Zeitschrift: Geographica Helvetica : schweizerische Zeitschrift für Geographie = Swiss journal of geography = revue suisse de géographie = rivista svizzera di geografia

Herausgeber: Verband Geographie Schweiz ; Geographisch-Ethnographische Gesellschaft Zürich

Band: 17 (1962)

Heft: 3

Artikel: Untersuchungen an Lössen der Nordschweiz

Autor: Gouda, Gouda Hassanein

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-44342

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 11.12.2025

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

UNTERSUCHUNGEN AN LÖSSEN DER NORDSCHWEIZ

GOUDA HASSANEIN GOUDA

Vorwort

Das Thema der vorliegenden Arbeit wurde mir im Herbst 1958 von Herrn Prof. Dr. H. Boesch, Direktor des Geographischen Institutes der Universität Zürich, zugewiesen.

Im Winter 1958/59 erfolgte das Studium der Literatur über Lößvorkommen und über die Untersuchungsmethoden. Im Sommer 1959 begann ich mit der Feldarbeit, die bis Frühjahr 1961 dauerte. Gleichzeitig wurden die entnommenen Proben im Laboratorium des Geographischen Institutes der Universität Zürich verarbeitet.

Ich danke ganz besonders meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. Boesch, der die Arbeit überwachte, wesentliche Anregungen gab und durch wertvolle Diskussionen zum Gelingen der Arbeit beitrug.

Bestens danken möchte ich Herrn H. Andresen, dem Oberassistenten des Institutes, der mit mir während vieler Stunden die Probleme dieser Arbeit diskutiert hat.

Ebenso zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Dr. H. Jäckli, PD am Geologischen Institut der ETH, ferner den Herren Kollegen G. Ammann, G. Jung, P. Schmid, A. Städeli und H. Zimmermann für die Mithilfe bei Exkursionen und Bohrungen.

Danken möchte ich Fräulein J. Kutschke für ihre Mühe um die stilistische Bereinigung des Textes.

Dank schulde ich aber auch meiner lieben Frau, die mich bei der ganzen Arbeit unterstützte.

I. Einleitung

In Mitteleuropa kommt dem Löß große Bedeutung zu, weil er neben den fluvioglazialen Schotterterrassen als Grundlage für die Quartärchronologie dient. Beide haben sich während der glazialen Epoche in abwechselnder Intensität gebildet und zeigen Beziehungen zu klimatischen Schwankungen, ganz besonders der Löß.

Außerhalb der Schweiz wurden zahlreiche Lößprofile erforscht, aus welchen sich brauchbare Resultate für die Eiszeitchronologie ergaben. In der Schweiz dagegen blieb die Lößforschung weit hinter den im benachbarten Ausland erzielten Ergebnissen zurück.

Es war daher notwendig, den schweizerischen Löß mit modernen Arbeitsmethoden gründlich zu untersuchen, sowohl im Hinblick auf seine geographische Verbreitung als auch auf den Fossil- und Mineralgehalt seiner Schichten, um brauchbare Anhaltspunkte für die stratigraphische Gliederung zu erhalten und damit eine Parallelisierung mit verschiedenen mitteleuropäischen Lokalitäten zu versuchen.

Die vorliegende Arbeit setzt sich zum Hauptziel, auf Grund der Löß-Stratigraphie neue Kriterien für die Gliederung des schweizerischen Pleistozäns zu gewinnen.

II. Historischer Überblick über die Lößforschung in der Schweiz

Zum besseren Verständnis der in dieser Arbeit erörterten Lößfragen, sei hier ein kurzer Abriß der Geschichte der Lößforschung in der Schweiz gegeben.

Auf schweizerischem Gebiet sind Arbeiten, die näher auf die Lößprobleme eingehen, ziemlich zahlreich. Sie reichen bis ins letzte Jahrhundert zurück.

Schon am Anfang des 19. Jahrhunderts hat der Löß, und zwar zunächst der des Rheintales, die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt. Da der baslerische Löß mit dem eigentlichen Rheinlöß unmittelbar zusammenhängt, ist er zuerst beobachtet worden.

Es sind die ältesten mir bekannten Schriften von P. MERIAN (1844 und 1856) und SCHUTTLEWORTH (1844), die sich mit dem Löß der Umgebung von Basel beschäftigten. MERIAN bemerkte, daß die Hügel in der Umgebung von Basel meistens mit mächtigen Lößdecken überlagert sind. Schuttleworth fand in einem Lößaufschluß bei Arlesheim 7 Schnecken, die in diesem Material häufig auftreten. MERIAN erwähnte den Löß von Basel wiederum im Jahre 1856. Über die Entstehung des Lößes war er der Ansicht, daß er nur von fließendem Wasser habe abgesetzt werden können.

KÖCHLIN-SCHLUMBERGER (1856) verfaßte eine kleine Schrift über den Löß der Umgebung von Basel. Er bezeichnete ihn mit dem Namen «Lehm» und gliederte ihn in drei Unterabteilungen: «brauner Lehm», der stets an der Oberfläche liegt und kalkfrei ist; «grauer Lehm», echter Löß, mit Schnecken, Kalk und Konkretionen und schließlich «gelber Lehm», der dem ersten gleicht, der sich aber durch die tiefere Lage und einen größeren Kalkgehalt auszeichnet.

In Bezug auf die Entstehung des braunen und gelben Lehms erwähnte er am Schluße seiner Arbeit, daß beide ursprünglich als eigentlicher Löß, grauer Lehm, abgelagert worden seien, und daß sie sich unter dem Einfluß von kohlensäurehaltigem Wasser gebildet hätten.

Weitere Bemerkungen über den baslerischen Löß finden sich in den Arbeiten von ALB. MÜLLER (1862 und 1884).

Schon um 1856 beobachteten ESCHER VON DER LINTH und MOUSSON Löß bei Wartau im st. gallischen Rheintal. Sie beschrieben ihn als eine Bildung, die petrographisch ganz dem echten Löß des unteren Rheintales gleicht. ESCHER brachte seine Entstehung in engeren Zusammenhang mit den Glazialerscheinungen. Er kam zu der Ansicht, daß dieser Löß sich zu einer Zeit abgelagert haben mußte, in der sich der Gletscher hinter Sargans zurückgezogen hatte.

Nachdem die baslerischen und st. gallischen Lößablagerungen bekannt geworden waren, wiesen 1867 C. MÖSCH und 1896 F. MÜHLBERG Löß im Aaretal nach. Mühlberg brachte weitere Ergänzungen und neuere Beobachtungen in vielen Arbeiten und verschiedenen geologischen Karten mit Erläuterungen, die in den Jahren 1878, 1885, 1892, 1896, 1901, 1905, 1908, 1911, 1913 und 1915 erschienen. MÜHLBERG berichtete, daß der Löß in der Umgebung von Aarau auf den höchsten Flußterrassen und höher ruht (Eppenberg 487 m ü. M. bei Aarau) und daß nur zwei kleine Vorkommnisse auf tiefer liegenden Terrassen vorhanden sind (bei Wöschnau, SW von Aarau), die er als Umlagerungen von Löß auf höheren Terrassen angesehen hat. Er gab als erster in der Schweiz Gründe an, die ihn zur Ansicht der äolischen Entstehungsweise des Lößes geführt haben. Da der Löß auf der Niederterrasse fehlt, aber sonst auf allen älteren Formationen aufliegt, stellte er die Lößbildung in eine Zeit «welche derjenigen unmittelbar vorausging, in welcher die Niederterrasse aufgeschüttet wurde» (1896 S. 40). MÜHLBERG (1885 und 1896) nahm den Löß zuerst als Umlagerungsprodukt der Grundmoräne an.

FELLENBERG fand 1885 im Kanton Bern in der Nähe von Kosthofen eine lößähnliche, schneckenfreie Ablagerung, mit sehr feiner Schichtung, die er Löß nannte. Von BALZER erschienen 1885 zwei Arbeiten, die die verschiedenen neuen Lößstellen beschreiben. Seine Darstellungen erwecken den Eindruck, daß es sich nicht um Löß handelt. Er hat sich später durch eigene Untersuchungen davon überzeugt, daß diese Ablagerungen bei Bern zu den Kalktuffen gehören und sie als solche bezeichnet (in Beitr. Lfg. 30).

Die im Jahre 1889 von FR. JENNY erschienene Arbeit «Über Löß und lößähnliche Bildungen in der Schweiz» ist besonders von paläontologischem Standpunkt aus be-

achtenswert. Nach ihm stimmen die Lößvorkommen der Umgebungen von Basel und Aarau gut miteinander überein. Häufig sind Schnecken in diesen Lößstellen und deuten oft auf ein kühles Klima. Hingegen kommen in den st. gallischen Rheintal-Lößen nicht dieselben Arten vor. Größer sind die Unterschiede in der Beschaffenheit zwischen den soeben genannten Lößen und denjenigen vom Kanton Bern. Nach Ansicht FR. JENNY ist der Löß am Ende der letzten Glazialzeit abgelagert worden. Er hielt ihn für die jüngste Bildung der Diluvialzeit, weil der Löß überall das Hangende der älteren Ablagerungen bildet und im st.gallischen Rheintal im intramoränischen Bereiche vorkommt. Für die Entstehung des schweizerischen echten Lößes vertrat er die von JENTSCH (1872) und FR. SANDBERGER (1880) begründete Hochwasserschlammhypothese. Danach stammte der Hochflutschlamm von der erratischen Schuttbedeckung des Landes und von den Moränen».

DU PASQUIER (1891) schildert die Lagerungsverhältnisse des Lößes, wie sie sich in der Umgebung von Basel und Aarau darbieten. Er spricht von Löß und Lehm mit der Bezeichnung «Lößlehm». Beide Gebilde, Löß und der mit ihm in Verbindung vorkommende Lehm, sind gleichwertig, «sie vertreten sich gegenseitig». Nach ihm ist der Löß jünger als die vorletzte Vereisung, und älter als die Würmeiszeit, da sein Fehlen auf der Niederterrasse diese Annahme zur Genüge beweist. DU PASQUIER vertrat die äolische Theorie der Entstehung des Lößes, welche von RICHTHOFEN (1877) begründet und schon von F. MÜHLBERG (1885) für die Schweiz befürwortet worden war. Über den Ursprung des Lößmaterials war er der schon von MÜHLBERG geäußerten Annahme, daß der Schweizer Löß ein Umlagerungsprodukt der Grundmoräne sei, weil die Ähnlichkeit zwischen Löß und Grundmoränenlehm groß ist.

Auch A. GUTZWILLER hat über den Löß der Umgebung von Basel intensiv gearbeitet. Zahlreiche Berichte und Erläuterungen zu den geologischen Karten (1892, 1894a, 1894b, 1901a, 1901b, 1912, 1916 und 1917) geben Antwort auf viele Lößfragen. Zur allgemeinen mechanischen und chemischen Zusammensetzung des Lößes erwähnte GUTZWILLER, daß seine mittlere Korngröße in der Schweiz zwischen 0,01 und 0,1 mm liegt. Der Löß enthält mehr oder weniger Kalk, ferner beträchtliche Mengen von Kieselerde, geringe Mengen von Tonerde, noch weniger Eisen, Magnesium, Kali, Natron, Phosphorsäure und organische Substanzen. Nur den Kalk ließ er quantitativ für gewisse Vorkommen bestimmen. Sechs verschiedene Analysen ergaben 30–39%, also im Mittel ca. 35%. Eine Anzahl von Lößproben wurden qualitativ von C. SCHMIDT mikroskopisch auf die Mineralbestandteile untersucht. Etwa 25 Mineralien wurden gefunden, wovon die häufigsten Quarz, Feldspat, Glimmer, Epidot und Hornblende sind. GUZTWILLER beschrieb auch die im Löß vorkommenden Einschlüsse: Lößkindel, Wurzelröhrchen, Eisenoxydkonkretionen und Schneckenschalen. Im ganzen sind 32 Schneckenarten aus der Umgebung von Basel bestimmt worden; 15 davon sind häufig, und unter ihnen befinden sich wiederum: Trichia (Helix) hispida (L.), Pupilla (pupa) muscorum (L.) und Succinea oblonga (Drap.) am meisten.

Alle Forscher, die vor GUTZWILLER den Löß bei Basel untersucht haben, betrachteten ihn als eine fluviatile Bildung am Schluße der Würmeiszeit. GUTZWILLER nahm die äolische Natur des Lößes an und bewies, daß er nicht fluviatiler Entstehung ist. In bezug auf das Alter des Lößes vertrat GUTZWILLER die Ansicht, daß er sich im letzten Interglazial gebildet habe; aber innerhalb des Interglazials vermochte er noch keine genauen Angaben zu machen. Er setzte voraus, daß der Löß zu drei verschiedenen Zeiten im Verlaufe der letzten Interglazialperiode abgelagert worden sei, da er im Lößprofil von Allschwil (bei Basel) drei Lehmzonen (im Liegenden, in der Mitte und an der Oberfläche des Profils) unterscheiden konnte. Das Vorkommen von Schneckenarten, die gegenwärtig in kühleren Gebieten leben, führte ihn zu der Ansicht, daß das Klima während des letzten Interglazials auch kühl gewesen sein mußte.

GUTZWILLER wies zuerst auf die Notwendigkeit hin, petrographische Untersuchungen auszuführen, um daraus Rückschlüsse auf die Herkunft des schweizerischen

Lößes ziehen zu können. Das Lößmaterial wäre nach ihm Staub, der aus den Moränen und Rheinschottern ausgeweht wurde.

Mit dem sogenannten postglazialen Löß im st. gallischen Rheintal (auf beiden Talseiten des Rheines von Ems über Chur bis an die Ill) und dem Lößsand im schweizerischen Rhonetal (von Naters bis St. Triphon) und bei Andelfingen (auf dem Mühliberg) hat sich J. FRÜH beschäftigt (1899, 1899–1900, 1903, 1904). Nach ihm ist der Löß dieser drei Gebiete äolisch verfrachteter Staub. Der Lößsand im Rhonetal ist durchschnittlich feiner als der bei Andelfingen, dagegen viel ärmer an Lößkindel. Der Löß von Wartau ist ebenfalls feiner aber ebenso reich an Konkretionen, wie jener von Andelfingen. FRÜH fand auch Schnecken, die im echten Löß vorkommen: Pupilla muscorum (L.) und Trichia hispida (L.) bei Andelfingen, 25 kleine Landschneckenarten im st. gallischen Rheinlöß, wovon Pupilla muscorum (L.) häufiger vorkommt, dagegen fehlte Succinea oblonga (Drap.). Der Löß ist in den drei Gebieten von geringer Mächtigkeit; im st.gallischen Rheintal 50–250 cm, bei Andelfingen 10–100 cm. Der Titel der Arbeiten von FRÜH weisen darauf hin, daß der Löß aller drei Gebiete intramoränisch und postglazial sei.

Zu ähnlichem Schluß kam J. HUG (1907, S. 99; vergleiche auch M. SCHMIDLE 1908), der annahm, daß die Ablagerung dieser Löße direkt nach dem Abschmelzen und Rückzug der Gletscher begonnen habe, also in den Beginn des Postglazials falle.

Von TH. STINGELIN (1903) wurde Löß bei Olten an der Hardegg gefunden und beschrieben. Er ist hier von Niederterrassenschotter unterlagert. In der Basis des Lößes wurde ein Mammutschädel (Elephasprimigenius) gefunden. Seiner Ansicht nach sind sowohl der Schädel wie auch der Löß sekundär umgelagert worden.

HUG (1905 und 1907) kartierte und beschrieb Löß mit Schnecken auf der Hochterrasse im Klettgau (Schaffhausen). Er vermutet seine Bildung im letzten Interglazial.

In seiner Arbeit über die fossilen Pflanzenreste des glazialen Deltas bei «Kaltbrunn» (1909), stellte BROCKMANN-JEROSCH den Löß ins Glazial. Seine Ausführungen über das Klima der Eiszeit gründen sich vorwiegend auf Fundberichte von diluvialen Tieren und Pflanzen. Als Ursache der Eiszeit lehnte er einen Temperaturrückgang ab, dafür nahm er aber reichlichere Niederschläge in fester Form an.

Im gleichen Jahre erschien noch eine Arbeit von ihm über «Das Alter des schweizerischen diluvialen Lößes». Er pflichtet der Ansicht bei, daß der echte Löß ein äolisches Produkt darstellt. Als Ausblasungsgebiete des Löß-Staubes kommen nach ihm nur Schotterfelder in Betracht, nicht aber Moränenböden (vgl. MÜHLBERG). Er führte eine Reihe von Tatsachen an, die größten Teils auf faunistisch-floristischen Funden basieren, die gegen das trocken-warme Riß/Würm interglaziale Alter des echten Lößes sprechen. Auf Grund der Lagerungsverhältnisse – er nahm an, daß die liegenden Schotter der Rißeiszeit unverwittert seien – kam er zu dem Schluß, daß die Lößbildung mit der Aufschotterung zusammen in die gleiche Periode falle, also in die Zeit der größten Ausdehnung der Riß-Gletscher selbst. Über die jüngeren «postglazialen» Löße, die auf unverwitterter Moräne oder unverwittertem Schotter oder Gletscherschliffen aufgelagert sind (FRÜH 1899, usw.) berichtete er, daß die Lößbildung direkt auf die Vergletscherung folgte. Da die Gletscher der betreffenden Gebiete sich etappenweise zurückgezogen haben, und stellenweise deutliche Halte machten, können die verschiedenen Löße nicht gleichaltrig sein, sondern müssen den Rückzugstadien der Gletscher entsprechen.

ALB. HEIM gibt in seiner «Geologie der Schweiz» (1919 Bd. 1, S. 319–323) zwei Kärtchen der Lößverbreitung. Er gliederte die Lößvorkommen in vier verschiedene Gebiete:

1. *Nordschweiz:* Umgebung von Basel, Rheintal bis Klettgau und Schaffhausen, und Aaretal aufwärts bis Aarau. Er ist der Ansicht, daß die Bildung dieses Lößes mit

dem Gletscherrückzug nach der größten Vereisung begonnen habe (vgl. BROCKMANN-JEROSCH 1909) und bis zu und mit dem letzten Interglazial gedauert haben könne.

2. *Mühliberg bei Andelfingen:* der Löß liegt auf Rückzugsmoränen der letzten Vereisung (vgl. FRÜH, HUG und BROCKMANN-JEROSCH).

3. *St. Gallisches Rheintal:* postglazialer Löß (vgl. FRÜH).

4. *Schweiz. Rhonetal:* ebenfalls postglazial.

Über kleine Lößvorkommen berichtete L. KEHRER (1923) bei Witznau und bei Aarburg, die maximal 150 cm mächtig waren.

FR. BADER (1925) beschrieb und kartierte Lößablagerungen zwischen Klingnau und Koblenz und auf dem Ruckfeld (vgl. auch MÜHLBERG). Nach ihm ähnelt dieser Löß in seiner Entstehung dem «Hauptlöß» der Nordschweiz. BADER stellte ihn daher ins letzte Interglazial.

Bei torf-pollenanalytischen Untersuchungen am Breitsee (Möhlin) hat H. HARRI (1932) einige Proben von verlehmtem Löß auf Pollen untersucht. Die betreffenden Proben wurden direkt unter dem Torf, der in diesem Gebiet höchstens 80 cm mächtig ist, entnommen. Nach dem Pollenbefund (?) handelte es sich um einen verlehmten Löß, der ins Früh- bis Vollneolithikum (ca. 3000–2500 v. Chr.) zu stellen ist.

Anläßlich seiner Untersuchungen über Vegetation und Bodenbildung der Deckenschotter Nordzürichs bemerkte W. LÜDI (1934, 1935 und 1942), daß die obersten Bodenteile vollkommen steinfrei und von lehmig-feinsandiger Beschaffenheit sind. Er bezeichnete diese Bodenart als «lehmig degradierten Löß». Die Hauptvorkommnisse treffen wir auf der «Egg» beim «Gatterli», am «Hohrain» und in der «Hochrüti» an. Dieser Löß hat keinen Karbonatgehalt, keine Lößkindel und Schneckenschalen. Die Hauptmaße der Körner (ca. 45%) fällt nach der Atterberg'schen Skala in die Fraktion des Feinsandes (0,02–0,2 mm). Zwei Maxima sind noch in der Grobsand- (0,2–2,0 mm) und Schluff-Fraktion (0,002–0,02 mm) vorhanden. LÜDI ist der Auffassung, daß das Alter dieses Lößes mit dem der bereits bekannten Lößvorkommnisse übereinstimmt.

Ein kleines Lößvorkommen am Südfuß des «Born», westlich Aarburg, hat ERNI (1943) beschrieben. Die Unterlage des Lößes besteht aus Schottern, die mit größter Wahrscheinlichkeit der Niederterrasse angehören. Das Hangende besteht aus alluvialem Hangschutt. Er stellte die Bildung dieses Lößes ins Glazial, und zwar in die Zeit des zweiten Vorstoßes der Würmvergletscherung.

In seiner Arbeit «Eiszeitformen im nordöstlichen Aargau» führte E. BUGMANN (1956) eine gründliche Untersuchung über ein Lößprofil im Geißenloo, südlich vom Dorfe Döttingen, an. Er hat ebenfalls je eine Probe aus dem Profil von Klingnau und von Fäsenacher (östlich Leibstadt) untersucht. Er bestimmte die Korngrößenzusammensetzung, den Karbonatgehalt und den Gehalt an Humusstoffen. Die Bestimmung der Schneckenfauna erfolgte durch Dr. L. FORCART. Eine Untersuchung auf Pollen durch VON ROCH ergab ein negatives Resultat.

Nach BUGMANN besteht das Lößprofil von Geißenloo aus «zwei verschiedenen Ablagerungen, einem tieferen, moränenartig-sandigem Lehm und einem darüberliegenden echten Löß», mit seiner dazugehörigen obersten Verlehmungszone. Er stellte die tiefere «moränenartig-sandige» Zone mit der darüberliegenden «interglazialen», verlehmten Zone ins Spätglazial der Riß II-Eiszeit, den oberen jüngeren Löß «vermutlich» in die Würmeiszeit. Die Löße bei Leibstadt und Klingnau lassen sich nach ihm beide mit dem würmeiszeitlichen Geißenloo-Löß vergleichen.

Aus diesem historischen Überblick über die Lößforschung in der Schweiz ist zu ersehen, daß die Ansichten über Entstehung, Herkunft und Alter des schweizerischen Lößes im Laufe von mehr als einem Jahrhundert verschiedene Wandlungen durchgemacht haben.

Die äolische Entstehung des Lößes wird heute kaum noch bestritten. Auf schweizerischem Gebiet wurden die Gründe dieser Theorie schon von MÜHLBERG, GUTZ-

WILLER und anderen aufgeführt. Außerhalb der Schweiz erweist sich die äolische Theorie ebenfalls als richtig. Neuere pedologische (F. BRANDTNER 1950) und J. FINK 1954) und sedimentpetrographische Untersuchungen (A. CAILLEUX 1945, 1952; D. J. DOEGLAS 1949 und H. HOLZER 1955) bestätigen die allgemein heute herrschende äolische Theorie.

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, Beweise über die äolische Entstehung des schweizerischen Lößes zu erbringen, wobei vor allem sediment-petrographische Methoden verwendet werden.

Nachdem W. SOERGEL (1919) das Alter des europäischen fossilen Lößes ins Glazial gestellt hatte, ist sein eiszeitlicher Charakter kaum mehr ernsthaft bestritten worden. Heute macht folgendes Problem den Schwerpunkt der Diskussion aus: dauerte die Lößbildung während des ganzen Glazials an, oder fand sie nur in einer bestimmten Phase der Kaltzeit statt? Die vorliegende Arbeit umfaßt ein genügend großes Verbreitungsgebiet des Lößes, so daß diese Frage mit einiger Zuverläßigkeit für die Nordschweiz gelöst werden dürfte.

Über Windrichtung und Herkunft des Lößstaubes gehen die Meinungen noch auseinander. In der Schweiz ist erstere kaum behandelt worden. Über die Herkunft des schweizerischen Lößes nahm man an, daß sein Material aus Moränen und Schotterfeldern vom Wind ausgeblasen wurde. Beide Fragen werden in dieser Arbeit erörtert.

Der Schwerpunkt der Lößuntersuchungen wird auf die Lößprofile gelegt. Sie sind von großer chronologischer Bedeutung, wenn sie reich gegliedert sind, auf den Flußterrassen liegen und charakteristische Foßilien enthalten. Als Grundlage für die Auswertung eines Lößprofiles sind folgende Tatsachen als erwiesen anzunehmen:

1. Eine enge genetische Beziehung zu den Eiszeiten.

2. Eingeschaltete Verlehmungszonen, die die einzelnen Lößdecken voneinander trennen, sind Produkte feuchterer und wärmerer Zeiten. Diese Verlehmungszonen werden je nach ihrer Mächtigkeit und dem Grad ihrer Abweichung vom typischen Normallöß als «Interglaziale» oder «Interstadiale» angesprochen.

3. Die Terrassenbildung steht mit den Eiszeiten in enger Beziehung.

III. Neue quantitative Untersuchungsmethoden in der Lößforschung

A. Allgemeines

Für die Beurteilung des Lößes und die Fragen nach der Entstehung, Umgestaltung und Verlehmung, sind die Beobachtungen im Gelände allein nicht ausreichend. Daher herrschte ziemlich große Unsicherheit in der Gliederung von Lößprofilen. Sie erklärt die individuellen nicht miteinander übereinstimmenden Auffassungen einzelner Autoren.

Die Großgliederung eines Lößprofiles im Felde, d. h. die Unterscheidung interglazialer Verlehmungen von eiszeitlichen Lößen, macht heute weniger Schwierigkeiten unter Berücksichtigung pedologischer Gesichtspunkte und bei einiger Erfahrung. Sie unterliegt aber trotzdem noch gewissen subjektiven Momenten, und Irrtümer sind daher auch heute noch nicht ausgeschlossen. Dagegen ist die Feingliederung der einzelnen Löß- und Lehmlagen innerhalb eines Profils mit Feldmethoden unmöglich. Außerdem gibt es sicherlich durch noch kleinere Klima- und Sedimentationsschwankungen, zumindest von lokalem Charakter, verursachte Differenzierungen im Löß, die äußerlich im Profilaufbau nicht zum Ausdruck kommen und nur mit Hilfe moderner Laboratoriumsuntersuchungen festzustellen sind.

So hat man im Ausland, besonders in Österreich, in Deutschland aber auch in der Tschechoslowakei, in Ungarn und in anderen Lößgebieten Europas quantitative, exakte

Arbeitsmethoden entwickelt und verwendet, die eine zeitliche Abfolge ständiger Verbesserungen und Verfeinerungen bilden. Dort wurde versucht, in Anlehnung an sediment-petrographische Untersuchungen wie: Korngrößenzusammensetzung, Kornform der Mineralien, mineralogische Bestandteile, Karbonatgehalt, Farbwert, Porenvolumen, Gehalt an Humusstoffen, usw. der Löß-Stratigraphie eine möglichst exakte Basis zu schaffen.

In der Schweiz haben viele Autoren sich mit dem Löß beschäftigt, aber ihre Arbeiten haben rein deskriptiven Charakter.

Eine eingehende Beschreibung der verschiedenen Arbeitsmethoden erübrigt sich hier. Es sollen in diesem Zusammenhang nur die praktischen Aspekte der für diese Arbeit angewandten Untersuchungsmethoden eingehend geschildert werden.

B. Die für die vorliegende Arbeit angewandten Methoden

1. PROBEENTNAHME IM FELD

Es gelten folgende Hauptmerkmale für den Löß:

Der Löß ist hell- bis bräunlich-gelb, staubartig, porös und meist ungeschichtet. Er läßt sich zwischen den Fingern leicht zerreiben, und fühlt sich weich an. Er zeigt starke Neigung zur senkrechten Wandbildung beim Abbau und behält diese Form lange Zeit bei. Er ist von zahlreichen vertikalen kapillaren Röhrchen durchzogen und wird in frischem Zustand von einer Vergesellschaftung typischer Landschneckenschalen durchsetzt. Er ist kalkhaltig und zeigt häufig Kalkkonkretionen (Lößkindel) in verschiedener Größe.

Der Löß wurde senkrecht angeschnitten und bei gleichmäßiger Beleuchtung mit einem Meterband ausgemessen. Die Mächtigkeit jeder Zone, die sich durch Farbe, Kalk- und Schneckengehalt, Struktur und sonstige Eigenschaften von den übrigen unterscheidet, wurde abgenommen. Alle Messungen wurden notiert und die Charakteristik der einzelnen Löß- und Lehmzonen beigegeben, nach Farbe, Struktur und mechanische Zusammensetzung (sandig, lehmig usw.). Ebenso machten wir Angaben über Kalkkonkretionen, Flecken, Sandbändchen, Solifluktionserscheinungen und über Ausscheidungen bestimmter Verbindungen (Eisenoxydkonkretionen). Auch die relative Feuchtigkeit der einzelnen Zonen und überhaupt alle im senkrechten Schnitt des Aufschlusses beobachteten Eigenschaften wurden aufgezeichnet. Das Liegende des Lößes, wenn aufgeschlossen, wurde untersucht. In Fällen, wo der Löß nicht freilag, wurden Bohrungen ausgeführt. Wir benutzten einen 3 m langen Schaufelbohrer von 14 cm Durchmesser. Die Proben wurden aus frischen Anschnitten bei Aufschlüssen in gewünschten Abständen (meist 30 cm), von 10 cm² und ca. 1000 gr Gewicht entnommen. Die Probeentnahme mußte sorgfältig geschehen, damit die darin enthaltenen Schneckenschalen nicht zerbrochen würden. Entsprechend der Lößstruktur ließen sich die Proben leichter senkrecht ablösen. Sie kamen in Metallbüchsen und numeriert ins Laboratorium. Die Lokalität des Lößaufschlusses oder der Bohrung wurde mittels Landeskarte 1 : 25 000 festgelegt und mit Koordinaten versehen.

2. DIE LABOR-UNTERSUCHUNGEN

a) Korngrößenanalyse und Ergebnisse

Siebung

Es wurden anfänglich 100 gr, später 70 gr von ofentrockenem Lößmaterial für die gesamte Korngrößenanalyse verwendet. Das Bodenskelett (spärlich im Löß) wurde zuerst bei jeder Probe von der Feinerde durch das 2 mm-Maschensieb getrennt. Die Feinerdefraktionen 2–1 mm, 1–0,5 mm, 0,5–0,2 mm und 0,2–0,1 mm bestimmten wir durch Naß-Siebung. Die Siebrückstände wurden bei 110° C im Ofen getrocknet, gewogen und in Gewichtsprozenten der Gesamtprobe berechnet. Die Fraktionen unter

0,1 mm ließ man während 1 bis 2 Tagen sedimentieren. Die klare Flüßigkeit wurde abgesaugt, der Rückstand anschließend im Ofen getrocknet, gewogen und in Gewichtsprozenten Feinerde umgerechnet. Die Fraktionen unter 0,05 mm wurden mit der Hydrometermethode bestimmt und die Fraktion 0,1–0,05 mm aus der Differenz errechnet. Bei jeder Siebung bleiben Rückstände in den Maschen. Um Fehler zu vermeiden, wurde der Siebrückstand in eine Schale gespült, indem man einen Wasserstrahl auf die Unterseite des Siebes richtete. Was in den Maschen stecken blieb, wurde bei den Sieben von 1 mm und 2 mm Maschenweite mit einer Nadel von unten her ausgestoßen und zum Rückstand gegeben. Bei den feineren Sieben mußte die Siebunterseite mit einer feinen Bürste unter fließendem Wasser ausgebürstet werden.

Schlämmung

Die Korngrößen mit weniger als 0,1 mm wurden mit der Hydrometermethode bestimmt. Es sollen hier nur die Arbeitsvorgänge geschildert werden.

Vorbereitung der Proben und der Apparatur:

Die Lößmenge für die Untersuchung betrug ca. 60 gr (Fraktionen weniger als 0,1 mm). Sie wurde vor der Hydrometeranalyse vorbehandelt. Der Arbeitsvorgang war folgender:

Von jeder Lößprobe wurden 60 gr ofengetrocknet, gewogen und in 600-ml-Bechergläser abgefüllt. Um die organischen Substanzen zu entfernen, erwärmten wir sie mit 100 ml 20%igem Wasserstoffsuperoxyd im Wasserbad. Je nach Gehalt an organischem Material entwickelte sich mehr oder weniger Co_2. Das Verfahren wiederholte sich so oft bis die CO_2-Entwicklung aufhörte. Die klare Flüßigkeit wurde abgesaugt. Es kamen 500 ml Wasser und 10 ml $CaCl_2$-Lösung hinzu. Der Inhalt wurde gründlich umgerührt, worauf er sich absetzte. Die klare Flüßigkeit ließ sich absaugen und die Behandlung wiederholte sich mit 5 ml $CaCl_2$-Lösung. Der Bodenrückstand wurde nach nochmaligem Absaugen im Ofen bei 110° C getrocknet. Später gaben wir die Behandlung mit Kalziumchlorid auf, denn der Löß enthält sehr wenig organisches Material und die langwierige Behandlung mit $CaCl_2$-Lösung führte zu keinem besseren Resultate.

Für die Hydrometeranalyse kamen dann 50 gr ofentrockener, $CaCl_2$-behandelter Löß mit 500 ml destilliertem Wasser und 2 gr Calgon als Dispergierungsmittel in einen 750 ml-Erlenmeyer und ca. 10 Stunden in eine Schüttelmaschine. Die Schütteldauer wurde später auf ca. 5 Stunden reduziert, da die Tonfraktion im Löß meist niedrig ist.

Für die Untersuchungen standen 1000-ml-Meßzylinder zur Verfügung. Die Proben wurden sorgfältig in die Zylinder eingefüllt und bis Marke 1000 destilliertes Wasser zugeschüttet. Die Zylinder wurden nebeneinander ins Wasserbad gestellt, in dem die Temperatur durch einen Thermostat ständig auf 20° C gehalten wurde. Die Hydrometer wurden vor erstmaligem Gebrauch geeicht. Jedes Hydrometer hat einen eigenen Korrekturwert, der bei allen Ablesungen berücksichtigt worden ist.

Ein Schema zeigt die Dauer seit der Auslösung der Sedimentation, die Zeiten der Ablesungen, den Ablesungswert und dessen korrigierten Wert.

Ein Glas- oder Plastikstab wirbelt die Probe auf, so daß eine homogene Suspension entstand. Anschließend wurde das Bouyoucos-Hydrometer vorsichtig eingesetzt und der Stand genau nach 1, 2, 5 usw. Minuten abgelesen. Dabei durfte das Hydrometer nicht an der Zylinderwand anliegen, damit die Adhäsionskraft die freie Bewegung des Hydrometers nicht beeinflußte.

Die Hydrometer blieben während der ersten Stunde der Messung in der Probeflüssigkeit. Dann wurden sie sorgfältig ohne Erzeugung von Turbulenz entfernt und kurz vor der nächsten Ablesung wieder eingesetzt, um zu verhüten, daß sich feinstes Material auf die Schwimmkörper sedimentieren und so die Hydrometer in die Tiefe

drücken konnte. Die Meßreihen der einzelnen Proben wurden mit 3 oder 6 Minuten Abständen abgelesen und die Ergebnisse in die vorbereitete Tabelle eingetragen. Die ganze Hydrometeranalyse dauerte 3 Tage.

Die Resultate und ihre Darstellung

Die Resultate der mechanischen Analysen werden bekanntlich in Gewichtsprozenten angegeben und zur besseren Übersicht in Kurven dargestellt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Korngrößenanalysen gaben wir zuerst mit Summationskurven auf halblogarithmischem Papier wieder. Hierbei trugen wir auf der Ordinate die Gewichtsprozente auf, auf der logarithmischen Abszisse die Korngrößen. Aus diesen Summationskurven konnten die Werte beliebiger Fraktionen entnommen werden. Es wurden aus jeder Summationskurve 8 Ablesungen für die Diagramme gemacht, bei 0,002 mm, 0,01 mm, 0,05 mm, 0,1 mm, 0,2 mm, 0,5 mm, 1,0 mm und 2,0 mm.

Die Darstellung von Diagrammen betrafen jedoch nur Proben der wenig mächtigen Lößprofile. Für die zahlreichen Proben der mächtigen, reich gegliederten Lößprofile wurden auf Millimeterpapier die gesamten Ergebnisse der untersuchten Proben zusammengestellt. Am linken Rande des Diagramms standen die Nummern der entnommenen Lößproben. Rechts davon wurde das Profil selbst dargestellt. Daneben gaben wir die Tiefe, die Mächtigkeit und die Beschaffenheit des Materials der einzelnen Löß- und Lehmzonen an. Dann folgten die Summationskurven der Korngrößenverteilung, der Kalk- und Dolomitgehalt, sowie der Gehalt an Humusstoffen. Am rechten Rande veranschaulichte eine Kurve die Zahl der Schnecken pro 500 gr Löß. Diese Darstellung hat den Vorteil, daß man innerhalb eines mehrere Meter mächtigen Lößprofils leicht und deutlich vergleichen kann, wie sich die einzelnen Kriterien ändern.

Ergebnisse der Korngrößenuntersuchungen

Im Verlaufe der Untersuchungen wurden mehr als 150 Korngrößenbestimmungen durchgeführt und in Summationskurven dargestellt, aus denen die Werte für die Diagramme oder für eben erwähnte Darstellung herauszulesen sind.

Es ergab sich deutlich, daß die Korngrößenverteilung im Löß eine wichtige Rolle spielt. Der durch die äolische Entstehung bedingte Korngrößenanteil von 0,01–0,05 mm, ist für echte Löße typisch. Somit kann mit dieser Methode echter Löß von verschwemmtem Löß objektiv unterschieden, ebenso können Verlehmungszonen genau abgegrenzt werden. Eine Beimischung von Fremdmaterial im Löß ist durch eine Korngrößenanalyse zu erkennen. Auch beim Vergleich der in einem Lößprofil entnommenen Proben ist sie entscheidend.

Im folgenden sei die Korngrößenzusammensetzung des schweizerischen Lößes beschrieben.

Für echten Löß ist das Vorwiegen der Korngrößen zwischen 0,05 mm und 0,01 mm typisch. Dieser Anteil beträgt nach vielen Autoren mindestens 40%. Im frischen Löß der Schweiz steigt er von 50 auf 60%, gelegentlich sogar auf 70% an. Der Löß besitzt eine homogene Beschaffenheit, eine Erscheinung, die auf der Tatsache beruht, daß der vom Wind herangewehte Staub langsam niedersinkt und nur noch geringe Schwankungen in seiner Korngrößenzusammensetzung aufweist. Manche Profile des schweizerischen Lößes zeigen aber prozentual beträchtliche Schwankungen in einzelnen Korngrößen. An der Basis des Profiles von Geißenloo (südlich Döttingen) und von Allschwil (bei Basel) tritt eine Ablagerung der gröberen Bestandteile in Form eines Sandbandes auf, dessen Mächtigkeit etwa 50 cm beträgt. Solche Sandbankeinschaltungen und Schwankungen des Korngrößenaufbaus sind in Lößprofilen Europas häufig, was leicht verständlich ist, denn sie hängen von den sehr veränderlichen Windstärken ab.

Der Wechsel der Fraktionen prägt sich besonders in Lößablagerungen enger Täler und in Randgebieten der Flüsse aus, wie dies H. Breddin (1926 und 1927) und E.

SCHÖNHALS (1950, 1952 und 1953) näher beschrieben. Er kann aber auch in offener Lößlandschaft beobachtet werden. Es sei hier erwähnt, daß nicht nur die mehr oder weniger deutlichen Wechsellagerungen von Sandbändchen und Normallöß gemeint sind, sondern auch die relativ geringen Schwankungen der Korngrößenverteilung im Aufbau eines Lößprofiles. Sie verhindern in vielen Fällen, die Umgrenzung, sowie den Grad der Verwitterung durch Korngrößenanalysen genau zu bestimmen.

Der schweizerische Löß hat also primär ein sehr deutliches Maximum zwischen 0,01 mm und 0,05 mm. Sekundär aber entsteht durch Verwitterung noch ein Maximum der Tonfraktion (weniger als 0,002 mm). Man spricht dann von verlehmtem Löß oder von Lößlehm oder von Verlehmungszonen innerhalb eines Lößprofiles.

Bei stärkerer Entkalkung verschieben sich die Korngrößen nach der Tonfraktion hin, als Folge der Entfernung der Kalkhäutchen, die die einzelnen Fraktionen umhüllen (E. SCHÖNHALS 1952). Das scheint der Fall bei den schweizerischen interstadialen Verlehmungszonen zu sein. Erst bei vollkommener Entkalkung setzt die Silikatverwitterung ein. Dabei kommt es zu Tonneubildung in der betreffenden Verlehmungszone. So entstand ein ausgesprochenes Tonfraktionsmaximum, besonders in den interglazialen Verlehmungszonen der schweizerischen Löße, wodurch die primäre Löß-Struktur mehr oder weniger vernichtet wurde.

Der verschwemmte Löß oder «Schwemmlöß» der hier und da im Hangenden eines Lößprofiles, besonders aber auf den Niederterrassen der Schweiz auftritt und durch Regen, Schnee und Wind, sowie durch Solifluktion entstanden ist, unterscheidet sich vom ursprünglichen Löß durch eine Vermischung von gröberem und feinerem Material, das meist lagenweise geschichtet ist. Er verliert aber seinen Lößcharakter nicht. Ein Maximum im typischen Lößanteil (0,01–0,05 mm) ist noch vorhanden. Meistens ist er durchwegs oder zum Teil an Ort und Stelle entkalkt und von Schnecken befreit.

b) Karbonatgehalt

Die Bestimmung des Karbonatgehaltes erfolgte mit dem Apparat von M. PASSON. Als Karbonate kamen bei diesen Untersuchungen zwei in Frage, der Kalk (Kalziumkarbonat) und der Dolomit (Kalziummagnesiumkarbonat). Wir trennten Kalk und Dolomit.

Der Apparat wurde vor erstmaligem Gebrauch mit reinem, trockenem Kalziumkarbonat geeicht. Es wurden 4 gr ofentrockener, fein zermahlener Löß für den großen Apparat gewogen, und in die Entwicklungsflasche gebracht. In den Säurebehälter gaben wir bis zum markierten Strich 20%ige Ameisensäure. Der Säurebehälter wurde außen gut abgewischt, damit die Säure mit der Probe nicht vorzeitig in Berührung kam. Das U-Rohr wurde mit Wasser gefüllt und der Stopfen mit dem Säurebehälter in die Entwicklungflasche eingesetzt. Bei allmählichem Kippen konnte die Säure langsam auf die Probe fließen. Erst als die Entwicklung zu Ende war, maßen wir die entstandene Gasmenge. Auf der bei der Eichung gewonnenen Korrekturtabelle lasen wir den Gehalt an Kalk in Gewichtsprozenten direkt ab.

Es wurde dann eine Messung mit 15%iger Salzsäure für die Dolomitbestimmung gemacht.

Mit dem kleinen Passon-Apparat wurde der Karbonatgehalt der Proben aus den Verlehmungen auf 0,1% genau bestimmt, indes der große nur auf 1% genau arbeitet. Der kleine Apparat maß Proben mit einem Gehalt an Karbonaten unter 1%.

Ergebnisse der Karbonatbestimmungen

Der Kalk im Löß kommt nicht wie die übrigen Mineralien in Form von Körnern vor, sondern als Umrindung der anderen Mineralien. Nur kleine Prozentsätze liegen in Kornform vor. Nach A. SCHEIDIG (1934) und anderen Autoren steigt der Kalkgehalt bis zu 35% an, gelegentlich auch über 40%. Er beträgt in den Schweizer Lößvorkommen meistens 10% bis 20%. Im Löß von Basel, im fraglichen Löß auf der

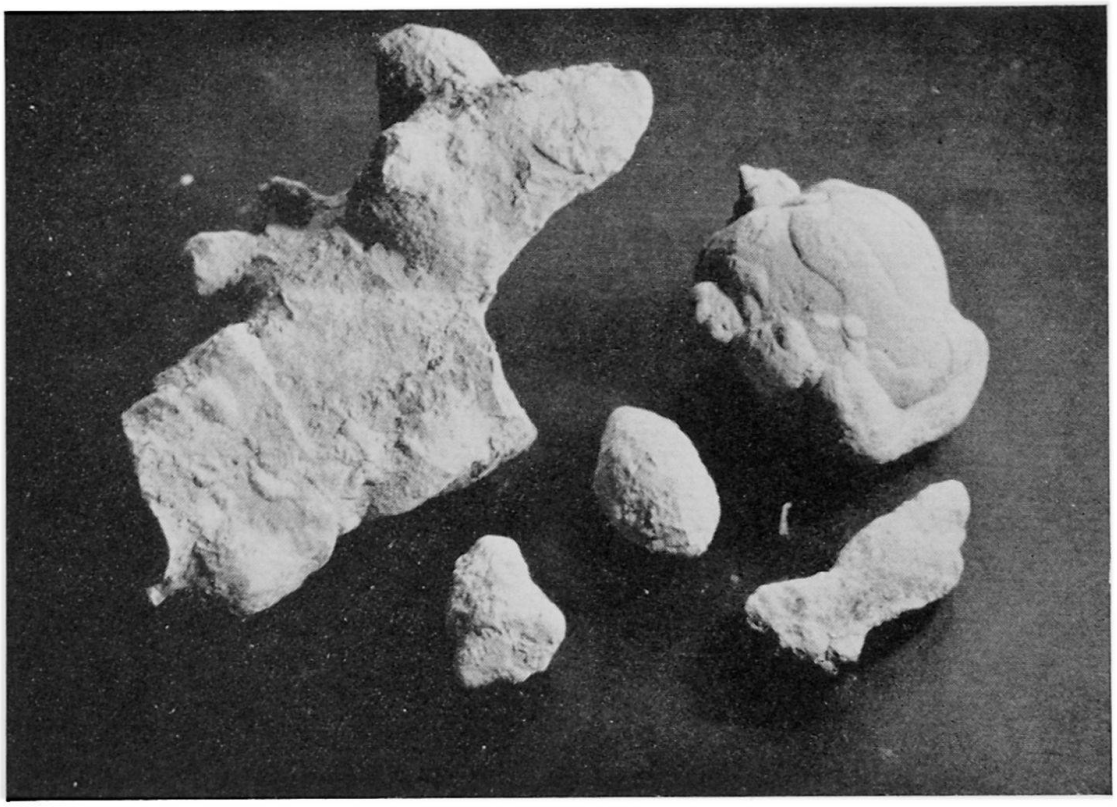


Abb. 1. Lößkindel aus der Lößgrube der Aktienziegelei, Allschwil

Niederterrasse bei Birmenstorf und auf dem Deckenschotter bei Egg (nördlich von Zürich) steigt der Kalkgehalt auf mehr als 40%. Er hängt mit der Herkunft des Lößes zusammen, insofern, als kalkreiche Ursprungsgebiete mehr Kalk liefern als kalkarme. Die schweizerischen Lößprofile zeigen eine Korrelation zwischen Sedimentationsgeschwindigkeit und Kalkgehalt, wie dies erstmals SCHÖNHALS (1952) für Deutschland nachwies. Der feinkörnige Löß ist durchwegs kalkreicher als der grobkörnige, weil beim feinkörnigen die von Kalkhäutchen überzogene Oberfläche aller Körnchen größer ist als beim letzteren.

