden fortgesetzt die jungen Schläge beschädigt. Auf den verödeten Flächen wucherte die Heide. Diese Verhältnisse begünstigten zunächst das Ankommen von Birken, Fichten und Weichhölzern in den südlichen Teilen, während in den nördlichen Teilen ausgedehnte Ödungen mit einer lichten Bestockung von alten, breitästigen Eichen, Birken, Hainbuchen mit Hasel- und Wacholderunterstand sich bildeten. Das natürliche Vordringen der Fichte in die Laubholzbestände gab schon frühzeitig Veranlassung, zunächst die Fichte, später auch die Föhre durch Saat und Pflanzung zu begünstigen und diese Holzarten zu Aufforstungen

der ausgedehnten Ödungen, dann der angekauften Äcker und Wiesflächen zu benützen. Auch von der Verbindung von Fichtensaat mit gleichzeitigem Anbau von Haber wurde auf ausgedehnter Fläche Gebrauch gemacht.

Die auch heute noch nicht abgeschlossene weitere Verbreitung des Nadelholzes — insbesondere der Fichte — auf natürlichem wie künstlichem Wege, ist also teils das Ergebnis der wirtschaftlichen Tätigkeit des Menschen: der früheren Streu- und Weidenutzung und der späteren Kahlschlagwirtschaft und teils Folge von Wildbeschädigungen, denen vor allem das Laubholz zum Opfer fiel. Die jetzt vorhandene Bestockung besteht daher in der Hauptsache aus reinen oder fast reinen Fichtenbeständen, dann aus reinen, nur mit einzelnen Eichen, Birken, Ahorn und Eschen gemischten Buchenbeständen, im übrigen aus Laub- und Nadelholz in der Art gemischten Beständen, daß örtlich bald das Nadelholz, bald das Laubholz die vorherrschende Holzart bildet.

Aus den geschilderten Verhältnissen ergibt sich, daß der flachgründige, wasserdurchlässige Boden der Niederterrasse, nur von gipfeldürren Eichen und Buchen licht überstellt, für die Laubholzverjüngung versagte und rasch vermagerte, so daß die Fichte, sich selbst ansiedelnd und auf künstliche Weise gefördert, gegenwärtig die erste, häufig schon die zweite Nadelholzgeneration bildet. Die Fichte ist also im Planeggerholz, dann im Kreuzingerforst, in den Gemeindewaldungen von Unterbrunn, in den östlich anliegenden Privatwaldungen und in den südlichen Teilen des Königswieserforstes die vorherrschende Holzart; aber fast allerorts finden sich noch Reste der Laubholzbestockung in Form von einzelnen Eichen, Hainbuchen und Buchen. Auch auf den frischeren und lehmhaltigen Böden der Äußeren Moräne ist in den Privat- und Gemeindewaldungen, dann in den früher mit Streu- und Weiderechten belasteten Staatswaldungen an die Stelle der Laubholzbestockung die Fichte getreten oder es hat sich eine mehr oder weniger starke Beimischung der Fichte zur Laubholzbestockung ergeben; vorherrschend mit Laubholz bestockt sind noch die nördlichen Teile des Königswieserforstes und der Distrikt Heiligbergerbuchet. Auch die Böden der Inneren Moräne sind noch vorwiegend mit Laubholz und zwar hauptsächlich mit Birke und Eiche bestockt; hierher gehören der Distrikt VI Widbuchet, die Waldungen von Hadorf, Hanfeld und Söcking, dann die südl. Abteilung des Distrikts Heiligbergerbuchet.

Die ziemlich tiefgründigen frischen Böden des älteren Würmtalalluviums sind mit Buchen, Eschen, Erlen, Ulmen, Eichen und Fichten bestockt, während die Gebilde an der Würm mit kiesigem Boden und schwacher Verwitterungsdecke (10 cm) nur mit Fichten, Erlen und Wachholder gering bestockt oder unbestockt sind.

4. Bestandsbonitäten.

In der Forstwirtschaft versteht man unter Standort die Gesamtheit der durch Boden, Lage und Klima bedingten örtlichen Einflüsse, unter welchen eine Holzart lebt. Der jeweilige Fruchtbarkeitszustand eines Waldbodens wird im allgemeinen durch die Standortsbonität zum Ausdruck gebracht. Verschieden hievon ist die Bestandsbonität, deren allgemeiner Maßstab die durchschnittliche Höhe des Bestandes ist. Der größeren Höhe entspricht unter sonst gleichen Verhältnissen der größere Ertrag.

