

Vierteljahrsschrift
der
Naturforschenden Gesellschaft
in ZÜRICH.

Unter Mitwirkung der Herren
Prof. Dr. A. HEIM und Prof. Dr. A. LANG
herausgegeben von
Dr. FERDINAND RUDIO,
Professor am Eidgenössischen Polytechnikum.

Sonderabdruck aus Jahrgang XLIV 1899.

Der postglaciale Löss im St. Galler Rheinthal
mit Berücksichtigung der Lössfrage im allgemeinen.

Von
J. Früh.

Druck von Zürcher & Furrer in Zürich.

Der postglaciale Löss im St. Galler Rheinthal mit Berücksichtigung der Lössfrage im allgemeinen.

Von
J. Früh.

Der Löss im St. Galler Rheinthal ist von Escher v. d. L. entdeckt worden. Nach seinen Angaben und mit spezieller Berücksichtigung der Fauna schrieb Mousson 1856 eine Abhandlung darüber im I. Jahrgang dieser Zeitschrift pag. 242 ff. Seither sind Jenny¹⁾ und Baltzer²⁾ darauf zurückgekommen. Piperoff³⁾ erwähnt des Lösses zwischen Tardisbrücke und Chur, ohne der Funde von Brugger und Favre zu gedenken. Die folgenden Zeilen versuchen, eine Gesamtdarstellung der Erscheinung zu geben und zwar mit Bezug auf die ganze Lössfrage und die damit verknüpften Klimaschwankungen.

I. Verbreitung des Löss.

A. Westlich des Rheins.

1. In einem Steinbruch bei der Löwenburg in Oberbüchel, in der das linke Rheinufer NE Sennwald hart berührenden Kreidefalte (Bl. 239 der top. Karte der Schweiz) beobachtete ich zuerst folgendes Profil:

1—2 m gelbbraune, poröse, lössartige Erde, oben mehr oder weniger verlehmt.

An der Basis geritzte Kalkgewölbe, Amphibolit, Gneiss. Anstehendes Urgon, mehr oder weniger eben, wahrscheinlich ge-

¹⁾ Ueber Löss und lössähnliche Bildungen in der Schweiz, Mitt. d. nat.-Ges. Bern 1889, pag. 115—154.

²⁾ ib. 1891 pag. 89.

³⁾ Geol. d. Calanda in Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz, neue Folge, Lief. VII 1897, pag. 55.

schliffen. Der Aufschluss war etwas verschüttet. Die Basis ist Moräne. Die poröse Erde ist kein verwitterter Glacialschutt, kann kein Auslaugungsrückstand von Urgon oder Gault sein, erinnert auf den ersten Blick an Löss.

2. Von Altendorf südlich Buchs (Bl. Buchs!) gegen Flat reisend, sieht man oben auf dem Gaultfelsen Erraticum durch gelblichen Lehm bedeckt; Löss? Dies ist nicht unwahrscheinlich; denn Escher erwähnt „lössartigen Lett“, ohne Conchylien, von der Südspitze des Runkelshügels bei Altendorf (Punkt 517 m Bl. Buchs No. 255).

3. Im Oberdorf Sevelen (Bl. 257) nach Guger wandernd, trifft man Löss schon am Hügel 522 und später an einem korrigierten, den Isolypsen ziemlich parallel laufenden Weg in südlicher Richtung bis „zwischen den Steinen“, 50—70 m über der Thalsole. Wiederholt traf ich ihn hier direkt auf vom Gletscher geschliffenem Aptien in einer Mächtigkeit von 0,3—0,6 m, stellenweise Erratica des Rheingletschers einschliessend. Die Ritzen waren nicht mehr vorhanden wegen der Porosität des Lösses. Etwas südlicher, in ca. 490 m, oberhalb Punkt 479 der Karte, steht er 0,8 m bis 1 m mächtig an.