Der ziemlich gleichmäßig verteilte Kalkgehalt im frischen Löß ist sekundär vielfach verschoben worden. Einerseits ist der Kalk in Konkretionen, den sogenannten *Lößkindeln* angereichert, andererseits wurde er aus den oberen Partien durch Verwitterung bis zu 150 cm Tiefe ausgewaschen. In diesen Partien ist ein *Lehm* entstanden, der sich im allgemeinen durch seine dunklere Färbung und feinere Körnung vom frischen Löß unterscheidet.

Der Kalkgehalt ist neben der Korngrößenzusammensetzung ein wichtiges Kriterium für die regionale Differenzierung der Löße. So kommt es, daß der frische Löß der Umgebung von Basel, der vom Jura stark beeinflußt war, auffallend reich an Kalk ist, durchschnittlich 30–43%. Ebenso zeichnen sich auch die Löße von Aarau durch einen relativ hohen Kalkgehalt aus, dort, wo das Liegende des Lößes Jurakalk ist. Im Gebiete von Ruckfeld und Leibstadt, wo im wesentlichen Schotter das Liegende bilden, ist er relativ geringer. Der durchschnittliche Kalkgehalt kann auch in den einzelnen Lößlagen stark wechseln.

Die Minima-Stellen in der Kalkkurve weisen auf eingeschaltete Interglaziale oder Interstadiale hin, auch wenn sich solche nicht in Form einer Bodenbildung erhalten haben (Brandtner 1954).

Der Dolomitgehalt ist ebenfalls ein wichtiges Kriterium für die Unterscheidung von interglazialen und interstadialen Verlehmungen, wenn er primär im Profil vor-

Abb. 2. Lößkindelhorizont unter der mittleren Verlehmung im Profil der Aktienziegelei Allschwil.

handen war. Der Kalk geht ungefähr 100 mal rascher in Lösung als der Dolomit. Diese Tatsache wird von Prof. de Quervain an der ETH zur Trennung von Kalk und Dolomit benutzt (H. ZIMMERMANN *1959)*. Im Gegensatz zu den schweizerischen Interglazialen ist in den Interstadialen nicht aller Dolomit ausgewaschen worden, so daß die Interstadiale noch 2-3% enthalten.

Die Lößkindel (Abb. 1 und 2) kommen in Erbsen- bis Kindskopfgröße vor. In Allschwil fanden wir sehr große (bis 25 cm lang, 15 cm breit und 8 cm dick). Sie treten lagenweise auf und geben der Lößmasse ein horizontal geschichtetes Aussehen. Ihre Längsachse steht immer vertikal. Daß diese Bildungen sekundär und nicht eingeschwemmt sind, ist schon längst erkannt worden. Ihre vertikale Stellung hängt mit der Entstehungsweise zusammen, und zwar nimmt man an, daß Oberflächenwasser Kalk löst, ihn in die Tiefe führt und ihn dort in Form von Konkretionen wieder ausscheidet.

In den meisten untersuchten Lößen der Schweiz kommen ferner *Kalkröhrchenkonkretionen* vor (Abb. 3). Sie werden auf Grund ihrer Form und Entstehung als Füllung ehemaliger Wurzelröhrchen angesehen. An einer senkrechten Lößwand sieht man sie als vertikale Kanäle den Löß durchziehen. Das Material dieser Röhrchen besteht wie jenes der Lößkindel, vorwiegend aus Karbonaten.

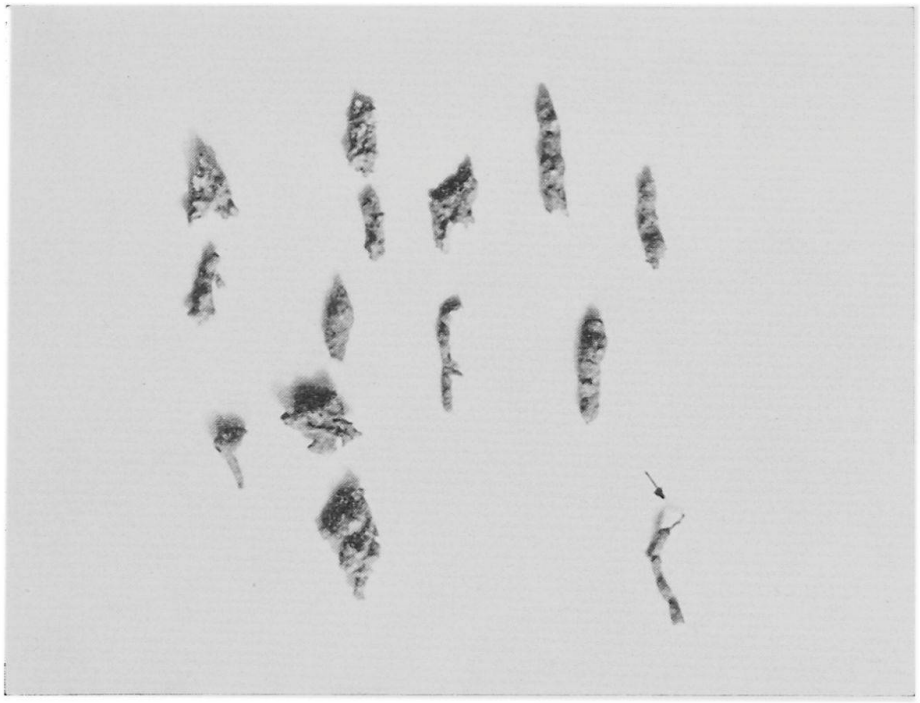


Abb. 3. Wurzelröhrchenkonkretionen aus dem schweizerischen Löß (n. H. Gouda, 1961)
Das mit dem Pfeil markierte Exemplar enthält noch die Wurzel.

c) Schneckenfauna (Abb. 4 und Tab. 1)

Von jeder Probe wurden 500 gr lufttrockenes Lößmaterial abgewogen und durch 0,2 mm feine Maschen gesiebt, die Schnecken gründlich gereinigt und im Ofen bei 50° C getrocknet. Die Schneckenschalen betrachteten wir unter dem Stereomikroskop nach Arten und zählten sie aus. Alle Schneckenarten, die bis jetzt im schweizerischen Löß gefunden wurden, sind auf einer Tabelle (siehe Seite 150) zusammengestellt.

In den für diese Arbeit untersuchten Lößvorkommen fand sich eine primäre Schneckenfauna, welche nur Landformen enthält. Seit langem gelten als typische Löß-Schnecken Succinea oblonga (Drap.), Trichia hispida (L.) und Pupilla muscorum (L.). Sie sind im schweizerischen Löß außerordentlich verbreitet. Daneben gibt es aber noch ca. 29 Arten, von denen wir nur 12 gefunden haben.

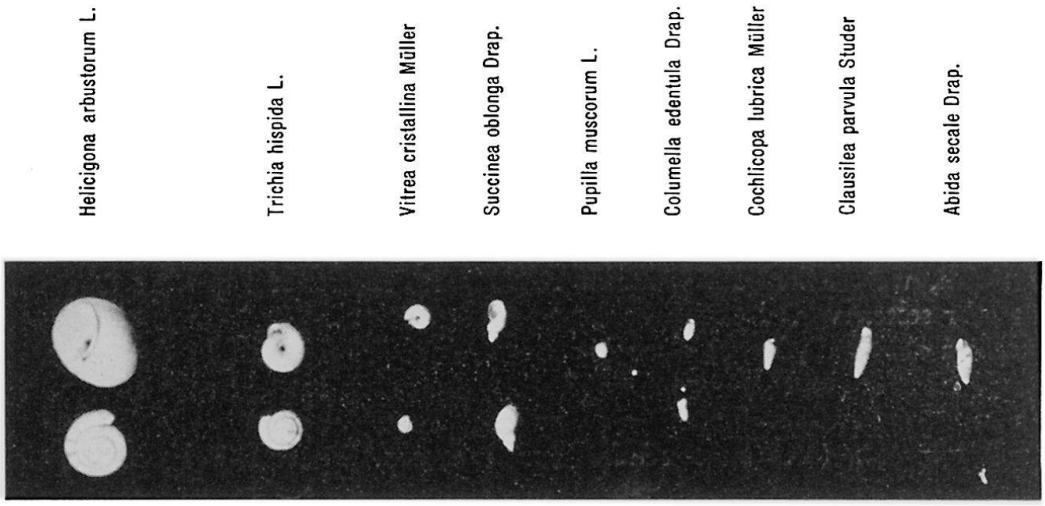


Abb. 4. Die häufigsten Löß-Schnecken des schweizerischen Lößes (n. H. Gouda, 1961)

Tab. 1. Schneckenfauna des schweizerischen Lößes.

		Geissenloo	Heuseil	Klingnau	Fäsenacher	Oberholz	Foren	Birmenstorf	Boningen	Olten, Winznau	Allschwil	Lindenfeld	Therwil	Bruderholz
Succinea oblonga	Drap.	s.h.	s.h.	h.	s.h.	s.h.	s.h.		s.h.	h.	s.h.	h.	h.	h.
Pupilla muscorum	L.	s.h.	s.h.			s.h.	s.h.		s.h.	h.	s.h.	s.	h.	h.
Trichia hispida	L.	s.h.	s.h.	h.	s.h.	s.h.	s.h.	s.h.	s.h.	h.	s.h.	s.	h.	h.
Trichia sericea	Drap.					h.			s.h.	s.h.	h.			h.
Columella edentula	Drap.	s.	s.		s.	h.			s.	s.	h.		s.s.	s.
Clausilia parvula	Stud.	s.	s.			h.					s.			
Vitria crystallina	Müll.	s.	s.			h.					s.			h.
Vallunia pulchella	Müll.	s.	s.			s.					h.			h.
Helicigona arbustorum	L.	s.	s.			s.				s.	h.			
Abida secale	Drap.						s.				h.			h.
Cochlicoba lubrica	Müll.								h.		s.	s.		s.

Weniger häufig, selten und sehr selten sind folgende Arten:

Succinea oblonga elongata	sandb.	h.	Boningen und Winznau
Succinea putris	L.	s.s.	Therwil
Deroceras spec.		s.	Oberholz und Allschwil
Amalia marginata	Müll.	s.s.	(Wyhlen)
Vitrina diaphana	Drap.		
Hyalina nitens	Mich.		
Hyalina nitidula	Drap.		
Hyalina fulva	Müll.	s.s.	Bruderholz und (Wyhlen)
Trichia costata	Müll.		
Trichia villosa	Stud.	s.s.	Oberholz und (Wyhlen)
Pupa parcedentata	Br.	s.s.	Ziegelhütten und Schaffmatt
Pupa substriata	Jeffr.		
Pupilla sterri	Voith.	s.	Boningen und Olten
Neostriaca corynodes	Held.	s.	Oberholz und Allschwil
Clausilia dubia	Drap.	s.s.	(Wyhlen)
Clausilia purvila	Zieg.		
Orcula dolium	Drap.	s.s.	Oberholz und (Wyhlen)
Vertigo pygmaea	Drap.		
Punctum pygmaeum	Drap.	s.s.	bei Oberholz; h. bei (Wyhlen)
Limax agristis	L.	s.	Allschwil; h. (Wyhlen
Limax laevis	Müll.		

s.h. = sehr häufig h. = häufig s. = selten s.s. = sehr selten

In den Lößen der Umgebung von Basel und Aarau fand man bis jetzt 32 Arten; 14 davon leben heute noch im Mittelland. Die Zahl der Arten sowie der Individuen ist nicht überall dieselbe. Während in einem Lößvorkommen gewisse Arten recht häufig sind, finden sie sich in einem anderen selten oder fehlen vollkommen. Fast in jedem echten, frischen Löß traten die drei obgenannten mehr oder weniger häufig auf.

Helicigona arbustorum (L.) kommt im diluvialen Löß als kleine Form vor. Die große Form, welche heute lebend im Mittelland verbreitet ist, fehlt im Löß oder kommt sehr selten vor.

Succinea oblonga (Drap.) erscheint zum Teil als langgestreckte Form. Sie lebt gegenwärtig im Norden von Europa und in den Alpen bis zu 2200 m ü. M. Sie hat sich also in kühlere Regionen zurückgezogen.

Trichia hispida (L.) erträgt tiefe Temperaturen. Sie ist fast bis zum Polarkreis verbreitet.

Columella edentula (Drap.) kommt im Mittelland nicht mehr lebend vor. Sie ist hochalpin (bis zu 2900 m ü. M.) und existiert außerdem in Nordeuropa.

Von den Clausilien scheint nur Clausilia parvula (Stud.) dem Schweizer Löß anzugehören. Sie lebt heute in den nördlichen Kalkalpen, im Jura und in Süddeutschland.

Bis zu einem gewissen Grad bildet also die Schneckenfauna des Schweizer Lößes einen Hinweis für ein kühles und trockenes Klima während der Ablagerung.

Daß im vollständig entkalkten Löß Schneckenschalen nicht mehr erhalten geblieben sind, ist selbstverständlich, denn bei der Kalkauswaschung während eines Interglaziales sind sie vollkommen aufgelöst worden. Dies ist ein wichtiges Kriterium für die Unterscheidung interglazialer und interstadialen Verlehmungen.

Bei den Untersuchungen hat es sich gezeigt, daß in interstadialen Verlehmungen noch Schneckenschalen vorhanden, aber die meisten – durch Verwitterung – zerstört sind. In Interglazialen dagegen sind die Schnecken völlig verschwunden.

Es sei hier erwähnt, daß die Verteilung der Schnecken innerhalb eines Lößprofiles Anhaltspunkte über wechselnde Sedimentationsbedingungen gibt (K. BRUNNACKER 1956c, M. BRUNNACKER und K. BRUNNACKER 1956, K. BRUNNACKER 1957). K. BRUNNACKER hat gezeigt, daß sich die Schnecken bei etwas feuchteren Klimaverhältnissen während der Lößablagerung besser und zahlreicher entwickeln als bei trockeneren. Bei hoher Sedimentationsgeschwindigkeit sind die Lebensbedingungen für die Schnecken schlechter als bei kleiner Sedimentationsgeschwindigkeit. Also bedeutet Schneckenreichtum langsame, Schneckenarmut schnelle Sedimentation.

Das gemeinsame Auftreten von Succinea, Pupilla und Trichia deutet auf wärmeres, etwas feuchteres Klima hin. Wenn dagegen Succinea im wesentlichen allein und in geringer Zahl auftritt, läßt das auf einen kälteren und trockeneren Klimaabschnitt schließen.

Im allgemeinen ist anzunehmen, daß eine Vergesellschaftung der Arten in größerer Zahl als Hinweis für einen kühl-feuchten Klimaabschnitt gilt, wenn aber die Schnekkenfauna sowohl arten- wie auch zahlenmäßig zurücktritt, deutet dies auf kaltes, trokkenes Klima während der Lößablagerung hin.

d) Gehalt an Humusstoffen

2 gr ofentrockenes zermahlenes Lößmaterial in einem Porzellantiegel wurden auf kleiner Bunsenflamme ohne Deckel ca. 15 Minuten geglüht und von Zeit zu Zeit gedreht, damit alle Substanz genügend Luftzutritt erhielt. Bei dieser Behandlung oxidierte und verdampfte alles organische Material. Der Tiegel wurde zum Abkühlen in einen Exsikkator gebracht und dann gewogen. Der Gewichtsverlust repräsentierte den Gehalt an Humusstoffen, der in Gewichtsprozente umgerechnet wurde. Die Werte unter 2% liegen innerhalb von Fehlerquellen und sind in den Darstellungen nicht aufgeführt.

Der *Glühverlust* wird zur Charakterisierung von Löß- und Lehmzonen eines Profiles verwendet, um daraus auf die Klimaverhältnisse zu schließen.

Der frische Löß der Schweiz, sowie die schwachen Verlehmungen, besitzen keinen nennenswerten Humusstoffgehalt. Die interstadialen Verlehmungen und die rezenten Verwitterungsböden im Hangenden haben einen ähnlichen Gehalt an Humusstoffen von ca. 3-4%. Die interglazialen Bodenbildungen weisen höhere Werte auf: 3,5-5%.

e) Morphoskopische Analyse

Für die morphoskopische Analyse wurden die Fraktionen verschiedener Größe mit Salzsäure vom Kalk befreit und die Rückstände mit dem Stereomikroskop untersucht. Die Körner legten wir auf ein schwarzes Papier nebeneinander. Wir beobachteten mit punktförmiger Lichtquelle und mit verschiedener Vergrößerung (vgl. A. CAILLEUX 1952).

Die Untersuchung auf die *Form* und das *Aussehen der Quarzkörner* wurde fast an allen Proben durchgeführt. Es hat sich gezeigt, daß die *Gestalt* der Quarzkörner des schweizerischen Lößes *eckig, splitterig* und *nur selten gerundet ist.* Die gerundeten

Fraktionen gehören zu jenen, deren Größe zwischen 0,1 und 1,0 mm liegt. *Die Oberfläche* der Quarzkörner im frischen, primären Löß der Schweiz ist *meistens matt glänzend.*

Eine mikroskopische Untersuchung der *Bestandteile* ist nur in qualitativer Hinsicht und für die wichtigsten Mineralien an ausgewählten Proben aus den Profilen von Geißenloo, von Leibstadt, von Oberholz und von Allschwil durchgeführt worden. Die Mehrzahl (durchschnittlich ca. 75–80%) der Mineralkörner gehört dem matten *Quarz* an. Dann folgen, der Häufigkeit nach aufgezählt: Feldspäte, Glimmer, Granat, Epidot und Hornblende. *Die Quarzkörner* bilden also die Hautpmasse des schweizerischen Lößes.

Eisenoxyd

Körner von manganhaltigem Eisenoxyd finden sich fast in allen Niveaus in den schweizerischen Lößprofilen. Besonders häufig sind sie in den Verlehmungszonen. Sie sind gewöhnlich von 1–4 mm, gelegentlich auch bis 5 mm Durchmesser und an den Außenflächen rostig, innen bräunlich-schwarz.

IV. Beschreibung der untersuchten Lößprofile

A. Die Lößvorkommen des Kantons Aargau

1. ALLGEMEINES

Der Löß und der aus ihm infolge der Verwitterung hervorgegangene Lößlehm wurde im Bereich des Kantons Aargau von vielen Autoren kartiert und beschrieben (MÜHLBERG, JENNY, BADER, BUGMANN u. a.). Wie sich aus der Lößverbreitungskarte ergibt, treffen wir die Ablagerungen meistens auf den höheren Terrassen des Aare- und Rhein-Systems an.

Auf den Terrassen beider Rheintalseiten findet man Löß oder Lößlehm, bald mehr, bald weniger mächtig. Der Deckenschotter bei Rheinfelden ist durch eine solche Lehmdecke überlagert, wie auch die Hochterrasse bei Möhlin. Zwischen Leibstadt und Leuggern liegt mächtiger Löß auf der Hochterrasse. Er ist bei Fäsenacher auf 4,5 m aufgeschlossen und führt bis 3 m Tiefe keine Karbonate und Schnecken. Löß trifft man ebenfalls auf der Hochterrasse zwischen Klingnau und Koblenz an, auf dem großen Ruckfeld zwischen Döttingen und Würenlingen, wo er zum Teil auf Moräne der Riß-II-Eiszeit liegt. Löß liegt ferner bei Foren nördlich Nußbaumen (nördlich von Baden). Auf der Niederterrasse zwischen Gebenstorf und Birmenstorf kommt fraglicher Löß von 5 m Mächtigkeit vor. In Aarau und der Umgebung ist der Löß eine häufige Erscheinung. Leider sind dort keine guten Aufschlüsse vorhanden. Er liegt meistens auf Bildungen, die älter sind als die Niederterrassen. Bei Wöschnau (westlich von Aarau) glaubte MÜHLBERG (1894), Löß auf Niederterrassen gefunden zu haben.

2. DER LÖSS IM RUCKFELD

a) Allgemeines

Auf dem Ruckfeld erstrecken sich die Lößablagerungen von Norden nach Süden, zwischen Döttingen und Würenlingen, und vom Surbtal im Osten bis zum Außenrand der Hochterrasse der Aare im Westen. Der Lößlehm des Ruckfeldes läßt sich auf Ackerflächen durch das Fehlen der Gerölle und durch seine gelbbraune Färbung erkennen. Im Chappeli (661450/268385/362), sowie im Geißenloo (661700/267650/370), wo der Löß mächtig aufgeschlossen ist, steht er auf verwittertem Hochterrassenschotter an. Südlich davon im Heuseil (661850/267380/372) befindet er sich über der Moräne der größten Vergletscherung. Unmittelbar nördlich von Schüracker (662400/267740/405) und an der Mühlhalde (663750/266290/405), südwestlich von Unterendingen, liegt Löß auf einer Akkumulationsfläche der Hochterrasse.

Karte der Lössverbreitung in der Nordschweiz

Leere Seite
Blank page
Page vide

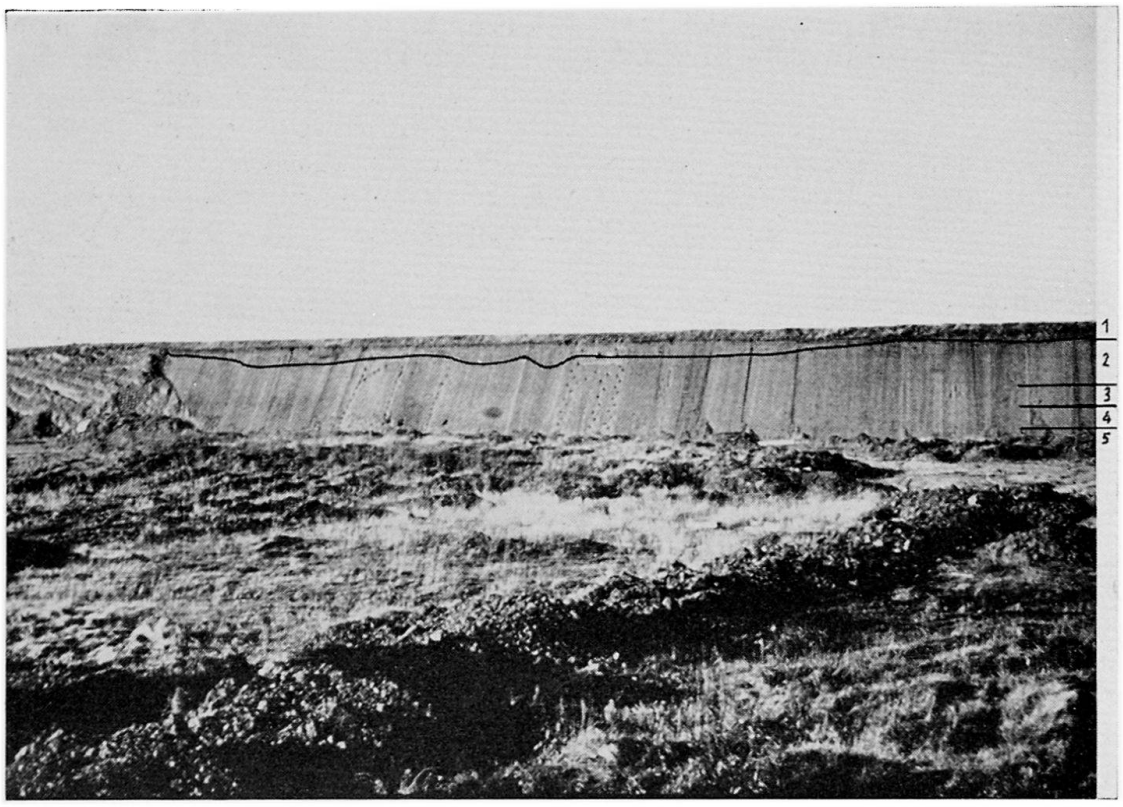


Abb. 5. Die Lößwand von Geißenloo (vgl. Abb. 6). 1 Humus und Lehmzone, untere Grenze wellig und weist große Taschen auf; 2 Löß mit einer Lehmzwischenlage; 3 Lehm; 4 Löß; 5 Lehm «Restboden». Weitere Angaben im Text.

b) Das Lößprofil von Geißenloo (661700/267650/370, Abb. 5 und 6)

An der Straße, die durch die Längsachse der Delle Heuseil-Längsgraben verläuft, südlich des Dorfes Döttingen, liegt eine große Lehmgrube der Ziegelei Hunziker. Dort ist eine Lößwand von ca. 7 m Mächtigkeit aufgeschlossen. Die Unterlage der Wand bildet ein Sandlehm, der mit stark verwittertem Schotter vermischt ist.

In diesem Lößprofil von Geißenloo haben sich zwei Lößlagen entwickelt, die durch eine mittlere Verlehmungszone voneinander getrennt sind. Die oberste Verlehmungszone mit dem rezenten Verwitterungshorizont ist etwa 120–160 cm mächtig. Sie liegt ca. 270 cm mächtigem, kalkhaltigem, schneckenführendem Löß auf, in welchen sich eine schwache Verlehmung einschaltet. Darunter folgt eine Zone von etwa 300 cm frischem Löß, der im oberen Teil dieser Zone praktisch entkalkt ist (mittlere Verlehmung). Im Liegenden des Profiles ist noch ein Relikt einer abgetragenen Verlehmung enthalten.

Korngrößenverteilung (Abb. 6)

Die Summationskurven der Korngrößenverteilung zeigen deutlich, daß bei den Proben Nr. 22 und 21 zu unterst eine starke Verlehmung eintritt, an der die Tonfraktion (weniger als 0,002 mm) einen großen Anteil hat. Bei den Proben 20 und 19 schaltet sich eine Zone der gröberen Bestandteile in Form eines Sandbandes ein, dessen Mächtigkeit etwa 50 cm beträgt. Mit Ausnahme der erwähnten Sandschicht ist der Geißenloo-Löß von homogener Beschaffenheit, obwohl er noch deutliche Schwankungen in den einzelnen Korngrößen aufweist. Solche Erscheinungen sind häufig in Lößprofilen zu finden und auf wechselnde Windstärken während der Sedimentation zurückzuführen.

Der normale Löß beginnt mit Probe Nr. 18 und setzt sich fast homogen bis und einschließlich Nr. 13 fort. Im Bereich dieser Lößzone sind Schwankungen der Ablagerungsgeschwindigkeiten feststellbar. Die Proben Nr. 18 und Nr. 17 zeigen einen Zeitabschnitt der langsameren Sedimentation an. Probe Nr. 16, besonders aber Probe Nr. 15, weist auf verhältnismäßig schnelle Sedimentation hin, Probe Nr. 13 liegt im Einflußbereich der mittleren Verlehmung, deshalb scheint sie etwas gestört zu sein.

In 460 cm Tiefe setzt eine starke Verlehmung ein, welche ca. 75 cm mächtig ist.

Wechselnde Sedimentationsgeschwindigkeiten sind ebenfalls im obern Löß deutlich erkennbar. Das beweist aber die ziemlich starke Verlehmung bei Probe Nr. 7 nicht, weil diese durch Verwitterung bedingt sein muß. Die scharfe Grenze, die den obersten Löß gegen oben abschließt, liegt in ca. 120 cm Tiefe; Wellungen an dieser markantesten Grenze und taschenförmige Struktur sind deutlich zu erkennen.

Karbonatgehalt (Abb. 6)

Im Liegenden sind die Proben Nr. 22 und Nr. 21 praktisch kalkfrei. Der Kalkgehalt von 2–4% ist sehr wahrscheinlich sekundär durch Infiltration aus dem darüber liegenden Löß hineingelangt.

Im unteren Löß sind deutliche Schwankungen des Kalkgehaltes festzustellen. Sie bestätigen einen Zusammenhang zwischen Sedimentationsgeschwindigkeit und Kalkgehalt. Schnell abgelagerter, bzw. grobkörniger Löß, ist kalkarmer als langsam abgelagerter. Die Proben Nr. 20 und Nr. 19, aber auch Nr. 15, weisen weniger Kalkgehalt auf als die Proben mit langsamerer Sedimentation: Nr. 18, 17, 16 und 14. Die Probe Nr. 13 liegt im Einflußbereich der mittleren Verlehmung. Dieser Gesetzmäßigkeit liegen zwei Ursachen zugrunde:

1. Beim grobkörnigen Löß ist die von Kalkhäutchen überzogene Oberfläche aller Körner kleiner als beim feinkörnigen.
2. Der Kalk im grobkörnigen Löß wird leichter ausgewaschen als im feinkörnigen.

Die mittlere Verlehmungszone zwischen 560 cm und 385 cm Tiefe weist geringen Kalkgehalt, aber verhältnismäßig beträchtliche Mengen von Dolomit auf. Sie geht ohne merkbare Grenze allmählich in die kalkreichen obersten und untersten Lößlagen über.

Im oberen Löß steigt der Kalkgehalt von Probe Nr. 10 bis Probe Nr. 4 allmählich an. Gleichzeitig kommt es zu einer Kornverfeinerung. Entsprechend der Verlehmung bei Probe Nr. 7 geht der Kalkgehalt aber leicht zurück.

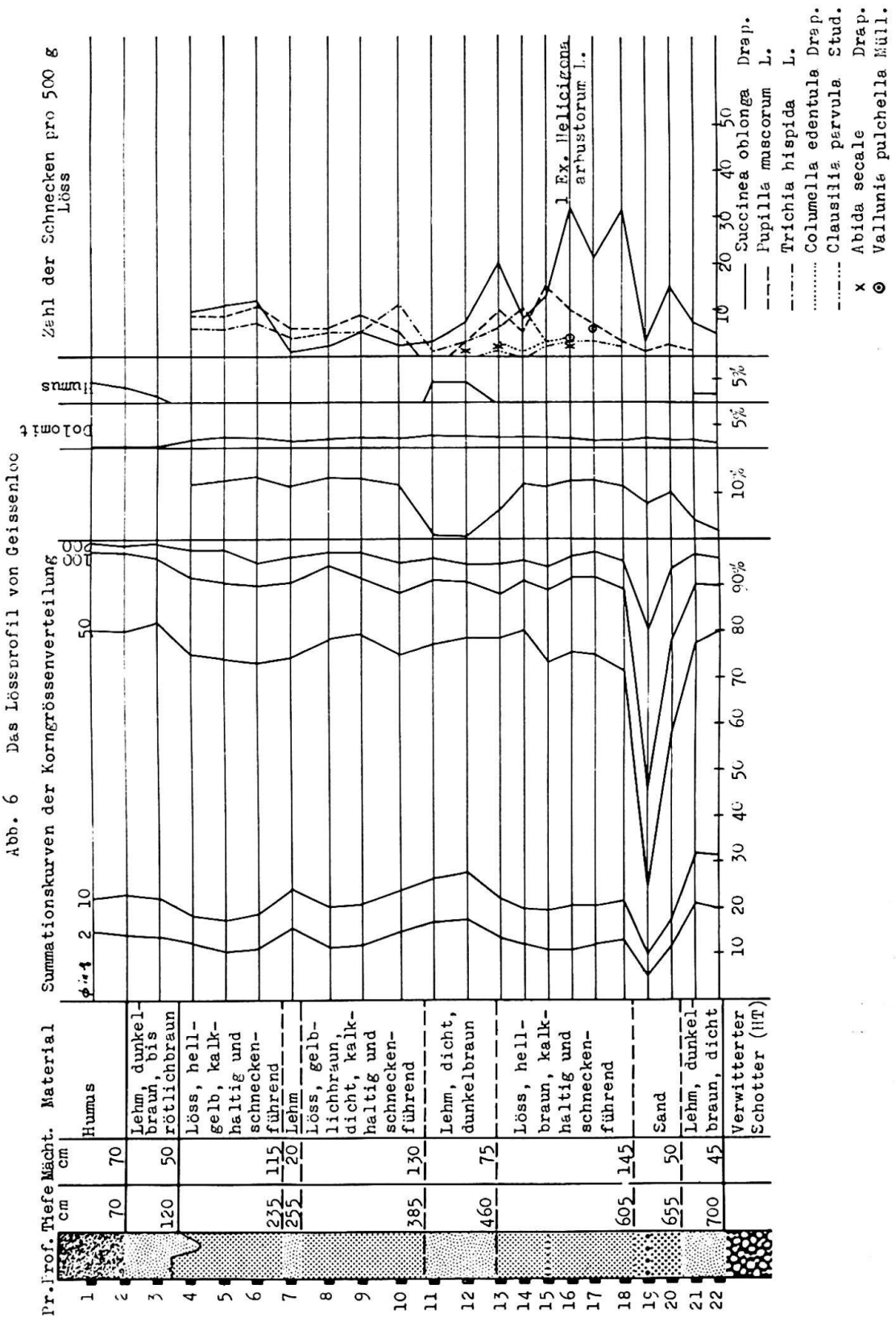
Die darüberliegende oberste Verlehmungszone setzt sich mit einer scharfen Linie ab. Die Grenze ist makroskopisch sichtbar und weist Wellungen und größere Taschen auf. Diese Verlehmung ist vollkommen entkalkt, enthält aber noch wenig Dolomit.

Schneckenfauna (Abb. 6)

Als sich das Lößprofil von Geißenloo bildete, dürften günstige Lebensbedingungen für die Schnecken geherrscht haben. Wir treffen auf eine Vergesellschaftung von 8 Schneckenarten. Zahlenmäßig ist eine allgemeine Abnahme von unten nach oben festzustellen: Im oberen Löß ist der Arten- und Individuenbestand stark zurückgegangen. Das weist auf zunehmend ungünstigere Lebensverhältnisse hin.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Vergesellschaftung der 8 Schneckenarten sich nur auf den unteren Löß beschränkt, wobei zwei Arten, Succinea und Pupilla, durchgehend im gesamten Profil auftreten, mit einer deutlichen Dominanz der Succinea im unteren Löß und der Pupilla im oberen. Trichia fehlt im unteren Löß, tritt aber im obersten Teil des unteren Lößes bei Probe Nr. 15 auf und wieder im oberen Löß. Das gemeinsame Auftreten der Schneckengesellschaften im unteren Löß mit so großer Individuenzahl, deutet auf eine relativ günstigere, feuchtere Zeit hin.

In den Proben Nr. 22 und Nr. 21 haben sich zwei Schneckenarten mit geringer Zahl erhalten: Succinea und Trichia. Die Succinea-Fauna kommt in jugendlich abge-



storbenen Exemplaren vor. Sie stammen sehr wahrscheinlich aus dem Frühglazial, direkt bevor die Lößanwehung einsetzte. Der Rückgang der Schneckenzahlen in den Proben Nr. 20 und 19 ist damit zu erklären, daß die Schnecken unmittelbar durch die plötzliche Ablagerungsverstärkung verdrängt und dezimiert wurden. In den Proben Nr. 12 und Nr. 11 der mittleren Verlehmungszone sind ebenfalls Schneckenreste ent-

halten. Als Folge der Verwitterung finden wir zahlreiche Schalen der abgestorbenen Schnecken zerstört vor. Die erhaltenen Schalen sind Überreste aus den vor der Verwitterung vorhandenen Schnecken. Dagegen ist die oberste Verlehmungszone vollständig schnecken- und kalkfrei. Das beweist, daß die Verwitterung im unteren Löß nicht so stark gearbeitet hat, wie in der oberen Zone, und daß sie kürzere Zeit zur Verfügung hatte bis die neue Lößablagerung begann. Bemerkenswert ist auch der Rückgang der Schneckenzahl in der wenig mächtigen Verlehmung bei Probe Nr. 7.

Humusgehalt (Abb. 6)

Die Proben der mittleren Verlehmungszone (Nr. 12 und Nr. 11) weisen ähnlichen Humusgehalt wie das rezente Verwitterungsprofil (Probe Nr. 1) auf. Die Proben Nr. 22 und 21 haben 2% Humusstoffe. Die Probe Nr. 7 besitzt keinen nennenswerten Humusgehalt.

Schlußfolgerung

Das Liegende des gesamten Profils bildet der verwitterte Hochterrassenschotter. Somit fällt die ganze Lößablagerung in eine Zeit, welche jünger als Riß I sein muß.

BUGMANN (1956) betrachtet den unteren Löß als «Moränensand-Lößlehm». Er schließt daraus, daß dem Eisrückzug der größten Vergletscherung (Riß II) direkt Moränenumlagerung und Lößanwehung folgte. Damit wäre der untere «Moränensand-Lößlehm» im Spätglazial der größten Vereisung abgelagert worden. Ferner nimmt er an, daß die geringmächtige mittlere Verlehmungszone (untere Verlehmungszone nach BUGMANN) welche die beiden Lößlagen trennt, in einem Interglazial, und zwar «dem letzten vor der Würmeiszeit» gebildet wurde.

Die schon beschriebene Feinstgliederung des Geißenloo-Profiles zeigt uns, daß die gesamte Ablagerung *echten* Löß darstellt. Das Auftreten eines Sandbändchens im Liegenden ist auf veränderliche Windstärken zurückzuführen, und nicht, wie Bugmann annimmt, auf Moränenumlagerung. Eine nur 75 cm mächtige Verlehmungszone an der Oberfläche des unteren Lößes hat für ihre Bildung nicht ein Interglazial, wie Bugmann meint, nötig; sondern der Zeitraum eines *Interstadials* genügt. Außerdem enthält die Verlehmungszone Schneckenreste, sowie Kalk und Dolomit. Sie geht allmählich ohne scharfe Grenze in den darüber- und darunterliegenden Löß über. Wenn es sich um ein richtiges Interglazial handeln würde, so müßte diese Verlehmung mächtiger entwickelt sein und die typischen Merkmale einer Bodenbildung aufweisen, unter Klimabedingungen entstanden, die in der Nacheiszeit nicht mehr verwirklicht waren. Dagegen hat die Verwitterung in der obersten Verlehmung intensiver gearbeitet – dem stimmt Bugmann auch zu – und zur Zerstörung der Schneckenschalen, sowie zur völligen Entkalkung geführt.

Der Umstand, daß eine interglaziale Bodenbildung im Liegenden nicht mehr erhalten ist, läßt sich auf Abtragung durch intensives Bodenfließen im Frühglazial der Würmeiszeit zurückführen. Solche Abtragung und Zerstörung des Riß/Würm-Interglazials durch Solifluktion ist ebenfalls in ausländischen Lößprofilen häufig zu finden (FR. BRANDTNER 1954 und 1956, J. FINK 1956 und K. BRUNNACKER 1956a). Die starke Kornverfeinerung bei den Proben Nr. 22 und Nr. 21 und die noch nachweisbaren Spuren von Humusgehalt (2%) bestärken folgende Annahme: Die untersten ca. 40 cm stellen einen Rest aus dem abgetragenen Interglazial-Profil dar. Der nachweisbare Kalkgehalt von 2–4% ist auf sekundäre Infiltration zurückzuführen. Der Boden war also ursprünglich kalkfrei. Die erhaltenen zwei Schneckenarten stammen demnach von eingegrabenen Tieren aus dem darüberliegenden Löß oder aus dem Frühglazial.

Aus diesen Erwägungen geht hervor, daß das ganze Lößprofil von Geißenloo abgesehen vom untersten 40 cm mächtigen Lehm, in die Würmeiszeit fällt. Die Lößgrube Geißenloo enthält also zwei verschiedene Lößablagerungen, jede mit der dazugehörigen Verlehmungszone, welche der Würmeiszeit zugeordnet werden müssen.

Der frühwürmeiszeitliche Löß entstand, nach den faunistischen Befunden zu schließen, unter relativ milden Klimaverhältnissen. Die darüberliegende mittlere Verlehmungszone ist die Bildung eines *Interstadiales,* das als erste Würmschwankung aufzufassen und zwischen Früh- und Mittelwürm zu stellen ist. Diese würminterstadiale Verlehmung stand unter dem Einfluß gemäßigt warmer Klimabedingungen. Sie zeichnet sich durch einen ca. 75 cm mächtigen Lehm aus, der 3,5% Humusstoffe, spärliche Schneckenreste, sowie wenig Karbonate enthält. Sie zeigt auch die primäre typische Löß-Struktur, scheint aber doch etwas gestört zu sein.

Nach dieser Wärmephase folgte eine trockenere Lößbildungszeit, die zweite Kältephase der Würmeiszeit (Mittelwürm), die durch Arten- und Individuenverarmung der Schnecken im oberen Löß gekennzeichnet ist.

Ein zweites Würminterstadial kann im Geißenloo-Profil nur schwer festgestellt werden. Immerhin ist zu bemerken, daß bei der Probe Nr. 7 eine ziemlich starke Verlehmung auftritt. Entsprechend dieser Verlehmung sinken der Kalkgehalt und die Schneckenanzahl in der Probe. Dies kann aber nicht als Beweis für ein richtiges Interstadial angesehen werden. Sie wurde wahrscheinlich in einer sehr kurzen Wärmeschwankung gebildet, die sich im Mittelwürm einschaltete. Kennzeichnend ist die *ziemlich starke Verlehmung* und der *Rückgang des Kalkgehaltes,* sowie der *Schneckenzahl* und das Fehlen nennenswerter Humusstoffe.

Die oberste Verlehmungszone schließt den normalen Löß des Mittelwürms ab. Im Hangenden dieser Verlehmung findet sich eine rezente Verwitterungserde von 50 bis 70 cm Mächtigkeit, die 4,5% Humusstoffe enthält. Der Verlehmungshorizont selbst besitzt nur 1,7% Humus (Probe Nr. 3) bzw. 0,7% (Probe Nr. 4). Wie schon erwähnt, setzt sich dieser Verlehmungshorizont mit einer scharfen, makroskopisch gut sichtbaren Linie vom darüberliegenden normalen Löß ab. Die Grenze ist wellig und weist große Taschen auf, in denen sich Würgestrukturen leicht erkennen lassen. Dieser scharfe Übergang ist durch einen Dauerfrostboden bedingt aufzufassen. Es ist anzunehmen, daß der oberste Verlehmungshorizont im Interstadial des Mittel/Spätwürms gebildet wurde. In einer Kältephase des Spätglaziales herrschte außerdem Erdfließen vor, das darin die beschriebenen Würgestrukturen verursachte.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß es im Geißenloo-Profil zwei Löße gibt, die in der *Würmeiszeit* gebildet wurden: Der untere im *Frühwürm,* der obere im *Mittelwürm.* Beide Löße trennt eine *interstadiale* Verlehmung (mittlere). Dabei ist der Mittelwürmlöß durch eine wenig mächtige Verlehmung (= Wärmeschwankung III. Ordnung nach Büdel 1960) unterbrochen. Ob nun auch noch Lößablagerung im Würmspätglazial stattgefunden hat, ist nicht nachzuweisen. Möglicherweise könnte die rezente Verwitterungsrinde aus spätglazialem Löß hervorgegangen sein.

c) Das Lößprofil von Heuseil (661850/267380/372, Abb. 7, 8 und 9)

Im Spätherbst 1960 wurde mit dem Aushub einer neuen Grube, etwa bei Heuseil und ca. 200 m südlich des Löß-Profiles von Geißenloo, begonnen. Im Juli 1961 ist das neue Lößprofil vollständig freigelegt. Mit Sicherheit konnte hier eine *interglaziale Bodenbildung im Liegenden* festgestellt werden.

Das Profil zeigt von oben nach unten folgenden Aufbau:

1. 0– 70 cm Verwitterungserde, dunkelbraun gefärbt, vollkommen entkalkt und schneckenfrei.
2. 70–200 cm Lehm, braun bis dunkelbraun, dicht, kompakt, entkalkt und schnekkenfrei.
3. 200–370 cm Löß, hellgelb, porös, kalkreich und schneckenführend. Nach Regenfällen rasch trocknend.
4. 370–480 cm Löß, gelblich-braun, kalkreich, schneckenführend. Nach Regengüssen bleibt er längere Zeit feucht.

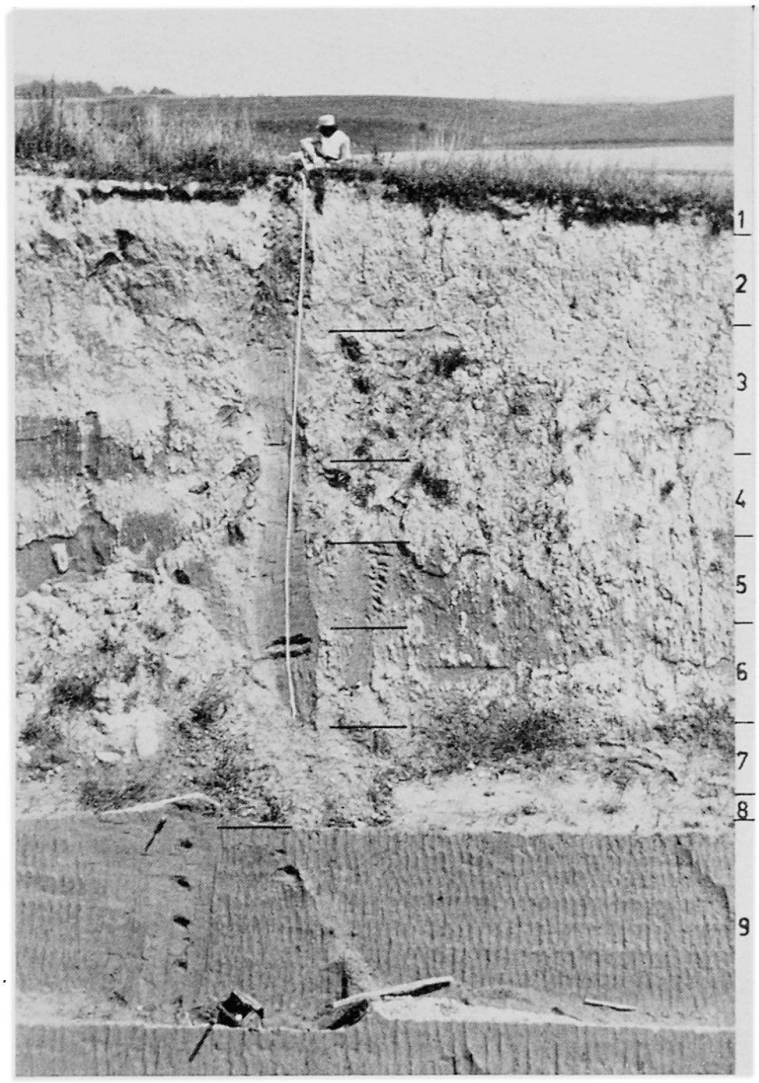


Abb. 7. Der Lößaufschluß von Heuseil (vgl. Abb. 9).