Stellt man nun die Waldbodenarten nach ihrer geologischen Entstehung zusammen und vergleicht die Wachstumsleistungen (Bonitäten) der auf denselben stockenden Bestände, so ist zunächst zu beachten, daß Holzart, Bestandesform und wirtschaftliche Behandlung von ausschlaggebender Bedeutung für die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Bodens sind, so daß auf geologisch gleichen oder ähnlichen Böden infolge verschiedener Behandlung des Bodens und Bestandes große Ertragsverschiedenheiten sich ergeben können.

Die auf der Niederterrasse stockenden ältesten 81- bis 100jährigen Fichtenbestände sind als erste Generation unmittelbar der rückgängigen Laubholzbestockung folgend, Bonität I,2 bis I,7; in den 60—80jährigen Fichtenbeständen wechselt die Bonität zwischen I und II; sinkt in diesen Beständen die Bonität unter II, so sind die geringen Wachstumsleistungen auf schädigende Einflüsse durch Streunutzungen und Weideberechtigungen in früheren Zeiten zurückzuführen. Die 51—60jährige Altersstufe, zumeist aus Saat, seltener durch Pflanzung entstanden, hat als durchschnittliche Bonität I,4; unter diesen Beständen zeigen die zunächst der Diensthütte Kreuzing auf ehemaligen Ackerflächen aus Haberschuttsaaten hervorgegangenen Fichtenbestände die besten Wachstumsverhältnisse, Bonität I,1.

Für die fast reinen, aber doch noch mit Laubholz bis 0,2—0,3 der Gesamtmasse gemischten Fichtenbestände auf den Böden der

Hochterrasse und Äußeren Moräne sind Bonitäten von I,5 bis II,8 ermittelt worden. Im allgemeinen läßt sich hier feststellen, daß mit der stärkeren Beimischung der Buche zur Fichte die Bonität der Fichte und ebenso der Buche sinkt. Zweifellos sind auf diesen Böden die Wachstumsleistungen der Buche weit ungünstiger als auf der Niederterrasse durch die früher bestandene starke Belastung mit Weide- und Streurechten beeinflusst worden.

Für reine Fichtenbestände der Inneren Moräne sind keine Erhebungen für die Bestandesgüte vorhanden. Die mit 0,2 bis 0,5 Anteilen von Fichten gemischten Buchenbestände sind vorherrschend im Gebiete der Äußeren Moräne vertreten. Die Bonitäten der Fichte bewegen sich zwischen I,8 und II,8, jene der Buchen zwischen II und III Bonität.

Im Gebiete der Niederterrasse (ausschließlich des Kreuzingerforstes) sind in reinen Buchenbeständen Bonitäten von II,5 bis V ermittelt worden, auf Verwitterungslehm bewegen sie sich zwischen II,5 und V, auf Decklehm zwischen Bonität I,3 und III.

Für die vorherrschend mit Buchen bestockten Staatswaldflächen der Inneren Moräne wurden Bonitäten von I,8 bis V ermittelt. Die wüchsigsten und ertragreichsten Buchenbestände befinden sich im Heiligbergerbucht, welches von jeher mit Streurechten nicht belastet und auch infolge seiner Lage von erheblichen Streunutzungen verschont blieb (Abt. 1 Kasparsgreut Bonität I,3 und Abt. 4 Mühlthalerleithe I,8 und II,1).

Es lassen sich auch im Bereiche des Buchengebietes Verschiedenheiten der Bestandesgüte nur schwer in Beziehung zu der geologischen Entstehung der Böden bringen. Zweifellos haben die früher bestandenen Belastungen mit Streu- und Weiderechten einen weit größeren Einfluß auf das Wachstum der Buche gehabt als bei den Fichtenbeständen. Das geringe Wachstum der Buchenbestände IV. und V. Bonität ist nachweisbar auf die übermäßige Streunutzung und Waldweide zurückzuführen; für diese Tatsache sind die 100—140jährigen Buchenbestände des Distrikts Höhenrain und Widbucht mit Bonitäten zwischen III,4 und V besonders hervorzuheben. Allgemein sinkt mit dem höheren Alter die Bestandsbonität.

Neben den zwei Hauptholzarten Fichte und Buche sind noch auf erheblichen Flächen, namentlich im Kreuzingerforst, die Föhren — zumeist in Mischung mit Fichte —, dann die Eichen in kleineren

Beständen und in stammweiser Mischung die Birke und Lärche vertreten.