4. Umgebung der alten Ziegelhütte südlich Sevelen (Bl. 257). a) An der ersten Krümmung der Strasse von Plattis nach Oberschan, in Punkt 494 m, d. h. ca. 33 m über dem Rheinthal, findet sich typischer Löss in 1,5—2 m aufgeschlossen, ungeschichtet, tadellos porös, ab und zu Bruchstücke des benachbarten Gebirges einschliessend und zwischen die eckigen, grossen Blöcke des Gehängeschuttes so verteilt wie staubiger Schnee.

Es ist dies offenbar die von Escher (Tagebuch VIII, pag. 638) erwähnte, mit folgenden Worten charakterisierte Stelle: „Gelblicher, ganz lössartiger Sand zwischen Trümmern am Berg“, „echter Löss“.

b) Ueber das Vorkommen von Löss südlich der alten Ziegelhütte, für die er früher abgebaut wurde, verweise ich auf die Beschreibung Eschers bei Mousson und diejenige von Jenny pag. 26. Schon Escher hebt die Verbreitung in Klüften des Schrattenkalks hervor.

5. Löss findet sich auf der ganzen Ostabdachung der Hügel von Plattsnas über Maior, Minor und Lone bei

Weite, Gemeinde Wartau, bis auf 550—560 m, d. h. 60—90 m über der Rheinebene. Dagegen beobachtete ich ihn nicht auf dem „Herrenfeld“ westlich der Ruine Wartau in ca. 612 m. Das oben vorherrschend fluvioglaciale Quartär ist dort auf 0,3—0,4 m mit einer rotbraunen Verwitterungsschicht bedeckt.

Die ganze Landschaft ist voll Rundhöcker. Westlich Maior und nördlich Minor sind glaciale Abflussrinnen, z. T. wieder vom Eis ausgeschliffen. Besonders schön ist der durch Escher klassisch gewordene „Hohlweg“ zwischen Minor und Maior.

a) Jenny und Baltzer bestätigen im Wesentlichen die Angaben von Escher (s. bei Mousson). Baltzer giebt vom westlichen Ausgang folgendes Profil:

Sandiger Löss, z. T. durch Vegetation verdeckt, ungeschichtet.

3' lehmiger Sand.

2'' Lehm.

1' Sand.

1/2' Lehm.

Grundmoräne.

Schon Escher (Tagebuch VIII, 639) fand den Aufschluss nicht ganz klar. Noch 1898 waren die SW-Gehänge des Maior mehr oder weniger mit Vegetation bedeckt, u. a. auch mit dem Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*). Ich fand 0,5—0,6 m gelbbraunen, fein porösen Löss, ungeschichtet und nach unten unklar in die schon von Escher erwähnte Grundmoräne übergehend. Die Gehänge sind schüttig, mehr oder weniger verrutscht.

b) Auf der Ostseite der Lone hat man in dem vor 30 Jahren betriebenen und auf den Blättern 257 und 268 eingezeichneten Steinbruch folgendes Profil:

2,5 m Löss.

Angeschliffener Gaultsandstein. Moräne als Zwischenstufe nicht sichtbar (vgl. Jenny l. c. pag. 135.)

c) Wenig südlich davon, etwa in „sse“ des Wortes „Schär-giesse b.“ auf Bl. 268 ruht Löss direkt auf horizontal angeschliffenem Gault.