1 Humus, 2 Lehm, 3 Löß, 4 Löß, 5 Lehm, 6 Löß, 7 Sandlöß, 8 Humus, 9 Lehm.

Weitere Erläuterungen im Text.

5. 480–590 cm	Lehm, dunkelbraun, dicht, kalk- und schneckenarm. Eisenoxydkonkretionen sind reichlich vorhanden. Nach Regenfällen lange feucht bleibend.
6. 590–720 cm	Löß, gelbbraun, kalkhaltig, schneckenführend.
7. 720–740 cm	Sandlöß, hellgelb, schwach mit Salzsäure aufbrausend und sehr schneckenarm.
8. 740–780 cm	Humusschicht, dunkel- bis schwarzbraun, kalk- und schneckenfrei.
9. 780–920 cm	Lehm, dunkelbraun, zäh, fettig, feucht, vollkommen kalk- und schneckenfrei, mit ziemlich großen eingeschlossenen Eisenoxydkonkretionen.

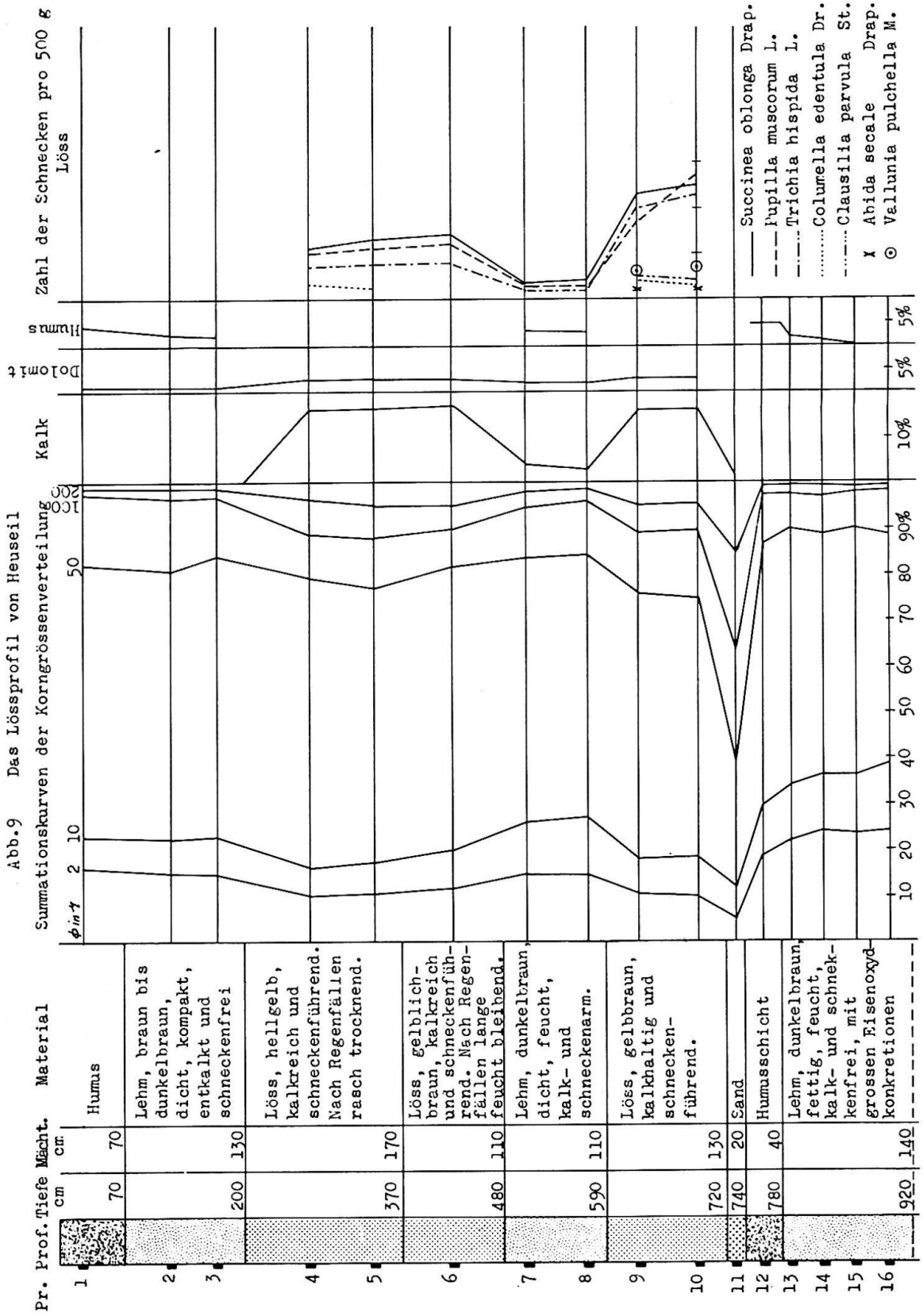
Der Untergrund war nicht aufgeschlossen. Er ist entweder aus verwittertem Schotter der Hochterrasse zusammengesetzt, wie im benachbarten Profil von Geißenloo, oder aus Grundmoräne der größten Vereisung, wie sie etwa 150 m südöstlich von Heuseil aufgeschlossen ist. Somit ist die ganze Lößablagerung des Heuseil-Profiles jünger als die Riß I- oder Riß II-Eiszeit.

Die unterste Lehmzone mit der darüberliegenden Humusschicht stellt eine Bodenbildung dar. Die Lehmzone unterscheidet sich deutlich von der mittleren Verlehmung (aufgeführt unter Nr. 5) durch wesentlich größere Mächtigkeit und weitaus intensivere dunkel- bis rötlichbraune Färbung, die auch nach dem Trocknen ihren Farbton beibehält. Sie ist vollkommen karbonatfrei. Infolge der starken Verwitterung sind die

Abb. 8. Der untere Teil des Lößprofiles von Heuseil (vgl. Abb. 9). Humus und Lehm stellen die Bodenbildung des letzten Interglaziales dar Weitere Angaben im Text.

Schneckengehäuse gänzlich aufgelöst, so daß keine Spur von ihnen zu finden ist. Die tiefgreifende Verwitterung hat demnach bedeutende Veränderungen der Korngrößenzusammensetzung des ursprünglichen Lößes verursacht. Eine solche drückt sich in der starken Dominanz der Tonfraktion aus. Als weiteres Merkmal der Verwitterungsintensität gelten die Eisenoxydkonkretionen, deren Größe hier beträchtlicher ist. Der Verlehmungshorizont geht nach oben hin in eine dunkel- bis schwarzbraune Humusschicht über, die 40 cm mächtig ist und 4,9% Humusstoffe enthält. Die Beschaffenheit der Verlehmung läßt nicht nur auf einen intensiveren Grad der Verwitterung schließen, sondern auch auf eine weitaus längere Zeitdauer der Bodenbildung. Also ist bewiesen, daß dieser fossile Boden von Heuseil eine *interglaziale Bildung* ist. Der ursprüngliche Löß, aus dem der erwähnte Boden hervorgegangen ist, könnte in der Riß II-Eiszeit oder in einer späteren Riß III abgelagert worden sein. Demnach fällt die Bildung des fossilen Bodens ins *Riß II/Würm-* oder *Riß III/Würm-Interglazial,*

Über der interglazialen Bodenbildung von Heuseil ruht die würmeiszeitliche Lößfolge. Sie beginnt mit dem Frühwürmlöß, dessen Mächtigkeit 150 cm beträgt. Im unteren Teil tritt – wie im benachbarten Geißenloo-Profil – ein dünnes Sandband von 20 cm Mächtigkeit auf. Dieser Löß trägt eine Verlehmungszone, die hier mächtiger (110 cm) als die entsprechende im Geißenloo-Profil entwickelt ist. Es handelt sich bei dieser Verwitterungsdecke, wie bei jener von Geißenloo, um eine einheitlich ungegliederte Bodenbildung, die praktisch entkalkt ist und wenige, meist zerstörte Schnecken-



schalen enthält. Der nachweisbare, primäre Kalkgehalt, sowie die Korngrößenzusammensetzung und die zum Teil gut erhaltenen Schneckengehäuse beweisen aber, daß keine vollständige Verlehmung stattgefunden hat.

Über dem Frühwürmlöß mit seiner noch nicht voll entwickelten interstadialen Braunerde folgt die *Mittelwürmphase* mit vorherrschender Lößbildung. Eine Unter-

Abb. 10. Der Lößaufschluß von Fäsenacher (vgl. Abb. 12). 1 Humus und Lehm, 2 Sandiger Lehm, 3 Löß. Weitere Erläuterungen im Text.

brechung dieser Lößbildung durch eine mögliche Verlehmung wie im Geißenloo-Profil, konnte durch Feldmethoden nicht festgestellt werden.

Die oberste Bodenbildung schließt den Mittelwürmlöß ab. Die Linie, die beide Decken scharf trennt, ist als Grenze eines Dauerfrostbodens anzusehen, über der Solifluktion in einer Kältephase des Würmspätglazials geherrscht hat. Auch hier läßt sich, wegen der Verlehmung, keine spätglaziale Lößbildung nachweisen.

3. DAS LÖSSPROFIL VON FÄSENACHER ÖSTLICH LEIBSTADT (656580/271250/375, Abb. 10, 11 und 12)

Bei Fäsenacher, ca. 750 m östlich von Leibstadt und südlich der Straße nach Leuggern, liegt eine kleine Lehmgrube, ca. 3 m mächtig aufgeschlossen. Durch Nachgrabung konnte noch rund 1 m Löß freigelegt werden, und damit wurde das Liegende erreicht.

Der Löß befindet sich in diesem Gebiet auf der Erosionsfläche der Hochterrasse (Bugmann 1956, siehe morphologische Karte Zurzach 1 : 25 000). Die Basis des Profiles besteht aus verwittertem Schotter, gemischt mit Lehm und Sand. Der Löß ist hier von einer Hangdelle angeschnitten. Das aufgeschlossene Profil liegt im mittleren Teil, am östlichen Rand dieser Delle.

In dem ca. 400 cm mächtigen Lößaufschluß lassen sich drei Hauptzonen erkennen. Die unteren ca. 130 cm zeigen den hellbräunlich-gelben, typischen normalen Löß mit Schneckenschalen und Karbonaten. Die darüberliegenden ca. 220 cm umfassen eine von der Solifluktion stark beeinflußte Verlehmungszone. Im Hangenden des Profiles liegt eine dunkel gefärbte, zum Teil gebleichte, rezente Verwitterungserde von 50–70 cm Mächtigkeit.

Abb. 11. Löß und Hangdelle von Fäsenacher. Das Lößprofil liegt im mittleren Teil, am östlichen Rand der Delle. Weitere Angaben im Text.

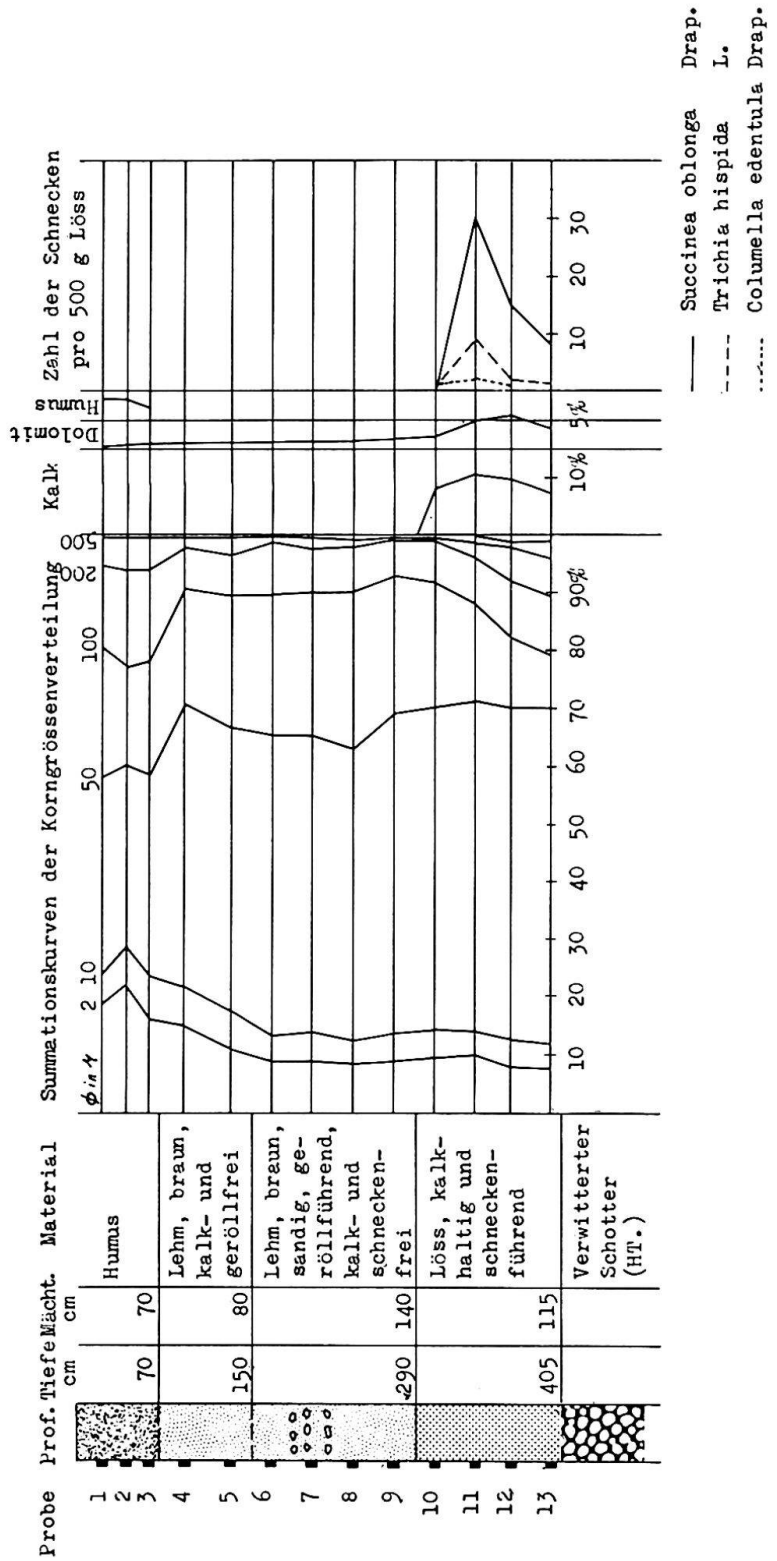
Beim unteren, ziemlich frischen Löß (Proben Nr. 13 bis Nr. 10) sind die typischen Lößfraktionen zahlreich vorhanden. Der Anteil der gröberen Körner geht leicht zurück. Die Tonfraktion tritt normal auf. Kalk und Dolomit gibt es reichlich. Gröbere Kalkkonkretionen sind in der Probe Nr. 10 enthalten. Hunderte von Kalkröhrchenkonkretionen kommen in allen vier Proben vor. Eisenoxydkonkretionen findet man dagegen keine. Drei Schneckenarten sind in ziemlich großer Zahl gut erhalten. Daneben gibt es aber viele Bruchstücke von Schneckenschalen, unter denen sich nur 6 in der Probe Nr. 13, 9 in der Probe Nr. 12, 17 in der Probe Nr. 11 und 4 in der Probe Nr. 10 als der Trichia-Art zugehörig bestimmen ließen. Succinea oblonga herrscht zahlenmäßig vor. In der Probe Nr. 10 sind die Schneckenschalen von der Verwitterung stark angegriffen und größtenteils zerstört. In ca. 30 cm Tiefe setzt eine mächtige Zone ein, in welcher der Kalk völlig ausgewaschen wurde und die Schnecken vollkommen verschwunden sind. Dagegen fanden wir Eisenoxydkonkretionen verschiedener Größe sehr häufig in allen Proben.

Die Zone läßt sich deutlich unterteilen:

Die untere Lage (Proben Nr. 9 bis Nr. 6) zeigt einen braunen sandigen Lößlehm, der hier und da rötlich-braune Flecken aufweist. Vereinzelt fanden sich zugerundete bis scharfkantige alpine Steinchen, die aus den Schottern der Umgebung stammen. Der linken Seite des Aufschlusses entlang, im Bereich der untern Lage, schalten sich zwei geröllführende Sandbändchen, in Richtung der Hangneigung gegen die Delle ein. Jedes Bändchen weist 5–10 cm Mächtigkeit auf. Getrennt werden diese von sandigen Lehmlagen. In der Richtung der Hangneigung findet man an der rechten Aufschlußseite leicht geschichteten Lößlehm, fast geröllfrei und gelb-braun gefärbt. Außerdem ist eine etwas unregelmäßige Schichtung mit Würgestrukturen vorhanden.

Die Korngrößenverteilungskurven dieser unteren Zone (Proben Nr. 9 bis Nr. 6) zeigen eine Vermischung von eigentlicher Lößkorngröße mit gröberem Material. Eine

Abb. 12 Das Lössprofil von Fäsenacher



Kornverfeinerung gibt es nicht. Entkalkung, die auf eine Bodenbildung oder Verlehmung unter warmen Klimaverhältnissen hindeuten würde, ist auch nicht feststellbar. Diese Schicht besteht vorwiegend noch aus Lößmaterial, aber ihre primäre äolische Ablagerungsform ist nicht mehr gut erhalten, sondern durch Solifluktion in einer kalten Klimaphase umgelagert worden.

Die darüberliegende Zone (Proben Nr. 5 und Nr. 4) ist völlig karbonat- und geröllfrei. Sie ist braun gefärbt. Schwache Würgestrukturen lassen sich noch feststellen. Die Tonfraktion, besonders in der Probe Nr. 4, ist reichlich vorhanden. Gröbere

Korngrößen treten zurück; dagegen sind die typischen Lößkorngrößen deutlich feststellbar. Entkalkung und Verlehmung deuten auf ein warmes Klima gegen Ende der Ablagerung dieser Zone.

Die oberste Zone (Proben Nr. 3 bis Nr. 1) besitzt die typischen Merkmale einer postglazialen Bodenbildung auf dem Löß. Sie ist dunkelbraun gefärbt und weist einen Humusgehalt von 3–4% auf. Weitgehend entkalkt, enthält sie keine Spuren von Schneckenschalen. Die Tonfraktion, wie auch das grobe Material, sind in dieser Zone am stärksten vertreten, die typischen Lößkorngrößen hingegen bedeutend schwächer.

Schlußfolgerung

Das Lößprofil von Fäsenacher liegt auf stark verwittertem Hochterrassenschotter. Nach der Situation kann es sich nur um würmeiszeitlichen Löß handeln. Da das ganze Profil von der Solifluktion stark beeinträchtigt ist, fällt seine genauere zeitliche Eingliederung schwer.

Wie schon eingehend beschrieben, liegt auf dem normalen, noch etwas von der Solifluktion beeinflußten Löß eine mächtige Lage von ursprünglich äolischem Lößmaterial. Kalte Klimaverhältnisse haben sehr wahrscheinlich diese Zone zu Fließerde umgelagert. Darüber befindet sich eine wenig mächtige Verlehmung, die unter warmfeuchten Klimabedingungen entstanden sein dürfte. Im Hangenden des Profiles steht der normale alluviale Verwitterungshorizont.

Zunächst stellt sich die Frage: «Wurde der ursprüngliche ca. 4 m mächtige Löß im Früh- oder im Hochglazial der Würmeiszeit abgelagert?» Verglichen mit dem Lößprofil von Geißenloo und anderen, würde man nur an Würm-Hochglazial denken. Die rezente Verwitterungserde, sowie die darunterliegende Verlehmungszone (Proben Nr. 5 und Nr. 4), lassen sich, besonders an Mächtigkeit, mit denjenigen vom Geißenloo-Profil über der mittleren interstadialen Verlehmung vergleichen. Unter der genannten Verlehmungszone liegt eine mächtige Lößumlagerung als Fließerde, die in eine kalte Zeit überleitet. Die Solifluktionsvorgänge dürften im Spät-Hochglazial oder im Spät-Glazial der Würmeiszeit stattgefunden und an diesem steilen Hang intensiv gearbeitet haben.

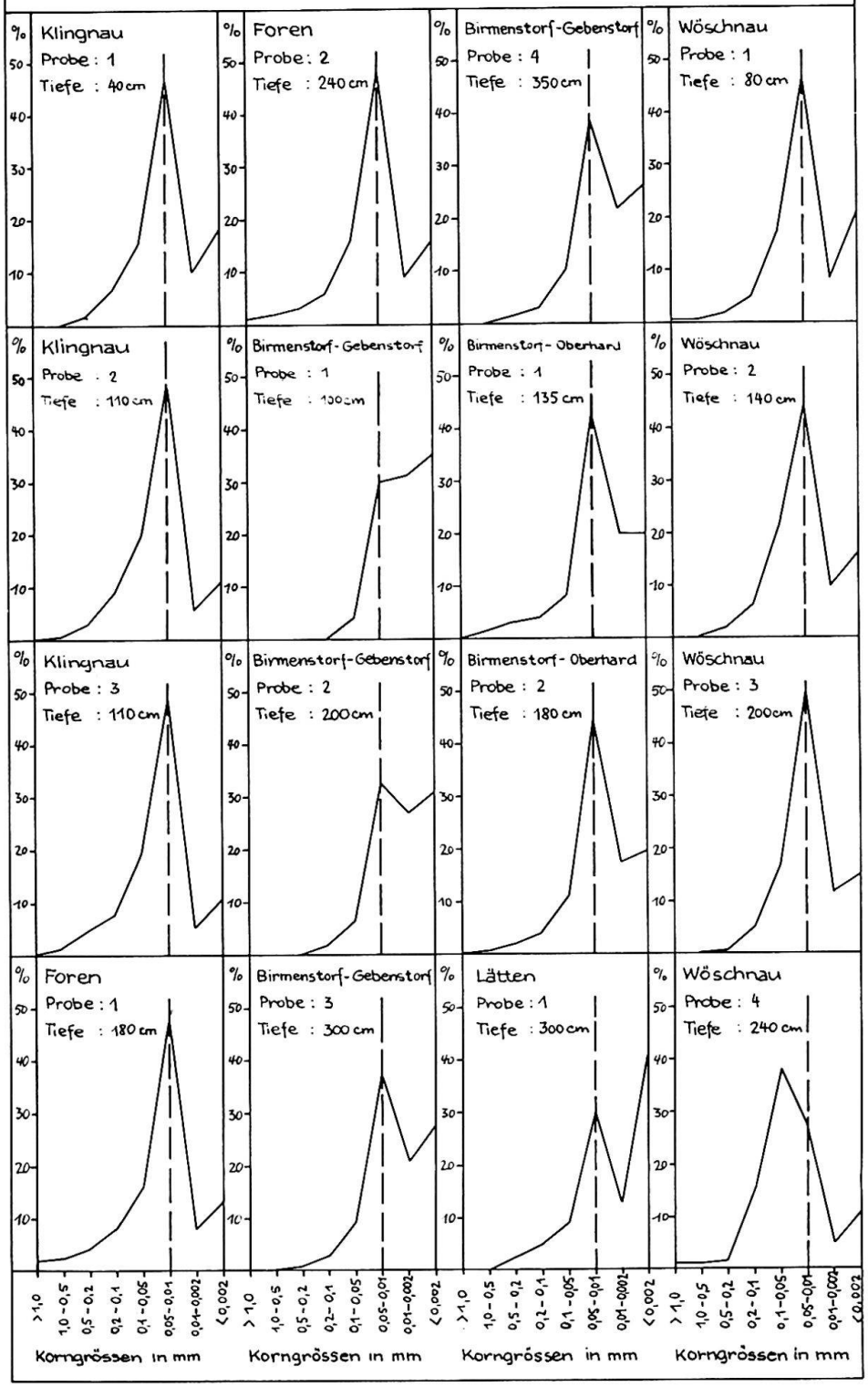
Anhaltspunkte für einen spätglazialen Löß könnten hier besser herausgegriffen werden als im Geißenloo-Profil. Man nimmt an, daß eine Wärmeschwankung im Spätglazial (Bölling- oder Alleröd-Schwankung) stattgefunden hat, die zur Verlehmung (Proben Nr. 5 und Nr. 4) führte und daß darauf Löß angeweht wurde, der sich im Postglazial ebenfalls wieder in eine Verlehmungszone umwandelte.

4. DAS LÖSSPROFIL VOM ZELGLIRAIN NÖRDLICH VON KLINGNAU (660210/271950/350, Abb. 13)

Der aufgeschlossene ca. 200 cm mächtige Löß vom Zelglirain zeichnet sich durch poröse, schichtungslose Struktur, Schnecken- und Karbonatgehalt aus. Er liegt am Innenrand der Aare-Niederterrasse, im Hangenden einer Erosionsfläche der Hochterrasse. Eine großmächtige Verlehmungszone fehlt. Drei Proben wurden dem Löß entnommen. Die dritte (170 cm tief), sowie die zweite Probe (110 cm tief) lassen den normalen Lößcharakter erkennen. Der typische Lößkorngrößenanteil liegt bei 50% und mehr. Beide Proben haben einen fast einheitlichen Karbonatgehalt von ca. 15,5%. Auffälligerweise sind die Schneckenschalen zerstört. Viele Bruchstücke und wenig gut erhaltene Exemplare von Trichia hispida (L.) und Succinea oblonga (Drap.) ließen sich bestimmen. Beide Proben enthalten zahlreiche Kalkröhrchenkonkretionen. Eisenoxydkonkretionen und Lößkindel fanden sich dagegen keine.

Die erste Probe (40 cm tief) aus der rezenten Verwitterungserde ist völlig kalk- und schneckenfrei, besitzt aber 4,7% Humusstoffe. Eine genaue Datierung dieses Lößes ist schwierig. Es sind keine Spuren von eingeschalteten Verlehmungen oder An-

Abb. 13 Korngrössenanalysen von Lössen, Schwemmlössen und lössähnlichen Ablagerungen der Schweiz.



haltspunkte für eine mögliche Untergliederung vorhanden. Sehr wahrscheinlich fand diese Lößablagerung im Würmhochglazial statt. Das Fehlen einer Verlehmungszone im Hangenden unter dem rezenten Verwitterungsprofil läßt sich durch Abtragung am steilen Hang erklären.

5. DER LÖSS VON FOREN NÖRDLICH NUSSBAUMEN (664700/260240/420, Abb. 13)

Der Lößaufschluß ist etwa 300 cm mächtig. Er liegt ca. 100–200 cm verwittertem Schotter auf. Nach der Lage handelt es sich um Hochterrassenschotter. Darunter steht Molassesandstein an. Das Hangende des Profiles ist nur zum Teil aus ehemaligen äolischen Lößmaterialien; es ist reichlich Molassesand beigemengt. Dieser Boden ist weitgehend entkalkt und schneckenfrei. Er bildete sich sehr wahrscheinlich als Wasserabsatz oder durch Umlagerung unter warmem Klima im Postglazial.

Die darunterliegende Zone (Proben Nr. 1 und Nr. 2) besteht aus einer Mischung von Löß, Sand und Lehm. Die eigentliche Lößkorngröße dominiert jedoch über das grobe, sowie feinste Material. Diese Zone enthält reichlich Kalk (rund 17%) und Wurzelröhrchenkonkretionen. Der Kalk findet sich zum Teil in Form eingelagerter Kalkkörner. In beiden Proben waren 5 Schneckenarten in großer Menge vorhanden:

Pupilla muscorum (L.)	38 Exemplare
Succinea oblonga (Drap.)	24 Exemplare
Trichia hispida (L.)	22 Exemplare
Clausilia parvula (Stud.)	2 Exemplare
Abida secale (Drap.)	2 Exemplare

Es fanden sich außerdem zahlreiche zerbrochene Schneckenschalen, besonders im oberen Teil der Zone.

Die Bildung dieser Lößzone erfolgte in einem kalten Klimaabschnitt während der Würmeiszeit mit nachträglicher Störung durch Solifluktion.

6. DAS INTERGLAZIAL VON WETTINGEN? (668200/257220/474, Abb. 14)

C. FRIEDLÄNDER (1942) hat ein Vorkommen von interglazialen Ablagerungen unterhalb von Hertern, ca. 485 m ü. M., südöstlich vom Sulzberg bei Wettingen beschrieben.

Der Aufschluß befindet sich in einer Sandgrube. Die sandigen bis tonigen Schichten wurden von FRIEDLÄNDER als verschwemmter Löß aufgefaßt. Diese Schichten liegen auf der oberen Meeresmolasse. In unmittelbarer Nähe des Aufschlusses konnte auf der Molasse eine Überlagerung von Riß-Grundmoräne festgestellt werden. Die Grundmoräne liegt sowohl im Niveau der erwähnten Schichten als auch bedeutend höher (Friedländer 1942, Fig. 1 und 2). Eine Überlagerung des verschwemmten Lößes von dieser Moräne wurde jedoch nicht festgestellt.

FRIEDLÄNDER ist der Ansicht, daß eine Lößbildung in der «Vorstoßhauptphase» der Rißvereisung stattgefunden hat. In der Interglazialzeit Riß/Würm erfolgte Verlehmung und Verschwemmung des Lößes.

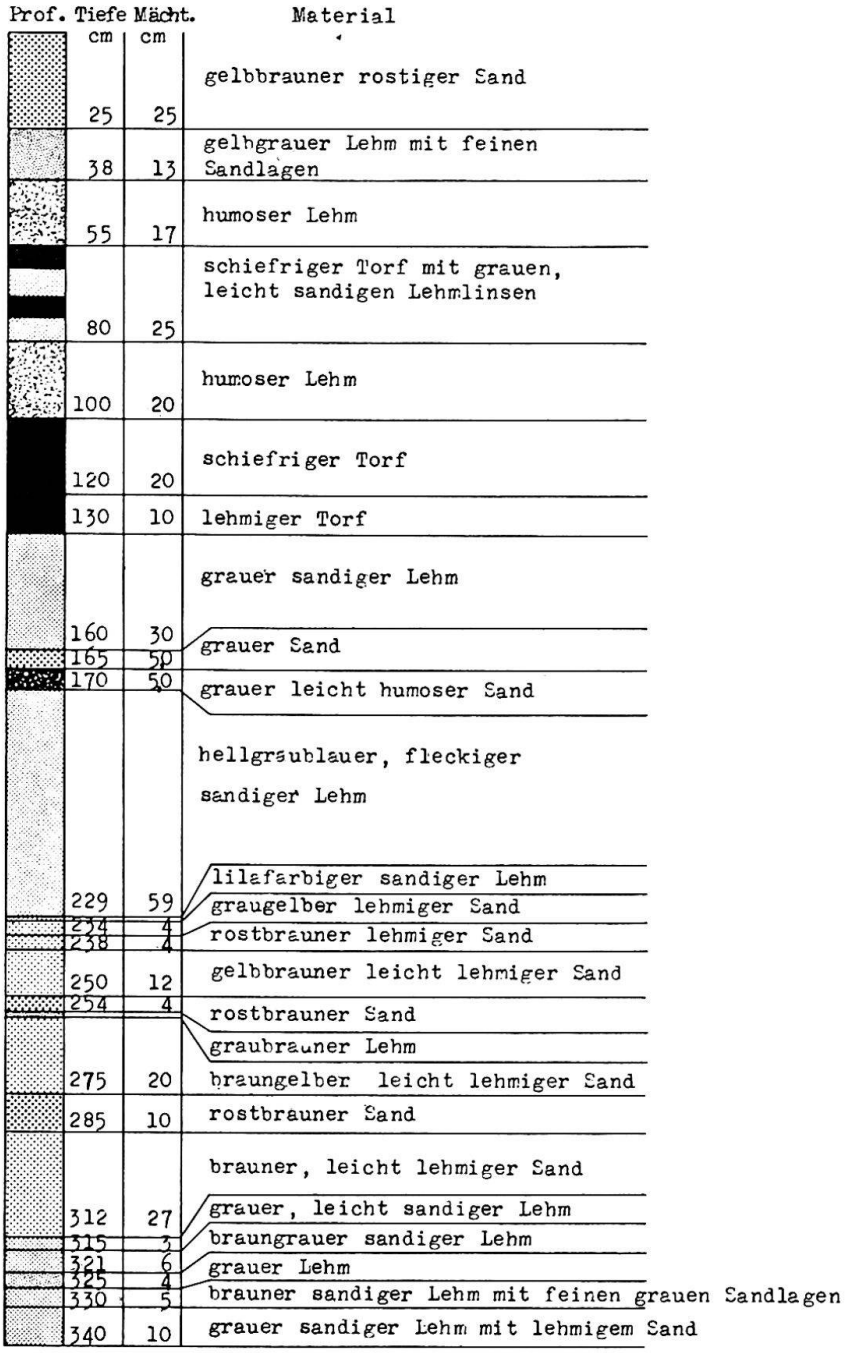
Abb. 14 stellt ein Profil aus einem Aufschluß dieser Sandgrube dar. 13 Proben wurden entnommen und zum Vergleich eine Probe aus dem in der Nähe anstehenden Molassesand. Herr P. SCHMID untersuchte sie auf Korngröße, Kalk, Dolomit und Humus im Laboratorium des Geographischen Institutes.

Die Untersuchungen bestätigten den makroskopisch gewonnenen Eindruck, daß es sich *keineswegs um Löß* oder *verschwemmten Löß* handelt, sondern um *verschwemmten Molassesand.*

7. LÖSS AUF NIEDERTERRASSE ZWISCHEN BIRMENSTORF UND GEBENSTORF? (660000/257860/385, Abb. 13 und 15)

Herr Dr. JÄCKLI machte auf einen «Lößaufschluß» auf der Niederterrasse, unmittelbar östlich der Straße, die von Birmenstorf nach Gebenstorf führt, aufmerksam. Der

Abb. 14 Das Interglazial von Wettingen?



rund 400 cm mächtige Aufschluß wurde später gemeinsam mit Herrn H. Andresen besucht. Er besteht durchgehend aus sehr feinem, fettem, zähem, lehmigem Material, das hellbraun gefärbt ist und in den tieferen Lagen des Aufschlusses in bräunliche Färbung übergeht. Bei Regenfällen saugt die Wand Wasser auf und bleibt lange Zeit feucht. Wenn sie zu trocknen beginnt, zeigt es sich, daß einzelne Lagen rascher trocknen als andere; es wird dann eine gewisse Schichtung sichtbar. Die Wand ist weitgehend sehr reich an Kalk. Dagegen fehlt der Dolomit. Gut erhaltene Schneckenschalen, jedoch nur von einer Art, durchsetzen sie. Eine Verlehmungs- bzw. Entkalkungszone fehlt. Das rezente Verwitterungsprofil ist bis auf ca. 10–15 cm zerstört und enthält noch reichlich Kalk. In unmittelbarer Nähe, den beiden Wandseiten anschließend, un-

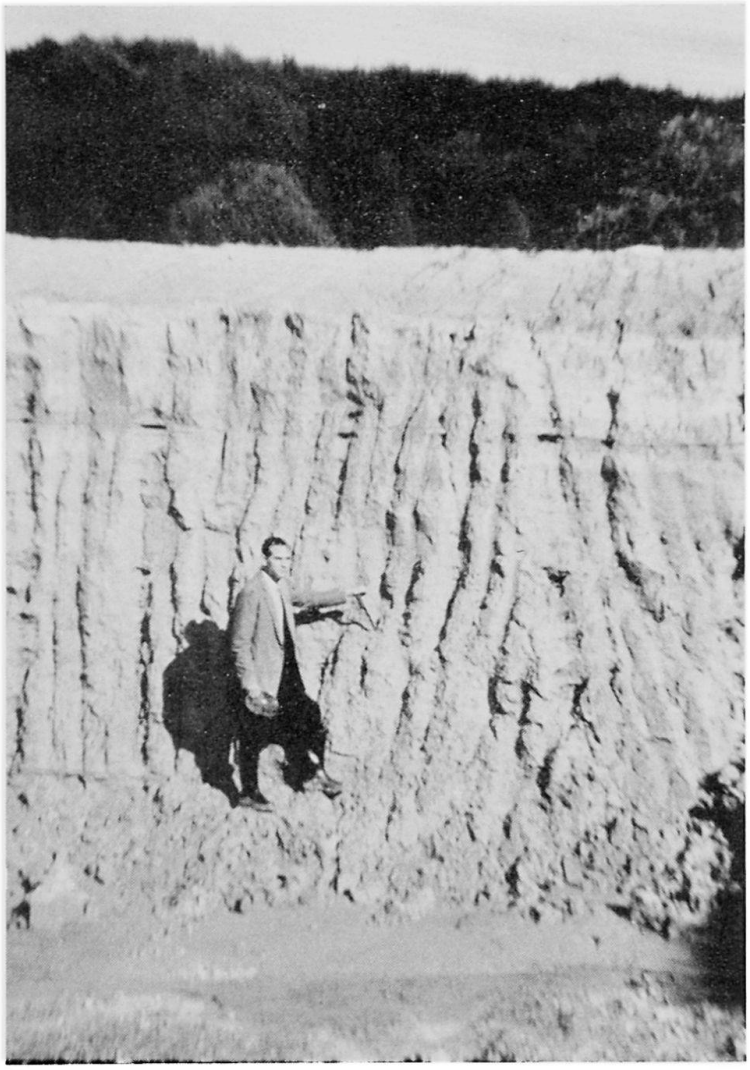


Abb. 15. «Löß» von Birmensdorf. Erläuterungen im Text.

gefähr im selben Niveau, finden sich mehr oder weniger mächtige Aufschlüsse. In ihnen sind Wechsellagerungen von lehmigem Material und geröllführendem Sand sichtbar. Dem Aufschluß wurden vier Proben in Abständen von ca. 100 cm entnommen. Aus der Korngrößenzusammensetzung, sowie aus der folgenden Tabelle geht hervor, daß es sich in diesem Profil um keinen normalen Löß handelt.

Probe	Tiefe in cm	Tonige Substanzen weniger als 0,01 mm %	Lößfraktion 0,01-0,05 mm %	Sandige Bestandteile mehr als 0,05 mm %
1	100	66,0	30,0	4,0
2	200	58,0	33,5	8,5
3	300	49,0	37,5	13,5
4	350	48,0	38,5	13,5

Das tonige Material dominiert weitgehend; die Löß- sowie die Sandfraktionen treten stark zurück; Grobsandkörner fehlen, es sind fast keine Rückstände über 0,2 mm vorhanden. Der Kalk beträgt in den vier Proben 45,4 bis 47,2%, durchschnittlich 45,8%. Trichia hispida (L.) war immer vorhanden und häuft sich im Profil in Nestern an. Mikroskopisch wurden die Fraktionen von mehr als 0,1 mm auf die Mineralbestandteile und deren Aussehen untersucht. Die Quarzkörner, sowie die Feldspäte werden seltener. Häufiger kommen Glimmerplättchen vor, weniger Muskovit und Biotit. Die Körner sind eckig, splitterig und stark glänzend. Das Profil steht nicht

isoliert, sondern es muß im Rahmen der regional-lokalen Verhältnisse gesehen werden.

In der nahen Umgebung des Aufschlußgebietes treten die mächtigen Effinger-Schichten (Argovien-Malm) rechts des Reußtales auf. Sie sind zum Teil von Grundmoräne der größten Vereisung überlagert. (MÜHLBERG 1905, Erläuterungen S.507.) Auf der linken Seite des Reußtales kommen wiederum die erwähnten, sowie die Geißberg-Schichten (Sequan-Malm) zum Vorschein. Die Effinger-Schichten bestehen aus dunkelgrauem, in verwittertem Zustande bräunlichem Mergel mit dazwischengelagerten Kalkbänken, die Geißberg-Schichten aus ockerfarbenen, meist tonigen Kalkbänken mit Zwischenlagen von kalkreichen Mergeln (MÜHLBERG 1905, ferner FR. DE QUERVAIN und M. GSCHWIND 1934, Seite 202–208, 214–216 und Tabelle 2 Seite 224). Diese mesozoischen Schichten, die das Gebiet des betreffenden Aufschlusses beinahe vollständig umgeben, müssen an der Oberfläche zur Zeit der Entstehung angestanden und das betreffende Material geliefert haben. Grundmoränenlehm der größten Vereisung kommt ebenfalls als Auszugsmaterial in Betracht. Umlagerung und Vermischung der erwähnten Formationen in einem warm-humiden Klima sind auf Grund des hohen Kalkgehaltes ausgeschlossen. Auch die reichlich vorhandenen, gut erhaltenen Schneckenschalen sind ein Beweis dafür, daß die Umlagerung durch Solifluktion (vielleicht auch unter Wind- und Wassereinfluß) in einem kalten Klimaabschnitt während der Würmeiszeit erfolgte. Die Abtragung durch Regen, Schnee und Wasser geht seit dem Postglazial bis heute weiter. Weder Verlehmung noch ein vollständiges Verwitterungsprofil konnten und können sich an einem steilen Hang erhalten.

8. WEITERE LÖSSÄHNLICHE ABLAGERUNGEN IM GEBIETE VON BIRMENSTORF-GEBENSTORF (Abb. 13)

Das Gebiet wurde begangen, um mögliche Lößvorkommen festzustellen und mit dem oben diskutierten Aufschluß einen Vergleich ziehen zu können.

Die Niederterrasse bei «Reuß», westlich von Gebenstorf, ist von ca. 200 cm mächtigem, sandigem Material überlagert. Ein kleiner Aufschluß (259800/258750/365) zeigt eine Umlagerung des Molassesandsteines, der in der Nähe, östlich davon zum Vorschein kommt.

Bei «Lätten» (661000/257150/435), nördlich von Birmenstorf, trafen wir auf einen Lehmaufschluß, mit etwa 450 cm Mächtigkeit. Das Material ist durch Verwitterung entkalkt, braun gefärbt und wird ausgebeutet. Der Aufschluß enthält wenige gekritzte alpine Geschiebe. Sein Material stammt sehr wahrscheinlich zum Teil von zerriebenen alpinen Gesteinen, die sich unter dem Riß II-Gletscher befanden, zum Teil aber auch aus den Mergel- und Sandsteinschichten der südlich davon gelegenen Molasse. Auch Mergel des mittleren und unteren Doggers könnten daran beteiligt sein.

Zwischen Birmenstorf und Oberhard (661750/256850/400) fand sich folgendes Profil:

0– 10 cm	Humus (braust noch mit Salzsäure).
10–170 cm	Sandlehm, etwas Geröll führend und kalkhaltig.
170–220 cm	lehmiger Sand, stark mit Schotter vermischt, kalkhaltig.

Die Basis bildet der Niederterrassenschotter. Zwei Proben aus 135 cm und 180 cm Tiefe wurden untersucht. Auch hier kam es zur Mischung von verschiedenen Materialien der nahen Umgebung; Molassesand, Riß II-Grundmoräne, sowie Material aus dem Untergrund, ließen ein solch heterogenes Profil entstehen.

9. DER LÖSS BEI AARAU UND UMGEBUNG

a) Allgemeines

Wie schon erwähnt wurde, ist der Löß bei Aarau und Umgebung eine häufige Erscheinung. Der normale Löß, der sowohl im Charakter des Materials, wie auch in Be-

zug auf die im frischen, unverlehmten Löß eingeschlossenen Fossilien mit typischem Löß übereinstimmt, befindet sich in einem beschränkten Gebiet südlich der Straße von Aarau nach Wöschnau. Dieses Lößgebiet umfaßt das Plateau der Golderen und steigt auf den Hasen- und Distelberg im Westen und auf den Gönert im Süden an.

Östlich des eigentlichen Lößgebietes, sowie südöstlich von Aarau auf dem Brüggli-feld, Aarauer-Feld und dem Steinfeld, ist die Niederterrasse von verschwemmtem, verlehmtem Löß und von Lehm bis zu 200 cm Mächtigkeit überlagert. Nördlich von Suhr bei «Zopf» und östlich von Buchs bei Lostorf beträgt die Mächtigkeit der verschwemmten Löße auf den betreffenden Niederterrassen 250 cm bis 300 cm.

Auf den Höhen von Hasenberg, Distelberg, Gönert, Eppenberg und auf der Brästenegg ist der Löß vollkommen entkalkt, verlehmt und schneckenfrei. In der Brästenegg stellten wir 400 cm Lößlehmdecke fest, ohne den Untergrund erreicht zu haben. Das Gebiet vom Distelberg bei Unterentfelden und der waldige Abhang westlich Unter- und Oberentfelden ist mit einer bis zu 500 cm, bei «Am Holz» 700 cm, mächtigen Schicht von braunem, sandigem Lehm überzogen, der bei «Am Holz» in 300 cm bis 350 cm Tiefe noch etwas Kalk enthält. An diesen Stellen dürfte es sich um Löß handeln mit beigemengter, verwitterter Molasse, lehmiger Grundmoräne, aber auch sandigen Schotterlagen. Südlich von Kölliken bei «Hof» (643370/241650/460) treten in einer riesigen Sandgrube Wechsellagerungen von Mergel und Sandstein der Molasse auf. Weiter nach Süden konnte Löß oder Lößlehm nicht mehr beobachtet werden.

b) Das Lößprofil von Oberholz (645370/248400/437, Abb. 16)

Im eigentlichen Lößgebiet ist der Löß nirgends gut aufgeschlossen. Hier und da trifft man Baugruben an, in welchen unter 100 cm bis 200 cm mächtigen Verlehmungszonen der frische, kalkhaltige, schneckenführende Löß liegt. Im Kalksteinbruch von Oberholz konnte durch Nachgrabung und Bohrung, dank der Hilfe von Herrn G. Ammann, ein fast vollständiges Profil aufgenommen werden.