Daß die Kiefer mit ihren bescheidenen Ansprüchen an den Standort und ihrem großen Anpassungsvermögen schon zu Anfang des 19. Jahrhunderts angebaut worden ist, beweist ihr Vorhandensein in allen Altersstufen und auf allen Bodenarten. Unter günstigen Verhältnissen zeigt sie dieselbe Höhenentwicklung wie die Fichte und bildet kernreiche Stämme mit hochangesehter Krone. Die wenigen für das Wachstum der Föhre angestellten Erhebungen ergeben I. bis II. Bonität.

Bemerkenswert ist die Wuchsverschiedenheit der reine Bestände bildenden Kiefern gegenüber den Kiefern- und Fichtenmischbeständen. Im ersteren Falle zeigt die Kiefer starke Astbildung und schlechtgeformten Schaft; im dichten Schluß mit Fichte erwachsen ist die Kiefer zumeist glatt und schlank, selten gedreht und krumm.

Die äußere Form und Entwicklung der Kiefer im Gebiete der Niederterrasse dürfte weniger auf die Flachgründigkeit des Bodens als auf die Herkunft des Samens und auf Beschädigungen durch Wild, vor allem auf die Erziehungsweise von Jugend an zurückzuführen sein. Dichte Saatbestände zeigen die besten Wuchsformen.

Ein großes Anpassungsvermögen zeigt die Kiefer auf Böden der Niederterrasse durch eine der Buche ähnliche Wurzelbildung; an Stelle der Pfahlwurzel bildet sie einen Wurzelstock, von welchem zahlreiche Wurzeln in die Tiefe gehen, das stark verdichtete Kalkgeröll durchdringen und dadurch zur Lockerung des Bodens und zur Verwitterung des Gerölles beitragen.

Während die Fichte, in der Verwitterungsdecke weit ausholende Seitenwurzeln bildend, auf dem Schotterboden tellerartig aufsitzt und nur mit wenigen schwachen Wurzeln bis höchstens 20—25 cm in denselben eindringt, gehen die Wurzeln der Kiefern bis über 1 m Tiefe hinunter und übertreffen in dieser Hinsicht sogar die Buche.

In Mischung mit Fichte ist daher neben der Buche die Kiefer für die Verbesserung und Erhaltung der Bodenkraft von hervorragendem Werte. Insbesondere auf den vermagerten Böden der Niederterrasse bildet die Kiefer, abgesehen von ihrer Unempfindlichkeit gegen Frost und Hitze den Pionier für wertvollere Holz-

arten; der reichliche Nadelabfall trägt wesentlich zur Lockerung und Erhöhung der Wasserkapazität des Bodens bei.

Weniger Anpassungsvermögen besitzt die Lärche. Im Gebiete der Niederterrasse geht der Höhenwuchs bald zurück. Der Wuchs wird knickig, sobald die vorzugsweise in die Tiefe gehenden Wurzeln die Kiesschicht erreichen; auch die klimatischen Verhältnisse (Frost, Nebel) sagen der Lärche nicht zu.

Bessere Lebensbedingungen findet die Lärche auf dem mit mergelig-sandigen Zwischenmitteln versehenen Kies und Geschiebe der Inneren Moräne, wie der aus Saat entstandene gutwüchsige Lärchenbestand östlich der Station Mühlthal und jüngere Lärchenhorste im Staatswalde (Hofbuchet) zeigen.

Die wenigen im Planeggerholz (Niederterrasse) befindlichen Eichenbestände im Alter von 46--75 Jahren gehören der Bonität II,6 bis III,6 an. Die geringe Wachstumsleistung der Eichen, wie auch jene der über 100 Jahre alten Fichtenbestände (Bonität II,2) ist der früher stattgehabten Streunutzung zuzuschreiben.

Daß die flachgründigen, oberflächlich kalkarmen, bei reichlichen Niederschlägen frischen und gutgepflegten Niederterrassenböden für das Wachstum der Fichte einen besonders günstigen Standort bieten, ist nicht zu bestreiten. Solche Böden weichen in ihrem Feinerdegehalt, in ihrer Zusammensetzung sowie in ihrem Gehalte an Kali und Phosphorsäure wenig von den Böden des Verwitterungslehmes und der Äußeren Moräne ab.

Bei dem verhältnismäßig hohen Ansprüche der Fichte an den Kalkgehalt des Bodens dürfte dieser bei der Beurteilung der Wachstumsleistung von nicht zu unterschätzender Bedeutung sein. Die in tiefere Schichten des Verwitterungsbodens und in den Kalkschotter sich einwurzelnde Buche und Kiefer tragen daher zweifellos wesentlich zur Verbesserung der obersten Bodenkrume bei.