6. Nach Escher, Tagebuch X, 2113 (1859), giebt es am Weg N Murris und dem Fuss der Weinberge Bänder von Löss.

7. Mit Löss übersät ist die ganze rundbucklige Halbinsel Fontnas-Seidenbaum (Bl. 268).

a) Von Weite der Strasse nach Fontnas folgend, kommt man zu einem alten Steinbruch. Hierüber finden sich in Eschers Tagebuch X, 2111 (1859) folgende Notizen: „Im Abstiege (von Fontnas) gegen Weite unter 589 m wieder Löss, dann 30—40' hoher Lösssand-Abriss mit Helix und zahlreichen eingeschlossenen Bruchstücken des in der Nähe anstehenden Schiefers.“ Jenny, pag. 133, schreibt von 6—8 m Löss. Ich notierte nur 1—0,5 m, direkt auf Fels. Mir scheint es überhaupt, dass die übrigen Beobachter eine auf einer schrägen Böschung liegende Lössdecke oft als direkte Mächtigkeit genommen haben möchten. Nie habe ich so mächtige Aufschlüsse konstatieren können.

b) Auf den Ostgehängen der Halbinsel, von Scherm nach Seidenbaum sind viele auf die Ferne wirkende gelbe Lössanrisse, kleine Schlipfe, zum Teil direkt auf Fels.

c) Im Dorf Fontnas dient Lösssand zur Mörtelbereitung. Auf dem Hügel 607 m, NW Fontnas, d. h. 132 m über der Rheinebene, kann noch 0,2—0,3 m glimmerhaltiger, sandiger Löss erkannt werden. In den Reben beim Dörflein ist er schon mächtiger. NW 571 m südlich der Ortschaft schon 0,3—0,4 m, gemischt mit Erraticum.

d) Escher (Tagebuch X 2109 ff.) beobachtete Löss quer über den Hügel bei Seidenbaum gehend, auf der Westseite, fast auf der Höhe, ohne Schnecken, „dann dem Fuss des Hügels (Westseite) entlang bis zur Einsattelung, die nach Fontnas führt.“ Hier fand ich am neuen Strässchen von Azmoos-Fontnas SE Plattenkoff 587 m:

0,5—1 m Löss mit *Helix nemoralis*.

0,2—0,3 m typische Grundmoräne.

SE—NW geschliffenes, anstehendes Neocom.

Hinuntersteigend zum Mühlbach trifft man auf dem ganzen Gehänge Löss, offenbar zum Teil abgeschwemmt und scheinbar 3 m mächtig. Westlich der Mühlebachbrücke bei den Azmooser Fabriken ruht lössartiger Sand auf Moräne in 495 m.

8. Ueber das Vorkommen am Schollberg, der zweiten Hauptstelle nebst Wartau, sei zunächst auf Eschers Bericht bei Mousson verwiesen. Sehr beachtenswert sind die Aufzeichnungen im Tagebuch III, 182 (1855): „Bei den letzten Steinbrüchen (von Sargans herkommend!) zunächst südwestlich von Trübbach zeigt sich die etwa 25—30' hohe Kalkwand, bedeckt mit wohl 30—40'

mächtigem lössartigen Sand, ganz ähnlich dem zwischen Maior und Minor, und ebenfalls stellenweise Schnecken. Diese sind jedoch hier nicht lagenweise, sondern unregelmässig verteilt. Manche liegen schon zerbrochen im Löss. Auch im Löss selbst, der teils als feiner Sand, teils als Schlamm sich darstellt, ist keine Schichtung zu bemerken. Der Löss erfüllt zugleich die sehr bedeutenden Unebenheiten der alten Kalkoberfläche, erfüllt auch die oben offenen Spalten, von denen der Kalk durchsetzt gewesen ist. Im Löss eingebettet kantige Stücke Hochgebirgskalk. Selten im Löss Quarzstückchen; bestimmte erratische Geschiebe sah ich nie darin. Beim Rückweg fand ich Sand, der sehr mit Lösssand stimmt, teilweise mit Vegetationserde vermischt, auch auf der alten Schollbergstrasse 100—200' über dem Rhein.“

Auch Jenny giebt dem Löss am Schollberg eine Mächtigkeit von 10 m. Hier bin ich ganz sicher, dass dies nur am Fuss der Böschung, d. h. per Abspülung von oben der Fall sein könnte. Ich sah nirgends 4 m. Der Löss bedeckt das ganze Gehänge. Durch einen 1897 erfolgten Einsturz der alten 1503 erbauten Schollbergstrasse wurden 2—2,5 m Löss entblösst. Dort oben, bei Bufalons 555 m, ca. 74 m über der Rheinebene, ruht typischer Löss auf tadellos geschliffenem Malm, desgleichen auf Rundbuckeln N Parnizzi (Bl. 268) 0,3—0,4 m mächtig. Am Südrande des Steinbruchs an der neuen 1822 erstellten Schollbergstrasse konstatierte ich 1897:

Löss.