In diesem Lößprofil lassen sich 6 Zonen leicht erkennen. Die ersten 80 cm sind dunkel-schwarzbrauner Humus. Die darunterliegende, ca. 100 cm mächtige Zone ist dunkelbraun, kompakt, verlehmt, entkalkt und völlig schneckenfrei. Darunter findet sich eine scharf begrenzte 200 cm mächtige Lage von lockerem hellgrau-braunem Löß, der kalkhaltig ist. Er ist mit Schneckenschalen durchsetzt. Der oberste Teil dieser Zone führt helle Kalkpartikelchen, die als bereits in Zersetzung begriffene Schneckenschalen oder aber als Kalkausscheidung aus der darüberliegenden Verlehmung anzusehen sind. Dieser kalkhaltige Löß geht nach unten ohne scharfe Grenze in eine ca. 95 cm mächtige Zone von fast kalkfreiem, aber noch etwas schneckenführendem Lehm über. Die erwähnte Verlehmung wechselt ebenfalls allmählich in einen ca. 210 cm mächtigen kalkhaltigen, schneckenführenden Löß. Dagegen ist diese Lößlage von der darunterliegenden tiefsten Verlehmung scharf abgegrenzt. Der unterste Verlehmungshorizont ist ca. 200 cm mächtig, da die Gesamtmächtigkeit des Profiles ca. 900 cm mißt. Soweit der Bohrer reichte, wurden dieser Verlehmung nur 3 Proben entnommen. Nach Mühlberg liegt unter der tiefsten Verlehmungszone und direkt auf dem erodierten Jurakalk eine dünne 10 bis 60 cm mächtige Schicht von sehr verwittertem Kies. Er führt gekritzte Geschiebe, die nur aus der größten Vergletscherung stammen können.

Korngrößenverteilung (Abb. 16)

Aus den Summenkurven der Korngrößenverteilung geht hervor, daß das ganze Profil auf typischen Löß hinweist. Vorwiegend sind die Korngrößen zwischen 0,01 und 0,05 mm. Ihr Anteil beträgt in fast jeder Probe über 50%.

Wenn wir nun von unten beginnen, so zeigt es sich deutlich, daß bei den Proben Nr. 20, Nr. 19 und Nr. 18 eine starke Verlehmung auftritt, in der die Tonfraktion von weniger als 0,002 mm einen großen Anteil einnimmt. Dabei gehen die gröberen

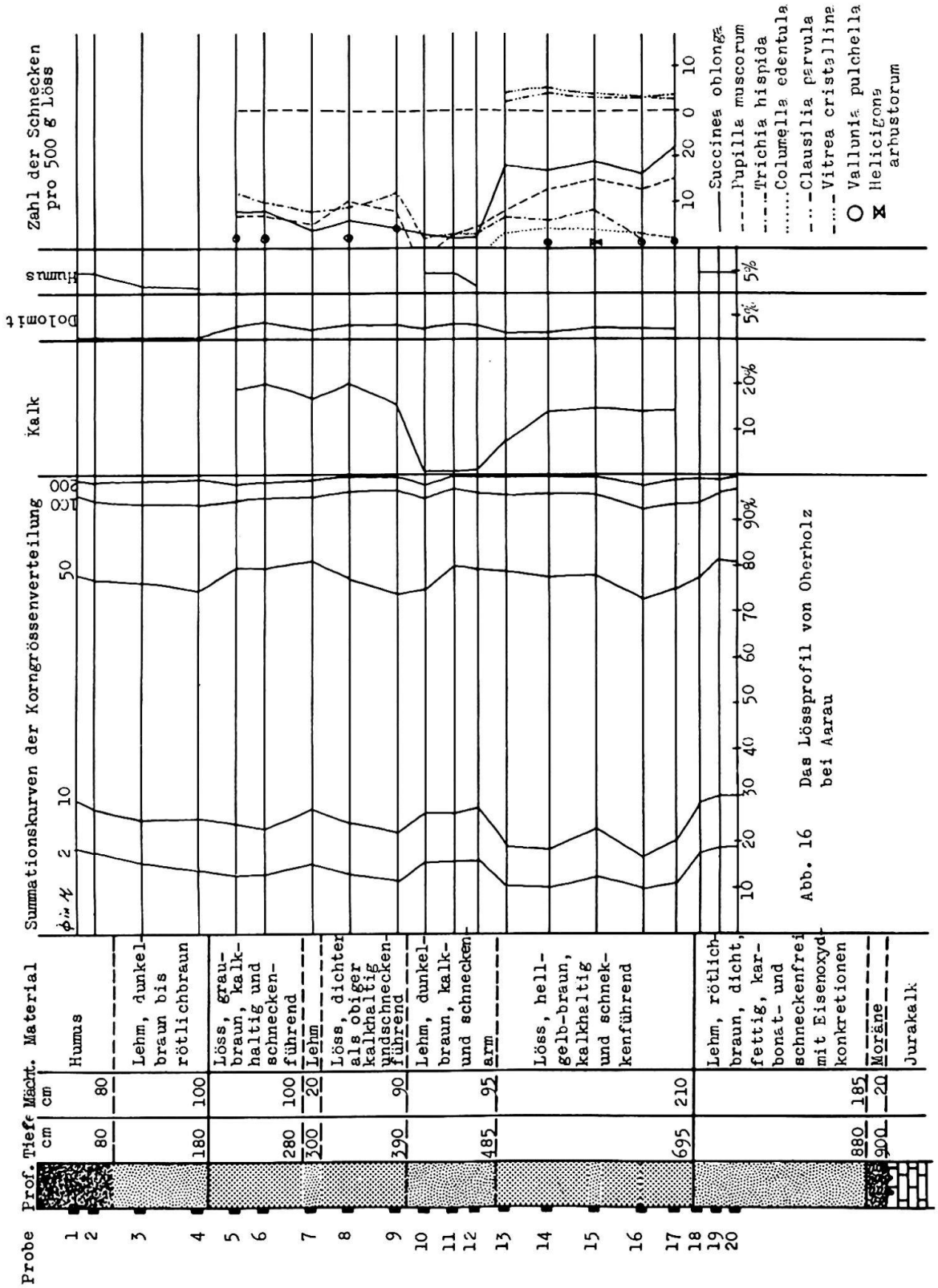


Abb. 16 Das Lössprofil von Oberholz bei Aarau

Fraktionen stark zurück; eine Erscheinung, wie sie nie wieder in irgend einer Zone dieses Profiles auftritt.

Der normale Löß beginnt in 700 cm Tiefe und setzt sich fast homogen bis ca. 485 cm Tiefe fort. Die gleichartige Beschaffenheit dieser 215 cm mächtigen Lößzone ist aber zweimal unterbrochen: 1. durch verhältnismäßig schnelle Sedimentation bei Probe Nr. 16 und 2. durch die schwache Verlehmung bei Probe Nr. 15, die als eine

Klimaschwankung im Sinne Woldstedts 1954, 1956 und 1958, anzusehen ist. Doch könnte diese Korngrößenverfeinerung auch durch langsamere Sedimentation bedingt sein. Bei 485 cm Tiefe setzt eine starke Verlehmung ein. Sie entwickelte sich mächtiger als die entsprechende im Geißenloo-Profil. Im obersten Löß, der mit Probe Nr. 9 einsetzt, schaltet sich bei der Probe Nr. 7 wieder eine deutliche Verlehmung ein, die sich diesmal mit der entsprechenden von Geißenloo parallelisieren läßt. Die scharfe Grenze, die den obersten Löß abschließt, liegt bei 180 cm Tiefe. Wellungen an dieser Grenze und taschenförmige Strukturen wie bei Geißenloo, lassen sich schlecht erkennen, und zwar darum, weil der Löß dort nur ca. 200 cm breit gut aufgeschlossen ist.

Karbonatgehalt (Abb. 16)

Die unterste Verlehmung ist vollkommen karbonatfrei. Der darüberliegende Löß (Probe Nr. 17 bis Nr. 13) weist einen fast einheitlichen Karbonatgehalt von ca. 16% auf. Die schon festgestellte starke Karbonatschwankung im entsprechenden unteren Löß von Geißenloo, ist hier nicht zu finden. Das ist selbstverständlich, weil der untere Löß bei Oberholz bedeutend homogenere Korngrößenverteilung zeigt als jener von Geißenloo. Die Probe Nr. 13 liegt schon im Einflußbereich der mittleren Verlehmung und scheint demnach etwas gestört zu sein. Die Proben Nr. 12 bis Nr. 10 gehören dann ganz der mittleren Verlehmung an. Dementsprechend sind sie praktisch kalkfrei.

Im oberen Löß sind zwei Karbonatspitzen bei Probe Nr. 8 und Nr. 6 deutlich erkennbar. Entsprechend der Verlehmung bei Probe Nr. 7 geht der Karbonatgehalt zwischendurch leicht zurück. Der Kalk fehlt aber gänzlich in der obersten Verlehmungszone mit dem darüberliegenden rezenten Verwitterungshorizont.

Im Gegensatz zum Kalk ist der Dolomit nicht völlig ausgewaschen worden und noch zu 2–3% in den Verlehmungszonen enthalten. Außer den Verlehmungszonen enthalten alle Proben zahlreiche Kalkröhrchenkonkretionen. Dagegen findet man keine Lößkindel.

Humusgehalt (Abb. 16)

Die Proben Nr. 20 bis Nr. 18 der untersten Verlehmungszone haben einheitlichen Humusgehalt von 4,6%. Die Proben Nr. 11 und Nr. 10 der mittleren Verlehmung weisen 4,0% und der rezente Verwitterungshorizont 4,2% Humusstoff auf. Die schwache Verlehmung bei Probe Nr. 7 besitzt hingegen keinen nennenswerten Humusgehalt.

Schneckenfauna (Abb. 16)

Die unterste Verlehmungszone ist infolge starker Verwitterung und Kalkauswaschung während einer längeren warmen Zeit vollkommen schneckenfrei. Innerhalb des gesamten Lößprofils kommen jedoch 8 Schneckenarten vor. Sie ähneln denen vom Geißenloo-Profil mit Ausnahme der Abida secale (Drap.) im unteren Löß, die hier durch Vitrea cristallina (Müll.) vertreten wird. Nirgends aber ist eine Spur solcher Arten zu sehen, die für interglaziale Ablagerungen typisch sind. Alle 8 Schneckenarten fanden wir im unteren Löß vergesellschaftet und stark konzentriert. Nur 4 kommen auch im oberen Löß vor. Daraus kann auf relativ günstigere Lebensbedingungen zur Zeit der Ablagerung des unteren Lößes geschlossen werden. Ferner ist anzunehmen, daß zur Zeit der Sedimentation des oberen Lößes ein kühleres und trockeneres Klima geherrscht hat, das sich durch Arten- sowie durch Individuenarmut auszeichnete.

Im unteren Löß überwiegen zwei Species, nämlich Succinea oblonga (Drap.) und Pupilla muscorum (L.), mit einer ziemlich starken Dominanz der Succinea. Beide sind ebenfalls im oberen Löß häufig vertreten. Trichia hispida (L.) kommt erst bei Probe Nr. 16 vor, also bedeutend früher als im Geißenloo-Profil und übertrifft die erwähnten Arten, wie zuvor Succinea die Pupilla im oberen Löß.

Leichte Schwankungen des Klimas und auch der Löß-Sedimentation während der Ablagerung des unteren Lößes, sind an Hand der Schneckenfauna feststellbar. Zum

Beispiel tritt die Schneckenzahl bei Probe Nr. 16 zurück. Die Betrachtung der Korngrößenverteilung zeigt, daß gleichzeitig mit der Kornvergröberung, bedingt durch die Sedimentationsverstärkung, die Schnecken seltener werden. Das gemeinsame Auftreten der Succinea und Pupilla bei Probe Nr. 15 deutet auf einen für sie günstigeren, etwas feuchteren Klimaabschnitt hin, hingegen die Abnahme der Schneckenzahl bei Probe Nr. 14 auf einen ungünstigeren.

Die mittlere Verlehmung (zwischen Proben Nr. 12 und Nr. 10) enthält zahlreiche, zerstörte Schneckenschalen, wovon nur die gut erhaltenen Exemplare sich bestimmen ließen: Succinea, Pupilla und Trichia in den Proben Nr. 12 und Nr. 11; Succinea und Trichia in der Probe Nr. 10.

Im oberen Löß treten 4 Schneckenarten auf. Zahlenmäßig herrscht Trichia vor. Die Individuenzahl nimmt in der schwachen Verlehmung bei Probe Nr. 7 erheblich ab. Ebenfalls fehlt dieser Probe die Valunia-Art, die in den anderen Proben vorkommt. Zwischen Proben Nr. 7 und Nr. 5 sind die Schnecken wieder häufiger. In der obersten Verlehmung verschwinden sie dann.

Schlußfolgerung

In diesem Lößprofil von Oberholz sind drei Lößlagen deutlich unterscheidbar, jede mit der dazugehörigen Verlehmungszone im Hangenden. Wenn wir die unterste Bodenbildung dazu zählen, so haben wir bei Oberholz ursprünglich vier verschiedenaltrige Löße gehabt.

Die Basis des Profiles bildet eine dünne Schicht von verwittertem Moränenmaterial mit deutlich gekritzten Geschieben. Sie füllt ebenfalls die Spalten der Kalkfelsen im Liegenden aus. Nach der Situation kann es sich nur um Grundmoräne der größten Vergletscherung handeln. Damit ist die ganze Lößablagerung *jünger als die Riß II-Eiszeit.* Die unterste Verlehmungszone ist nichts anderes als eine aus dem ursprünglichen Löß hervorgegangene Bodenbildung..

Es sind nun folgende Fragen zu beantworten:

1. In welcher Eiszeit wurde der erwähnte ursprüngliche Löß abgelagert?
2. Wann wurde dieser Löß zu Lehm umgewandelt?
3. Ist diese Verlehmung die Bildung eines Interstadials oder eines Interglazials?

Daß die Verlehmung die Bildung eines Interglazials sein muß, geht aus den Tatsachen hervor, die ich vorher erläutert habe: Die *Verlehmung* zeigt alle *Hauptmerkmale* einer *interglazialen Bodenbildung.* Sie unterscheidet sich sehr deutlich von der mittleren *würminterstadialen* Verlehmung durch bedeutend größere Mächtigkeit (doppelt so mächtig wie die mittlere) und weitaus intensivere rötlich-braune Färbung. Diese zu unterst liegende Verlehmung ist gänzlich karbonatfrei. Infolge der sehr starken Verwitterung sind die Schneckenschalen vollkommen verschwunden. Die tiefgreifenden Verwitterungsvorgänge haben wesentliche Veränderungen der Korngrößenzusammensetzung des ursprünglichen Lößes verursacht. Eine solche drückt sich durch die starke Dominanz der Tonfraktion aus. Als weitere Merkmale der Verwitterungsintensität gelten die manganhaltigen Eisenoxydkonkretionen, die in den Proben Nr. 20 bis Nr. 18 2 bis 5 mm Durchmesser aufweisen und ebenso der hohe Humusstoffgehalt von 4,6%.

Schließlich kann festgestellt werden, daß diese Verlehmung sich von der würminterstadialen in jeder Beziehung unterscheidet. Sie erfuhr eine intensivere Verwitterung und wurde in einem bedeutend längeren Zeitabschnitt gebildet.

Aus allen diesen Erwägungen geht hervor, daß die unterste Verlehmungszone des Oberholzer-Profiles eine *interglaziale* Bildung ist.

Nun stellt sich die Frage, wann entstand der ursprüngliche Löß? Im Spätglazial der größten Vereisung oder in einer späteren Eiszeit (Riß III)? Es ist unmöglich die untere Altersgrenze weiter rückwärts zu verschieben, denn die gesamte Ablagerung

liegt auf Moräne, die nur von der größten Vereisung – Riß II stammen kann. Ebenfalls ist es ausgeschlossen, die obere Altersgrenze dieses ursprünglichen Lößes in Richtung Gegenwart zu verlegen, also in die Würmeiszeit einzustufen, nachdem es sich erwiesen hat, daß die unterste Verlehmung der Bildung eines Interglaziales und nicht eines Interstadiales entspricht.

Es scheint eher möglich, daß die Einwehung des ursprünglichen Lößes im Spätglazial der Riß II stattgefunden hat, denn es sind bis jetzt in der Schweiz keine fluvioglazialen Schotter einer Riß III nachgewiesen.

Gegen ein spätglaziales Riß II-Alter dieses Lößes spricht aber die Tatsache, daß in der Schweiz wenigstens, was die würmeiszeitlichen Löße anbelangt, keine sehr mächtigen spätglazialen Löße vorhanden sind. Wie die Lößprofile es zeigen, begann die Lößeinwehung im Frühglazial und erreichte ihren Höhepunkt im Hochglazial. Die weiträumige Lößablagerung hörte mit Ende des Hochglazials der Würmeiszeit auf. Das Würmspätglazial ist eine Phase des Erdfließens, wie es sich auch im Geißenloo-Profil nachweisen ließ. Wir betrachten es aber nicht als ausgeschlossen, daß sich im Spätglazial eine ziemlich dünne Löß-Schicht bilden konnte, die sich vielleicht im rezenten Boden erhalten hat. Eine derart mächtige, ursprüngliche Lößzone von 200 cm Mächtigkeit bei Oberholz und von 500 cm bei Basel, konnte kaum im Spätglazial einer Riß II angeweht werden.

Wenn man nun die Bildung dieses Lößes ins Riß II-Spätglazial verlegt, stellt sich die Frage: Wann wurde die Moräne im Liegenden des Profiles verwittert? Schon Mühlberg betonte mehrmals: «Der Kies ist sehr verwittert, in welchem nur die unverwitterbaren Kiesel erhalten geblieben sind». Es ist kaum denkbar, daß das Klima nach dem Rückzug des Riß II-Gletschers und vor der Würmeiszeit, also im letzten Interglazial, so stark von warm-feucht (Verwitterung des Kieses) zu kalt-trocken (Löß-Einwehungszeit) und wieder zu warm-feucht (= Verlehmung des Lößes) gewechselt hat.

Nach wie vor besteht das Problem einer Riß III-Eiszeit.

Eine weitere Möglichkeit der Erklärung wäre folgende:

Wenn wir annehmen, daß der Riß II-Gletscher im Raume südlich von Aarau nach dem Hochglazial *lange* stagnierte, so könnte dadurch eine 200 cm mächtige Lößbildung bei Oberholz begünstigt worden sein. Sie würde somit ins Riß II-Spätglazial fallen. Im Riß II/Würminterglazial hätte dann die Verwitterung des Lößes eingesetzt und derart tief gearbeitet, daß selbst die Moräne im Liegenden von ihr erfaßt worden wäre. Daraus müßte man den Schluß ziehen, daß das Riß II-Spätglazial *lange* dauerte.

Über der Oberholzer interglazialen Bodenbildung folgt der frühwürmeiszeitliche Löß. Er geht allmählich in eine ziemlich mächtige Verlehmungszone über, die dem *ersten Würm-Interstadial* zuzuschreiben ist. Es handelt sich dabei um eine einheitliche Bodenbildung, die aus einer 95 cm mächtigen Verlehmung besteht. Wie die drei entnommenen Proben zeigen, sind die untersten 65 cm hellbraun, etwas rötlich gefärbt. Bei Probe Nr. 10 ist das Sediment bereits dunkelbraun. Die primäre Löß-Struktur ist gut erhalten. Diese Verlehmung unterscheidet sich von dem Löß, aus dem sie hervorgegangen ist, durch deutliche Korngrößenverfeinerung, Abnahme der Schnecken, zahlen- wie auch artenmäßig höheren Gehalt an Humusstoffen und durch den Kalkgehalt als markantesten Unterschied.

Nach dieser Wärmephase, die als die *erste Wärmeschwankung* aufzufassen ist, folgt nun das *Mittelwürm* mit vorherrschender Lößbildung. Es ist wie beim Geißenloo-Profil durch eine ziemlich schwache, wenig mächtige Verlehmungszone unterbrochen. Kalk- sowie Schneckengehalt gehen leicht zurück. Humusstoffe lassen sich nicht feststellen. Durch die Feldbeobachtung in Oberholz wie auch in Geißenloo, läßt sich diese Verlehmung von dem darüber- und darunterliegenden Löß nicht unterscheiden, sondern nur durch die Laboruntersuchungen. Sicherlich wurde diese Verlehmung in einem nur ganz kurzen Wärmeabschnitt gebildet. Er ist als eine *minimale Gletscherschwankung* aufzufassen, die im *Mittelwürm* stattfand; also kein deutliches Interstadial.

Der mittelwürmeiszeitliche Löß wird nach oben durch die oberste Verlehmungszone abgeschlossen. Beide Lagen sind von einer scharfen, makroskopisch sichtbaren Linie getrennt. Diese ist wie bei Geißenloo als Grenze eines Dauerfrostbodens aufzufassen, über der Erdfließen im Spätglazial der Würmeiszeit herrschte. Ob nun auch noch Lößeinwehung im Spätglazial stattfand, ist durch die Verlehmung schwer feststellbar. Man könnte aber auch das rezente Verwitterungsprofil, vielleicht auch einen Teil der Verlehmung dem Spätwürm zuordnen.

c) Das Lößprofil von «Am Holz» (644620/245850/429, Abb. 17)

Nordwestlich von Oberentfelden bei «Am Holz» befindet sich eine verlassene Kiesgrube. In ihr liegt ca. 10 m mächtiger, wahrscheinlich noch tiefer reichender Hochterrassenschotter, mit schief erodierter, nachträglich verkitteter, lokal 200 cm bis 250 cm tief verwitterter Oberfläche unter ca. 600 bis 700 cm mächtiger Lößlehm- und Lehm-Decke.

Das Profil zeigt von unten nach oben folgende Schichten:

1. Hochterrassenschotter, ca. 10 m mächtig, Oberkante ca. 421 m ü. M., mit unebener, erodierter Oberfläche, Gerölle zersetzt, Bindemittel lehmig, sandig, gelbbraun gefärbt. An der Basis der Kiesgrube sind die alpinen Gerölle nagelfluhartig verkittet.
2. Rötlich-brauner Lehm, 200–300 cm mächtig, gegen die Verwitterungsrinde der Hochterrassenschotter oft ziemlich viele Gerölle führend und darum nicht scharf von der Verwitterungsdecke der Hochterrassenschotter getrennt. Eine Probe in 100 cm Höhe über der Basis dieser Schicht ergab nach dem Ausschlämmen noch vereinzelte Steinchen, grobe Quarzkörner und Eisenoxydkonkretionen bis über 5 mm Durchmesser. Die Oberfläche dieser Lehmschicht ist uneben. Im östlichen Teil des Profiles fanden sich an zwei Stellen tiefgehende, bis auf 100 cm–150 cm über der eigentlichen Oberfläche des Hochterrassenschotters hinabreichende Taschen, die selbst vom darüberliegenden gelblich-braunem Lößlehm, der mit Salzsäure noch schwach aufbraust, aufgefüllt sind.
3. Gelblich-brauner Lößlehm, ca. 50–100 cm mächtig, schwach mit Salzsäure aufbrausend, von Schneckenschalen fast frei. Die Analyse der aus diesem Lößlehm entnommenen Probe ergab 6% Kalk und 1,5% Dolomit. Es fanden sich auch verhältnismäßig zahlreiche Bruchstücke von Schneckenschalen, die aber nicht mehr bestimmbar waren. Gerölle und grobe Materialien fehlen.
4. Brauner Lehm, ca. 250 cm mächtig. Der Lehm ist hier völlig entkalkt und schneckenfrei, enthält viele kleine, bis zu 2 mm Durchmesser große Eisenoxydkonkretionen.
5. Rezente Verwitterungserde, ca. 50–70 cm mächtig, dunkelbraun gefärbt.

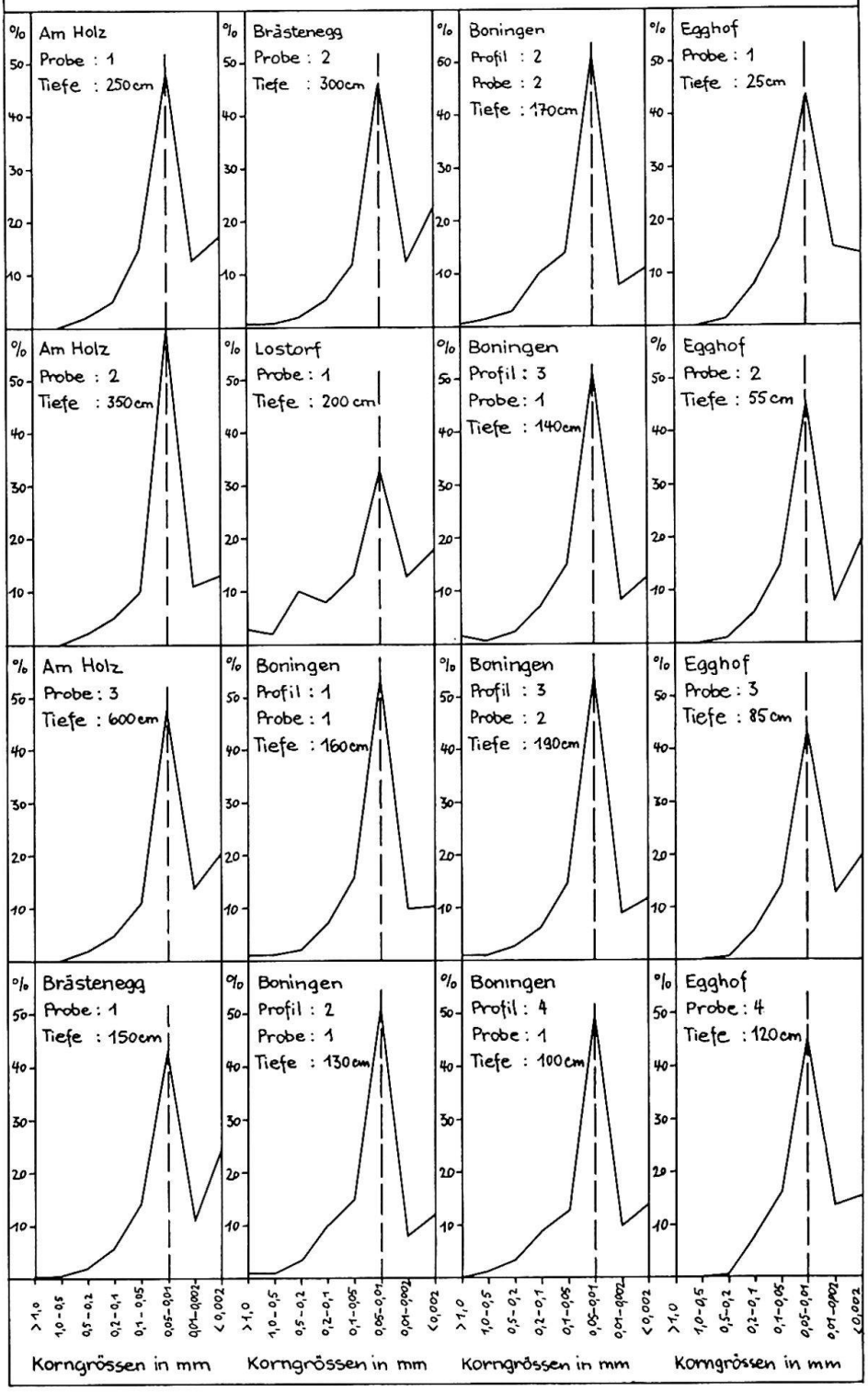
Das Profil bei «Am Holz» zeigt also drei verschiedene, sehr von der Verwitterung beeinflußte Ablagerungen. Nach einer starken Erosion der Hochterrasse mit nachträglicher Verwitterung wurde die untere Lehmlage (aufgeführt unter Nr. 2) zur Zeit des Spätglazials der größten Vereisung (oder in einer späteren Kältephase, eventuell Riß III) in noch nicht entkalktem Zustande abgelagert.

Nach vollkommener Entkalkung, Verlehmung und starker Verwitterung im letzten Interglazial, die vielleicht auch die darunterliegenden Schotter ergriffen, bildete sich in der Würmeiszeit die heute noch ziemlich gut erhaltene Lößzone von 75 cm Mächtigkeit. Nach ihrer Ablagerung wurde sie von der Verwitterung stark bearbeitet und zum größten Teil zur obersten Verlehmungszone umgewandelt.

d) Lößlehm auf der Brästenegg (650000/248600/407, Abb. 17)

Unmittelbar südlich der Kreuzung der Eisenbahnlinie mit der Straße von Hunzenschwil nach Buchs bei Lostorf, befindet sich auf der Brästenegg ein Lößlehmaufschluß von ca. 350 cm Mächtigkeit, er liegt auf Hochterrassenschotter, der im Aufschlußbe-

Abb. 17 Korngrössenanalysen von Lössen, Schwemmlössen und lössähnlichen Ablagerungen der Schweiz.



reich nicht frei lag. Die Oberkante der Hochterrasse ist in dieser Gegend etwa 15 m über der Oberfläche der benachbarten Niederterrasse.

Auffälligerweise ist das ganze Aufschlußmaterial entkalkt, verlehmt und völlig schneckenfrei (siehe Analyse für 2 Proben Abb. 17). Eisenoxydkonkretionen bis zu 2 mm Durchmesser fanden sich in beiden Proben. Solifluktionserscheinungen, sowie

Spuren von Verschwemmung oder Umlagerung fehlen. Der Lehm ist hellbraun gefärbt, vollkommen geröllfrei, kompakt, einheitlich und ungeschichtet.

Eine mögliche Untergliederung konnten wir nicht feststellen. Der ursprüngliche Löß wurde wahrscheinlich in der Würmeiszeit abgelagert und war später während längerer Zeit der Verwitterung ausgesetzt, bis er durchgehend zu Lehm umgewandelt war.

Nach mündlicher Mitteilung von Herrn Dr. JÄCKLI ist der unter diesem Lößlehm liegende Hochterrassenschotter fraglich, es kann sich auch um Niederterrassenschotter handeln. Da aber der Löß im Hangenden derart tief verwittert ist, muß das Liegende als Hochterrasse angesprochen werden.

e) Lößlehm bei «Schwirenmatt» auf dem Gönert und beim «Binsenhof» auf dem Distelberg

Bei Schwirenmatt sind zwei Lehmgruben nicht weit voneinander entfernt, auf ca. 410 m ü. M. Beide sind leider nicht mehr in Betrieb und daher schwer zu überprüfen.

Durch Nachgrabung in der Grube südöstlich Schwirenmatt (647750/247720/410) konnte jedoch in einer Tiefe von ca. 300 cm ziemlich gut erhaltener, frischer Löß festgestellt werden.

In einer Bachrinne südöstlich und in der Nähe der letzterwähnten Grube, wurde eine Bohrung von 175 cm Tiefe abgeteuft (647800/247660/408). Die beiden Uferböschungen der Bachrinne, je ca. 200 cm mächtig, bestehen aus hellbraunem, lehmigem, entkalktem Material. Die obersten 75 cm der Bohrung in der Rinne selbst bauen sich aus grauem, klebrigem Lehm, mit feinen, braunen und lockeren Zwischenschichten auf. Nach unten geht das Profil in eine lockere, homogenere, braune Bodenschicht über. Hier konnte also kein frischer Löß festgestellt werden.

Im Gebiet von Distelberg zwischen Binsenhof und Landenhof deuten mehrere schlecht gerundete, gekritzte Geschiebe, die den Waldboden durchsetzen, darauf hin, daß es sich um Grundmoränenlehm handeln könnte.

Unmittelbar südlich vom Binsenhof (645850/247500/450) wurde ca. 150 cm mächtiger, rötlich-brauner, entkalkter Lehm erbohrt, der bis zu dieser Tiefe noch gekritzte Geschiebe führt. Es handelt sich dabei um Grundmoräne der Riß II-Eiszeit und nicht um Lößlehm.

f) Verschwemmter Löß auf der Niederterrasse

**) Bei Wöschnau:* (Abb. 13)

Von MÜHLBERG (1896) wurde Löß auf der Niederterrasse bei Wöschnau (südwestlich von Aarau) gefunden und beschrieben. Da dort Aufschlüsse fehlen, ist es uns nicht gelungen, diesen Löß zu untersuchen und mit Sicherheit festzustellen.

Die frühere Lehmgrube mußte irgendwo im Gebüsch unterhalb des Weges nach Roggenhausen und oberhalb der Nagelfluhbänke südlich der Straße nach Schönenwerd auf 390 m ü. M. und kaum 18 m über dem Aarespiegel liegen. Dort fand MÜHLBERG 200 cm mächtigen braunen Lehm, überlagert von Gehängeschutt und Humus und unterlagert von 100 cm grauem, kalkhaltigem und schneckenführendem Löß. Das Liegende bildet der Niederterrassenschotter.

In der Nähe der erwähnten Lößstelle hat MÜHLBERG noch mehr Löß mit Schnecken (wenige Exemplare von Succinea oblonga und Trichia sericea) und dann Lehm gefunden.

Weitere Erörterungen über eine Gliederung und Datierung dieser interessanten Lößvorkommen sind nicht möglich, da keine genauen Angaben über Mächtigkeit und Beschaffenheit der einzelnen Zonen vorhanden sind. Zudem konnten wir weder ersteres noch letzteres Vorkommen auffinden und daher nicht untersuchen.

Über der gegenwärtig stark überwachsenen Kiesgrube, die die Schotter der Niederterrasse von Wöschnau ausbeutet und am Waldsaum unterhalb des Weges nach Eppenberg, südlich der Straße nach Schönenwerd, wurde eine Bohrung gemacht (644635/248105/400). Das Profil sieht folgendermaßen aus:

0– 50 cm	dunkelbrauner Humus
50–215 cm	brauner, entkalkter Sandlehm
215–270 cm	brauner, lehmiger, feuchter Sand, Niederterrassenschotter.

Diesen Sandlehm findet man noch am Aufstieg von Wöschnau nach Eppenberg und zwischen der Straße nach Schönenwerd und dem Roggenhusertälchen, ca. 400 m ü. M.; hier ist er zum Teil mit Kalktrümmern vermischt.

Solche lößähnlichen Sandlehme sind erst nachträglich von höheren Lößlagen herabgespült worden und müssen als verschwemmter Löß bezeichnet werden.

**) *Nördlich von Suhr:*

Nördlich von Suhr, unmittelbar westlich von «Zopf» (648175/247750/375), befindet sich eine kleine Kiesgrube in der Niederterrasse. Dort ist der auf dem Kies liegende verschwemmte Löß 250 cm mächtig und weist eine feine Schichtung auf.

***) *Bei Lostorf:* (649650/248810/390, Abb. 17)

Bei Lostorf, östlich von Buchs, ist eine riesige Kiesgrube in der Niederterrasse angelegt. Auf ca. 9 m mächtigem Schotter liegt ca. 300 cm mächtiger Schwemmlöß. Er ist hellbraun gefärbt, völlig karbonat- und schneckenfrei; enthält aber zahlreiche Eisenoxydkonkretionen.

Die vollkommene Entkalkung könnte während der Verschwemmung oder aber an Ort und Stelle stattgefunden haben.

B. Lößvorkommen im Kanton Solothurn

1. DER LÖSS AUF DER NIEDERTERRASSE BEI BONINGEN (632350/240205/420, Abb. 17)

Im Jahre 1939, als die Straße von Aarburg nach Boningen verbreitert und korrigiert wurde. beobachtet A. Erni (1943) ein Lößvorkommen am nördlichen Straßenrand, westlich und östlich des großen Malm-Steinbruches, am Südfuß der Bornfalte. Das Schlämmen des Materials zeigte, daß es sich um typischen Löß handelte. Er brauste kräftig in Salzsäure, enthielt die typischen Löß-Schnecken und zahlreiche Kalkröhrchenkonkretionen.

Der Löß ist dort nicht mehr aufgeschlossen. Es wurden vier Profile westlich der Grenze des Steinbruches erbohrt.

1. Profil, 45 m westlich des westlichen Steinbruchrandes

0– 25 cm	Humus und Gehängeschutt.
25–125 cm	Sandlehm, entkalkt und im oberen Teil gemischt mit Gehängeschutt.
125–180 cm	frischer, hellbrauner Löß, kalkhaltig, schneckenführend (siehe Analyse für eine Probe).
	Schotter.

2. Profil, 51 m westlich des westlichen Steinbruchrandes

0– 40 cm	dunkelbrauner Humus und Gehängeschutt.
40–100 cm	Sandlehm, gemischt mit Kies und Malmsteinchen.
100–185 cm	Löß, hellbraun, frisch, kalkhaltig, schneckenführend.
	Schotter.

3. Profil, 55 m westlich des westlichen Steinbruchrandes

0– 40 cm	Humus und Gehängeschutt.
40–100 cm	Sandlehm, Kies und Malmsteinchen.
100–210 cm	Löß, frisch, kalkhaltig, schneckenführend.
	Schotter.

4. Profil, 70 m westlich des westlichen Steinbruchrandes

0– 30 cm	Humus und Gehängeschutt.
30– 80 cm	Sandlehm mit Malmsteinchen.
80–110 cm	Löß, weniger reich an Kalk, schneckenführend.
	Schotter.

Wie aus den Profilen hervorgeht, kommt der Löß dort nicht in einheitlicher Lagerung vor. Seine Mächtigkeit variiert zwischen 30–85 cm, maximal beträgt sie 110 cm. Der Löß tritt zum Teil im Straßenniveau auf, zum Teil aber liegt er höher, so daß der liegende Schotter am Straßenrand zum Vorschein kommt. Er ist stets von Gehängeschutt, Humus und sandigem Lehm bis zu 125 cm Mächtigkeit überdeckt. Das Liegende bildet ein etwas angewitterter, aber unten frischer, diluvialer Schotter.

Weiter westlich der letzten Profilstelle konnte Löß nicht mehr festgestellt werden. Bei den Häusern von «Hinter Born» und westlich davon, treten häufig wenig mächtige Schichten von braunem Lehm auf, die entweder mit Geröllen gemischt sind oder geröllfrei direkt auf dem Malmfels liegen.

Südwestlich vom Dorfe Boningen sind mehrere Kiesgruben in der Niederterrasse angelegt (bei Sandmatten, bei der Gunzger Allmend und bei Hubel). Sie sind überlagert von einem entkalkten, braun gefärbten, zum Teil Geröll führenden Sandlehm, der 100–150 cm mächtig ist. Diese Sandlehme und ähnliche sind als Verwitterungsrinde aus dem darunterliegenden Schotter zu betrachten und nicht etwa als verschwemmte Löße oder Lößlehme.

Der Löß von Boningen ist locker und hellbraun-gelblich gefärbt. Wie aus der Korngrößenzusammensetzung hervorgeht, lassen alle Proben den typischen Lößcharakter erkennen. Der normale Lößkorngrößenanteil zwischen 0,05 und 0,01 mm liegt in allen Proben der vier Profile bei 50% und mehr. Vereinzelt fanden sich in einigen Proben kleine, eckige Malmstücke, seltener aber gerundetes, kristallines Material. Solche fremde Grobmaterie ist im Löß hier und da zu finden und aus der Lagerung an einem steilen Malmhang verständlich. Die gröberen Fraktionen (mehr als 0,1 mm) bestehen aus eckigen, zum Teil stark eckigen, etwas matten Quarzen. Der Boninger Löß ist reich an Karbonaten. Die Proben der Profile 1, 2 und 3 weisen einen einheitlichen Karbonatgehalt von 18,5% auf. Er liegt im vierten Profil bedeutend niedriger (nur 11%), da die Probe von der Verwitterung beeinflußt ist; wie das aus der Korngrößenverteilung hervorgeht. Der Boninger Löß ist ebenfalls sehr reich an Schneckenschalen, die mit Ausnahme der erwähnten, von der Verwitterung beeinflußten Probe, sehr gut erhalten sind. Es ließen sich 6 Schneckenarten bestimmen:

Pupilla musorum (L.)	168 Exemplare
Succinea oblonga (Drap.)	152 Exemplare
Trichia hispida (L.)	110 Exemplare
Clausilia parvula (Stud.)	9 Exemplare
Cochlicopa lubrica (Müll.)	14 Exemplare
Columella edentula (Drap.)	4 Exemplare

Rund $^1/_3$ der Succinea-Art sind jedoch jugendlich abgestorbene Exemplare.

Zur Altersbestimmung des Boninger Lößes sind die Lagerungsverhältnisse und die Höhenlage maßgebend.

Ein Terrassenschotter bildet das Liegende des Lößes, der oberflächlich in einem Interstadial angewittert ist. Der Sandlehm, der sich auf dem Löß befindet, ist ein

Verwitterungsprodukt desselben. Der Gehängeschutt- und die Humusschicht, die darüber liegen sind postglazial entstanden. Demnach ist der Löß jünger als der liegende Schotter und älter als die alluvialen Bildungen.

Nun stellt sich die Frage, ob dieser Schotter der Niederterrasse angehört. Dafür spricht sein frischer Zustand, sowie die Höhenlage.

Das Niveau der Straße, die östlich und westlich des Malmsteinbruches horizontal verläuft liegt in 418 m ü. M. Die Schotteroberfläche ist stellenweise um 1 m höher als das Straßenniveau; der Löß hat Straßenniveau, steigt aber um etwa 1,5 m, also bis zu 419,5 m ü. M. Das Niveau der Niederterrasse, auf der das Dorf Boningen steht, liegt um 422 m ü. M. Es befinden sich also sowohl der Schotter als auch der Löß tiefer als das Niederterrassenniveau beim Dorfe Boningen. Demnach gehört der Schotter mit größter Wahrscheinlichkeit der Boninger Niederterrasse an.

Der Löß kann nicht älter sein als die Niederterrasse, denn der Fluß, der diese aufgeschottert hat, müßte einen älteren Löß längst weggespült haben. Somit fällt die Lößablagerung in eine Zeit, welche jünger ist als die Aufschüttung dieser Niederterrasse. Damit steht aber nicht fest, daß dieser Löß postglaziales Alter hat; wie es für jenen im intramoränischen Raum im st. gallischen Rheintal, im Rhonetal und bei Andelfingen angenommen wurde. Diese sind nach unserer Meinung bei Rückzügen und Vorstößen der Gletscher im Spätglazial der Würmeiszeit gebildet worden. Es ist nun sehr wahrscheinlich, daß sich der Boninger Löß in einer weiteren Vorstoßphase der Würmeiszeit ablagerte, also mit einem Glazialzeitabschnitt verknüpft ist. In der nachfolgenden Alluvialzeit wurde er oberflächlich entkalkt, verlehmt, von Gehängeschutt überdeckt und dadurch geschützt.

2. LÖSS AUF NIEDERTERRASSENSCHOTTER BEI OLTEN

Am Südfuß der Hardflue bei Olten hat TH. STINGELIN (1902) Löß gefunden. Der Aufschluß lag in 411 m ü. M. Stingelin beschrieb ein genaues Profil des Lößvorkommens, woraus hervorgeht, daß der Löß auf Niederterrassenschotter lag, und von 100 cm mächtigem, braunem Lößlehm überlagert war. Auf der Niederterrasse wurden in der Basis des Lößes Schädel und Zähne von Elephas Primigenius Blumenbachii gefunden. Sechs Schneckenarten traten in diesem Löß auf, von denen: Trichia hispida (L.), Trichia sericia (Drap.), Pupilla moscorum (L.) und Succinea oblonga (Drap.) sehr häufig waren. Daneben stieß Stingelin auf wenige Exemplare von Helicigona arbustorum (L.) und Columella edentula (Drap.).

Die ehemalige Lößgrube ist heute nicht mehr zu finden, folglich war es mir leider nicht möglich, dieses interessante Vorkommen zu untersuchen.

Stingelin ist der Ansicht, daß beide, Schädel und Löß hierher verschwemmt worden sind. Für die Mammutknochen mag das zutreffen, der Löß scheint aber primär abgelagert worden zu sein, sonst hätte er sich nicht so frisch erhalten können.

Auch ERNI hat im Jahre 1908 beim Bau der heutigen Felsenstraße, in der Nähe der vorigen Löß-Stelle, etwa 350 m südöstlich davon, in 418 m ü. M. Löß auf Niederterrassenschotter gefunden. Dieser war ebenfalls frisch und mit Lößlehm und Humus bedeckt. Bei der Bestimmung der gefundenen Löß-Schnecken ergaben sich wieder die genannten Arten, unter denen die Trichia-, Succinea- und Pupilla-Arten abermals am häufigsten waren.

C. Lößvorkommen im Kanton Zürich

1. LÖSS AUF DEM DECKENSCHOTTER BEI EGGHOF?
(673660/262380/605, Abb. 17)

Im Jahre 1942 beschrieb W. LÜDI die obersten Bodenschichten im Gebiet der Deckenschotter nördlich von Zürich. Sie waren bis in bedeutende Tiefe (180 cm) voll-

kommen steinfrei und von lehmig-feinsandiger Beschaffenheit. Er deutete diese Böden als lehmig-degradierten Löß. Nach ihm fehlen diesem Löß der Karbonatgehalt, die Schneckenschalen und die Lößkindel. Ebenfalls fehlt ihm die charakteristische Lößkorngröße, welche zwischen 0,01–0,05 mm liegt. Die Hauptmaße der Teilchen fällt nach der Atterberg-Skala in die Feinsandfraktion.

Ein Profil vom obersten Teil des Deckenschotters bei Egghof, nördlich von Schöfflisdorf, wurde aufgenommen. Der Boden war in den obersten 30 cm braun gefärbt, kalkhaltig und von kleinen Steinchen durchsetzt. Von 30 bis etwa 150 cm Tiefe bleibt das Material fast gleichmäßig gelblichbraun und steinfrei. Die Beschaffenheit dieser Bodenschicht war locker, lehmig und kalkhaltig. Kalkausscheidungen, wie etwa Lößkindel, traten häufig auf. Schneckenschalen fanden wir dagegen keine.