Wenn auf dem an sich frischeren Boden der Äußeren Moräne, auf dem Verwitterungslehm und insbesondere dem Decklehm die Fichtenbestockung nicht erheblich besser ist als auf Böden der Niederterrasse, so dürfte diese Tatsache wohl in der Kalkarmut des Bodens, insbesondere des Decklehms, dann auch in der größeren Dichtigkeit zu finden sein.

Daß die Buche, welche unter allen Holzarten den größten Anspruch an den Kalkgehalt des Bodens stellt, auf dem Decklehm infolge Streunutzung und eintretender oberflächlicher Verdichtung

des Bodens im Wuchs und Ertrag sehr rasch zurückgeht und die Bildung von Rohhumus und daß die Ansiedelung von Heidelbeere und Heide begünstigt wird, ergibt sich sohin von selbst.

Aber auch die Fichtenbestände sinken bei übermäßiger Streunutzung und unwirtschaftlicher Behandlung in kalkarmen, wenig tätigen Böden trotz hoher Wasserkapazität infolge Verdichtung und häufig Vernässung im Ertrage; einen Beweis hiefür geben die auf Decklehm stockenden jüngeren Fichtenbestände des Gemeindewaldes von Buchendorf.

Die bis zum Jahre 1848 mit dem Forstenriederparke verbundenen Teile des Gemeindewaldes zeigen für die Fichte Wachstumsleistungen I. Bonität, bei den übrigen, der ständigen Streunutzung durch die Gemeindeglieder ausgesetzten Beständen geht die Bonität auf IV und V zurück. Der häufig mit einer Decke von Heidelbeere und Heide überzogene Boden trägt Bestände von kümmerlichem Wuchs und sehr geringem Schluß.

Wesentlich besser sind die Verhältnisse im Bereiche der Inneren Moräne sowohl für Buche und Eiche, wie auch für Fichte, Lärche und Kiefer. Diese Böden sind aber bei einem größeren Gehalte an Phosphorsäure selbst sehr kalkreich — von rasch wechselnder Zusammensetzung bezüglich der Bodenbestandteile und deren Lagerung. Der Moränenkies mit wenig Zwischenmittel läßt Wasser leicht durch, Geschiebemergel ist schwer durchlässig.

Für die Wuchsleistungen der Waldbestände wird daher hier weniger der Gehalt an mineralischen Nährstoffen, der stets genügen dürfte, als die Mächtigkeit der Verwitterungsdecke sowie die wasserhaltende Kraft des Bodens und dessen physikalische Zusammensetzung maßgebend sein. Mit dem raschen Wechsel der Mächtigkeit der Verwitterungsdecke, 25—100 cm, und der Oberflächengestaltung ist auch eine rasche Zu- und Abnahme der Bestandesgüte verbunden.

Auf höher gelegenen, trockenen Teilen des Moränenkieses im Hofbuchet geht die Buche in der Bonität von II,8 auf III,8 und nahe bei Punkt 699,4 auf V in gleicher Linie mit der Höhenlage zurück.

Im allgemeinen wird auf gepflegten Böden der Inneren Moräne für die Buche eine Bonität von II bis III anzunehmen sein. Indessen wird sie auch hier, auf ihrem ureigensten Gebiete und Standort, der ständig Raum gewinnenden Fichte weichen müssen,

wenn nicht bei Verjüngung der Bestände auf Erhaltung und Nachzucht der Buche möglichst Bedacht genommen wird.

5. Bewirtschaftung.

In Hinblick auf die bedenkliche Ausbreitung reiner Nadelholz-, besonders reiner Fichten-Bestände gewinnt die Frage des Frucht- bzw. Holzartenwechsels und die Erziehung von Laub- und Nadelholz-Mischbeständen hervorragende Bedeutung. Diese Frage ist gegenwärtig allgemein Gegenstand waldbaulicher Erörterungen, besonders nachdem man die Bedeutung der Herkunft des Saatgutes bei Kulturen und die Vorzüge der natürlichen Verjüngung der Wälder erkannt hatte.

Für reine Kiefernbestände auf geringen Böden darf wohl als erwiesen gelten, daß diese bei ungenügender Bodenpflege allmählich zu Krüppelwaldungen herabsinken; aber auch bezüglich der Fichten wird von der einen Seite als „Erfahrungstatsache erklärt, daß aufeinander folgende Generationen im Ertrage immer mehr zurückgehen“, von der anderen Seite aber entgegnet, daß „die einseitige Ausnützung gewisser Bodenschichten durch Fichtenkahlschlagwirtschaft eine Hypothese sei“.