Es wurden 4 Proben bei 25 cm, 55 cm, 85 cm und bei 120 cm entnommen und auf Korngröße, sowie auf Kalk- und Dolomitgehalt untersucht. Die Korngrößenzusammensetzung ergibt Dominanz der Lößfraktion. Die gröberen Bodenteilchen gehen leicht zurück. Die Tonfraktion liegt in allen Proben bedeutend höher als im typischen frischen Löß. Der Kalkgehalt ist mit 45–49% recht hoch. Der Dolomit fehlt.

Die Deckenschotterhöhen nördlich von Zürich wurden von der letzten Vergletscherung nicht erreicht. Die größte Vergletscherung dagegen ging über das gesamte Deckenschottergebiet hinweg (J. Hug, 1907). Lößbildung auf der Oberfläche der Deckenschotter muß also jünger sein als die Riß II-Vereisung. Ist nun dieser Boden wirklich Löß oder Riß II-Grundmoränenmaterial? Gegen einen typischen Löß spricht besonders das Fehlen der Schneckenschalen. Eine Erklärung durch Verwitterung und Entkalkung ist ausgeschlossen, denn der Boden enthält prozentual eine erhebliche Menge Kalk. Bei den kalkfreien Lößen sind die Schalen abgestorbener Schnecken vollständig aufgelöst und korrodiert, eine Folge der Kalkauswaschung während warmer Zeiten; in diesem Boden aber nicht belegbar. Für die Lößnatur der Ablagerung spricht jedoch die Korngrößenzusammensetzung. Bei Grundmoränenmaterial liegt das Maximum in der Ton- und Schluff-Fraktion, auch noch in der Fein- und Grobsandfraktion, es enthält auch reichlich Kalk und Dolomit.

Es wäre denkbar, daß die Deckenschotteroberfläche von mehr oder weniger Moränenmaterial der größten Vereisung überdeckt wurde. In der Würmeiszeit setzte Lößanwehung ein, die sich mit dem Grundmoränenmaterial ständig vermischte und das vorliegende Bodenmaterial erzeugte. Eine interglaziale Bodenbildung (Riß/Würm) an der Oberfläche der Grundmoräne soll vorhanden gewesen und an steilem Hang erodiert und abgetragen worden sein. Ebenso läßt sich das Fehlen einer alluvialen Bodenbildung im Hangenden durch Abtragung erklären.

2. «LÖSS» BEI GLATTFELDEN
(Abb. 18)

J. Hug (1904 und 1907) beschrieb und kartierte Löß und Lößlehm auf der Hochterrasse bei Chüestellhau, südlich von Glattfelden.

Bei *Chüestellhau* (679800/267900/445) war das Bodenmaterial zum Teil an einem Straßeneinschnitt frisch aufgeschlossen. Durch Bohrung konnte der Hochterrassenschotter im Liegenden erreicht werden.

Das Material des ganzen 220 cm mächtigen, aufgenommenen Profiles war entkalkt, verlehmt, schneckenfrei und rötlichbraun gefärbt. Geröllfrei war das Material im oberen Teil; im unteren Teil führte es stark verwitterte Schotterkomponenten.

Wie aus der Korngrößenzusammensetzung beider entnommenen Proben hervorgeht (bei 95 cm und 160 cm Tiefe), handelt es sich hier um Verwitterungsprodukte aus dem in der Basis anstehenden Hochterrassenschotter.

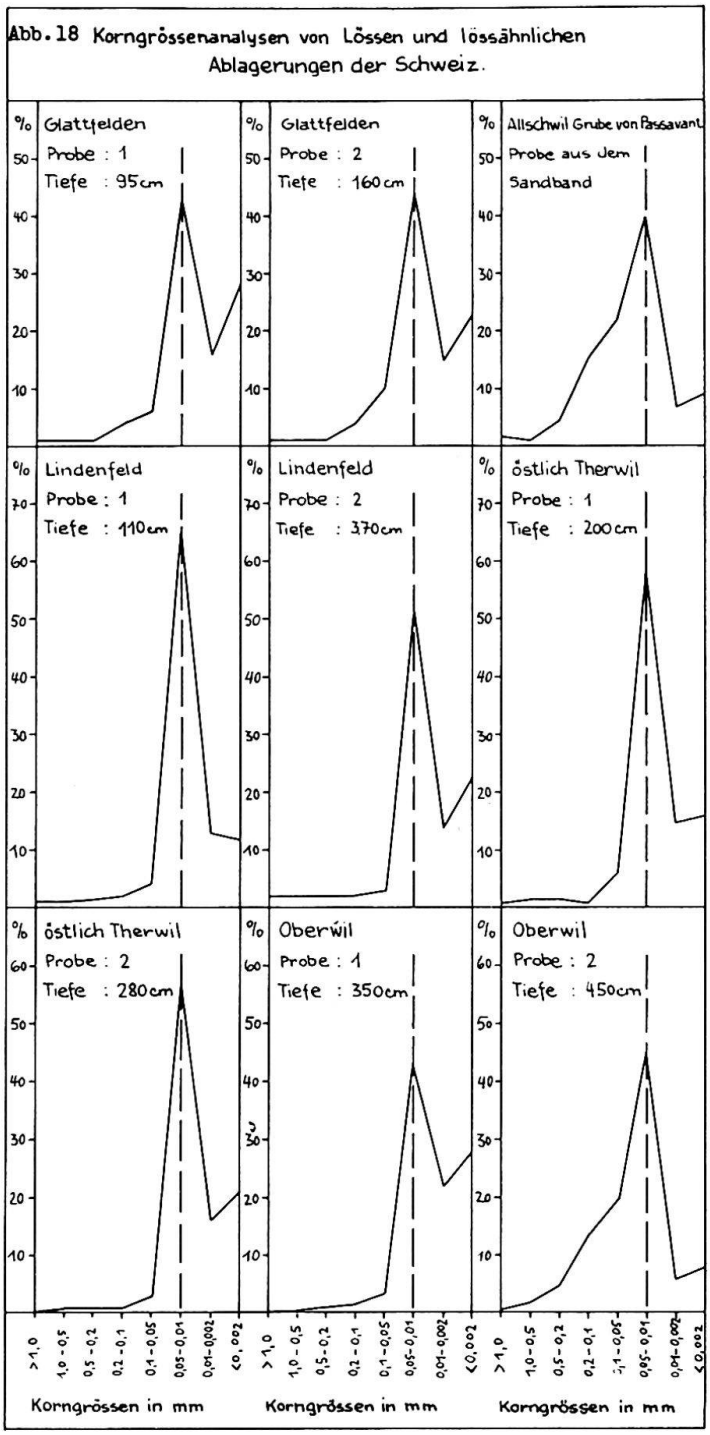


Abb. 18 Korngrössenanalysen von Lössen und lössähnlichen Ablagerungen der Schweiz.

3. «LÖSS» BEI KAISERSTUHL

Auch dieses Vorkommen wurde von Hug kartiert und beschrieben. Es liegt zwischen Sanzenberg und Sarengraben, südlich von Kaiserstuhl.

Bei Sanzenberg (673950/267850/425) stieß der Bohrer nach 50 cm Humus den Hochterrassenschotter an, der die weitere Bohrung verhinderte.

D. «Lößvorkommen» nördlich Kaiserstuhl in Baden-Württemberg

Wie obiges Vorkommen, ist der «Löß» zwischen Hohentengen und Stetten in der gleichen Arbeit von HUG erwähnt worden.

Nördlich von Hohentengen (674600/269750/440) befindet sich eine Kiesgrube, die in der Hochterrasse des Rheines angelegt ist. Auf ca. 500 cm mächtigem, verwittertem Schotter liegt eine 100 bis 150 cm dicke, rötlich-dunkelbraune, entkalkte Bodenschicht, die ebenfalls verwitterte Gerölle führt und als Verwitterungsrinde der Schotter anzusehen ist.

Weiter nach Norden, noch im Gebiet, das von HUG mit Lößbedeckung kartiert wurde, westlich vom Graßergraben (674110/270300/460), erbohrten wir eine 80 cm mächtige Verwitterungsdecke der in der Basis anstehenden Schotter.

E. Die «Lößvorkommen» in der Umgebung von Basel

1. ALLGEMEINES

Löß und Lößlehme finden sich in der Umgebung von Basel stets auf Bildungen, die älter sind als die Niederterrassen. Im Innenrand der Niederterrasse treffen wir oft auf lößartige Ablagerungen, die aber nach außen hin gegen die Talmitte an Mächtigkeit verlieren und dann verschwinden. Solche Ablagerungen werden als ein von der Hochterrasse oder von älteren Gebilden herabgeschwemmter Löß bezeichnet.

Die größte Mächtigkeit besitzt er in der Nähe des Innenrandes der Rheinniederterrasse im Hangenden der Hochterrasse, wie z. B. der aufgeschlossene Löß bei Allschwil.

Vom Terrassenrand gegen die Jurahöhen hin keilt er aus. Rheinaufwärts läßt sich eine merkliche Abnahme der Mächtigkeit konstatieren, während rheinabwärts die Lößmächtigkeit zunimmt. Von Norden nach Süden verringert sie wiederum.

Im Wesentlichen findet sich der Löß auf niedrigen, in der Nähe des Rheines gelegenen Plateaus, meistens auf diluvialen Schottern. Auf dem Plateau, dort, wo die Mächtigkeit am größten ist und das Profil am vollständigsten wäre, fehlen leider Aufschlüsse.

2. DIE LÖSSPROFILE VON ALLSCHWIL

a) Allgemeines

Südlich vom Dorfe Allschwil liegen zwei große Lehmgruben der Ziegelei «Passavant-Iselin & Cie. AG.» und der «Aktien-Ziegelei-Allschwil»; beide sind auf der Landeskarte 1:25 000 als Ziegelei bezeichnet. Im unteren Teil der beiden Gruben, die durch eine Delle voneinander getrennt sind, werden tertiäre Letten (Septarienton) abgebaut.

Dem Geologen Herrn Dr. STUTZ, Direktor der Firma Passavant-Iselin, verdanke ich die Freundlichkeit, daß er mir wertvolle Profile und topographische Skizzen seiner Grube zur Verfügung stellte. Ebenso zu Dank verpflichtet bin ich Herrn GERSTER, Direktor der Aktien-Ziegelei, für die gütige Erlaubnis, in seiner Grube Proben zu entnehmen und das Profil zu studieren.

Hier haben wir die größten und die am reichsten gegliederten, aufgeschlossenen Lößprofile der Schweiz vor uns. Die zwei riesigen Profile in beiden Ziegeleigruben ruhen auf dem Innenrand der Rheinniederterrasse, im Hangenden der niedrigsten Stufe der Hochterrasse dieses Gebietes. Beide Profile liegen auf dem, im allgemeinen nach Norden exponierten Terrassenhang, und stellen eine typische Aufeinanderfolge von Lößablagerungen dar. Die Lößdecken und ihr Verhältnis zur Terrasse im Liegenden sind sehr schön aufgeschlossen.

b) Das Lößprofil in der Grube von Passavant-Iselin & Cie. AG. (608290/265780/324,5, Abb. 19, 20, 21 und 24)

Schon 1894 wurde dieses Profil von GUTZWILLER beschrieben. Er konnte drei verschiedene Lößablagerungen unterscheiden:

1. Eine obere, hellgraue, fossilarme, aber kalkhaltige Lößlage, die an der Oberfläche allerdings vollkommen entkalkt war.
2. Eine mittlere, gelbgraue, fossilreiche, kalkhaltige Lößzone mit der darüberliegenden mächtigen Lehmdecke.
3. Eine untere, vollständig entkalkte, schneckenfreie Lehmlage mit großen manganhaltigen Eisenoxydkonkretionen. An der Basis ist sie mit Sand und Schotter der liegenden Hochterrasse vermischt.

Gutzwiller stellte die Bildung des ganzen Lößprofiles ins Riß/Würm-Interglazial.

Die heutige Lehmgrube der Ziegelei Passavant-Iselin ist etwa 200 m lang und ca. 16 m mächtig aufgeschlossen. Im Südosten wird sie vom Herrenweg begrenzt, im Nordwesten ist sie durch eine Hangdelle von der benachbarten Grube der Aktien-Ziegelei getrennt. Die Delle ist von verschwemmtem Löß bedeckt.

Von unten beginnend, ergibt sich in der Passavant-Grube folgendes System der Löß- und Lehmdecken und des Liegenden:

Im untersten Arbeitsniveau der Ziegelei werden, wie schon erwähnt, tertiäre Letten abgebaut. Die Letten sind blaugrau gefärbt, werden nach oben aber gelblicher. Hier und da schließen sie Sandsteinlagen ein. Die Oberfläche dieser Tone liegt ca.20 m über der nördlich anschließenden Niederterrasse des Rheins. Ihre Mächtigkeit ist wahrscheinlich groß, jedenfalls ist sie unbekannt.

Auf diesen Tonen steht 4–5 m mächtiger Hochterrassenschotter an; in der benachbarten Grube ist seine Mächtigkeit bedeutend größer. Der Schotter ist stark verwittert und zersetzt. Lehmiges Material dient als Bindemittel. An der Basis sehen die Geschiebe blockartig aus. Der Schotter besteht vorwiegend aus Geröllen alpiner Herkunft, Jurakalken und Quarziten. Vereinzelt fanden sich auch Sandsteine, roter Verrucano und Schwarzwaldgranite. Die Basis dieser Hochterrasse liegt bei ca. 305 m ü. M. Ihre Oberfläche ist uneben, erodiert und zeigt muldenförmige Vertiefungen, die von Löß oder Lößlehm gefüllt sind.

Könnte es sich bei diesen geringmächtigen, tiefer gelegenen Schotterkomplex um eine Mittelterrasse handeln? Solche findet man im Birsigtal bei Binningen und bei Oberwil, ebenfalls an der Nordostecke des Bruderholzes in 300 m ü. M. TSCHUDI (1904) konnte sie auf Grund ihrer Höhenlage entlang dem Ost- und Nordrand des Bruderholzes verfolgen und als Mittelterrasse der größten Vergletscherung (Riß II) im Sinne MÜHLBERG's (1896) und BLOESCH's (1911) zuordnen.

Die fraglichen Mittelterrassen liegen höher als die Niederterrassen, aber tiefer als die Hochterrassen. Obwohl die relative Höhenlage ein wichtiges Kriterium für die Altersbestimmung der Schotterterrassen ist, genügt sie allein nicht. Der Beschaffenheit und dem Verwitterungsgrade der Schotter sowie den Kontaktverhältnissen der Schottersysteme kommt für die Datierung große Bedeutung zu.

Das höchste Niveau der Hochterrasse südlich von Basel erreicht maximal 317 m ü. M. (GUTZWILLER 1894, 1912 und 1916). Die Oberfläche liegt 10–12 m tiefer als die Basis der jüngeren Deckenschotter. Die Basis der heute noch vorhandenen Hochterrassenschotter, die bei Basel keine Decken mehr bilden, sondern infolge nachträglicher Erosion nur wenig breite Terrassen darstellen, liegt ca. 15–20 m über den vollständig ebenen Niederterrassenfeldern. Diese Basis nähert sich aber rheinabwärts dem oberen Niveau der Niederterrasse mehr und mehr, um nördlich von Sierenz (nordwestlich von Basel) unter dem Niederterrassenniveau zu verschwinden (GUTZWILLER 1912). Die Hochterrassenschotter haben also im Gebiet von Basel die tiefste Auflagerungsfläche aller diluvialen Schotter. Es handelt sich sehr wahrscheinlich bei diesen niedrig gelegenen Terrassen, die bis heute für Mittelterrassen gehalten wurden, um stark erodierte Hochterrassen.

In der Umgebung von Basel liegt der Löß auf der Hochterrasse und auf den noch älteren Schottern. Die Schotter sind stets, wie bereits GUTZWILLER in seinen Arbeiten mehrmals betont hat, zersetzt, und zwar umsomehr, je älter sie sind.

Abb. 19. Der Lößaufschluß von Passavant-Iselin & Cie. AG., Allschwil (vgl. Abb. 24, Säule 1). 1 Humus und Lehm, 2 Löß mit einer dünnen Lehmzwischenschicht, 3 Lehm, 4 Löß, 5 Lehm, 6 Löß. Weitere Erläuterungen im Text.

Verschiedene Erscheinungen deuten darauf hin, daß die älteste Lößlage (im Liegenden der Profile) erst später auf der Hochterrasse abgelagert wurde. Die Zersetzung der Schotter und deren rötlichbraune, eisenoxydhaltige Verwitterungsprodukte deuten darauf hin, daß eine Periode der Verwitterung herrschte, bevor der heute noch kalkhaltige, schneckenführende und frische Löß eingeweht wurde. Wenn man sieht, wie geringmächtig die Verwitterungsrinde der Niederterrassenschotter ist, so gibt uns jene größere und intensivere der Hochterrasse ein Maß für die lange Zeit, welche die Bildung der beiden Ablagerungen scheidet. Sicher sind beide durch ein *echtes Interglazial getrennt.*

Auf dieser Verwitterungsrinde der Hochterrasse ruht eine Gruppe von 7 Löß- und Lehmlagen.

Die erste, von unten ausgehend, besteht aus 100 cm, maximal 150 cm mächtigem, kalkhaltigem, schneckenführendem *Löß,* der hier und da in die Schottervertiefungen hineingreift. Diese Lößdecke auf dem erodierten Hochterrassenschotter läßt sich vom Herrenweg im Südosten bis zu der im Nordosten anschließenden Delle verfolgen.

Ca. 70 m vor der Delle ist die Lößlage von einer etwa 50 bis 80 cm mächtigen Lehmschicht unterlagert. Darunter befindet sich der Hochterrassenschotter. Die rötlichbraune Lehmschicht ist an der Basis sandig, mit Schotter vermischt und deshalb nicht scharf vom darunterliegenden eigentlichen Schotter getrennt, aber vom darüberliegenden Löß scharf abgegrenzt. Nach oben wird sie reiner und nimmt eine mehr gelbliche Färbung an. Sie ist vollkommen schnecken- und kalkfrei, aber reich an Eisenoxydkonkretionen.

Über der untersten frischen Lößzone folgt nun eine sehr mächtige *Verlehmungszone* von 350–500 cm Mächtigkeit. Sie ist rötlichbraun gefärbt und besteht aus sehr fettigem, zähem absolut kalk- und schneckenfreiem Lehm, der ein Sandband einschließt. Sie geht nach oben in eine humose Schicht über. Nach Regengüssen bleibt

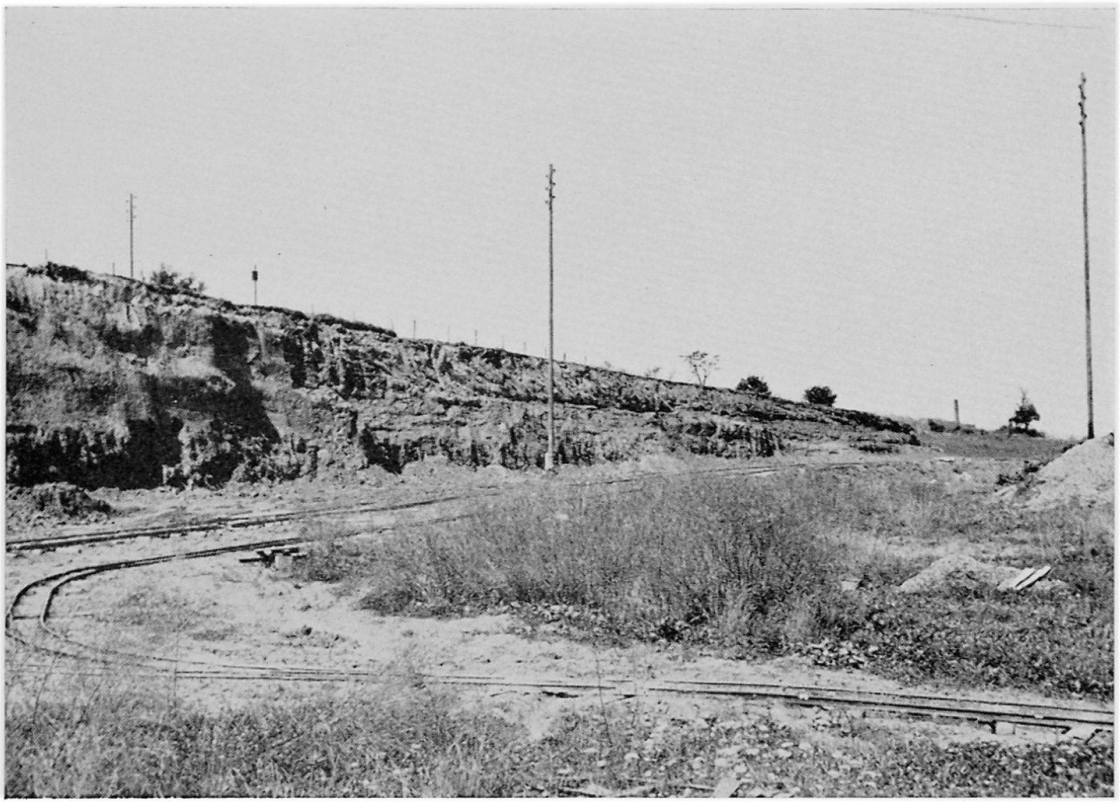


Abb. 20. Der westliche Teil des Lößaufschlusses von Passavant-Iselin & Cie. AG. Einzelne Schichten beginnen auszukeilen, daher nimmt die Mächtigkeit des Profiles erheblich ab.

diese Lehmlage lange feucht. Sie ist von zahlreichen großen, bis 10 mm Durchmesser erreichenden Eisenoxydkonkretionen durchsetzt, die zum Teil leicht geschichtet liegen und bohnerzartig aussehen.

Im unteren Teil wird diese Verlehmungszone von einem *Sandstreifen,* der 25 bis 80 cm mächtig ist, unterbrochen. Die unter diesem Sandstreifen sich befindende Lehmschicht verdünnt sich mehr und mehr nach Nordwesten gegen die Delle, und etwa 85 m vom Herrenweg entfernt keilt sie aus, so daß der Sandstreifen direkt auf dem unteren frischen Löß ruht. Hier entwickeln sich beide Löß- und Sandlagen stärker, und letztere erreicht 100 cm Mächtigkeit.

Die über dem Sandstreifen liegende Verlehmungsschicht ist mit 250 cm gegen den Herrenweg bedeutend dicker, als weiter im Nordwesten, kurz vor der Delle, wo ihre Mächtigkeit nur 150 cm beträgt und die Sandbankeinschaltung aufhört.

Der Sand ist ebenfalls, wie die darüber- und darunterliegenden Lehmschichten, völlig entkalkt und schneckenfrei, enthält aber auch Eisenoxydkonkretionen. Eine Korngrößenanalyse des Sandes ergab vorwiegend Grobsandfraktion (Abb. 18).

Über dieser mächtigen Lehmzone ruht ein gelblichgrauer, kalkhaltiger, schneckenführender *Löß.* Im östlichen Teil der Passavant-Grube ist er ca. 325 cm mächtig, gegen Westen hin ist seine Mächtigkeit auf die Hälfte reduziert. Dieser Löß ist sehr reich an Lößkindeln, welche die Größe eines Kindskopfes erreichen, lagenweise vorkommen und deshalb dem Löß ein geschichtetes Aussehen verleihen. Die Schnecken sind nesterweise eingelagert. Im unteren Teil zeigt dieser Löß linsenartige, unregelmäßig begrenzte, rötlichbraune Partien, sowie gelblichbraune und hellgraue Flecken, die sich miteinander abwechseln. Er enthält auch ziemlich viele, aber sehr kleine Eisenoxydkonkretionen, so daß dieser Teil dunkelbraun gefärbt erscheint.

Über dem Löß befindet sich eine gelblichbraune *Verlehmungszone,* die zahlreiche Bruchstücke und wenig gut erhaltene Exemplare von Löß-Schnecken aufweist. Durch

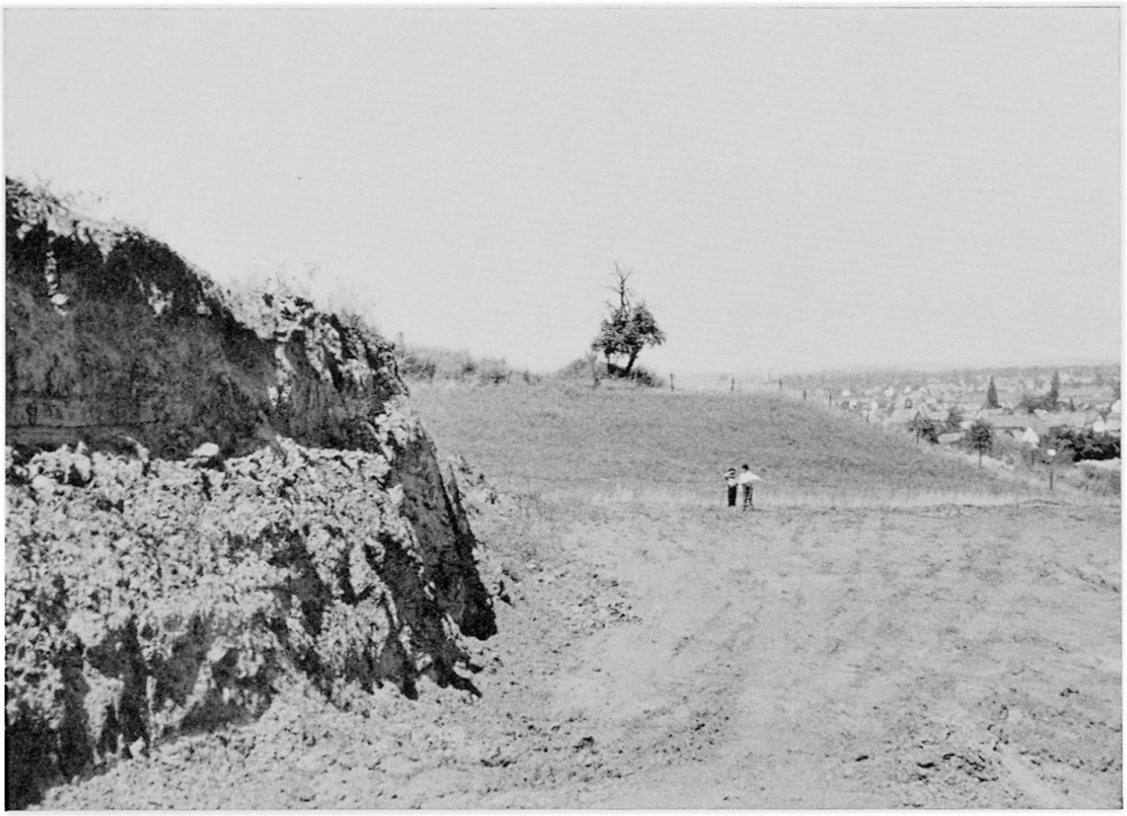


Abb. 21. Westlicher Rand des Lößaufschlusses von Passavant-Iselin & Cie. AG. Am Rande der anschließenden Delle (wo beide Kinder stehen) mißt das Profil nur noch 250 cm, eine schmutzige Lößlage, die vom Lehm unter- und überlagert wird.

Bestimmung ließen sich Succinea oblonga (Drap.) und Trichia hispida (L.) erkennen. Daneben finden sich zahlreiche, ziemlich kleine Eisenoxydkonkretionen. Stellenweise sind noch Spuren von Karbonaten feststellbar. Im östlichen Teil des Profiles ist diese Verlehmungszone 150 cm mächtig. Im westlichen Teil dagegen nimmt die Mächtigkeit ab; hier beträgt sie nur noch 100 cm.

Diese Verlehmungszone geht im allgemeinen in die darunter- sowie darüberliegenden Lößdecken ohne markante Grenze über. Stellenweise ist aber die obere und untere Grenze der Verlehmung durch verschiedene Färbung gekennzeichnet.

Die Mächtigkeit der darüberliegenden *Lößzone* variiert; im östlichen Teil der Grube beträgt sie ca. 375 cm, im westlichen Teil nur 250 cm. Dieser graue bis hellgraue Löß scheint feiner und deshalb etwas kalkhaltiger zu sein als der untere Löß. Er ist ärmer an Schnecken als der untere, enthält nur kleine Kalkausscheidungen und weniger Eisenoxydkonkretionen als der tiefer gelegene Löß, weist aber reichlich Kalkröhrchenkonkretionen auf.

Im östlichen Teil der Grube unterscheiden wir im Bereiche der Basis dieses Lößes eine 20–40 cm mächtige Zone von etwas gröberem Lößmaterial, das weniger kräftig mit Salzsäure braust, aber Schnecken- und Kalkröhrchenkonkretionen, sowie auch kleine Lößkindel enthält. Diese leicht sandige Lößzone läßt sich, vom Herrenweg ausgehend, ca. 100 m nach Westen verfolgen.

Zwischen etwa 305 cm und 350 cm unter der Profiloberkante konnte eine wenig mächtige Verlehmung, durch schwächere Reaktion mit Salzsäure erkennbar, festgestellt werden. Diese feinere, weniger kalkhaltige, schneckenführende, schwache Verlehmung befindet sich nur im östlichen Teil des Profiles, wo die Lößzone am mächtigsten ist. Gegen Westen keilt die schwache Verlehmung aus.

An der Oberfläche des Profiles liegt eine vom darunterliegenden Löß scharf begrenzte, postglaziale Verlehmungszone, von etwa 100 cm bis 110 cm Mächtigkeit. Darüber folgt eine rezente Humusschicht von 30–40 cm. Die Verlehmung fehlt stellenweise vollkommen, so daß der hellgraue, kalkhaltige, schneckenführende Löß an der Oberfläche zutage tritt. An solchen Stellen, die sich auf mehrere Meter erstrecken können, brausen die Humusschichten noch kräftig mit Salzsäure auf.

Auswertung des Profiles

Wie aus den oben angeführten Darlegungen hervorgeht, liegt ein Profil von komplizierten Löß-, Sandlöß- und Lößlehmdecken vor, die auf ziemlich kurze Distanzen ihre Mächtigkeit wechseln. Während eine Löß- oder Lehmzone an einer Stelle sehr mächtig ist, keilt sie an einer andern aus, oder ihre Mächtigkeit ist auf die Hälfte reduziert.

Solche Erscheinungen lassen sich durch die Lagerungsverhältnisse gut begreifen. An einem Terrassenhang können Verschwemmungen sehr leicht stattfinden. Das Gebiet der beiden Profile von Passavant und der Aktien-Ziegelei ist von Hangdellen begrenzt, die selbst von verschwemmtem Löß erfüllt sind. Solifluktion, Regen, Schnee und Wind dürften in allen Zeiten hier gearbeitet und zur Störung und teilweise zur Abtragung der einzelnen Schichten beigesteuert haben; so daß heute ein recht kompliziertes Profil vorliegt, in dem Verzahnungen und Auskeilen der Schichten feststellbar sind. Die vollkommenen Lößabfolge läßt sich nur in der östlichen Hälfte des Profiles konstatieren. Im westlichen Teil der Grube, wo einzelne Schichten auszukeilen beginnen, nimmt die Mächtigkeit des Profiles erheblich ab: Neben dem Herrenweg beträgt sie anfangs ca. 16 m; etwa 80 m westlich davon, wo die mittlere Verlehmung am dünnsten ist und der unter dem Sandband sich befindende Lehm im Bereich der untersten, ältesten, Verlehmungszone auskeilt, beträgt die Mächtigkeit nur noch 8,5 m. Am Rande der anschließenden Delle mißt das Profil noch 2,5 m, eine schmutzige Lößlage, die vom Lehm unter- und überlagert wird. Im Süden, auf dem Plateau, wo der Löß am mächtigsten wäre und sich das Profil in ungestörter Form erhalten hat, fehlen leider Aufschlüsse.

In diesem Lößprofil lassen sich zwei fossile Böden und eine schwache Verlehmung, sowie eine postglaziale Lehmdecke unterscheiden, die durch Lößlagen voneinander getrennt sind. Ihre Altersstellung, d.h. ihre Einordnung in die Eiszeitabfolge durch die Stratigraphie, sowie durch die Lagerungsverhältnisse, fällt nicht schwer.

Die Basis des gesamten Lößkomplexes bildet eine wenig mächtige Schicht von Hochterrassenschotter. Sie stellt einen kümmerlichen Rest einer einst viel dickeren Bank von Hochterrassenschotter dar, der an der Basis des benachbarten Lößprofiles der Aktien-Ziegelei bedeutend mächtiger erhalten geblieben ist.

Damit müssen die darunterliegenden Löß- und Lößlehmablagerungen jünger sein als die Riß I-Eiszeit. Auf der Oberfläche dieses zum Teil muldenförmig erodierten Schotterkörpers liegt entweder Lehm und darüber Löß, oder der Löß befindet sich direkt auf dem sandigen Schotter. Der Lehm auf dem Schotter dürfte als Verwitterungsrinde des liegenden Hochterrassenschotteres und nicht etwa als verwitterter Lehm aus dem hangenden Löß aufgefaßt werden, denn er enthält noch verwitterte Schotterkomponenten und gleicht in jeder Beziehung dem gewöhnlichen Verwitterungsprodukt der Hochterrassenschotter. Darüber oder direkt auf dem verwitterten Schotter liegt Löß. Im frischen Zustande ist er heute nur 100–150 cm mächtig. Nach oben folgt der älteste, mächtigste, am stärksten ausgeprägte fossile Boden des ursprünglichen Lößes mit eingeschaltetem Sandband, maximal 500 cm mächtig. Der Löß war also in diesem Niveau ursprünglich mindestens 600–650 cm mächtig.

Diese älteste, unterste Verlehmungszone ist durch vollkommene Entkalkung und intensiv rötlichbraune Färbung, die auch nach dem Trocknen ihren Farbwert beibehält, charakterisiert. Infolge der starken Verwitterung sind die Schneckenschalen gänzlich

aufgelöst, so daß keine Spur von ihnen zu finden ist. Die tiefgreifende Verwitterung hat demnach bedeutende Veränderungen in der ursprünglichen Löß-Struktur verursacht. Als weiteres gewichtiges Merkmal der Verwitterungsintensität gelten ferner die Eisenoxydverbindungen, die hier rötlich gefärbt sind und deren Größe beträchtlich ist. Dieser rötlich-braune Verlehmungshorizont geht nach oben hin in eine humose, ausgebleichte Schicht über, die 30–40 cm mächtig ist und im obersten Teil noch etwas Kalk führt. Er ist zweifellos sekundären Ursprungs und auf Infiltration vom darüberliegenden kalkreichen Löß zurückzuführen. Die beschriebene Beschaffenheit dieser Verlehmungszone neben ihrer sehr großen Mächtigkeit, läßt nicht nur auf einen intensiveren Grad der Verwitterung schließen, sondern auch auf eine weitaus längere Zeitdauer der Bodenbildung. Schließlich kann festgestellt werden, daß sich diese Bodenbildung von der darüberliegenden Verlehmung, die durch eine Lößdecke getrennt ist, sowie von der postglazialen in vielen Beziehungen unterscheidet. Sie ist in unserem Profil und anderen Profilen die älteste und die am stärksten ausgeprägte Bodenbildung. Ihre Entstehung, wie ausführlich dargelegt wurde, ist nur in einer warmen Zeit denkbar und unter Klimabedingungen, die in der Nacheiszeit nicht mehr erreicht wurden.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, daß der fossile Boden von Allschwil eine *interglaziale Bodenbildung* sein muß. Ein wichtiger, absolut sicherer Beweis dafür, daß die Bodenbildung *Riß/Würminterglaziales* Alter hat, ist ihre eindeutige Lagerung auf Hochterrassenschotter. Der ursprüngliche Löß, aus dem sie hervorgegangen ist und der sich zum Teil noch an der Basis im frischen Zustande erhalten hat, kann aber nicht in der Riß I-Eiszeit abgelagert worden sein.

Man könnte annehmen, daß die Lößablagerung direkt nach der Akkumulation der Hochterrasse stattgefunden hat, also im Späthoch- bis Spätglazial der Riß I-Eiszeit. Diese Annahme ist jedoch unhaltbar; denn nach dem Abklingen der Aufschotterung erfolgte intensive, wahrscheinlich unregelmäßige Erosion, die den Abtrag der obersten Partien des Schotterkörpers bedingt haben muß. Danach konnte die Verwitterung in einem warmen Klimaabschnitt einsetzen. Sie führte zur Entstehung der Verwitterungsrinde des Hochterrassenschotters. Die Bildung dieser rötlichbraunen, mächtigen Verwitterungsrinde, die völlig entkalkt ist und zahlreiche Eisenoxydkonkretionen enthält, und die vielleicht damals sehr mächtig war, fällt in ein echtes *Interglazial,* in dasjenige zwischen *Riß I- und Riß II-Eiszeit.*

Die 600–650 cm mächtige ursprüngliche Lößdecke muß in der späteren, der *Riß II-Eiszeit* gebildet worden sein. Im nachfolgenden *Riß II-Würm-Interglazial* wurde sie bis zu 500 cm Tiefe verwittert und zu Lehm umgewandelt, der eine richtige Bodenbildung darstellt.

Über diese Allschwiler Riß II-Würm-interglazialen Bodenbildung ruht die würmeiszeitliche Lößfolge. Sie beginnt mit dem *früh-würm-eiszeitlichen Löß,* dessen Mächtigkeit 175–325 cm beträgt. Im unteren Teil tritt ein dünnes mächtiges Lößpaket auf, in dem Solifluktionsstörungen feststellbar sind. Darin fanden wir viele vernichtete Schneckenschalen. Infolge der zahlreichen Eisenoxydkonkretionen nimmt dieses Lößpaket eine dunklere, braune Farbe an. Leichte unregelmäßige Schichtung ist durch die Wechsellagerung von rötlichbraunen mit gelblichbraunen und hellgrauen Partien angedeutet. Über diesem Fließlöß folgt der normale, gelblichgraue, frische Löß, der in die *erste würm-interstadiale* Verlehmung übergeht. Es handelt sich bei dieser Verlehmung nicht um einen Komplex, d.h. um mehrere zeitlich nacheinander entstandene Bildungen, wie sie in den Lößprofilen Österreichs vorkommen. Vielmehr liegt eine einheitlich ungegliederte 100–150 cm mächtige Verlehmung vor, die praktisch entkalkt ist und keine Vermischungen mit fremdem Material enthält.

Über dieser ersten würminterstadialen Verlehmung liegen 250 bis 375 cm mächtiger, hellgrauer, *mittelwürmeiszeitlicher* Löß. Er wird unterbrochen von einer schmalen, *schwach* ausgeprägten *Verlehmung,* die in einem nur ganz kurzen Wärmeabschnitt gebildet wurde, der als eine minimale Gletscherschwankung aufzufassen ist und

im *Mittelwürm* stattgefunden hat. Dieser Löß wird nach oben abgeschlossen durch die oberste Verlehmungszone, die, begünstigt durch die Hanglage, stellenweise abgetragen ist und daher vollkommen fehlt.

c) Profil in der Grube der Aktien-Ziegelei Allschwil
(608090/265780/324, Abb. 22 und 23)

Die ebenfalls nordexponierte Abbauwand der Grube der Aktien-Ziegelei Allschwil liegt unmittelbar hinter dem Steilabfall der Hochterrasse gegen die Rheinniederterrasse.

Im Osten und Westen wird der mit Gras bedeckte Hügel, in dem die Grube angelegt ist, von zwei Hangdellen begrenzt. Hier, wie auch im benachbarten Profil, lassen sich Solifluktionsstörungen in Richtung der beiden Dellen erkennen. Während gegen die Mitte des von beiden Dellen begrenzten Hügels bzw. der Abbauwand die Löß- und Lößlehmdecken sich mächtiger entwickeln, nehmen sie gegen Westen und Osten mehr und mehr an Mächtigkeit ab, und einzelne Schichten beginnen auszukeilen. Wie schon erwähnt, ist die Delle, die beide Ziegelei-Gruben trennt, von umgelagertem Löß bedeckt. Dagegen treffen wir auf der im Osten der Aktien-Ziegelei-Grube befindlichen Delle Schotter an.

In der Mitte der Abbauwand, wo die Löß- und Lehmdecken am mächtigsten sind, wurde das vorliegende Profil aufgenommen und 43 Proben für die Laboratoriumsuntersuchungen entnommen.

Das Profil zeigt folgenden Aufbau:

1. 0– 45 cm Verwitterungserde, dunkel-schwarzbraun gefärbt, völlig entkalkt und schneckenfrei. Gegen Osten und Westen, wo die darunterliegende Verlehmung stellenweise auskeilt und der unter dieser Verlehmung befindliche graue Löß fast zutage tritt, enthält die Verwitterungserde Kalk.
2. 45–150 cm Lehm, dunkelbraun, kompakt, entkalkt und schneckenfrei. Nach Regenfällen bleibt er lange Zeit feucht. Gegen Osten und Westen in Richtung der anschließenden Delle ist er abgetragen, so daß der unter ihm liegende frische Löß an der Oberfläche zum Vorschein kommt.
3. 150–280 cm Löß, grau bis hellgrau, kalkhaltig und schneckenführend.
4. 280–320 cm Löß, braust wenig mit Salzsäure auf und keilt gegen Osten und Westen aus.
5. 320–435 cm Löß, grau, kalkhaltig, schneckenführend, mit kleinen Kalkausscheidungen (Lößkindel, erst durch Schlämmanalyse nachgewiesen).
6. 435–540 cm Lehm, gelblich bis dunkelbraun, fast entkalkt, sehr schneckenarm, Eisenoxydkonkretionen sind reichlich vorhanden. Nach Regengüssen lange feucht bleibend.
7. 540–765 cm Löß, gelblichgrau, kalkhaltig, schneckenführend, mit schichtweise eingelagerten, großen, bis Kindskopfumfang erreichenden Lößkindeln.
8. 765–1030 cm Lehm, rötlichbraun, zäh, fettig, feucht, völlig kalk- und schneckenfrei, mit großen eingeschlossenen Eisenoxydkonkretionen. Im oberen Teil in eine dunkelbraune humose Schicht (ca. 50 cm mächtig) übergehend.
9. 1030–ca. 1100 cm Löß, braun, ziemlich frisch, weniger kalkhaltig, schneckenführend, mit zahlreichen zerstörten Schneckenschalen.
10. 1100–1800cm Hochterrassenschotter, stark verwittert, Bindemittel lehmig, mit blockartigen Geschieben an der Basis; aus alpinen Geröllen, Jurakalken und Quarziten bestehend.

Ab 1800 cm bis zur Abbausohle tertiäre Letten.

Abb. 22. Der Lößaufschluß der Aktien-Ziegelei Allschwil (vgl. Abb. 23). 1 Humus und Lehm, 2 Löß mit einer dünnen Lehmzwischenschicht, 3 Lehm, 4 Löß, 5 Lehm. Durch Bohrung konnten noch Lehm und darunter Löß auf Schotter festgestellt werden. Weitere Angaben im Text.

Korngrößenzusammensetzung

Wie die Ergebnisse der Korngrößenanalysen zeigen, handelt es sich bei diesem Profil um normalen Löß. Der typische Lößkorngrößenanteil liegt in den Proben der frischen unveränderten Löße zwischen 63% und 73%. Aus dem Kurvenbild ersehen wir, daß sich der zu unterst liegende braune Rißlöß (Proben Nr. 43–40), verglichen mit den jüngeren, darüberliegenden frischen Lößen, durch verhältnismäßige Kornverfeinerung auszeichnet, dafür hat er aber reichlicheren Gehalt an gröberen Fraktionen. Er scheint gegenüber den jüngeren Lößen unrein, was auch aus der schmutzig-braunen Färbung hervorgeht. In diesem Löß fanden sich Sandlinsen und Gesteinstrümmer, die ebenfalls in jüngeren Lößen auftreten können. Mangels vergleichbarer Rißlöße in der Schweiz außerhalb des Gebietes der beiden Profile von Allschwil, lassen sich keine sicheren Aussagen über die Beschaffenheit der Rißlöße machen, die wahrscheinlich unter anderen Klimabedingungen entstanden sein dürften.

In 1030 cm Tiefe setzt eine bedeutend mächtigere, sehr starke Verlehmung ein, in der die Tonfraktion einen großen Anteil bis 39% einnimmt. Die ursprüngliche Löß-Struktur ist von der lang dauernden, tiefgreifenden Verwitterung stark zerstört. Man erkennt beim Studium der Korngrößenkurven schon auf den ersten Blick, daß in dieser Zone ein starker Wechsel in der Körnung besteht. Im unteren Teil der Verlehmung findet eine gleichmäßige Zunahme der Kornverfeinerung von Probe Nr. 39 bis Nr. 36 statt. Bei Probe Nr. 36 erreicht die Tonfraktion das Maximum. Gleichzeitig gehen die gröberen Fraktionen sehr stark zurück, so daß der Anteil von über 0,05 mm nur 3% beträgt. Danach folgt bei Probe Nr. 35 eine starke Abnahme der Tonfraktion, begleitet von einer Zunahme der Grobfraktionen. Wiederum treten im Bereich der Proben Nr. 34 bis Nr. 30, im oberen Teil der Verlehmung, deutliche Schwankungen der Summationskurven auf. Dieser beträchtliche Wechsel der Körnung muß aller

Wahrscheinlichkeit nach, schon bevor die Verwitterung einsetzte, im ursprünglichen Löß vorhanden gewesen sein. Sie ist auf veränderliche Sedimentationsgeschwindigkeit dieses Lößes zurückzuführen. Er war offenbar von Anfang an unrein wie der darunterliegende, noch frisch erhaltene Löß, d. h. von unhomogener Beschaffenheit. Es mußte sich Fremdmaterial durch Verschwemmung bei der Bodenbildung im Riß-Würm-Interglazial, aber auch durch Solifluktion im oberen Teil während des frühen Früh-Glazials der Würmeiszeit, beigemischt haben. Das einheitliche Sandband in dieser Verlehmung, wie jenes in der des benachbarten Profiles, ist durch Erosion entfernt, es könnte aber auch überhaupt nicht gebildet worden sein.