Jedenfalls ist es eine bedenkliche Erscheinung, daß im Kreuzingerforst die Fichtenbestände der zweiten Generation schon ziemlich frühzeitig im Stangenholzalder durch Wurzelpilze (*Agaricus Melleus*, *Trametes radiciperda*), seltener durch Schwampilze (*Trametes pini*) angegriffen und allmählich bei ringförmigem Fortschreiten der Erkrankung durchlöchert werden.

Ob diese Erscheinung noch als Nachwirkung der früher exzessiven Streunutzung zu betrachten oder Folge des reinen Fichtenanbaues ist, läßt sich schwer entscheiden. Die Frage könnte nur auf Grund planmäßiger Untersuchungen der Lösung näher gebracht werden. Schon das sichtbar gute Gedeihen der Fichten und Kiefern-mischbestände, die wohltätige Wirkung einzelner Laubhölzer in Fichtenbeständen auf Boden und Wuchs läßt es geboten erscheinen, durch Wiederanbau von Laubholz bzw. durch Erziehung von Laub- und Nadelholzmischbeständen der einseitigen Inanspruchnahme der Bodenkraft nicht nur entgegenzuwirken, sondern letztere auch mit Rücksicht auf die Zukunft zu erhalten und zu verbessern.

Inhalts-Übersicht.

	Seite
I. Allgemeiner Überblick	1
II. Die Aufgaben unserer geologisch-bodenkundlichen Aufnahme	2—3
III. Formationsbeschreibung	3—17
1. Das Tertiär	3
2. Das Quartär	4—10
3. Das Novär	10—17
IV. Hydrologische und klimatologische Übersicht	17—19
1. Wasserverhältnisse	17—18
2. Klimatologische Übersicht	18—19
V. Geologische Einzelbeschreibungen	19—33
Gauting und Kreuzlinger Forst	19—20
Unterbrunn-Frohnloh-Hüll-Oberbrunn	20
Königswieser Forst-Hausen-Mamhofen-Nördl. Hadorfer Flur	21—22
Oberpfaffenhofen-Weichselbaum-Tiefenbrunn	22—23
Hadorf-Hanfeld	23—24
Gegend von Leutstetten und Mühlthal, Petersbrunn, Rieden	24—33
VI. Nutzung durch Gräberei	33—35
Übersichtskärtchen	36
VII. Spezielle bodenkundliche Untersuchung	37—74
1. Die Aufgabe der wissenschaftlichen Bodenuntersuchung	37—38
2. Die Grundlagen für die wissenschaftliche Bodenuntersuchung	38—39
3. Kurze Charakteristik der angewandten Methoden der Bodenuntersuchung	39—45
4. Resultate der speziellen Bodenuntersuchung	45—74
Zusammenstellung der Entnahmepunkte von zur Untersuchung gelangten Bodenproben	45—46
Beilage zu S. 46 mit graphischer Darstellung der Bodenproben nach den Korngrößen der Feinerden.	
Verwitterungsböden im Bereiche der Hochterrasse und äußeren Moräne	46—48
A. Hochterrasse und äußere Moräne	46—48
B. Böden aus dem gelben Decklehm der Hochterrasse und äußeren Moräne	48—50
Verwitterungsböden der inneren Moräne	50—54
Verwitterungsböden der Niederterrasse	54—55
Böden aus dem Alluvium	55—56

	Seite
Petrographische Kennzeichnung des „Sandes“, „Staubsand“ und „Staubes“ der Feinerde	55—60
Tabelle der mineralischen Zusammensetzung des „Sandes“, „Staubsand“ und „Staubes“ der Feinerde	58—59
Bemerkungen zur mikroskopischen Untersuchung der Schlamm- proben	60—62
Schlußfolgerungen aus den Resultaten der speziellen Boden- untersuchung	62—74
A. Ergebnisse der physikalischen Bodenuntersuchung	62—70
B. Ergebnisse der chemischen Bodenuntersuchung	70—72
C. Ergebnisse der Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit von Bodenlösungen	73—74
VIII. Wirtschaftliches	74—85
1. Böden der Hochterrasse und der äußeren Moräne	74—77
2. Böden der inneren Moräne	77—79
3. Böden der Niederterrasse	79—80
4. Böden aus dem Alluvium	80—81
5. Übersicht über die Acker- und Wiesenwirtschaft auf den bis- her behandelten Böden	81—82
6. Statistische Angaben über die auf dem Blattgebiete liegenden Gemeinden	82—85
7. Erntestatistik	85
IX. Forstwirtschaftliche Erläuterungen	85—95