Der über dieser Verlehmungszone liegende 225 cm mächtige, jüngere Löß (Proben Nr. 29 bis Nr. 22) weist einen ziemlich schwachen Körnungswechsel auf, doch ist zu beobachten, daß dieser als normal, durch leichte Schwankungen der Lößablagerung bedingt, zu verstehen ist. Die Probe Nr. 22 liegt noch im Einflußbereich der darüberliegenden Verlehmung, deshalb ist sie durch Kornverfeinerung gekennzeichnet. Dieser Löß trägt eine 105 cm mächtige, braune Verlehmungsdecke, die in der gesamten Zone zahlreiche, stecknadelkopfgroße, schwärzlichbraune Flecken zeigt. Aus dem Korngrößenaufbau geht hier eindeutig hervor, daß die Verwitterung viel weniger intensiv und während kürzerer Zeit gearbeitet hat als in der untersten Bodenbildung. Eine Zunahme der Kornverkleinerung von unten nach oben ist zu erkennen. Es ergibt sich keine deutliche Veränderung im Kurvenbild, etwa wie in der untersten Bodenbildung. Diese mittlere Verlehmung tritt aber, verglichen mit dem darüber- sowie darunterliegenden Löß, durch eine ziemlich starke Korngrößenverfeinerung und einen höheren Tongehalt hervor. Verglichen mit der ältesten Verlehmung ist ihre Intensität und Mächtigkeit jedoch geringer.

Über dieser Verlehmungsdecke ruht eine 115 cm mächtige Lößlage, die wiederum Schwankungen der Löß-Sedimentation aufweist. Der Löß bei Probe Nr. 17 wurde schneller sedimentiert als jener bei Probe Nr. 16. Bei den Proben Nr. 15 und Nr. 14 nimmt die Sedimentationsgeschwindigkeit wieder zu.

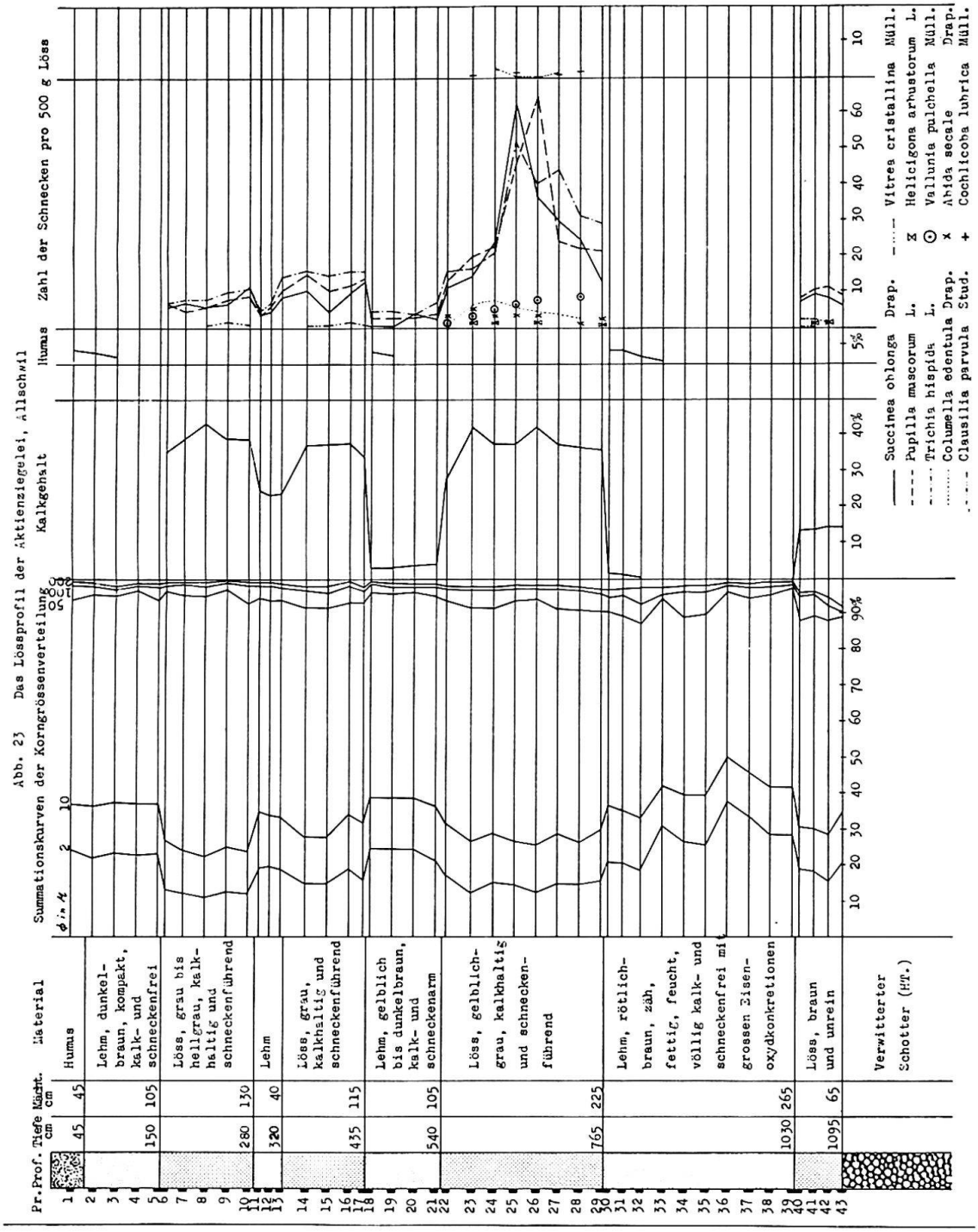
Dieser Löß trägt eine schwache, wenig mächtige, nur maximal 40 cm messende Verlehmungszone. Die Verwitterungsintensität ist hier minimal. Das geht eindeutig aus den Summenkurven der Korngrößenverteilung hervor. Die Kornverfeinerung ist viel geringer als in jeder vorhandenen Verlehmung des gesamten Profiles. Durch einen ziemlich großen Gehalt an Tonfraktion unterscheidet sich die Verlehmung deutlich vom darüber- und darunterliegenden Löß. Nach oben setzt sich der Löß fast homogen bis zur Probe Nr. 7 fort, obwohl auch noch Schwankungen der Lößanwehung deutlich zu erkennen sind. Die Probe Nr. 6 ist von der Verwitterung beeinflußt.

Das Kurvenbild der obersten Verlehmung zieht sich fast unverändert durch die gesamte Zone. Auch hier lassen sich die Korngrößenwerte mit jenen der ältesten großen Verlehmung nicht vergleichen, sondern nur mit denjenigen der mittleren Verlehmung (Proben Nr. 21 bis Nr. 18). Hingegen ist der Anteil der einzelnen Fraktionen in der obersten Verlehmung, verglichen mit dem in der mittleren, praktisch identisch.

Kalkgehalt

Es sollte zunächst festgestellt werden, daß in diesem Löß der Dolomit fehlt. Die frischen Lößlagen des Profiles sind weitaus kalkreicher als alle für diese Arbeit untersuchten typischen Lößvorkommen der Schweiz. Diese Erscheinung läßt sich erklären, wenn man die Kalke des Juras als mögliches Auswehungsgebiet in Betracht zieht.

Der zu unterst liegende, älteste Löß ist weitaus kalkärmer als die jüngeren, darüberliegenden Löße. Es sind keine großen Lößkindel oder ein gut entwickelter Ca-Horizont vorhanden, denn der Kalk ist im lockeren Löß nicht ausgefällt worden, sondern gelangte mit den Sickerwässern in den liegenden Schotter und wurde dort verteilt oder ausgespült.



Die darüberliegende Bodenbildung ist vollkommen kalkfrei. Noch nachweisbare Kalkspuren im obersten Teil sind sekundär, entstanden, durch Infiltration aus dem darüberliegenden Löß. Die restlose Kalkauswaschung, sowie die Bodenstruktur, sprechen für eine lang andauernde Wärmezeit.

Der über der Verlehmung folgende jüngere Löß weist einen hohen Kalkgehalt von 39 bis 43% auf. Starke Kalkgehaltschwankungen sind nur im mittleren Teil bei Probe Nr. 24 und im oberen Teil bei Probe Nr. 23 wahrnehmbar.

Die Probe Nr. 22 liegt direkt an der unteren Grenze der mittleren Verlehmung und enthält weniger Kalk infolge der Verwitterungseinflüsse. Wie schon erwähnt, sind in dieser Lößdecke große Lößkindel eingelagert.

Bei dem in der mittleren Verlehmung (Proben Nr. 21 bis Nr. 18) noch nachweisbaren, ziemlich gleichmäßig verteilten Kalkgehalt handelt es sich nicht um von oben zugeführten Kalk, sondern um den Rest des ursprünglichen. Dieser Restkalk beweist neben den Korngrößenwerten, daß keine vollständige Verlehmung stattgefunden hat.

Der über dieser nicht restlos entkalkten Bodendecke, liegende Löß zeigt einen fast einheitlichen Kalkgehalt. Er trägt wiederum einen ziemlich schwachen Entkalkungshorizont. Daß auch hier eine Verwitterung, bzw. eine Kalkauswaschung an Ort und Stelle stattgefunden hat, geht aus den im unteren Teil der Verlehmung, sowie im obersten Teil des darunterliegenden Lößes vorkommenden kleinen Lößkindeln hervor.

Der oberste Löß zeigt einen hohen, ziemlich stark wechselnden Kalkgehalt. Der Kalk in der dazugehörigen obersten Verlehmung ist vollkommen ausgewaschen. Beide, Löß und Lehm, sind scharf voneinander getrennt. Die oberste Verlehmung ist im östlichen und westlichen Teile des Profiles vollkommen durch Solifluktion abgetragen.

Humusgehalt

Die Proben Nr. 32, Nr. 31 und Nr. 30 der untersten Verlehmungszone haben einheitlichen Humusgehalt von 4,2%. Die Proben Nr. 19 und 18 der mittleren Verlehmung weisen 3,5%, der rezente Verwitterungshorizont 3,8% Humusstoff auf. Die schwache Verlehmung bei den Proben Nr. 13, Nr. 12 und Nr. 11 besitzen keinen nennenswerten Humusgehalt.

Schneckenfauna

Der Löß von Allschwil scheint reicher an Schneckenschalen als der von Aarau und vom Ruckfeld zu sein. Zehn Schneckenarten treten hier in großer Zahl auf, unter ihnen eine neue Art, Cochlicoba lubrica (Müll.), die sich bisher nur im Lößvorkommen bei Boningen fand. Mehr als ein Drittel der Succinea-Art kommt als kleine Form vor, wahrscheinlich jugendlich abgestorben. Wegen des ziemlich leicht zerbrechlichen Gehäuses der Trichia-, sowie Helicigona-Arten haben sich viele davon im frischen Löß nicht mehr in vollständiger Form erhalten können. Abida secale (Drap.) und Clausilia parvula (Stud.) waren zum Teil vollständig vorhanden, im übrigen wurden sie durch die Beschaffenheit der Mündung und durch die Zahl der Zähne bestimmt.

Aus den relativ wenig vorliegenden Schneckenschalen in der ältesten Lößlage (Proben Nr. 43 bis Nr. 40) ist abzulesen, daß es sich um eine Löß-Schneckenfauna handelt, die bereits eine längere Zeit existiert haben muß, bevor die Verlehmung einsetzte, sonst wäre sie der Kalkauswaschung zum Opfer gefallen. Die in diesem Löß gefundenen 5 Schneckenarten gleichen denjenigen der jüngeren Löße. Daraus kann gefolgert werden, daß der älteste Riß-Löß unter ähnlichen Klimabedingungen gebildet wurde wie die jüngeren Würm-Löße. Daneben gab es in diesem Löß zahlreiche Schneckenbruchstücke, die von der Verwitterung erfaßt und zerstört worden waren. In der Bodenbildung sind die Schneckenschalen infolge der starken Verwitterung und der restlosen Entkalkung aufgelöst, so daß über die Klimaverhältnisse dieser optimalen Warmphase nichts Bestimmtes ausgesagt werden kann. Die Schneckenfauna der darüberliegenden jüngeren Lößabfolge vermag genauere Angaben über klimatische Verhältnisse zu vermitteln. In den Proben Nr. 29 bis Nr. 22 tritt eine Vergesellschaftung von 10 Schneckenarten in großer Zahl auf. Das dominierende Vorkommen von Succinea oblonga (Drap.), Pupilla muscorum (L.) und Trichia hispida (L.) charakterisiert die Lößdecke über der erwähnten Bodenbildung. Eine derartige Vergesellschaftung und Konzentrierung der Schnecken läßt auf relativ milde und feuchte Klimaverhältnisse und folglich günstige Lebensbedingung für die Schnecken während der Lößablagerung schließen. Bei Probe Nr. 24 folgt eine rasche Abnahme der Schneckenzahl, die sich bis zum Dach dieser Lößdecke, bis Probe Nr. 22, konstatieren läßt. Das weist auf zunehmend ungünstigere Lebensbedingungen hin, d.h. auf trockenere, kühlere Klima-

verhältnisse zur Zeit der Bildung der oberen Lößpartien. Auch in der dazugehörigen Verlehmungszone, Proben Nr. 21 bis Nr. 18, finden sich die drei vorherrschenden Schneckenarten, Pupilla, Succinea und Trichia, jedoch in äußerst geringer Zahl. Die meisten sind von der Verwitterung stark zersört. Auf dem Diagramm sind nur die ziemlich gut erhaltenen und bestimmbaren Individuen eingetragen.

In der darüberliegenden Lößdecke tritt eine geringe Schneckenfauna auf, die ebenfalls durch die Leitarten Succinea, Pupilla und Trichia ausgezeichnet ist. Sie zeigt ein kühleres und trockeneres Klima an, besonders in den mittleren Partien, in denen die Schneckenzahl ziemlich stark zurücktritt. Die darüberliegende Verlehmung ist durch eine starke Abnahme der Individuenzahl charakterisiert. Zu finden sind zerstörte Schneckengehäuse.

Die erwähnten drei Leitarten erscheinen wiederum im obersten Löß, auch mit einer starken Abnahme der Individuenzahl. Daraus läßt sich schließen, daß die letzte Phase der Löß-Sedimentation die kälteste und die trockenste war. In der obersten Verlehmungszone sind die Schneckenschalen infolge starker Verwitterung völlig aufgelöst.

Chronologische Einordnung des Profiles

Aus den Untersuchungen geht hervor, daß zwei verschiedene Lößablagerungen vorliegen: ein unterster, ältester, unreiner Löß und drei darüberliegende jüngere Löße mit dazugehörigen Verlehmungszonen. Beide Lößablagerungen sind durch eine mächtige Bodenbildung getrennt.

Für die pleistozänchronologische Einordnung dieser Lößabfolge sind die Lagerungsverhältnisse maßgebend. Die Basis des gesamten Profiles ist ein verwitterter Schotter. Es handelt sich um erodierte und verwitterte Hochterrasse (Riß I). Wie schon ausführlich dargelegt, ist der Schotterkomplex nach seiner Akkumulation und nachträglichen Erosion während einer langen Warmzeit, einem Interglazial der Verwitterung ausgesetzt worden. Daraus ist zu schließen, daß das gesamte Lößprofil jünger ist als die Riß I-Eiszeit.

Auf dem verwitterten Schotterkomplex lagert der älteste Löß, der eine mächtige Verlehmungsdecke trägt. Die tiefgreifende Verwitterung spricht für eine lang andauernde Warmzeit also ebenfalls für ein *Interglazial.* Obschon ein Teil der Humusschicht oder der Verlehmung abgetragen wurde, muß man annehmen, daß die Bedeckung mit jüngerem Würm-Löß kurz nach der Warmzeit stattgefunden hat, so daß als Bildungszeit der Verlehmung das letzte *Interglazial* angesehen werden darf. Nach der Situation kann es sich nur um das Riß II-Würm-Interglazial handeln. Somit fällt die Bildung des älteren Lößes in die Riß II-Eiszeit.

Auf der Bodenbildung des Riß-Würm-Interglazials ruht der untere früh-würmeiszeitliche Löß, der oberflächlich bis zu 105 cm Tiefe (im benachbarten Profil bis zu 150 cm) verlehmt ist. Diese Verwitterungsdecke gehört bodentypologisch zu der Gruppe der Braunerden. Der nachweisbare, gleichmäßig verteilte, primäre Kalkgehalt, sowie die Korngrößenwerte und die zum Teil gut erhaltenen Schneckenschalen beweisen aber, daß keine vollständige Verlehmung stattgefunden hat.

Über diesem früh-würm-stadialen Löß mit seiner noch nicht voll entwickelten *interstadialen* Braunerde folgt die *Mittelwürmphase* mit vorherrschender Lößbildung. Diese Lößbildungsphase ist, wie im benachbarten Profil, unterteilt durch eine wenig mächtige, kaum ausgeprägte Verlehmungszone, die nur in einer ganz schwachen Unterbrechung der Lößablagerung, d.h. in einem kurzfristigen *Intervall im Mittelwürm* gebildet wurde. Die oberste Verlehmungzone, die stellenweise durch Abtragung entfernt wurde, schließt den Mittelwürmlöß ab. Die Linie, die beide Zonen scharf trennt, ist als Grenze eines Dauerfrostbodens anzusehen, über der im Spätglazial der Würmeiszeit Solifluktion geherrscht hat. Auch hier läßt sich wegen der Verlehmung und Abtragung keine spätglaziale Löß-Sedimentation nachweisen.

3. DIE LÖSSVORKOMMEN BEI THERWIL

a) Das Lößprofil vom Lindenfeld, westlich Therwil (607600/260865/325, Abb. 18)

Auf der breiten Fläche des Lindenfeldes liegt eine verlassene, aber noch überprüfbare, kleine Lehmgrube. Dort konnten ein Profil aufgenommen und zwei Proben aus einem frischen Anschnitt entnommen werden.

Das Profil sieht folgendermaßen aus:

0– 40 cm rezente Verwitterungserde.

40– 90 cm Löß, schwach mit Salzsäure aufbrausend, gelb und grau gefleckt. Feine Schichtung ist gut sichtbar. Zerstörte Schneckenschalen sind infolge der Verwitterung häufig. Die erhaltenen Schalen sind sehr leicht zerbrechlich.

90–130 cm Löß, gelblich, noch schwach mit Salzsäure aufbrausend. Schneckenschalen sind reichlicher vorhanden und besser erhalten.

130–445 cm Lehm, rötlich-braun, fettig, sehr reich an Eisenoxydkonkretionen, die aber ziemlich klein sind und nur maximal 4 mm Durchmesser erreichen.

Die Basis besteht aus Schottern der Hochterrasse, vorwiegend aus Quarzit, Buntsandstein und Jurakalk.

Die Korngrößenanalyse der aus dem gelben, schneckenführenden Löß entnommenen Probe (110 cm Tiefe) ergab Dominanz der typischen Lößkorngrößen. Der Kalkgehalt betrug nur 11,5%. Hingegen zeigte der Schlämmrückstand viele Kalkröhrchenkonkretionen, wenige und sehr kleine Lößkindel und feine Eisenoxydkonkretionen, die dem Rückstand eine braune Farbe gaben.

Vier Schneckenarten in geringer Zahl wurden bestimmt:

Succinea oblonga (Drap.)	5 Exemplare
Trichia hispida (L.)	3 Exemplare
Pupilla muscorum (L.)	4 Exemplare
Cochlicoba lubrica (Müll.)	1 Exemplar

Die Korngrößenuntersuchung der entnommenen Probe aus dem liegenden, rötlichbraunen Lehm in 370 cm Tiefe, zeigte ein Maximum in der Tonfraktion. Immerhin läßt sich der typische Lößcharakter mit Korngrößen zwischen 0,01 mm und 0,05 mm bei 52% erkennen.

Die Karbonatbestimmung ergab ein negatives Resultat. Die Schneckenschalen fehlten infolge der starken Verwitterung vollkommen.

Die Basis des Profiles bildet verwitterter Schotter der Hochterrasse, der in dieser Gegend bedeutend tiefer liegt als die Hochterrasse bei Oberwil, deren Oberkante Kote 340 trägt. Die auf dem verwitterten Schotter liegende 315 cm mächtige Lehmschicht repräsentiert eine riß-würm-interglaziale Verlehmung. Die darüberliegenden 130 cm mächtigen Löße wurden in der Würmeiszeit abgelagert.

Eine genaue Datierung dieser Löße innerhalb der Würmeiszeit ist deshalb unmöglich, weil die ursprünglichen Lößzonen sehr stark von der Solifluktion beeinträchtigt und zum größten Teil erodiert wurden.

b) Das Lößprofil östlich von Therwil (609250/260690/315, Abb. 18)

Östlich von Therwil wurde in einer Baugrube folgendes Lößprofil aufgenommen:

0– 25 cm Humushorizont: dunkelbraun gefärbt, schneckenfrei und entkalkt.

25– 60 cm Lehm: braun, dunkelbraun gefleckt, fein geschichtet, entkalkt, vollkommen schneckenfrei.

60–250 cm Löß: gelblich grau, kalkhaltig, schneckenführend. Eine Probe wurde in 200 cm Tiefe entnommen.

250–285 cm Lehm: braun, schwach mit Salzsäure aufbrausend, schneckenführend. Eine Probe nahmen wir aus 280 cm Tiefe.

Der Untergrund war nicht aufgeschlossen. Nach Aussagen der Arbeiter wurden die liegenden Schotter nicht erreicht. Sehr wahrscheinlich liegt die Oberkante der Hochterrassenschotter mehrere Meter tiefer, so daß man annehmen kann, daß ein reichlich gegliedertes Lößprofil vorhanden ist, das aber leider nicht vollständig aufgeschlossen wurde.

Aus der Korngrößenzusammensetzung der entnommenen Probe der untersten Lehmzone ersieht man, daß keine vollständige Verlehmung stattgefunden hat. Die Korngrößenkurve läßt sich mit den Kurven der mittleren Verlehmung in den Allschwiler Profilen vergleichen. Die Probe weist einen Kalkgehalt von 4,5% auf.

Drei Schneckenarten wurden bestimmt:

Succinea oblonga (Drap.)	4 Exemplare
Trichia hispida (L.)	2 Exemplare
Pupilla muscorum (L.)	3 Exemplare

Daneben gab es zahlreiche Bruchstücke von Schneckenschalen. Kleine Eisenoxydkonkretionen und Kalkausscheidungen konnten wir in diesem Niveau feststellen. Eine Glüh-Verlustbestimmung ergab 3,2% Gehalt an Humusstoffen.

Diese Lehmschicht gleicht in jeder Beziehung der ersten würm-interstadialen Verlehmung in den Lößprofilen von Allschwil. Über ihr liegen 190 cm Löß, die von vier gut erhaltenen Schneckenarten durchsetzt sind:

Succinea oblonga (Drap.)	10 Exemplare
Pupilla muscorum (L.)	7 Exemplare
Trichia hispida (L.)	8 Exemplare
Columella edentura (Drap.)	3 Exemplare

Die Probe weist einen hohen Kalkgehalt von 34,5% auf. Die Korngrößenanalyse der aus diesem Löß entnommenen Probe ergab vorwiegend die typische Lößfraktion. So entspricht der Löß zeitlich wie auch in der Beschaffenheit dem mittel-würmeiszeitlichen Löß in den Profilen von Allschwil.

Die auf diesem Löß ruhende, fein geschichtete Verlehmung ist sehr wahrscheinlich in einer Kältephase des Spätglazials entstanden, in der Bodenfließen herrschte. Die darüberliegende Humusschicht ist eine Bildung des Alluviums.

c) Kleines Lößvorkommen nördlich von Therwil (609300/261200/320)

Nördlich von Therwil bei «Nider Chleifeld» liegt auf Molassesandstein 230 cm mächtiger typischer, kalkhaltiger, schneckenführender Löß, der oberflächlich entkalkt und verlehmt ist und sehr wahrscheinlich in der Würmeiszeit gebildet wurde.

4. DAS LÖSSVORKOMMEN BEI OBERWIL (608450/263160/355, Abb. 18)

Nördlich von Oberwil befindet sich eine große Lehmgrube der «Ziegelei Oberwil AG.».

Ein echter Löß wurde nur im östlichen Teil der Grube festgestellt. Er ist dort etwa 300 cm mächtig und zum größten Teil entkalkt und verlehmt.

Im östlichen Teil der Abbauwand nahmen wir folgendes Profil der Lehmschichten auf:

0– 90 cm	Verwitterungserde, braun gefärbt und entkalkt.
90–195 cm	Lehm, klebrig, fettig, hellbraun gefärbt mit schwarzen Flecken, kalkhaltig.
195–205 cm	Lehm, rötlichbraun, unten und oben teilweise grau gefleckt, kalkhaltig.
205–235 cm	Lehm, hellbraun, grau gefleckt, mit dunkelbraunen bis schwärzlichen Streifen, nach unten in einen grauen Horizont übergehend, kalkhaltig.
235–365 cm	Lehm, grau gefärbt, braun bis dunkelbraun gefleckt, stellenweise mit hellbraunen bis weißen horizontalen Streifen, stark mit Salzsäure aufbrausend, schneckenführend (Succinea oblonga [Drap.] und Trichia hispida [L.]). In 350 cm Tiefe wurde eine Probe entnommen.
365–385 cm	Fe-Horizont, stark verfestigt.
385–505 cm	Sandlöß, graublau gefärbt, schneckenführend (Succinea oblonga und Trichia), kalkhaltig. Eine Probe stammt aus 450 cm Tiefe.

Im gleichen Niveau der letzt erwähnten Sandschicht und ca. 10 m westlich der Profilstelle, immerhin unter dem Fe-Horizont, der ebenfalls an dieser Stelle auftritt, liegen folgende Schichten:

100 cm	Lehm, zäh, braun gefärbt, mit grauen, horizontalen Streifen, entkalkt.
40 cm	Fe-Horizont, stark verhärtet.
35 cm	Lehm mit Eisenoxydkonkretionen.

Der Untergrund war nicht aufgeschlossen.

Es handelt sich bei diesen Horizonten um Gleylößböden, die unter Einwirkung starker Vernässung entstanden sind. Verschiedene Grundwasserstände haben zur Ausbildung von braunen, rostigen Horizonten (Fe-Horizonten) geführt. Da sich Gleyböden nur unter dem Einfluß stauender Nässe entstehen können, muß man für deren Bildungszeit ein feuchtkühles Klima annehmen. In Folge der Gleyeinflüsse ist aber das Profil für eine Gliederung und Auswertung nicht geeignet.

V. Entstehungsbedingungen und spätere Veränderungen des Lößes

A. Entstehung des Lößes

Der pleistozäne Löß wurde früher von den meisten Forschern in der Schweiz wie auch in andern Ländern als im Wasser abgesetzt angesehen. Von von RICHTHOFEN wurde 1877 die äolische Theorie begründet und um die Jahrhundertwende von GUTZWILLER, MÜHLBERG und anderen für die schweizerischen Lößvorkommen befürwortet.

Im Ganzen ist der Löß nach W. A. OBRUTSCHEW (1933) mehrheitlich ein Produkt der Verwitterung und Verwehung in Wüsten, gleichgültig, ob diese völlig vegetationslos oder, in der Art der Trockensteppe, mit spärlicher Vegetation, die den Boden nicht genügend von den Einwirkungen des Windes zu schützen vermag, bedeckt sind.

Die Ablagerung der ausgewehten, feinsten Verwitterungsprodukte erfolgte außerhalb ihres Entstehungsgebietes. Von Richthofen beschrieb als erster, daß es nur dort zu mächtiger Lößbildung kommen könne, wo Gräser einer Steppenvegetation den niederfallenden Staub auffangen und ihn vor der weiteren Verfrachtung bewahren.

Russische Forscher betrachten demgegenüber in neuerer Zeit den Löß nicht mehr als äolische Ablagerung; L. BERG (1932) sieht in ihm ein Verwitterungsprodukt verschiedener Bodenarten und V. G. BONDARCUK (1946) nimmt für russische Löße fluvioglaziale Entstehung an.

Überall wo exakte sediment-petrographische und pedologische Untersuchungen gemacht worden sind, wie besonders in den Niederlanden von D. J. DOEGLAS (1949), in

Österreich von F. BRANDTNER (1950), J. FINK (1954) und H. HOLZER (1955), zeigte es sich indessen, daß der Löß nicht einfach durch Verwitterung der darunterliegenden Schichten oder durch fluviatilen Transport entstanden sein kann.

In der Schweiz wurden zahlreiche Gründe gegen eine fluviatile Entstehungsweise ins Feld geführt. Beispielsweise bemerkte schon Mühlberg richtig, daß die Lagerung des Lößes auf ganz verschiedener Höhenlage die Annahme einer Ablagerung in Wasser unmöglich erscheinen läßt. Auch die geographische Verbreitung und die Schneckenfauna sprechen durchaus dagegen.

Der Schweizer Löß stellt auch kein autochthones Verwitterungsprodukt dar; überall, sei es auf Jurakalk wie bei Aarau, auf Molasse wie bei Nußbaumen und südlich von Basel oder auf diluvialen Schottern, finden wir denselben Löß. Weder in der Zusammensetzung, noch in der Farbe unterscheidet sich in frischem Zustand der Löß des einen Vorkommens wesentlich von dem des andern. Die Natur der Unterlage scheint demnach keinen wesentlichen Einfluß auf die Lößbildung genommen zu haben.

Wir versuchten vergeblich, positive Beweise für die äolische Entstehungsweise des schweizerischen Lößes zu erbringen, wobei vor allem sediment-petrographische Methoden verwendet wurden.

Es gibt zahlreiche Methoden zur Unterscheidung von wasser- oder windtransportierter Materie. Die meisten befriedigen jedoch nicht vollkommen, weil sie langwierig und umständlich sind, wie z. B. die Bestimmung der Radienverhältnisse Quarz: Granat: Magnetit usw. (W. ENGELHART 1940). Eine einfachere Methode wurde von H. HOLZER (1952) auf Grund des Abrundungsgrades der Quarzkörner entwickelt, um fluviatile von äolischen Sedimenten zu unterscheiden. Holzer konnte feststellen, daß alle aquatisch transportierten Körner, die kleiner als 1 mm sind, auch bei längerem Transport eckig bleiben, dagegen sind in äolischen Sedimenten Quarze bis zur Feinsandfraktion (zwischen 0,2–0,02 mm) durchwegs gut gerundet. Untersuchungen nach dieser Methode zeigten bald, daß die Quarzkörner des schweizerischen Lößes meistens eckig und nur selten gerundet sind.

Da der Korrosionsgrad eines Kornes einerseits von der Transportstrecke, andererseits von der ursprünglichen Form abhängt, dürften die schlecht gerundeten Quarzkörnchen des schweizerischen Lößes auf die nur kurze Transportdistanz zurückzuführen sein.

Die weitere Feststellung von W. SHERZER und H. HOLZER, daß Quarzkörner äolischer Sande eine matt glänzende, nicht poliert erscheinende Oberfläche besitzen, konnte in vielen Proben unseres Lößes bestätigt werden.

Eine einfachere Methode, die in erster Linie auf der Korngrößenverteilung im Löß beruht, verwendete W. FAULER 1936 für die Löße des Schwarzwaldrandes zwischen Achern und Offenburg. Er fand, daß Sedimente, die vorwiegend aus Teilchen mit über 0,03 mm Durchmesser bestehen, durch Wasser, solche die größtenteils aus Körnern unter 0,067 mm Durchmesser bestehen, durch Wind transportiert wurden. Nach diesem Verfahren ergaben sich folgende Werte für einige schweizerische Lößprofile:

Lokalität	Anzahl Proben	weniger als 0,067 mm in %	mehr als 0,03 mm in %
Fäsenacher	13	78	50
Geißenloo	22	85	48
Heuseil	16	89	46
Oberholz	20	87	50
Boningen	6	80	47
Klingnau	3	75	58
Allschwil	43	96	22

Es ist uns gelungen, zahlreiche Beweise gegen die nichtäolische Entstehungsweise des Lößes zu finden. Andererseits stellen die Korngrößenverteilung, die meistens marten Quarze, wie auch die gerundeten Quarze unter 1 mm ein positives Indiz für die äolische Entstehung des Lößes dar.

B. Herkunft des Lößes

MÜHLBERG betrachtete den Löß als verwehtes Grundmoränenmaterial, weil die Ähnlichkeit zwischen Löß und Grundmoränenlehm sehr groß ist.

Auch SOERGEL (1919) nahm für einen Teil des Vorkommens eine Auswehung des Löß-Staubes aus Moränenaufschüttungen an. Da jedoch das Vereisungsgebiet der Würmeiszeit als zu klein erschien, um die großen Mengen von jüngerem Löß in Europa zu liefern, mußte er die Lößbildung in die Zeit des Eisvorstoßes verlegen, da nur ein von den Schmelzwässern immer von neuem umgestaltetes Vorland in der Lage war, genügend große Mengen von Feinmaterial zu liefern.

Für die zuletzt erwähnte Entstehung spricht auch der Löß Badens, untersucht von W. DEECKE (1917) sowie jener am Niederrhein, untersucht von H. BREDDIN (1926, 1927 und 1931), beides Ausblasungsprodukte der Niederterrassen des Rheines.

R. GRAHMANN (1932) ist der Ansicht, daß der Löß in der norddeutschen Tiefebene, sowie jener am Rhein und an der Donau als ausgewehtes Fluß-Sediment angesehen werden muß. Während der sommerlichen Schneeschmelze wurde eine dünne Schicht von Feinmaterial als Hochflutabsatz über den Sanden der breiten Terrassen abgesetzt und alsdann nach dem Trocknen vom Wind verfrachtet und schließlich zwischen den Steppengräsern der Randgebiete abgelagert.

Der schweizerische Löß scheint ebenfalls aus den Schottern und Sanden der Terrassen ausgeblasen worden zu sein; deshalb nimmt seine Mächtigkeit mit zunehmender Entfernung von den Schottern des Aare- und des Rheintales ab.

Während der Eiszeit waren im Gletschervorland ausgedehnte Gebiete vegetationslos oder sehr vegetationsarm, so daß aus ihnen eine Auswehung des Feinmaterials ohne weiteres erfolgen konnte.

Daß ein solches Auswehen aus ständig neu gebildeten Überschwemmungsflächen, den Sandern, stattfinden kann, zeigt ein Fall rezenter Lößbildung im st. gallischen Rheintal, die von FRÜH (1899) und LAUTERBORN (1912) beschrieben wurde. Wenn die Schotterbänke des Rheines ausgetrocknet sind, findet bei Föhn ein Auswehen feinster Staubteile statt, die als eine Art rezenten Lößes an den weiter auswärtsliegenden Talflanken wieder abgelagert werden, so bei Buchs, Sevelen und Wartau.

Im Oberrheintal konnte W. FAULER (1936) im einzelnen die Herkunft des Lößmaterials aus dem Überschwemmungsgebiet des Rheins nachweisen.

Eine sichere Antwort auf die Herkunftsfrage des Lößes kann eine petrographische Untersuchung des Lößes und aller anstehenden Gesteine im möglichen Herkunftsgebiet geben. Es wäre wünschenswert, eine solche Untersuchung durchführen zu lassen, die freilich viel Zeit und spezielle Untersuchungen erfordern würde.

Schließlich ist A. DÜCKER der Ansicht (1937, 1954), daß das Lößmaterial ein Produkt der Frostverwitterung ist. Im Periglazial gibt es Feinerdeböden, deren Kornfraktion vorwiegend zwischen 0,1 und 0,01 mm liegt und somit der typischen Lößkörnung sehr nahe kommt. Durch sommerliche Austrocknung begünstigt, kann auch solches Material aus dem Periglazial zur Lößbildung führen.

C. Windrichtung

Diese Frage wurde von morphologischer und meteorologischer Seite untersucht, ohne daß indessen eine einheitliche befriedigende Auffassung zustandegekommen wäre.

Für Mitteleuropa werden folgende vorherrschenden Windrichtungen zur Zeit der Lößbildung angenommen: Nach R. GRAHMANN (1932) Nordwinde, nach A. DÜCKER (1937) Ostwinde, nach L. WEINBERGER (1954), P. WOLDSTEDT (1954), H. POSER (1951) und H. FLOHN (1953) Westwinde. Für einzelne Lößgebiete kommen wieder andere Windrichtungen in Frage.

In der Nordschweiz scheinen *Westwinde* auch während der Glazialzeit für die Lößablagerung maßgebend gewesen zu sein; daher die Abnahme der Mächtigkeit von Westen nach Osten.

Für das Gebiet von Basel, wo die Mächtigkeit vom Norden nach Süden abnimmt, scheinen sich die Verhältnisse unter der Annahme von *Nordwinden* am besten erklären zu lassen. Diese Vermutung dürfte auch für Westdeutschland gelten; sie wird zudem wahrscheinlich gemacht durch das gleichartige Auftreten des Lößes auf den beiden (östlichen und westlichen) Talflanken des Rheines.

Welche Rolle der Föhn bei der eiszeitlichen Lößbildung im schweizerischen Gebiet gespielt hat, ließ sich auf Grund unserer Untersuchungen nicht entscheiden. Doch sollte diese Möglichkeit bei einer Diskussion nicht vergessen werden (vgl. S. 200).

D. Das Alter des Lößes

Die einst viel diskutierte Frage, ob der Löß Mitteleuropas interglazialen oder glazialen Alters sei, kann längst als im zweiten Sinne beantwortet gelten.

Heute geht es vielmehr um die Frage, ob die Lößbildung während des ganzen Glazials oder nur während einer Phase desselben stattgefunden hat.

SOERGEL begründete schon 1919 die heute meist vertretene Ansicht (der auch BÜDEL zustimmt), daß die Lößbildung im Hochglazial zur vollen Entwicklung gekommen sei. Seine Auffassung blieb nicht ohne Widerspruch. H. BRIDDEN (1926, 1927 und 1931) und H. POSER (1948 und 1951) nahmen auch noch spätglaziale Lößbildung an. W. WEISSERMEL (1930) und ZUR MÜHLEN (1928) verlegten die Lößbildung ausschließlich ins Spätglazial.

Was den Schweizer Löß betrifft, setzte nach unseren Untersuchungen die Lößbildung im *Frühglazial* ein und erreichte ihren Höhepunkt im *Hochglazial*. Ob auch noch spätglaziale Lößbildung erfolgte, ist in den schweizerischen Lößprofilen wegen des *spätglazialen* Erdfließens und der postglazialen Verwitterung nur schwer festzustellen.

VI. Zusammenfassung der Ergebnisse und Vergleich mit ausländischen Lößen

Die größten und am reichsten gegliederten Lößprofile mit mehreren Bodenbildungen kommen besonders im mitteleuropäischen Raum sowie in Niederösterreich, Mähren, Slovakei und in Ungarn vor. Die Erforschung dieser Lößvorkommen wurde in den letzten Jahren sehr stark vorgetrieben, so daß neue und zuverläßige Lösungen für manche Fragen der Quartärchronologie gefunden werden konnten. Umstritten bleibt nach wie vor die Frage der Gliederung der Würmeiszeit, obwohl gerade aus diesem Zeitabschnitt die meisten Beobachtungen vorliegen.

Die Bodenbildungen, die die Lößlagen in den Profilen trennen, sind heute soweit erforscht und charakterisiert, daß die Möglichkeit besteht, räumlich weit auseinanderliegende Vorkommen zu parallelisieren, und Aussagen über die klimatischen Verhältnisse während ihrer Bildung zu machen.

Ziel dieses Kapitels ist die Zusammenfassung der in dieser Arbeit erzielten Ergebnisse und deren Vergleich mit den Lößen des benachbarten Auslandes.

Wie schon ausführlich dargelegt wurde, können in den Lößvorkommen der Schweiz mehrere Lokalausbildungen festgestellt werden, die besonders durch den unterschiedlichen Kalkgehalt gekennzeichnet sind. Solche Differenzierungen sind geologisch bedingt und auf die petrographisch-mineralogisch verschiedenen Auswehungsgebiete zurückzuführen.

Der durchschnittliche Kalkgehalt kann innerhalb eines Lößprofiles von Horizont zu Horizont und außerdem innerhalb des gleichen Horizontes variieren; diese Unterschiede rühren von wechselnden Ablagerungsbedingungen, in erster Linie von der gerade vorherrschenden Windrichtung ab.

Neben diesen Unterschieden innerhalb eines einzelnen Profiles sind auch regionale Unterschiede feststellbar; sie betreffen Beschaffenheit und Ausbildung des Lößes und sind auf klimatische Unterschiede der Ablagerungsgebiete zurückzuführen.

Neuere Untersuchungen zeigten, daß die heutigen Jahresniederschläge zur Charakterisierung der eiszeitlichen Klimabedingungen herangezogen werden können. Auf dieser Grundlage wurden regionale Gliederungsversuche der Lößgebiete von K. BRUNNACKER (1954 und 1955) für den bayrischen und west-mitteleuropäischen Raum und von F. BRANDTNER (1954, 1955 und 1956) und J. FINK (1956) für Österreich vorgenommen.

BRUNNACKER hat für den bayrischen Raum auf Grund der klimatischen Differenzierungen und der Beschaffenheit der fossilen Böden im Löß eine deutliche Gliederung der Lößlandschaften von Norden nach Süden aufgezeigt. Da die Lößvorkommen im schweizerischen Alpenvorland auf eine langgezogene Zone beschränkt sind, kann einer derartigen Nord-Süd-Abstufung in der Nordschweiz nur untergeordnete Bedeutung zukommen.

Hingegen ergab sich in Österreich eine deutliche Differenzierung von Westen nach Osten. Dort wurden zwei Hauptlößgebiete, mit dazwischenliegenden Übergängen festgestellt:

1. Ein «feuchtes» (FINK) oder «humides» (BRANDTNER) Lößgebiet, welches das ganze westliche Alpenvorland Österreichs umfaßt. Die heutigen Niederschläge betragen dort nach FINK 70–80 cm pro Jahr.

2. Ein «Trockenes» (FINK) oder «arides» (BRANDTNER) Lößgebiet, das im östlichen Teil Niederösterreichs liegt, mit jährlichen Niederschlägen unter 60 cm (FINK 1956).

Die Niederschläge des dazwischenliegenden Übergangsgebietes betragen nach Fink 60–70 cm pro Jahr.

Wie in Österreich kann auch in der Nordschweiz eine deutliche Differenzierung von Westen nach Osten festgestellt werden, freilich mit dem Unterschied, daß hier im Westen das «trockenere» und im Osten das «feuchtere» Lößgebiet gefunden wird.

Tab. 2

Mittlere Jahressummen des Niederschlages in cm 1901–1940 (H. UTTINGER *1949)*

Basel-Gebiet		*Aare-Gebiet*	
Basel-Bernoullianum	81	Böttstein	112
Basel-Riehenstraße	81	Benznau	104
Binningen	81	Brugg	103
Neue Welt	84	Schinznach	107
Therwil	83	Aarau	106
Aesch	89	Kölliken	112
Pfeffingen	93	Olten	116

Die Betrachtung dieser Niederschlagswerte für die wichtigsten Lößgebiete der Nordschweiz (Basel und Umgebung und Aaretal aufwärts bis Boningen) ergibt:

1. Die Region von Basel und Umgebung gehört dem Regenschattengebiet im Lee der Vogesen und des Schwarzwaldes an. Die Niederschlagsmenge beträgt bei Basel 81 cm pro Jahr. Wie aus der Tabelle abzulesen ist, nimmt der Niederschlag von Norden nach Süden zu, so daß eine Nord-Süd-Gliederung möglich erscheint.
2. Im Aaretal (Leibstadt und Umgebung, Ruckfeld, Aarau und Umgebung), sowie im unteren Teil der Limmat liegen die Lößvorkommen im Bereich der 100–110 cm Niederschlagskurven (Niederschlagskarte, H. UTTINGER 1949). Hier kann keine wesentliche regionale Differenzierung auf Grund der Niederschläge erwartet werden.
   Im Gebiet von Olten-Aarburg beträgt die Niederschlagsmenge um 116 cm pro Jahr.

Der Unterschied in den Niederschlagsmengen der beiden Hauptlößgebiete beträgt 20 und 30 cm. Er gestattet uns von einem «trockeneren» (Basel und Umgebung) und von einem «feuchteren» (Aaretalgebiet) Lößgebiet zu sprechen.

Der Löß von Basel und Umgebung zeichnet sich durch lockere poröse Struktur und einen höheren Kalkgehalt aus. Er ist feinkörniger und daher ziemlich stark verhärtet, was auch durch den hohen Kalkgehalt bedingt sein muß. Der Kalkanreicherungshorizont unterhalb der Verlehmungszone ist sehr stark ausgeprägt. Er ist charakterisiert durch Einlagerung von bis zu kindskopfgroßen Lößkindeln. Der Löß ist im allgemeinen grau bis hellgrau gefärbt. Die Profile sind mächtig entwickelt, obwohl einzelne Lößlagen von der Solifluktion erfaßt und zum Teil abgetragen wurden.

Die fossilen Bodenbildungen zeigen einen vom Aaretal etwas abweichenden Aufbau, sind aber im engeren Gebiet einheitlich ausgebildet.

Die Löße im Aaretal sind im allgemeinen weicher und bedeutend weniger verfestigt. Sie sind gelbbraun gefärbt und besitzen einen geringeren Kalkgehalt. Die Schneckenfauna ist mengenmäßig weniger vertreten. Die Lößkindel fehlen, wenn auch kleine vereinzelte Kalkkonkretionen unterhalb der Verlehmungen zu finden sind. Das Fehlen der großen Lößkindel, wie derjenigen von Basel, ist durch die lockere, poröse und gröbere Beschaffenheit dieses Lößes, aber auch durch den kleineren Kalkgehalt bedingt.

Die fossilen Bodenbildungen (besonders die interglazialen) sind durch Solifluktion stark aufgearbeitet worden, so daß beispielsweise im Profil von Geißenloo nur noch ein Restboden von dem einst vorhandenen Interglazialhorizont zu finden ist.

Um eine Parallelisierung mit den ausländischen Lößprofilen zu erleichtern, soll hier vorerst eine kurze Zusammenfassung der jüngsten Verlehmungen mit den diese unter- und überlagernden Lößen gegeben werden. Die zu vergleichenden typischen Lößprofile stammen aus Österreich, Deutschland und der Tschechoslowakei und sind neueren Arbeiten entnommen worden.

In der Schweiz wie im Auslande liegen die größten und am reichsten gegliederten Lößprofile auf den Hochterrassen und noch älteren Formationen. Typische Löße sind auf den Niederterrassen selten zu finden, und wenn vorhanden, wenig mächtig und uneinheitlich, so daß aus ihnen keine zuverläßige Gliederung abgeleitet werden kann.

Das fast vollständige Fehlen des Lößes auf Niederterrassen könnte in der Schweiz folgendermaßen erklärt werden:

Während der Aufschotterung der Niederterrassen im Früh- bis Hochglazial der Würmeiszeit konnte aus verständlichen Gründen kein Löß auf denselben abgelagert werden. Nach abgeschlossener Aufschotterung und Austrocknung des Überschwemmungsmaterials ist Löß-Staub aus den breiten kahlen Schotterfeldern ausgeblasen worden, der sich dann sowohl der Niederterrasse, auf der Hochterrasse und andern noch älteren Formationen absetzte. Der auf der Hochterrasse abgelagerte Löß blieb in der

Folge erhalten, während er auf den Schotterflächen der Niederterrasse bei der nächsten Überschwemmung wieder weggespült wurde.

In der *Schweiz* (Abb. 24) liegen die größten Lößprofile entweder Hochterrassenschottern oder auch Riß II-Grundmoränen auf. Diese sind teilweise erodiert und außerdem in einer folgenden Interglazialzeit vor der Ablagerung des Lößes der Verwitterung ausgesetzt worden. Auf diesen Verwitterungshorizont folgt im Oberholzer-Lößprofil direkt die Bodenbildung des *Riß/Würm-Interglazials*. In den beiden Profilen von Allschwil schaltet sich dazwischen eine Lage von *Riß II-Löß* ein.

Der *Riß-Löß* erscheint im Vergleich mit den Würmlößen unreiner, gröber und kalkärmer. Er ist dichter gelagert, zeigt aber immer noch die typische poröse Struktur und enthält auch die charakteristischen Löß-Schnecken, genau so wie die Würmlöße.

Die Mächtigkeit der *Bodenbildung* des *Riß/Würm-Interglazials* variiert. Im Geißenloo-Profil ist nur noch ein Restboden vorhanden, im Fäsenacher-Profil ist der Boden sogar vollkommen abgetragen. Im Oberholzer-Profil beträgt deren Mächtigkeit rund 200 cm, in «Am Holz» und in Lindenfeld rund 300 cm und in Allschwiler-Profilen bis zu 500 cm.

Die Bodenbildungen des Riß/Würm-Interglazials sind im allgemeinen charakterisiert durch restlose Entkalkung und eine rötlich-braune Färbung, die auch nach dem Trocknen ihren Farbton beibehält. Infolge der starken Verwitterung sind die Schnekkenschalen vollkommen verschwunden. Die tiefgreifende Verwitterung hat bedeutende Veränderungen in der ursprünglichen Löß-Struktur verursacht. Als weiteres Merkmal des Verwitterungsgrades gelten ferner die Eisenoxydverbindungen, welche hier rötlichgefärbt sind, und deren Größe beträchtlich ist. Der rötlich-braune Verlehmungshorizont geht nach oben hin in eine humose Schicht über, die 3,5–5% Humusstoffe enthält.

Diese älteste Bodenbildung ist die am stärksten ausgeprägte in den Schweizer Lößprofilen. Ihre Bildung fand während einer langen Warmzeit unter Klimabedingungen, die sogar in der Nacheiszeit nicht mehr verwirklicht worden sind, statt.

Der *frühwürmeiszeitliche* Löß beginnt in den beiden Profilen von Allschwil, im Gegensatz zu jenen im Aaretal, mit einer Fließlöß-Schicht. Der normale Frühwürmlöß ist in der Umgebung von Basel gelblich-grau gefärbt und enthält große Lößkindel; in den Profilen des Aaretales ist er dagegen gelblich-braun gefärbt und von Lößkindeln frei. Er ist viel reicher an Schneckenarten und zahlenmäßig als der Mittelwürmlöß.

Die *Verlehmungszone des Früh-/Mittelwürm-Interstadials* ist 75–150 cm mächtig. Sie ist braun bis dunkelbraun gefärbt und zuweilen mit rostfarbigen Eisenoxydflecken durchsetzt, besonders wo der Lehm wie bei Basel auch eine tonigere Beschaffenheit hat.

Sie enthält zahlreiche Bruchstücke von Löß-Schneckenschalen, aber auch wenige, gut erhaltene Exemplare und weist noch Spuren von primärem Kalkgehalt auf. Sie ist einheitlich ausgebildet. Die primäre Löß-Struktur ist gut erhalten. Sie tritt durch eine relativ starke Korngrößenverfeinerung und einen hohen Tongehalt hervor. Verglichen mit der interglazialen Bodenbildung ist sowohl das Maß der Umwandlung wie auch ihre Mächtigkeit bedeutend geringer. Der noch nachweisbare ziemlich gleichmäßig verteilte Kalkgehalt, die Schneckenreste, sowie die Korngrößenzusammensetzung beweisen, *daß keine vollständige Verlehmung stattgefunden hat.*

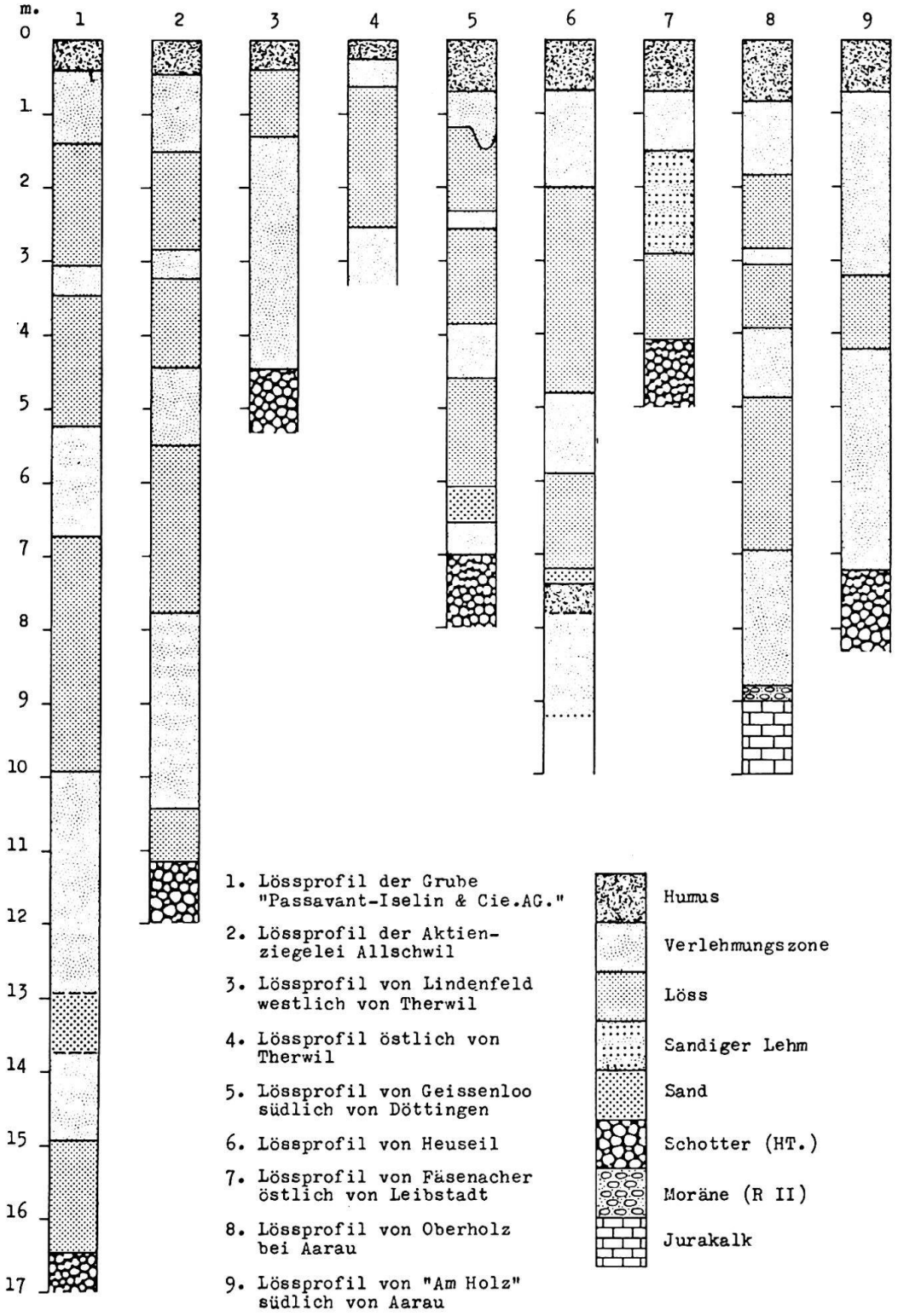
Der *mittelwürmeiszeitliche Löß* ist bei Basel grau bis hellgrau gefärbt, im Ruckfeld hellgelb, bei Aarau und Umgebung hellgrau-braun.

Er ist überall ärmer an Schnecken und Eisenoxydkonkretionen, etwas feinkörniger, darum reicher an Kalk als der Frühwürmlöß. Beide weisen reichliche Kalkröhrchenkonkretionen auf.

Nur bei Basel wurden kleine Lößkindel unterhalb der schwachen Verlehmung, die den Mittelwürmlöß abteilt, gefunden.

Auch hier lassen sich im unteren Teil des Mittelwürmlößes Solifluktionsstörungen feststellen.

Abb. 24 Lössprofile in der Nordschweiz



Der Mittelwürmlöß wird unterbrochen von einer wenig mächtigen, maximal 40 cm messenden, *schwach ausgeprägten Verlehmung,* die in einem ganz kurzen Wärmeabschnitt gebildet wurde. Es kann sich nur um eine geringe Gletscherschwankung, die während der Mittelwürmphase stattfand, gehandelt haben. Die Verwitterungsintensität ist minimal, was eindeutig aus den Summationskurven hervorgeht. Diese schwache Verlehmung unterscheidet sich vom darüber- sowie darunterliegenden mittel-

würmeiszeitlichen Löß nur durch den verhältnismäßig großen Anteil der Tonfraktion und durch geringen Kalkgehalt.

Der Mittelwürmlöß wird nach oben abgeschlossen durch *die oberste Verlehmungszone* mit der darüberliegenden rezenten Humusschicht. Die in dieser Verlehmung beschriebenen Würgestrukturen wurden in einer *Kältephase des Spätglazials* durch Erdfließen verursacht.

Ein spätglazialer Löß in den Schweizer Lößprofilen ist nicht eindeutig dokumentiert.

Aus *Österreich* (Abb. 25) sind eine große Zahl von Lößprofilen mit drei fossilen Bodenbildungen beschrieben worden, vor allem von F. BRANDTNER und J. FINK. Wie beide Autoren ausführlich in ihren Arbeiten dargelegt haben, sind dort mehrere Lokalausprägungen zu erkennen. Sie unterscheiden sich im wesentlichen durch verschiedenen Anteil und Gehalt an Schwerermineralien und Kalk.

Daneben wurden, wie schon erwähnt, auch regionale Differenzierungen nachgewiesen, welchen klimatische Ursachen zu Grunde liegen und die sich in der Beschaffenheit des Lößes und in der Ausbildung und Erhaltung der Bodenbildungen ausdrücken.

BRANDTNER und FINK, auch G. GÖTZINGER (1935 und 1936) und R. LAIS (1951 und 1954) haben eine Reihe von Bodenbildungen von zum Teil sehr abweichender Beschaffenheit festgestellt.

Eine eingehende Beschreibung der Ergebnisse aller Untersuchungen und Beobachtungen aus mehr als 80 Profilen und Lößvorkommen kann an dieser Stelle nicht gegeben werden. Vielmehr soll eine Zusammenfassung der Hauptmerkmale der rißwürminterglazialen Bodenbildungen eine Parallelisierung mit jenen der Schweiz ermöglichen.

Die unterste und älteste von drei festgestellten Bodenbildungen wurde erstmals in einem Aufschluß am Hundsteig bei Krems an der Donau untersucht und von Götzinger als «*Kremser Verlehmungszone*» bezeichnet.

BRANDTNER hat später die Eigenschaften dieser Bodenbildung eingehend beschrieben (1954 und 1956). Sie ist charakterisiert durch eine oft bis zu 200 cm mächtige Verlehmungszone, die rötlich gefärbt und vollkommen entkalkt ist. Die ursprüngliche Löß-Struktur wurde dabei gänzlich vernichtet. Die tiefgreifende Verwitterung hat bedeutende Veränderungen in der Korngrößenzusammensetzung verursacht, die sich in einer starken Dominanz der Tonfraktion ausdrücken. Als weitere Merkmale der Verwitterungsintensität gelten ferner die Eisenoxydverbindungen, die in dieser Bodenbildung rot gefärbt sind, in den beiden jüngeren dagegen limonitisch aussehen.

Die Verlehmungszone geht nach oben hin allmählich in eine meist nur wenige Dezimeter mächtige, leicht humose Schicht über, die sepiabraun gefärbt ist und ähnliche Beschaffenheit und Korngrößenzusammensetzung aufweist, sofern keine Solifluktionsstörungen stattgefunden haben; dies ist besonders in der «feuchten» Lößlandschaft Österreichs der Fall. Die humose Schicht wurde ebenfalls völlig entkalkt; ein zuweilen auftretender minimaler Kalkgehalt ist sekundären Ursprungs.

Brandtner schließt daraus, daß die Kremser Bodenbildung unter Klimabedingungen entstand, *welche ähnlich denen der heutigen Mittelmeerländer waren.* Er faßte sie auf als «Ausdruck einer ausgesprochenen Waldzeit . . .». «Sie ist somit die letzte der Nacheiszeit vorangegangene, echte Waldzeit; in ihr lag das letzte Klimaoptimum, das auch von dem des Postglazials nicht annähernd erreicht worden war» (1954, S. 73).

Einen wichtigen Beweis für das riß-würm-interglaziale Alter dieser Bodenbildung erbrachte BRANDTNER, indem er ihre ausschließliche und eindeutige Lagerung auf Hochterrassenschotter feststellen konnte.

Dieser Bodenbildung des Riß/Würm-Interglazials gleichen jene im Liegenden der Schweizer Profile mit Ausnahme des einen Unterschiedes, daß hier noch die typische Lößfraktion zu finden ist, fast in jeder Beziehung. Die Löß-Struktur ist also nicht

völlig vernichtet worden. Die rötliche Farbe der Kremser Verlehmung wird außerdem in den schweizerischen Profilen durch eine rötlich-braune ersetzt. Die Humusschicht ist dagegen wie in Österreich wenig mächtig, von dunkelbrauner, gebleichter Farbe, weist aber etwas mehr Humusstoffe auf, die in Österreich nur in Spuren nachweisbar sind.

Es sei auch erwähnt, daß diese Bodenbildung in vielen österreichischen Profilen fehlt, besonders in jenen des feuchten Lößgebietes, was durch nachträglichen Abtrag verursacht ist; ähnliches beobachten wir in der Schweiz im Aaregebiet (im Geißenloo und bei Leibstadt).

Über der Kremser Bodenbildung folgt der Würm I-Löß, der im trockenen Lößgebiet Österreichs am besten erhalten geblieben ist, im feuchten dagegen zum sogenannten Gleylöß umgewandelt wurde.

Direkt auf diesem ruht die «Göttweiger Verlehmung» des Würm I/II-Interstadials. Weil diese Verlehmung keine vollständig erhaltene Bodenbildung darstellt und daher für einen wichtigen stratigraphischen Leithorizont namengebend weniger geeignet ist als andere, nannte BRANDTNER ihn den «Fellabrunner Bodenbildungskomplex», Fink aber «Stillfrieder Komplex A». Auch BRANDTNER ist der Ansicht, daß der Aufschluß bei Stillfried an der March als das Idealprofil betrachtet werden müsse.

Es handelt sich bei diesem Komplex um eine deutlich in sich gegliederte Bodenbildung: über einer basalen Verlehmungszone, die durchschnittlich 50 cm, maximal 100 cm mächtig ist, liegt durch eine gering mächtige Lößlage getrennt, eine Humusschicht. Darüber treten in den vollständigen Profilen noch zwei Humuszonen auf, die wiederum durch Lößzwischenlagen voneinander getrennt sind. Die drei Humuszonen, einschließlich der Lößzwischenlagen, sind 100-120 cm, maximal 150 cm mächtig.

Die «Verlehmungszone» selbst ist hellrötlich bis ockerbraun gefärbt. Die ursprüngliche Löß-Struktur ist meist sehr gut erhalten. Die Kalkwurzelröhrchen des primären Lößes sind noch feststellbar. Anreicherung von Eisenoxydkonkretionen treten in geringem Umfange auf. Auch die Korngrößenverfeinerung, verglichen mit derjenigen der interglazialen Bodenbildung, ist als minimal zu bezeichnen. Die Verlehmungszone unterscheidet sich im Ganzen vom darunterliegenden Löß verhältnismäßig wenig. Der markanteste Unterschied liegt im Kalkgehalt.

Nach BRANDTNER beträgt der Kalkgehalt in der Oberfellabrunner-Verlehmung durchschnittlich nur 1,2%, während er im liegenden primären Löß rund 36% erreicht.

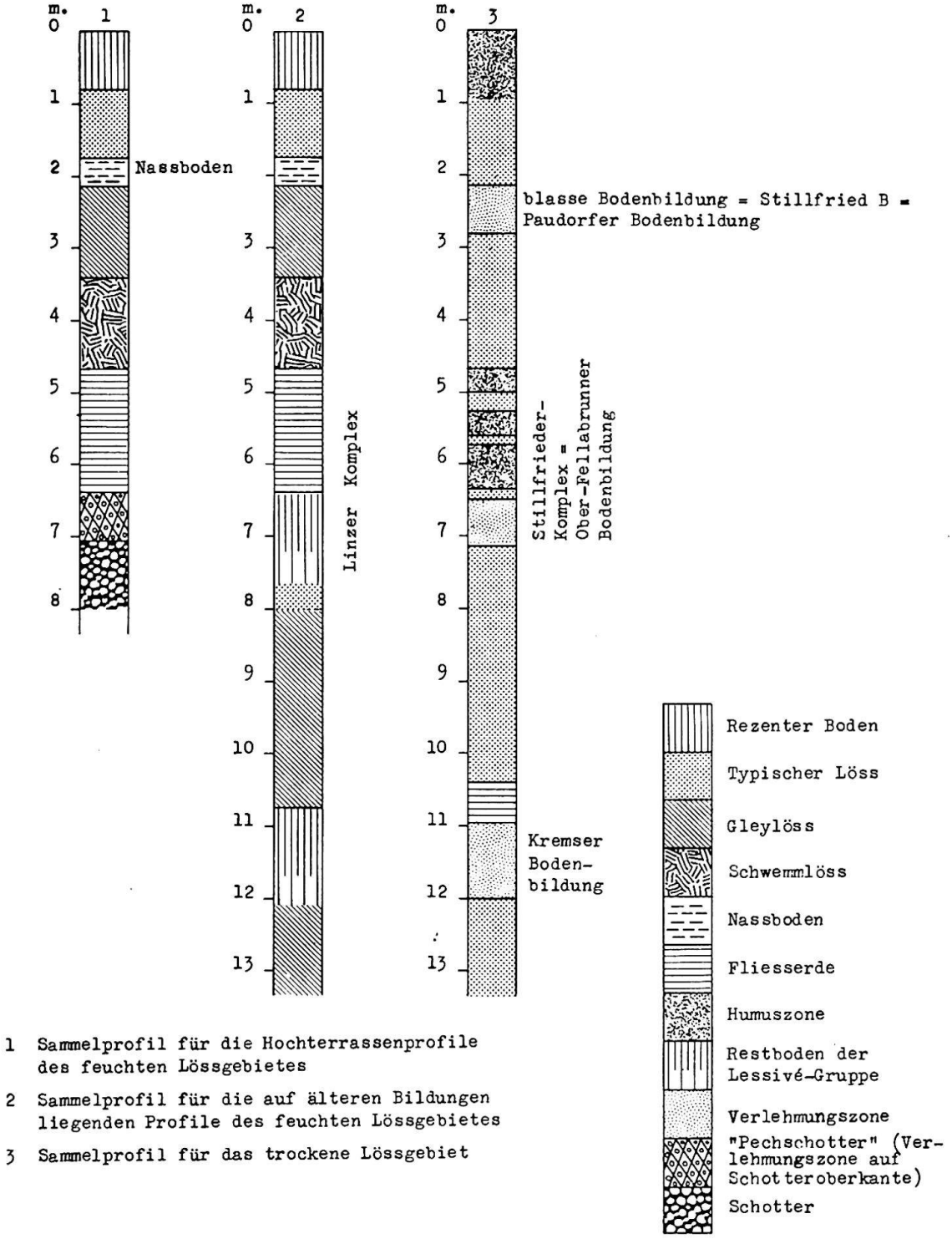
Entsprechend entstand ein ausgeprägter Ca-Horizont im Liegenden der Verlehmung, der etwa 54% Kalkgehalt aufweist.

Diese Verhältnisse wurden in fast allen Profilen festgestellt, so auch in der «Göttweiger Verlehmungszone», die nach BRANDTNER ähnlich ausgebildet ist wie jene in Ober-Fellabrunn und Stillfried.

In den vollständigen Profilen wird die Verlehmungszone von einer gering mächtigen, typischen Lößlage bedeckt, über der sich dann erst die Humuszonen anschließen.

Die basale Verlehmungszone steht mit der darüberfolgenden Wechsellagerung von Humusschichten und Löß nach BRANDTNER und Fink, in keinem genetischen Zusammenhang. Vielmehr stellt die ganze Bodenbildung einen heterogenen Komplex von zeitlich getrennten Horizonten dar. Die Verlehmungszone wurde in einer Wärmphase gebildet. Daran schloß sich eine nur kurzfristige Kälteoszillation an, in der die Verlehmung von einer durchschnittlich 50 cm mächtigen Lößbildung bedeckt wurde (BRANDTNER 1954, S. 64). Darauf folgte eine wärmere Klimaphase, in welcher der größte Teil des 50 cm mächtigen abgelagerten Lößes zu «Schwarzerde» verwandelt wurde. Nach dieser kam eine nochmalige Kälteschwankung, in der Löß abgelagert wurde, der später in einer Wärmeoszillation wiederum zu «Schwarzerde» umgewandelt wurde. Gegenüber der unteren ist diese jüngere «Schwarzerde» durch einen geringeren Humusgehalt, hellere Färbung und höheren Kalkgehalt, sowie durch das

Abb. 25 Sammelprofile für die Lössgebiete in Oesterreich
(nach J. Fink 1956, S. 58)



1 Sammelprofil für die Hochterrassenprofile des feuchten Lössgebietes

2 Sammelprofil für die auf älteren Bildungen liegenden Profile des feuchten Lössgebietes

3 Sammelprofil für das trockene Lössgebiet

noch besser erhaltene Lößgefüge unterschieden. Die dritte Kältephase mit Lößbildung löste eine Wärmephase, während der die letzte «Schwarzerde» gebildet wurde, die indessen sehr schwach ausgeprägt und mit aufgewehtem Löß-Staub stetig vermischt worden ist.

Eine solche vollständige Ausbildung des ganzen Komplexes ist indessen nur im östlichen Teile Österreichs (trockenes Lößgebiet) nördlich der Donau erhalten geblieben. Die Mächtigkeit der «Humuszone» nimmt von Osten nach Westen ab. Solifluktion

hat im Westen eine fast völlige Abtragung der humosen Bildungen verursacht, die nur noch in spärlichen Resten erhalten geblieben sind. Die «Verlehmungszone» scheint dann nach oben direkt in typischen Löß überzugehen. Dagegen nimmt die Mächtigkeit der «Verlehmungszone» von Osten nach Westen zu, ohne dabei aber ihre Beschaffenheit zu ändern.

Brandtner ist der Auffassung, daß dieser Bodenbildungskomplex unter rasch wechselnden Klimabedingungen entstand, die indessen weit hinter jenen des Riß/Würm-Interglazials und sogar des Postglazials zurückgeblieben sind.

Eine *Parallelisierung* mit der Verlehmung des Frühmittelwürm-Interstadials der Schweiz kann nur für den unteren Teil dieses Komplexes vorgenommen werden.

In der Schweiz ist die Verlehmungszone maximal 150 cm, in Österreich maximal 100 cm mächtig, die Humuszonen nicht miteingerechnet. Beide besitzen ähnliche Beschaffenheit. Die typische Löß-Struktur ist in beiden gut erhalten.

Der große Unterschied liegt darin, daß wir in der Schweiz nur eine *einheitliche* Bodenbildung finden können, in welcher ein B-Horizont (Verlehmungszone) und ein A-Horizont (Humusschicht) in genetischem Zusammenhang stehen.

Es ist aber auch möglich, daß wie im westlichen Lößgebiet Österreichs, die ursprünglich vorhandenen Humusschichten später durch Solifluktion wieder abgetragen worden sind.

Der unter dem «Stillfrieder Komplex A» ausgebildete Ca-Horizont ist in den Allschwiler-Profilen durch eine Lößkindellage (wie solche in Westdeutschland) vertreten. Das Fehlen einer Lößkindellage in den anderen Lößprofilen der Schweiz ist dadurch zu erklären, daß die Bildung einer solchen auch vom Kalkreichtum des von der Verwitterung erfaßten Lößes abhängt. Sie ist nur dort deutlich ausgebildet, wo primär hoher Kalkgehalt vorhanden war.

Unterlagert vom Würm II-Löß folgt in den österreichischen Profilen die zweite interstadiale (Würm II/III) «Paudorfer Bodenbildung», welche FINK als «blasse Bodenbildung» bezeichnet und «Stillfried B» genannt hat.

Sie ist in Österreich ein zumeist schwach und wenig einheitlich ausgebildeter Horizont (BRANDTNER 1954, S. 69) mit starken regionalen und lokalen Unterschieden. Häufig ist sie schwach braun gefärbt und hebt sich deshalb von der typischen Lößfarbe kaum ab, weshalb sie leicht übersehen wird (BRANDTNER 1956, S. 145).

Sie ist leicht humos und wenig mächtig (durchschnittlich 30 bis maximal 50 cm). Die Löß-Struktur hat sich sehr gut erhalten. Die Entkalkung ist sehr gering, Solifluktionsstörungen sind nicht festzustellen. Ein Ca-Horizont ist nicht sichtbar ausgeprägt.

BRANDTNER ist der Ansicht, daß die klimatischen Verhältnisse, unter welchen die «Paudorfer Bodenbildung» entstanden ist, sich gegenüber der glazialen Lößbildungszeit nur durch eine relativ geringe Wärmezunahme und Steigerung der Niederschlagsmengen ausgezeichnet haben.

Ähnlich ist die «schwache Verlehmung» in den Schweizer Lößprofilen ausgebildet, so daß ihre Parallelisierung mit der «Paudorfer Bodenbildung» möglich scheint.

Über BRANDTNER's «Paudorfer Bodenbildung» und FINK's «Stillfried B» folgt der Würm II-Löß, darüber die rezente Bodenbildung.

BRANDTNER konnte Folgendes feststellen: «In Österreich bestehen zwischen den morphologischen Befunden und den mehrere Forschungszweige umfassenden löß-stratigraphischen Ergebnissen keinerlei Unstimmigkeiten» (1956, S. 172).

«Die Gliederung der Würmeiszeit kann in drei Kältezeiten mit zwei dazwischenliegenden Interstadialen als ausreichend gesichert gelten» (1956, S. 172).

K. BRUNNACKER (1954) gliederte die würmeiszeitliche Lößabfolge in Südbayern von oben nach unten wie folgt:

Nacheiszeitliche Bodenbildung: Im Norden mit 60 cm Jahres-Niederschlag, besteht sie aus «degradierter Schwarzerde» und «Braunerde»; nach Süden hin, bei 90 cm Jahres-Niederschlag, zeigt die «Braunerde» gleyartige Erscheinungen infolge Stau-

nässeeinwirkung. Im Gebiete höherer Niederschlagsmengen liegt der gleyartige Boden direkt auf «Decklehm», der infolge eiszeitlicher Verlagerungen keine Gliederung aufweist.

Würm II-Löß: Hauptstadium der Lößbildung. Im Norden ist er graugelb gefärbt, nach Süden zu nimmt er gelbgraue Farbe an.

Weiter südlich kommen «Nässeeinwirkungen» vor; hier ruht der Gleyboden auf Decklehm.

Brunnacker unterscheidet damit während der Lößbildungszeit zwei Hauptfaziesgebiete für Südbayern:

1. Ein südliches Gebiet, das durch «Vergleyung» gekennzeichnet ist.
2. Ein nördliches Gebiet, welches normale Lößfazies zeigt.

Würm I/II: In dieser Zeit ist ebenfalls ein Faziesunterschied der Bodenbildung festzustellen, wobei es sich in den feuchten Lößgebieten um «Fließerde» oder einen «tunderen Naßboden», in den trockenen Gebieten um einen braunen «Verwitterungshorizont» handelt.

Würm I-Löß: Unterer Löß.

Frühglazial: Basis-Fließerde.

Riß/Würm: Interglazialer «Verwitterungshorizont». Er liegt in Südbayern auf den Hochterrassen. Es handelt sich um eine Bodenbildung, die in Form einer «Braunerde» mit rötlichem «(B)-Horizont» ausgebildet ist.

Wenn wir die Abfolge der trockenen Lößgebiete Südbayerns denjenigen der Schweiz gegenüberstellen, ist eine Parallelisierung möglich.

Die Lößprofile aus Nord-Württemberg zeigen (H. Freising 1951, 1953 und J. Fink 1956) besonders in den oberen Teilen die typische Ausprägung des feuchten österreichischen Lößgebietes. Sie beginnen unten mit Löß. Darüber ruht ein «Restboden», welcher aus dem letzten Interglazial stammt.

Darüber liegt die würmeiszeitliche Lößabfolge: Basale Fließerde, darüber Würm I-Löß, dann Restboden und Fließerde aus dem Würm I/II-Interstadial (Linzer-Komplex nach Fink), darauf Löß und Schwemmlöß (Würm II-Löß); dann folgt der Würm II/III-Interstadiale «Naßboden» mit dem darüberliegenden «Gleylöß» und Würm-Löß III, zu oberst rezente Verwitterungserde.

In den schweizerischen Lößprofilen können ähnliche Unterschiede in der Bodenbildung nicht festgestellt werden.

Zwischen Achern und Offenburg konnte W. Fauler (1936) in einigen von ihm untersuchten Lößprofilen zwei jüngere Würm-Löße und zwei ältere Riß-Löße feststellen, die von einer riß/würm-interglazialen Verlehmungszone getrennt sind.

Das Profil von der Ziegelei Oberachern zeigt nach ihm folgenden Aufbau (Abb. 26):

Über Lehm liegen Terrassenschotter, die er unlängst im Alter der Hochterrasse (Riß II) oder einer höheren Terrasse gleichgestellt hat. Darüber folgt «Riß I-Löß» mit seinem im «Riß I/Riß II-Interglazial» gebildeten «Lößlehm», der 150 cm mächtig und dunkelbraun gefärbt ist.

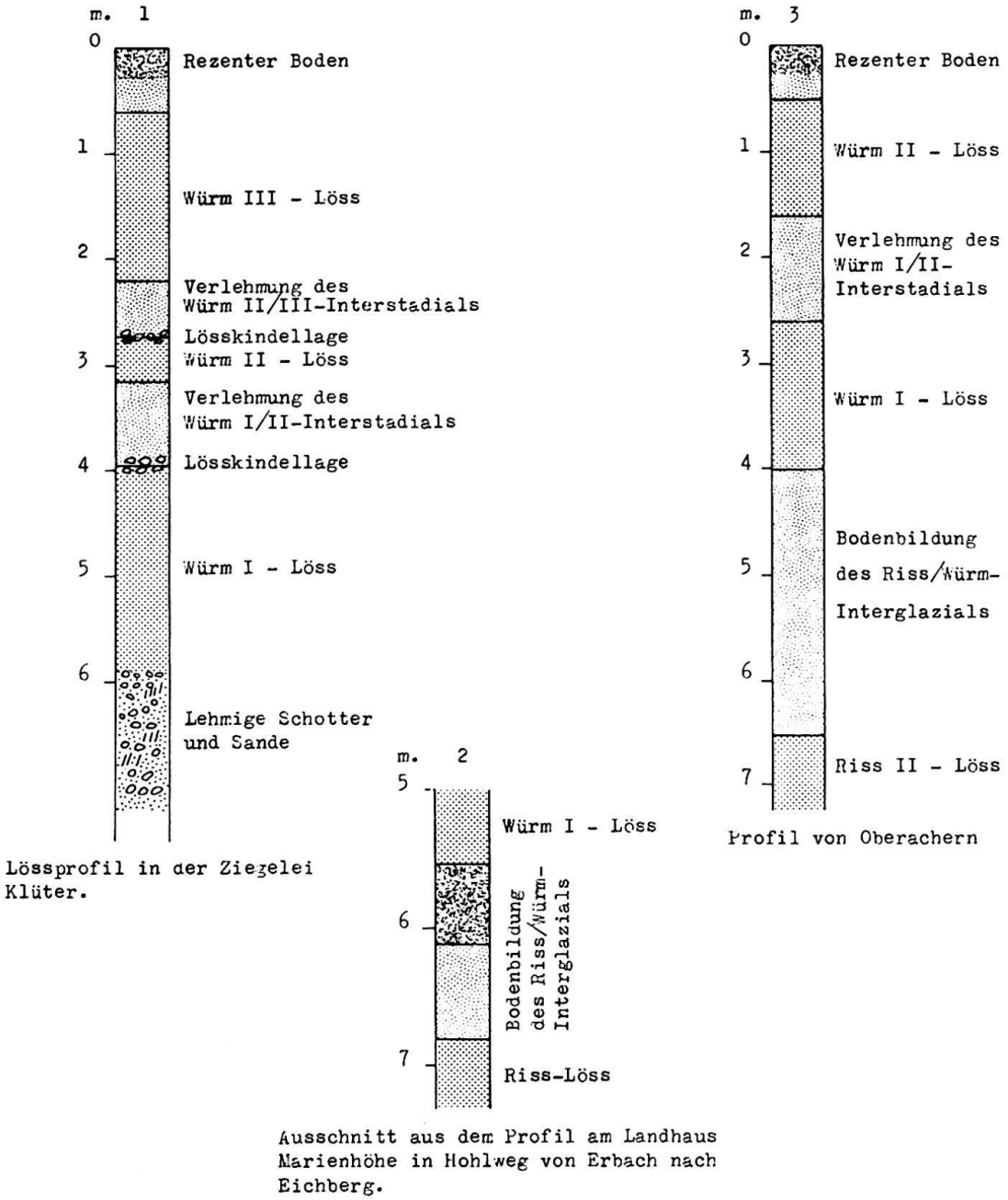
Darüber ruht «Riß II-Löß», mit der dazugehörigen im «Riß/Würm-Interglazial» entstandenen «Verlehmungszone», die «tiefbraun» gefärbt, 250 cm mächtig und durch Kornverfeinerung ausgezeichnet ist.

Der «Würm I-Löß» (140 cm mächtig) trägt eine hellbraune «Verlehmungszone» von 100 cm Mächtigkeit, die im Interstadial Würm I/II gebildet worden ist.

Auf dem «Würm II-Löß» (110 cm mächtig) liegt die oberste Verwitterungszone, welche nur 50 cm Mächtigkeit aufweist.

Die Gesamtmächtigkeit der Würm-Löße mit den dazugehörigen Verlehmungen beträgt nur 400 cm.

Abb. 26 Profile für das hessische Lössgebiet und das Profil von Oberachern



1 und 2: Profile für das hessische Lössgebiet (nach Schönhals E. 1951, S.111 u. 112)
3: Profil von Oberachern (nach Fauler W. 1936, Tafel C, Tab. 23)

Aus der Beschreibung von FAULER geht hervor, daß in seinem Gebiet eine ähnliche riß/würm-interglaziale Verlehmungszone vorliegt wie in der Schweiz; auch die Löß-abfolge der Würmeiszeit ist jener unserer Profile ähnlich.

In den hessischen Profilen, die von SCHÖNHALS (1950, 1951a, 1951b und 1952) eingehend beschrieben wurden, finden wir ebenfalls ziemlich ähnliche Ausbildungen, wie in denjenigen der Schweiz.

Die Löß- und Lehmfolge sieht hier folgendermaßen aus: (Abb. 26) Basaler Riß-Löß, darüber liegt ein gleichmäßig brauner, feinsandiger bis toniger Lehm (= B-Horizont), der in eine darüberliegende dunkelbraune, schwach humose Schicht (=

A-Horizont) übergeht, die wahrscheinlich nur den Rest eines einst mächtigen Horizontes darstellt.

Nach SCHÖNHALS weist die Korngrößenzusammensetzung noch auf typischen Lößcharakter hin. Der Kalkgehalt im A-Horizont beträgt dagegen 3,5%, im braunen B-Horizont nur noch 2,2%.

Als Entstehungszeit dieser Bodenbildung kommt nur die «Riß/Würm-Wärmezeit» in Frage.

Über die Bodenbildung liegt die Würmlößfolge, die vielfach einen dreiteiligen Aufbau zeigt.

Der untere Würm I-Löß ist graugelblich gefärbt. Er trägt eine 80–100 cm mächtige Verlehmungszone, die zahlreiche schwärzlich braune Flecken, einen niedrigen und gleichmäßig verteilten Kalkgehalt und Schalenreste aufweist. Kleine Lößkindel hat SCHÖNHALS im Liegenden gefunden.

Nach der Beschreibung von SCHÖNHALS dürfte diese Verlehmung mit derjenigen des Früh-Mittelwürm-Interstadials der Schweiz identisch sein.

Der zweite Würmlöß trägt wiederum, ähnlich wie jener der Schweiz, eine kalkhaltige, braune und 50 cm mächtige Verlehmungszone.

Darüber ruht der dritte Würmlöß mit seiner postglazialen Verwitterungsdecke.

Aus der Beschreibung BERGER's (1932) über zwei Lößprofile im «Ganzer Raum» in Schlesien geht hervor, daß auch dort eine der schweizerischen Verlehmung des Früh/Mittel-Würm-Interstadials entsprechende Zone vorzuliegen scheint.

Auf dieser ruht eine Schicht mit meist zerstörten Schneckenschalen (Succinea oblonga), die in einen kalkhaltigen, gelblichen Löß übergeht. Dieser trägt einen postglazialen Verwitterungshorizont.

Während in Österreich und auch in Deutschland die Vollgliederung der Würmlöße und deren basale interglaziale Bodenbildung nicht immer in jedem Profil dokumentiert ist, konnte diese Abfolge normal in den Lößgebieten der *Tschechoslowakei* beobachtet werden.

Der bömisch-mährische Raum ist durch stark gegliederte Profile mit mehreren fossilen Böden charakterisiert. Von diesen fossilen Böden interessieren uns für die Parallelisierung nur die drei jüngeren (Abb. 27).

Über «Riß III-Löß» liegt die riß/würm-interglaziale Bodenbildung, die einen komplizierten Aufbau besitzt. Sie ist von zahlreichen Eiskeilen durchschnitten, die mit darüberliegender «Schwarzerde» gefüllt sind.

In den noch etwas kalkhaltigen «Humusschichten» dieser Bodenbildung haben sich verstreute Schneckenschalen einer charakteristischen interglazialen Molluskenfauna erhalten, die für ein feucht-warmes «Waldklima» zeugen.

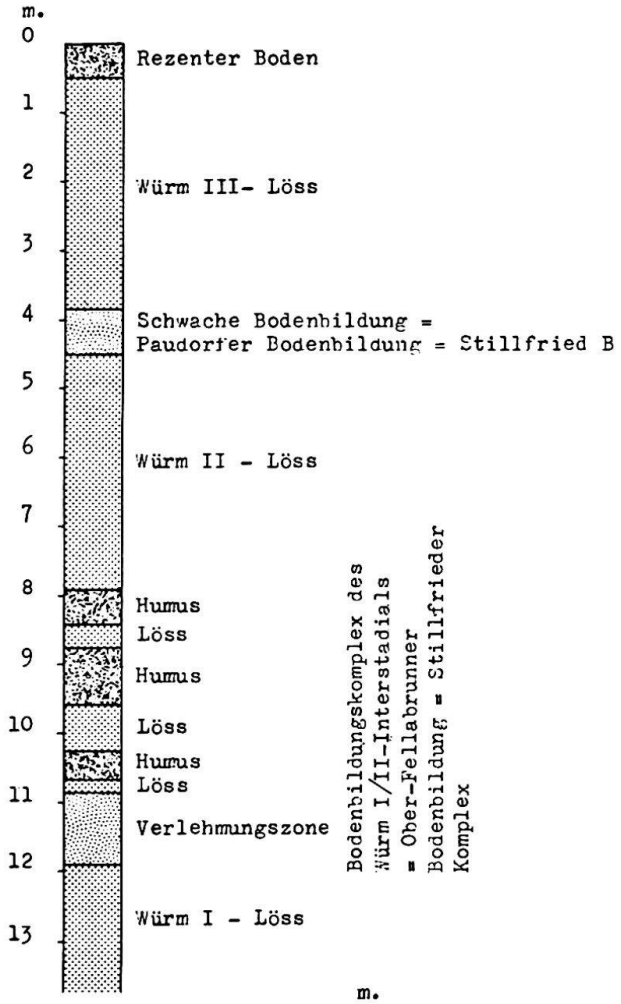
Auf Grund aller genannten pedologischen Merkmale betrachtet BRANDTNER diesen Bodenbildungskomplex als «Aequivalent der Kremser Bodenbildung Niederösterreichs» (1956, S. 136).

Für die Parallelisierung mit den Schweizer Verhältnissen kommt nur der untere Teil dieses Bodenbildungskomplexes in Frage. Er besteht, wie etwa die interglaziale Bodenbildung der Schweiz, aus einer rund 150 cm mächtigen, rötlich-braunen, völlig entkalkten Verlehmungszone mit einem kreidigen Kalkanreicherungshorizont und Konkretionen an der Basis und einer noch etwas kalkhaltigen Humusschicht im Hangenden.

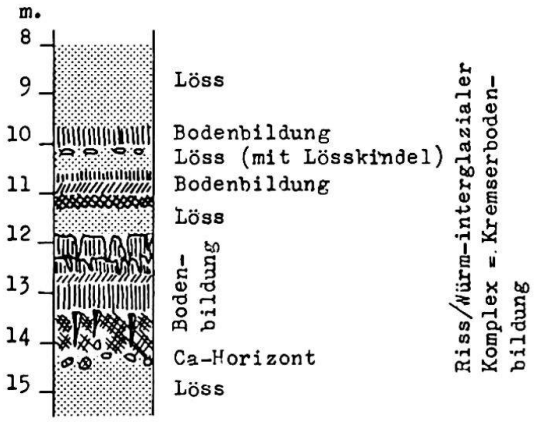
Der über diesem unteren Teil liegende Bodenkomplex, welcher für Kälte- und Wärmeschwankungen *während* der letzten Interglazialzeit spricht, ist in den Schweizer Profilen, sowie auch in den österreichischen dagegen nicht belegt.

Über diesem Bodenbildungskomplex folgt das gewohnte dreigliederige würmeiszeitliche Lößprofil mit einem stark ausgeprägten Würm I/II- und einem schwachen Würm II/III-Interstadial.

Abb. 27 Das Lössprofil von Unterwisternitz und Ausschnitt aus dem Profil von Brünn-Julianov (Tschechoslowakei)



Lössprofil von Unterwisternitz (Südmähren) (Brandtner 1956, S.147)



Ausschnitt aus dem Lössprofil von Brünn-Julianov (Brandtner 1956, S. 141)

Die Würm I/II-interstadiale Bodenbildung stellt einen Komplex dar, der nach BRANDTNER (1956) dem «Fellabrunner-Bodenbildungskomplex» und nach FINK (1956) dem «Stillfrieder-Komplex A» völlig entspricht.

Wir sind darum berechtigt, die basale Verlehmungszone mit derjenigen der Schweiz zu parallelisieren. Darüber folgt, durch eine Lößlage getrennt, die schwache Würm II/III-interstadiale «Bodenbildung», welche BRANDTNER der «Paudorfer Bodenbildung» und FINK dem «Stillfried B» gleichgestellt haben, und die mit der «schwachen Verlehmung» der Schweiz parallelisiert werden kann.

VII. Schlußbetrachtung und Beiträge zur Pleistozänchronologie

Das Vorhandensein einer Riß I- und einer Riß II-Eiszeit ist eindeutig nachgewiesen durch die Lagerungsverhältnisse des Riß II-Lößes auf erodierten und verwitterten Riß I-Schottern in den beiden Profilen von Allschwil.

Bei der Untersuchung des Oberholzer und Heuseil Profiles erhob sich das Problem eines weiteren Kaltzeitabschnittes zwischen größter Vergletscherung (Riß II) und Würmeiszeit, der als Riß III bezeichnet werden könnte.

Wie die Lößprofile zeigen, wurde das Klima im Laufe der Würmeiszeit zunehmend trockener.

Zu Beginn des Würm-Früh-Glazials stellte sich intensives Erdfließen ein, welches stellenweise zur Zerstörung und Erosion der Fossilböden aus dem letzten Interglazial (beim Geißenloo-Profil) geführt hat.

Schon im Frühglazial selbst setzte Lößbildung ein, die bis zu 325 cm Mächtigkeit erreichte. Dieser erste Würm-Löß bildete sich in einem Abschnitt, in dem die Temperaturen noch nicht so tief sanken wie später. Der Früh-Würm-Abschnitt scheint ebenfalls verhältnismäßig feucht gewesen zu sein.

Darauf folgte eine stärkere Erwärmung, in welcher der Früh-Würm-Löß oberflächlich bis zu ca. 150 m Tiefe verlehmte. Damals entstanden die Geißenloo-, Heuseil-, Allschwil- und Oberholzer-Verlehmungen, welche der Göttweigerverlehmung bzw. Ober-Fellabrunner- und Stillfrieder-Verlehmung zeitlich entsprechen.

Woldstedt stellte diese ins Mittelwürm, Büdel aber ins Früh-Würm. Wenn es jedoch zutrifft, daß die Würmeiszeit durch das eben genannte Interstadial zweigeteilt wird, so halte ich es für richtiger, das Interstadial in den Zeitraum zwischen Früh- und Mittelwürm zu stellen.

Der Mittelwürm-Löß wurde in einer kälteren und trockeneren Phase einheitlich und ungegliedert abgelagert. In diesen Abschnitt gehören jene Löße, welche über dem letzterwähnten Interstadial liegen. Dabei werden die schwache sowie die oberste Verlehmung miteingerechnet.

Nach der Ablagerung des Mittelwürm-Lößes wurde dieser oberflächlich bis zu 100 cm Tiefe verlehmt. In einer Kältephase des Spätglazials herrschte außerdem nochmals Erdfließen vor, welches darin die beschriebenen Würgestrukturen verursachte.

Zur Frage, ob die Lößbildung während des ganzen Glazials oder nur während einer Phase desselben stattgefunden habe, liefern unsere Untersuchungen die folgenden Ergebnisse:

Löß-Stratigraphie in der Schweiz

Postglazial:	Verwitterungserde
Spätwürm:	Vorherrschen des Erdfließens. Lößbildung?
Mittel/Spätwürm:	Interstadiale Verlehmung
Mittelwürm:	Hauptphase der Lößbildung: Lößbildung / Wärmeschwankung = schwache Verlehmung / Lößbildung
Früh/Mittelwürm:	Interstadiale Bodenbildung
Frühwürm:	Lößbildungsphase
Basis:	Fließlöß
Riß/Würm:	Interglaziale Bodenbildung
Riß III:	Lößbildung?
Riß II/III:	Verwitterungszeit?
Riß II:	Lößbildung
Riß I/II:	Interglaziale Verwitterung
Riß I:	Hochterrassenschotter

In der Schweiz setzte die Lößbildung im Frühglazial ein und erreichte ihren Höhepunkt im Hochglazial. Ob auch noch spätglaziale Lößbildung erfolgte, ist aus den Lößprofilen wegen der oberflächlichen Verwitterung und des spätglazialen Erdfließens nicht mit Sicherheit festzustellen.

Literaturverzeichnis

Andreae A. und *Osann A.*, (1893), Löß und Lößlehm bei Heidelberg, ihre Höhenlage und die darin vorkommenden Mineralien. Mitteilungen der Großh. Bad. Geolog. Landesanstalt, II. Bd. XX. *Astm* 1954 (American Society for Testing Materials): Standards, vol. 1954, Method *Astm* D-422-54-T.

Bader Fr. (1925), Beiträge zur Geologie des nordöstlichen Tafeljuras zwischen Aare und Rhein, Diss. Zürich. *Baltzer A.* (1885a), Über ein Lößvorkommen im Kanton Bern. Separatabdruck aus den Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft von Bern, I. Heft; — (1885b), Über den Löß im Kt. Bern. Separatabdruck aus d. Mitt. d. Naturf. Ges. in Bern, III. Heft. *Barbour G. B.* (1935), Recent observations on the Loess of north China in «The Geographical Journal», vol. LXXXVI. No. 1. *Beck P.* (1933), Über das schweizerische und europäische Pliozän und Pleistozän. Eclogae geol. Helv. Vol. 26, No. 2. *Behr J.* und *Kohler R.* (1930), Beitrag zur praktischen Auswertung der Bodenanalyse. Mitteilungen aus dem Laboratorium der Preuß. L.A., Heft 11, Berlin. *Berg L.* (1932), Löß als Produkt der Verwitterung und Bodenbildung. Transact. II. Intern. Conf. Assoc. Quatern. 1, Leningrad. *Berger F.* (1932), Zur Gliederung des Schlesischen Lößes, Centralbl. f. Min. Geol. Pal. Abt. B. *Bloesch E.* (1911), Die große Eiszeit in der Nordschweiz. Beitr. Geol. Karte Schweiz, NF 31. *Bordes Fr.* (1954), Les limons quaternaires du Bassin de la Seine. Arch. Inst. Paläont. Humaine, Mém. 26, Paris; — und *Müller-Beck Hj.*, (1956), Zur Chronologie der Lößsedimente in Nordfrankreich und Süddeutschland. Germania 34, S. 199-208. *Brandtner F.* (1950), Über die relative Chronologie des jüngeren Pleistozäns Niederösterreichs. Archaeologia Austriaca, Heft 5; — (1954), Jungpleistozäner Löß und fossile Böden in Niederösterreich. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1956), Lößstratigraphie und paläolitische Kulturabfolge in Niederösterreich und in den angrenzenden Gebieten. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ. *Breddin H.* (1926), Löß, Flugsand und Niederterrasse am Niederrhein. Jahrb. Pr. Geol. Landesanst., XLVI; — (1927), Löß, Flugsand und Niederterrasse im Niederrheingebiet, ein Beitrag zur Frage der Entstehung des Lößes. Geol. Rundschau, 18; — (1931), Flußterrassen und Löß am Niederrhein. Zt. Dtsch. Geol. Ges., 83. *Brockmann-Jerosch H.* (1909a), Die fossilen Pflanzenreste des glazialen Deltas bei Kaltbrunn (bei Uznach, Kanton St. Gallen) und deren Bedeutung für die Auffassung des Wesens der Eiszeit. Jahrbuch der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft für 1909; — (1909b), Das Alter des schweizerischen diluvialen Lößes. Vierteljahresschrift der Naturf. Ges. in Zürich. *Brückner E.* und *Penck A.* (1909), Die Alpen im Eiszeitalter, II. Bd., S. 453, Leipzig. *Brunnacker K.* (1954), Löß und diluviale Bodenbildungen in Südbayern. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1956a), Würmeiszeitlicher Löß und fossile Böden in Mainfranken. Geologica Bavarica, Nr. 25; — (1956b), Das Lößprofil von Hörlkofen/Obb. Neues Jb. Geol. Paläont. Mh. 1956, Stuttgart; — (1956c), Das Lößprofil in Kitzingen (Unterfranken). Ein Beitrag zur Chronologie des Paläolithikums. Germania 34; — (1956d), Regionale Bodendifferenzierungen während der Würmeiszeit. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — und *M.* (1956e), Die Molluskenfauna einiger Lößprofile im Donautal. Geol. Bl. NO-Bayern 6, Erlangen; — (1957a), Bemerkungen zur Feinstgliederung und zum Kalkgehalt des Lößes. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1957b), Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern. Geol. Bavarica, München; — (1957c), Geologische Karte von Bayern 1:25 000 Nr. 7142 Straßkirchen mit Erläuterungen. München. *Bryan K.* (1945), Glacial Versus Desert origin of Loess. American Journal of Science, Vol. 243, Pp. 245-248. *Buedel J.* (1937), Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung im ehemals nicht vereisten Teil Mitteleuropas. Pet. Mitt. Ergh. 229; — (1944), Die morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet. Klimaheft Geolog. Rdsch. Bd. 34, H. 7/8; — (1948a), Die klimamorphologischen Zonen der Polarländer. Erdkunde 2; — (1948b), Neue Wege der Eiszeitforschung. Erdkunde 2/3; — (1949), Die räumliche und zeitliche Gliederung des Eiszeitalters. Die Naturwissenschaften 36, Berlin; — (1950), Die Klimaphase der Würmeiszeit. Die Naturwissenschaften 37, Berlin; — (1951), Die Klimazonen des Eiszeitalters. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1953), Die «periglazial»-morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas auf der ganzen Erde. Erdkunde 4; — (1960), Die Gliederung der Würmkaltzeit, Würzburger Geographische Arbeiten, Würzburg. *Bugmann E.* (1956), Eiszeitformen im nordöstlichen Aargau. Diss., Universität Zürich, Aarau. *Bulla B.* (1938), Der pleistozäne Löß im Karpathenbecken. Földtani Közlöni 68; — (1939), Die periglazialen Bildungen und Oberflächengestaltungen des Ungarischen Beckens. Földrajzi Közlemények.

Cailleux A. (1943), Distinction des sables marins et fluviatiles. Bull. Soc. Géol. Fr., 5s, 13; — (1945), Sur quelques sables et grès de la région de Barcelone. Miscelanea Almera, Ia parte, 65-78, Barcelone; (1952), Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihrer Bedeutung für die Paläoklimatologie, Geol. Rdsch., 40. Bd., Heft 1, 2. Klimaheft, Stuttgart. *Chelius C. (1892),* Ist eine Conchylienfauna des echten Lößes bekannt? Notizblatt des Ver. f. Erdkunde und der Großh. geol. Landesanst. zu Darmstadt.

Dahl Fr. (1925), Die Tierwelt Deutschlands (I), Jena. *Deecke W.* (1917), Geologie von Baden, 2. Teil; — (1918), Kritische Studien zu Glazialfragen Deutschlands. Zeitschr. f. Gletscherkunde. Bd. XI, Heft 1/2; — (1928), Flechtenrasen im Löß. Zt. Dtsch. Geol. Ges. 80. *De Quervain F.* und *Gschwind M.* (1934), Die nutzbaren Gesteine der Schweiz, Bern. *De Vries Hl.* (1958), Radiocarbon Dates for upper Eem and Würminterstadial samples. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ; — (1959), Radiocarbon dating of the fossile soils at Ober-Fellabrunn. Proc. Kon. ned. Akad. Wet. Amsterdam (B) 62. *Dewers F.* (1932), Flottsandgebiete in Nordwestdeutschland, ein Beitrag zum Lößproblem. Abb. Nat. Verein, Bremen; — (1934), Probleme der Flugsandbildung in Nordwestdeutschland. Abh. Nat. Ver. Bremen 29, (1934/35); — (1941), Das Diluvium. In: Gripp, K.; Dewers F. und Overbeck F., Das Känozoikum in Niedersachsen. (Geol. und Lagerstätten, 3, Oldenburg. *Doeglas D. J.* (1946), Recherches granulometrique aux Pays-Bas, De Ingenieur, Nr. 147; — (1949), Loess, an eolian product. J. Sedim. Petrol. 19. *Duecker A.* (1937), Über Strukturböden im Riesengebirge. Zeitschr. deutsch. Geol. Ges. 89; — (1954), Die Periglazial-Erscheinungen im holsteinischen Pleistozän. Göttinger geograph. Abhandl., Göttingen. *Du Pasquier L.* (1891a), Über die fluvioglazialen Ablagerungen der Nordschweiz. Beiträge z. geol. Karte der Schweiz, zweite Serie, Nr. 1; — (1891b), Karte der fluvioglazialen Ablagerungen in der Nordschweiz, Blatt 11, 1:100 000. (NF, Liefg. 1); — (1891c), Der Niederterrassenschotter außerhalb der inneren Moränen, Blatt 12, 1:250 000. (NF, Liefg. 1).

Ebers E. (1955), Hauptwürm, Spätwürm, Frühwürm und die Frage der älteren Würmschotter, Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1960), Drumlinkerne, ältere Würmschotter und das Würm-Interstadial-Profil von Hörmating/Obb. Eiszeitalter und Gegenwart. Oehringen/Württ. *Engelhart W. v.* (1940), Die Unterscheidung wasser- und windsortierter Sande auf Grund der Korngrößenverteilung. Chemie d. Erde 12. *Erb L.* (1931), Geologische Karte von Hilzingen, 1:25 000, Blatt 146. Erläuterungen von L. Erb mit einem prähistorischen Beitrag von G. Kraft und K. Sulzberger. (Geol. Karten des Grenzgebietes Baden/Schweiz); — (1936), Zur Stratigraphie des mittleren und jüngeren Diluviums in Südwestdeutschland und dem schweizerischen Grenzgebiet. Mitt. Bad. Geol. Landesanst. Freiburg. *Erni A.* und *Jeannet A.* (1913), Geologische Karte der Schweiz 1:100 000, Blatt VIII, Aarau-Luzern-Zug-Zürich, 2. Aufl., mit Erläuterungen Nr. 17. *Erni A.* (1943), Ein neues Lößvorkommen am Südfuß des Born bei Ruppoldingen und westlich Aarburg, mit Bemerkungen über den Löß von Olten und Aarau. Mitt. d. Aarg. Naturf. Ges. XXI. Heft, Aarau. *Escher von der Linth A.* (1856), Der Löß des st. gallischen Rheintales. Vierteljahresschr. d. Naturf. Ges. in Zürich.

Fauler W. (1936), Der Löß und Lößlehm des Schwarzwaldrandes zwischen Achern und Offenburg. Neues Jahrbuch f. Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Beil. Bd. 75B, Stuttgart. *Felgenhauer F., Fink J.* und *De Vries H.* (1959), Studien zur absoluten und relativen Chronologie der fossilen Böden in Österreich. 1. Ober-Fellabrunn. Archaeologia Austriaca 25, Wien. *Fink J.* (1953), Prinzipielle Fragen bei der Erforschung fossiler Böden in österreichischem Löß. Vh. Inqua Rom-Pisa; — (1954), Die fossilen Böden im österreichischen Löß. Quartaer 6; — (1955a), Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich; Verh. geol. Bundesanst., Sonderheft; — (1955b), Verlauf und Ergebnisse der Quartärexkursion in Österreich, Mitt. Geogr. Ges. Wien 95; — (1956a), Zur Systematik fossiler und rezenter Lößböden in Österreich. Vh. VI. Int. Bod. Kongress Paris; — (1956b), Zur Korrelation der Terrassen und Löß in Österreich. Eiszeitalter und Gegenwart. Oehringen/Württ.; — (1958), Die Böden Österreichs. Mitt. Geogr. Ges. Bd. 100, Wien. *Flohn H.* (1953), Studien über die atmosphärische Zirkulation in der letzten Eiszeit. Erdkunde 4. *Forcart L.* (1947), Schnecken und Muscheln. Bern. Förster B. (1892a), Geologischer Führer für die Umgebung von Mülhausen i. E. Beilage 2. Programm des Gymn. zu Mülhausen; — (1892b), Übersicht über die Gliederung der Geröll- und Lößablagerungen des Sundgau. Mitt. d. Geol. Landesanst. Elsaß-Lothringen, Bd. III; — (1899), Jüngerer Löß auf der Niederterrasse, Mitt. d. Geol. Landesanst. von Elsaß-Lothringen, Bd. V, Heft 1, (Profil II und S. 57). *Fraenzle O.* (1960), Interstadiale Bodenbildungen in oberitalienischen Würm-Lößen. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ. *Freising* H. (1951), Neue Ergebnisse der Lößforschung im nördlichen Württemberg. Jh. geol. Abt. Württ. Statist. L.-Amt, I; — (1953), Gibt es in Hessen drei Würm-Löße? Jahresbericht und Mitt. Oberrh. Geol. Ver. NF. 35. *Früh J.* (1899a), Der postglaziale Löß im st. galler Rheintal mit Berücksichtigung der Lößfrage im allgemeinen. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. in Zürich, Jahrg. XLIV; — (1899b), Über postglazialen, intramoränischen Löß (Lößsand) im schweizerischen Rhonetal. Eclogae geol. Helv. 1899-1900, Tome VI; — (1903), Über postglazialen, intramoränischen Löß (Lößsand) bei Andelfingen, Kt. Zürich. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. in Zürich, Jahrg. XLVIII; — (1904), Notizen zur Naturge-

schichte des Kantons St. Gallen. Jahrb. d. St. Gallischen Naturwissenschaftl. Gesellschaft für 1903. St. Gallen.

Ganssen R. (1922), Die Entstehung und Herkunft des Lößes. Mitt.aus d. Laboratorium der Preuss. Geol. L. A. Heft 4, Berlin. *Geyer D.* (1896), Unsere Land- und Süßwassermollusken. Stuttgart; — (1923), Die Quartärmollusken und die Klimafrage. Palaeont. Z. 5, Berlin. *Götzinger G.* (1935), Zur Gliederung des Lößes, Laimen- und Humuszonen im Viertel unter dem Manhartsberge. Verh. Geol. Bundesanstalt, 8/9; — (1936), Das Lößgebiet um Göttweig und Krems an der Donau. Führer F. d. III. Inqua-Kongreß in Wien, Bd. I., Wien. *Grahmann R.* (1927), Zum Vortrag von Herrn Dr. Breddin: Löß, Flugsand und Niederterrasse im Niederrheingebiet. Geol. Rundschau, Bd. 18, Heft 4; — (1932a), Der Löß in Europa, Mitt. Ges. Erdkunde, Leipzig; — (1932b), Über Herkunft und Entstehung des Lößes in Mitteleuropa. Bulletin of the Information Service of the Association for the study of the european Quaternary. H. 3/4, Leningrad; — (1951), Begriffe in der Quartärforschung. Eiszeitalter und Gegenwart. Oehringen/Württ. *Graul H.* (1952), Bemerkungen zur Würmstratigraphie im Alpenvorland. Geologica Bavarica. *Greppin E.* (1908), Geologische Karte des Blauenberges südlich Basel, 1:25 000. Mit Erläuterungen Nr. 7. Beiträge zur Geol. Karte der Schweiz, Spezialkarte Nr. 49. *Groß H.* (1955), Weitere Beiträge zur Kenntnis des Spätglazials. Eiszeitalter und Gegenwart. Oehringen/Württ; — (1956), Das Göttweiger Interstadial, ein zweiter Leithorizont der letzten Vereisung. Eiszeitalter und Gegenwart. Oehringen/Württ.; (1958), Die bisherigen Ergebnisse von C^{14}-Messungen und paläontologischen Untersuchungen für die Gliederung und Chronologie des Jungpleistozäns in Mitteleuropa und den Nachbargebieten. Eiszeitalter und Gegenwart. Oehringen/Württ.; — (1959), Noch einmal: Riß oder Würm? Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; (1960), Die Bedeutung des Göttweiger Interstadials im Ablauf der Würm-Eiszeit. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ. *Günther E. W.* (1953a), Feinstratigraphische Untersuchung eines Lößprofiles von Regel am Keiserstuhl. N. Jb. Geol. Paläont.; — (1953b), Feinstratigraphische Untersuchung von Lößprofilen. Actes du IV Congrès International du Quaternaire, Rom; — (1953c), Feinstratigraphische Studien III. Methoden zur Untersuchung von Lößen. N. Jb. Geol. Paläont., Mh., Stuttgart; — (1954), Feinstratigraphische Untersuchung eines Lößprofils von Murr (Landkreis Ludwigsburg). Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ. *Gutzwiller A.* und *Schalch F.* (1883), Geologische Beschreibung der Kantone St. Gallen, Thurgau und Schaffhausen. (Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. Erste Serie Nr. 19. 1. Teil: Gutzwiller A., Molasse und jüngere Ablagerungen. 2. Teil: Schalch F., Das Gebiet nördlich vom Rhein (Kanton Schaffhausen, Höhgau und Schienerberg); — (1892), Die tertiären und pleistozänen Ablagerungen der Umgebung von Basel. Bericht über die XXV. Versammlung des Oberrh. Geol. Vereins zu Basel; — (1894a), Die Diluvialbildung der Umgebung von Basel. Verh. d. Naturf. Ges. Basel, Bd. X; — (1894b), Der Löß mit besonderer Berücksichtigung seines Vorkommens bei Basel. Wiss. Beil. z. Ber. d. Realschule zu Basel 1893-1894; — (1901a), Zur Altersfrage des Lößes. Verh. d. Naturf. Ges. in Basel, Bd. XIII., H. 2; — (1901b), Der Löß des Hohröderhübels und der Wittenheimer Sandlöß. Bericht über d. 34. Vers. d. Oberrheinischen Geol. Vereins in Diedenhofen; — (1912), Die Gliederung der diluvialen Schotter in der Umgebung von Basel. Verh. d. Naturf. Ges. zu Basel, Bd. XXIII; — und *Greppin Ed.* (1916), Geologische Karte von Basel. Erster Teil: Gempenplateau und unteres Birstal, 1:25 000. Mit Erläuterungen Nr. 18; — und *Greppin Ed.* (1917), Geologische Karte von Basel. Zweiter Teil: S-W Hügelland mit Birsigtal, von A. Gutzwiller, 1:25 000. Mit Erläuterungen Nr. 19. (Beiträge zur Geologie der Schweiz. Spezialkarte Nr. 83. Mit Erläut. Nr. 19.

Haring A., De Vries A. E. und *De Vries H.* (1958), Radiocarbon Dating up to 70 000 years by Isotopic Enrichment. Science 128. *Harrassowitz H. L. F.* (1930), Fossile Verwitterungsdecken, Handbuch der Bodenlehre 4, Berlin; — (1931), Die chemische Zusammensetzung der Löße. Zeitschrift der Deutschen Geol. Ges. 83, Stuttgart. *Härri H.* (1932), Löß- und pollenanalytische Untersuchungen am Breitsee (Möhlin, Aargau). Mitt d. Aarg. Naturf. Ges. Heft XIX. *Häusler H.* (1938), Ein Beitrag zur Lößfrage. Zbl. f. Min., Geol. und Paläont. A, Stuttgart; (1940), Zur Bestimmung des Abrollungsgrades. Zbl. f. Min., Geol. u. Paläont. B, Stuttgart. *Heim Arnold* und *Oberholzer J.*, Geologische Spezialkarte Nr. 80, Alvierkarte 1 : 25 000. *Heim Albert* (1919), Geologie der Schweiz. 1. Molasseland und Juragebirge. Leipzig; — (1931a), Geologie des Rheinfalls; — und *Hübscher J.* (1931b), Geologische Karte des Rheinfalls 1:10 000. *Hescheler K.* und *Kuhn E.* (1949), Die Tierwelt in der «Urgeschichte der Schweiz». I. Bd., Frauenfeld. *Hobbs W. H.* (1931), Loess, pebble band, and boulders from glacial outwash of the continental glacier. Journal of Geology 39, Chicago. *Höhl G.* (1958), Zur Frage der Entstehung des Gaustädter Profils (Franken). Mitt. d. Geograph. Ges.Wien, Bd. 100, Heft 1/2, Wien. *Holzer H.* (1952), Ein Beitrag zur Frage nach der Herkunft des Lößes, auf sedimentpetrograph. Grundlage Zeitschr. für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. II, Heft 1, Innsbruck. *Hug J.* (1905a), Kaiserstuhl. Geologische Aufnahme von Siegfriedblatt 26, 1:25 000. (N.F., Liefg. 15); — (1905b), Geologische Karte des Rheinlaufes unterhalb Schaffhausen, 1 : 25 000. (N.F., Liefg. 15; — (1907), Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich und der angrenzenden Landschaften. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz 1:25 000, NF., XV., Bern; — (1909), Die Zweitei-

ligkeit der Niederterrasse im Rheintal zwischen Schaffhausen und Basel. Zeitschrift f. Gletscherkunde III, Berlin.

Jaccard Aug. und *Müller Alb.* (1874), Geologische Karte der Schweiz, 1 : 100 000, Blatt II, Belfort-Basel (Livr. 8). *Jenny Fr.* (1889), Über Löß und lößähnliche Bildungen in der Schweiz. Mitt. d. Naturf. Ges. in Bern. *Jentzsch* (1872), Das Quartär der Gegend um Dresden, Zeitschrift für die gesamte Naturwissenschaft XL, 1.

Kadar L. (1960), Climatical and other Conditions of Loess Formation. Studies in Hungarian Geographical Sciences, Budapest. *Kaiser K.* (1960), Klimazeugen der periglazialen Dauerfrostbodens in Mittel- und Westeuropa. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ. *Kehrer L.* (1923), Beiträge zur Kenntnis der Geologie von Olten-Aarburg und Umgebung. Mitt. d. Aarg. Naturf. Ges., Heft XVI. Diss. Universität Zürich. *Keilhack K.* (1920), Das Rätsel der Lößbildung. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges. 72, Stuttgart. *Kirchheimer F.* (1932), Über ein Vorkommen von Lithospermum officinale L. foss. im jüngeren Löß Rheinhessens. Centralblatt f. Min., Geol. u. Paläont. Abt. B, Stuttgart. *Klimaszewski M.* (1959), Bemerkungen und Gedanken zu Studien über die Periglazial-Erscheinungen in Mitteleuropa. Ztschr. f. Geomorphologie, Heft 1. *Klute F.* (1949), Rekonstruktion des Klimas der letzten Eiszeit in Mitteleuropa auf Grund morphologischer und pflanzengeographischer Tatsachen. Geogr. Rundschau, 1. *Köchlin-Schlumberger J.* (1859), Comparaison chronologique des terrains quaternaires de l'Alsace avec ceux de la vallée du Rhône dans le Dauphiné. Bulletin de la Société Géologique de France, Bd. 16. *Kölbl L.* (1930), Studien über den Löß. Mitt. Geol. Ges. Wien 23; — (1931), Über die Aufbereitung fluviatiler und äolischer Sedimente. Tscherm. Min. petr. Mitt. 41. *Kubiena W. L.* (1953), Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart.

Laatsch W. (1957), Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. 4. Aufl., Leipzig. *Lias R.* (1951), Über den jüngeren Löß in Niederösterreich, Mähren und Böhmen. Ber. Naturf. Ges. Freiburg i. Br.. 41; — (1954), Über den Löß von Unter-Wisternitz (Mähren). Palaeohistoria 2. *Lauterborn R.* (1912), Über Staubbildung aus Schotterbänken im Flußbett des Rheins. Verh. naturhist.-med.Vereinigung Heidelberg. N.F. 11. *Löber H.* (1932), Zur Kenntnis der Lößvorkommen in Mittelfranken. Erlangen. *Lozek V.* und *Kukla J.* (1959), Das Lößprofil von Leitmeritz an der Elbe, Nordböhmen. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ. *Lüdi W.* (1935), Zur Frage des Waldklimaxes in der Nordschweiz. Ber. Geol. Inst. Rübel in Zürich; — (1942), Lößablagerungen auf den Deckenschottern Nordzürichs? Sonderdruck aus: E. Rübel und W. Lüdi, Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1941. Zürich; — (1953), Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich. *Lüttig G.* (1960), Elster-Löß und Holstein-Ton von Northeim (Hann.) Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.

Meigen W. und *Schering H. G.* (1914), Chemische Untersuchungen über Löß und Lehm aus der oberrheinischen Tiefebene. Mitt. d. Großh. bad. geol. Landesamt., Bd. VII, H. 2. *Mensching H.* (1953), Die periglaziale Formung der Landschaft des unteren Werratales. Göttinger geogr. Abh., Heft 14, Göttingen. *Merian P.* (1844a), Beiträge zur Geognosie; — (1844b), VI. Bericht über die Verhandlung der Naturforschenden Gesellschaft in Basel; — (1856), Darstellung der geologischen Verhältnisse des Rheintales bei Basel. (Eröffnungsrede der 41. Versammlung der Schweiz. Naturf. Ges.). *Merzbacher G.* (1913), Die Frage der Entstehung des Lößes. Petermann's Geograph. Mitteilungen, Gotha. *Mösch C.* (1867), Der Aargauer Jura und die nördlichen Gebiete des Kantons Zürich. Beiträge z. Geol. Karte d. Schweiz, 4. Lfg.; — *Stutz U., Merian P.* und Insp. *Vogelsang* (1876), Geologische Karte der Schweiz, 1 : 100 000, Blatt III, Liestal-Schaffhausen, 2. vermehrte Aufl., mit Grenzgebiet. *Mousson A.* (1856), Über den Löß des st. galler Rheintales. Vierteljahrsschr. d. Naturf. Ges. in Zürich, 1. *Mühlberg F.* (1896), Über die erratischen Bildungen im Aargau; — (1878), Zweiter Bericht über die erratischen Bildungen im Aargau. Mitt. Aarg. Naturf. Ges. 1. Heft; — (1885), Die heutigen und frühen Verhältnisse der Aare bei Aarau. Progr. der aarg. Kantonsschule; — (1892), Der Jura zwischen Aarau und Olten. Bericht über die XXV. Versammlung des Oberrh. geol. Vereins zu Basel. Eclogae geol. helv. Vol. III., Nr. 3; — (1896), Der Boden von Aarau. In Festschrift zur Eröffnung des neuen Kantonsschulgebäudes, Aarau; — (1901), Geologische Karte der Lägernkette 1 : 25 000, mit Erläuterungen; — (1905), Geologische Karte des unteren Aare-, Reuß- und Limmattales 1 : 25 000, mit Erläuterungen; — (1907), Mutmaßlicher Zustand der Schweiz und ihrer Umgebung während der Eiszeit. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges.,Freiburg; — (1908), Geologische Karte der Umgebung von Aarau 1 : 25 000, mit Erläuterungen; — (1911), Der Boden des Aargaus. Mitt. Aarg. Ges.; — und andere (1913a), Geologische Karte der Schweiz 1 :100 000. Blatt 8, des Schweiz. Dufouratlasses, mit Erläuterungen Nr. 17, 2. Aufl.; — und *Niggli P.* (1913b), Geologische Karte des Gebietes Roggen-Born-Boowald, 1 : 25 000, mit Erläuterungen ; — (1915), Geologische Karte des Hauensteingebietes 1 : 25 000. Beitr. Spezialkarte Nr. 73. Mit Erläuterungen Nr. 16. *Müller Albert* (1862), Geognostische Skizze des Kantons Basel und der angrenzenden Gebiete. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, 1. Liefg.; — (1884), Geologische Skizze des Kantons Basel und der angrenzenden Gebiete. 2. Aufl. (Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, erste Serie, Nr. 1.). *Müller-Beck H.* (1959), Bemerkungen zur Stratigraphie des mitteleuropäischen Jungpleisto-

zäns. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ. *Münnichsdorfer F.* (1926), Der Löß als Bodenbildung. Geol. Rundschau 17. *Musil R.* und *Valoch K.* (1955), Über die Erforschung der Löße in der Umgebung von Brünn und Mähren. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1957), Ein Vergleich der Löße der Wischauersenke (Mähren) mit den Lößen der angrenzenden Gebiete. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.

Narr K. J. (1951), Terrassen, Löße und paläolitische Kulturen. Germania 29, Berlin; — (1953), Riß oder Würm? Germania 31, Berlin; — (1959), C^{14}-Daten und die Gliederung des Jungpleistozäns. Forsch. u. Fortschr. 33, Berlin; — (1960), Nochmals: C^{14}-Daten und die Gliederung des Jungpleistozäns. Forsch. u. Fortschr. 34, Berlin.

Obrutschew W. A. (1933), Das Lößproblem. Transact. II. Intern. Conf. Assoc. Study Quatern. Period 2, Leningrad-Moskau.

Paschinger H. (1956), Fossilführender Löß im Rhone-Tal. Zeitschr. f. Gletscherkunde und Glazialgeol., Bd. III., Heft 2, Innsbruck. *Poser H.* (1947a), Auftautiefe und Frostzerrung im Boden Mitteleuropas während der Würm-Eiszeit. Naturwiss. 34; — (1947b), Dauerfrostboden und Temperaturverhältnisse während der Würm-Eiszeit im nicht vereisten Mittel- und Westeuropa. Naturwiss. 34; (1948a), Boden- und Klimaverhältnisse in Mitteleuropa während der Würmeiszeit. Erdkunde 1/3; — (1948b), Aeolische Ablagerungen und Klima des Spätglazials in Mittel- und Westeuropa. Sonderdruck aus «Die Naturwissenschaften», Heft 9.; — (1950), Zur Rekonstruktion der spätglazialen Luftdruckverhältnisse in Mittel- und Westeuropa auf Grund der vorzeitlichen Dünen. Erdkunde 1/2; — (1951), Die nördliche Lößgrenze in Mitteleuropa und das spätglaziale Klima. Eiszeitalter und Gegenwart. Oehringen/Württ. *Prosek F.* u. *Lozek V.* (1957), Stratigraphische Übersicht des tschechoslowakischen Quartärs. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.

Rathjens C. (1928), Löß in Tripolitanien. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, Nr. 5/6; — (1951), Über die Zweiteilung der Würmeiszeit im nördlichen Alpenvorland. Petermanns Mitt. II; — *Rathjens C.* (1954), Das Schlernstadium und der Klimaablauf der Späteiszeit im nördlichen Alpenraum. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1955), Zur Frage der Gliederung der Würmeiszeit. Petermanns Mitt. II. *Remy H.* (1960), Der Löß am unteren Mittel- und Niederrhein. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ. *Rollier L.* und *Kissling E.* (1904), Geologische Karte der Schweiz, 1 : 100 000, Blatt VII, Porrentruy-Solothurn, 2e éd. (Livr. 8 et 25). *Rumeau J.* (1954), Géologie de la Région de Payerne, Thèse Fribourg.

Samson P. und *Raedulescu C.* (1959), Beiträge zur Kenntnis der Chronologie des «jüngeren Lößes» in der Dobrudscha (Rumänische Volksrepublik). Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen /Württ. *Sandberger F. von (1890),* Die Conchylien des Lößes am Bruderholz bei Basel. Verh. d. Naturf. Ges. in Basel, VIII. *Sauer A.* (1889), Über die äolische Entstehung des Lößes am Rande der norddeutschen Tiefebene. Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. LXII; — (1893), Zur Lößfrage. Neues Jahrb. f. Min., Geol. und Paläont. Bd. II. *Selzer G.* (1936), Diluviale Lößkeile und Lößkeilnetze aus der Umgebung Göttingens. Geol. Rdsch. 57. *Sherzer W.* (1910), Criteria for the recognition of the various types of sandgrains. Bull.Geol. Soc. Amer., 21. *Sörgel W.* (1919), Löße, Eiszeiten und paläolitische Kulturen .Jena; — (1925), Die Gliederung und absolute Zeitrechnung des Eiszeitalters. Fortschritte der Geologie und Paläontologie, Heft 13, Berlin; — (1939), Das Diluvialsystem. 1. Die geologischen Grundlagen der Vollgliederung des Eiszeitalters. Fortschritte der Geol. und Paläont., Bd. XII, H. 39. *Stingelin Th.* (1903), Über ein im Museum zu Olten aufgestelltes Cranium von Elephas primigenius Blumenbach. Abh. Schweiz. Paläont. Ges. Bd. 29, Nr. 5. *Suter H.* (1939), Geologie von Zürich einschließlich seines Exkursionsgebietes. Zürich. *Szadeczcky-Kardoss E. v.* (1933), Die Bestimmung des Abrollungsgrades. Zbl. f. Min., Geol. undPaläont. B.

Schalch F., Gutzwiller A. und *Schill J.* (1879), Geologische Karte der Schweiz, 1:100 000, Frauenfeld-St. Gallen mit Ausschnitt Rheineck von Blatt V, Blatt IV. (Liefg. 19). *Schalch F.* und *Gutzwiller A.* (1883), siehe unter Gutzwiller A. *Schalch F.* (1912), Geologische Karte von Stühlingen 1 : 25 000, Blatt 144, mit Erläuterungen. (Geol. Karten des Grenzgebietes Baden/ Schweiz, 1 : 25 000); — (1916), Geologische Karte von Wiechs-Schaffhausen, 1 : 25 000, Blatt 145, mit Erläuterungen. (Geol. Karten des Grenzgebietes Baden/Schweiz); — und *Göhringer* (1921), Geologische Karte von Jestetten-Schaffhausen 1 : 25 000, Blatt 158. Erläuterungen von Schalch F. (Geol. Karten des Grenzgebietes Baden/Schweiz); — (1922), Geologische Karte von Grießen, 1 : 25 000, Blatt 157, mit Erläuterungen. (Geol. Karten des Grenzgebietes Baden/ Schweiz.) *Scheidig A.* (1934), Der Löß und seine geotechnischen Eigenschaften. Dresden und Leipzig. *Schmidle W.* (1908), Über äolische Bildungen während des Rückzuges der letzten Vergletscherung. Schriften des Vereins f. Gesch. d. Bodensees, H. XXXVII. *Schmidt C., Buxtorf* und *Preiswerk H.* (1907), Führer zu den Exkursionen der deutschen Geol. Gesellschaft im südlichen Schwarzwald, im Jura und in den Alpen. *Schönhals E.* (1950), Über einige wichtige Lößprofile und begrabene Böden im Rheingau. Notzibl. hess. L. A. f. Bodenforsch. VI. Folge, Heft 1; — (1951a), Fossile gleiartige Böden des Pleistozäns im Usinger Becken und am Rand des Vogelbergs. Notizbl. hess. Landesamt f. Bodenforsch. Wiesbaden, N.F. 6; — (1951b), Über fossile Böden im nichtvereisten Gebiet. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1952a), Er-

gebnisse neuer Untersuchungen an Lößböden des Vogelberges und seiner Randgebiete. Notizbl. hess. Landesamt f. Bodenforsch. VI. Folge, Heft 3; — (1952b), Gesetzmäßige Beziehungen zwischen Körnung und Kalkgehalt des Lößes. Geol. Jb. 66. Hannover; — (1953), Gesetzmäßigkeiten im Feinaufbau von Talrandlößen mit Bemerkungen über die Entstehung des Lößes. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1955), Kennzahlen für den Feinheitsgrad des Lößes. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ. *Schumann H.* (1941), Zur Korngestalt der Quarze in Sanden. Chemie d. Erde, 14. *Schuttleworth* (1844), Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern (S. 196-199). *Schwarzbach M.* (1950), Das Klima der Vorzeit. Stuttgart. *Stehlin H. G.* und *Dubois A.* (1933), La grotte de Cottencher, station monstérienne. 2me partie. Mém. Soc. pal. Suisse, 53, Bâle. *Stremme H.* (1930), Die Böden Deutschlands. In E. Blanck, Handbuch der Bodenlehre 5.

Thiesmeyer L. R. und Wigmann R. E. (1940), Wind-cut-stones in Kansan Drift of Wisconsin. Journ. of Geol., Chicago; — (1942), Discussion: Wind work accompanying and following glaciation. Journ. of Geol., Chicago. *Tschudi R.* (1904), Zur Altersbestimmung der Moränen im untern Wehratale. Diss. Univ. Basel.

Uttinger H. (1948), Niederschlagskarte der Schweiz. Zürich; — (1949), Die Niederschlagsmengen in der Schweiz, 1901-1940, Zürich.

Vendl A., Takats T. und *Foeldvari* (1936), Über den Löß des Börzsöny-Gebirges (Ungarn). Centralbl. f. Mitt., Geol. und Paläont. 75. Beilage-Band. B Stuttgart. *Vink A. P. A.* (1949), Bijdrage Tot De Kennis van Loess en Dekzanden in Het Bijzonder van de Zuidosteldijke Veluwe, «Contribution to the knowledge of Loess and coversands, in particular of the southeastern «Veluwe». Summary in English. Wageningen. *Viret J.* (1954), Le Loess a bancs durcis de Saint-Vallier (Drôme) et sa faune de mammifères villafranchiens. Nouvelles Archives du Muséum d'histoire naturelle de Lyon. Fasc. IV, Lyon. *Von Moos A.* (1959), Oelimprägnationen in der unteren Süßwassermolasse im Kreuzlibergtunnel bei Baden, Kt. Aargau, Schweiz. Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol. und -Ing., Vol. 26, Nr. 70. *Von zur Mühlen L.* (1928), Diluvialstudien am mittelschlesischen Gebirgsrande. Jahrb. d. Preuss. Geol. L. A., Bd. 49, Teil 1, Berlin. *Vosseler P.* (1928), Der Aargauer Jura. Versuch einer länderkundlichen Darstellung. Mitt. der Aarg. Naturf. Ges.

Wahnschaffe F. (1909), Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. III. Aufl., Stuttgart. *Waldschmidt E.* (1932), Wie sind die Lößpuppen entstanden? Centralblatt f. Min., Geol. und Paläont., Abt. B, Stuttgart. *Wang D.* (1928), Beiträge zur Kenntnis der chemischen und mechanischen Beschaffenheit chinesischer Lößböden. Leipzig. *Wendenbach F.* (1952), Gedanken zur Lößfrage. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1956), Über Frostblättrigkeit in Lößen und ihre Entstehung. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ. *Weinberger A. L.* (1944), Frostspalten und Froststrukturen in Schottern bei Leipzig. Geol. Rdsch. 34; — (1954), Die Periglazial-Erscheinungen im österreichischen Teil des eiszeitlichen Salzach-Vorlandgletschers. Göttinger geographische Abhandlungen, Heft 15, Göttingen; — (1959), Die Eiszeit in den Alpen. (II. Vom Werden der Eiszeitkunde und vom Wirken der Eiszeit.) Stuttgart. *Weissermel W.* (1930), Zur Stratigraphie und Tektonik des östlichen Teiles der subherzynen Mulde und ihrer nordöstlichen Nachbargebiete. Pr. Geol. Landesanst. N. F. 125. *Wiegner G.* und *Pallmann H.* (1938), Anleitung zum quantitativen agrikulturchemischen Praktikum. Berlin. *Wittschel L.* (1930), Über Sand- und Staubstürme und ihre Bedeutung für die Morphologie der Erdoberfläche. Zeitschr. f. Geomorphologie, Bd. VI. *Woldstedt P.* (1939), Vergleichende Untersuchungen an isländischen Gletschern. Jahrb. d. Preuss. Geol. Landesanst. 69, Berlin; — (1950), Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. Suttgart; — (1954a), Das Eiszeitalter. Bd. 1, Stuttgart; — (1954b), Saaleeiszeit, Warthestadium und Weichseleiszeit in Norddeutschland. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1954c), Die Klimakurve des Tertiärs und Quartärs in Mitteleuropa. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1956), Über die Gliederung der Würmeiszeit und die Stellung der Löße in ihr. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1958), Eine neue Kurve der Würmeiszeit. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.; — (1960), Die letzte Eiszeit in Nordamerika und in Europa. Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ.

Zeuner F. E. (1954), Riss or Würm? Eiszeitalter und Gegenwart, Oehringen/Württ. *Ziegler K.* (1911), Factors influencing the rounding of sandgrains. Journ. of Geology, Bd. 19. *Zimmermann H.* (1959), Sedimentologische Untersuchungsmethoden für die Geomorphologie, Diplomarbeit, Universität Zürich (gebundenes Manuskript).

Im obigen Verzeichnis nicht aufgeführte Karten:

1. Topographische Karten: Landeskarte der Schweiz, 1:25 000, Blätter: 1031, 1047, 1048, 1049, 1050, 1051, 1052, 1067, 1070, 1071, 1087, 1088, 1089, 1108, 1135, 1155.
1:100 000, Blätter: 26, 27, 31, 32.
1:200 000, Blätter: I, II.

2. Geologische Karte der Schweiz, 1:200 000, Blätter 2, 3.

RESEARCHES ON LOESSES OF THE NORTHERN PART OF SWITZERLAND

Based on field-work and laboratory analysis an attempt is made to outline the distribution of loesses in northern Switzerland. The occurence of the loess is restricted to the foreland of the Alps. The region can be subdivided into two subregions on the basis of differences in the development of loesses and fossil soils. These sub-regions are: the dry Basel-region and the humid Aaretal-region. The typical sequence of soils, observed in most sections might be correlated as follows: a bottom-soil is deeply weathered and intensively coloured. This layer corresponding to the last genuine Riss/Würm-Interglazial, overlays either the High-Terrace or the Riss II-ground moraenes or the Riss II-loesses. The Interglacial is overlain by three Würm-loesses separated by one big fossil soil and by one thin loamification. On account of faunal evidence the loess of the first cold phase of the Würm-glaciation has been deposited during slight maritime climatical conditions. The first Interstadial of the Würm-Glaciation was marked by the influence of moderately warm climatical conditions. With the beginning of the dry continental loess accumulation a decimation of faunal species set in. During the second Interstadial very slightly warmer conditions prevailed. It could be indicated as a very brief interval and did not have morphological effects. The recent soil is about 100-150 cm deep. It was affected by solifluction in the late Würmphase. In consideration of the numerous observations and finds, the threefold divison of the Würm-Glaciation can be clearly discerned. The Riss-Glaciation can be divided into two stages separated by a fully temperated and longer Interglacial.

A comparison was made with typical loess-sections from Germany, Austria and Czechoslovakia.

DIE TOURS DE CAROL

Eine Burgenlandschaft in den Ostpyrenäen

WILLY MEYER

Als 1659 der auf der Fasaneninsel im baskischen Grenzfluß Bidassoa geschlossene Pyrenäenfrieden, der Spaniens Großmachtstellung endgültig brach, die Gebietsverteilung im Pyrenäenraum so regelte, wie sie heute noch besteht, entschied sich auch das Schicksal der kleinen Landschaft im Westen des Roussillons, der Cerdagne: Frankreich erhielt dreiundreißig cerdanische Ortschaften, die restlichen blieben spanisch. Das Gebiet hatte damals nicht geringe strategische Bedeutung. 1681 baute Vauban in 1586 m Höhe an einem Punkt, der drei Täler, die Cerdagne, das Capcir und das Conflent, beherrschte, die Festungsstadt Mont-Louis. Heute hat sie nur noch Sehenswürdigkeitsrang und wird von den zahlreichen Fremden besucht, die im 1800 m hoch gelegenen Font-Romeu, unweit der noch etwas höheren altehrwürdigen Einsiedelei, sommers und winters die prächtige Natur und die reine, würzige Luft genießen.

Westlich von dieser dem Fremdenverkehr erschlossenen Zone, die in der mit dem Carlit, 2921 m, gipfelnden Berggruppe auch mannigfache Tourenmöglichkeiten gewährt, verläuft eine wichtige Autostraße, die Route Nationale 20, die hier vom internationalen Eisenbahnknotenpunkt Latour-de-Carol zum Col de Puymorens, 1915 m, ansteigt. Der Col de Puymorens ist Wasserscheide: die Wasserläufe fließen nach Norden der Ariège und der Garonne, nach Süden dem Sègre und dem Ebro zu. Von der Paßhöhe zweigen zwei vielbefahrene Wege ab: nordwärts der ins Pays de Foix, westwärts, über den Port (vom lateinischen porta!) d'Envalira, 2407 m, derjenige nach Andorra.

Nicht ganz halbwegs zwischen Latour-de-Carol und dem Col de Puymorens, in außerordentlich pittoresker, wilder, ursprünglicher Umgebung, erheben sich über dem ungestüm einherbrausenden Carol-Bach und einem winzigen, wettergrauen Dörflein, auf isoliertem Hügel, zwei Wehrtürme und Mauerwerke, Überreste einer Burg, von der aus das nicht sehr breite Hochtal unschwer abgeriegelt werden konnte. Im Südwesten bildet den Talschluß ein mächtiges, als breiter, in zwei Gipfeln endender Kamm wirkendes Gebirge, der Campcardos, dessen höchste Erhebung, der Pic de