Grundmoräne.

Geschliffener Malm.

9. Nach dem Vorhergehenden ist Löss zu erwarten zwischen dem Schollberg und Sargans. Ich habe diese Strecke nicht speziell darnach abgesucht. Allein Escher schreibt im Tagebuch III 181: Bei Vild „lössartiger Sand mit Helix“ in einem Anschurf auf 60' Länge und Lösskindchen.

10. Etwas NW der untern, neuen Kirche von Sargans traf ich im Schutze des Malmriffs am Wege zum Schluss in ca. 510 m hinter dem zweiten Hause:

Fein poröse, rotbraune, lössartige Erde.

Grundmoräne.

Schlifffläche auf Malm W 10° N.

Das Gelände von Ragaz bis zur Tardisbrücke habe ich nicht speziell begangen.

11. Für die Gegend Tardisbrücke-Haldenstein bei Chur ist der Löss bereits durch Brügger und Favre¹⁾ konstatiert.

a) Gegenüber der Tardisbrücke (Landquart) sind die gelben Gehänge zwischen Mastrils und Nussloch, am linken Ufer der in Eocän geschnittenen Schlucht und 30—50 m über dem Rheine auf die Ferne wirksam. Der poröse, ungeschichtete und Conchylien haltige Löss umschliesst erratischen Granit und Stücke des anstehenden Schiefers. Keine vollständigen Aufschlüsse.

Etwas südlich der alten Kirche Mastrils ist ein Rundhöcker im Luv mit einer dünnen Schicht, im Lee mit erheblich Gelberde bedeckt (0,1—0,6 m). Mehr als 1 m mächtig ist er am Weg nach dem obern Mastrils aufgeschlossen. Von da an und südlich Isla besteht das ganze Gehänge aus einer flachen Rundhöckerlandschaft, vielfach unterbrochen von vereinzelt 0,5—2 m grossen krystallinischen Blöcken. Man hat Rasen, Blöcke und gerundete Felsen. Die sanften Mulden sind überall von der Glimmer führenden Gelberde erfüllt, 0,1—0,9 m; sie ruht direkt auf dem ehemals geschliffenen Gestein. Grundmoräne sah ich nie und keine Ritzen wegen der Durchlässigkeit des Lösses, der zur Mörtelbereitung verwendet wird. So weit ich sah, reicht er hinauf bis zu den Wäldern, nach Pipperoff jedenfalls bis gegen 800 m, d. h. 250 m über der Rhein ebene. Gegen den Fluss hinüber nimmt die Mächtigkeit meistens zu. Man geht überall auf sandigen, gelben, glimmerhaltigen Wegen bis Untervaz. Das kann kein Verwitterungsschutt der darunter liegenden Kreide sein. Unterhalb Frättis wird der Löss 1,5—2 m mächtig und führt einige kleine krystalline Gesteine.

b) Die weglosen Ufer von Untervaz nach Haldenstein wurden nicht abgesucht. Bei Haldenstein und besonders SW des Dorfes zwischen Bövel und Foppa macht sich der Löss sofort bemerkbar. An letzteren Orten, direkt auf Malm, der stellenweise prachttvoll geschliffen ist. Mächtigkeit 5—6 m. „Es ist ein gelblicher, sandiger Lehm mit kleinen Steinstückchen; er enthält sog. Lösspuppen.“ (Pipperoff l. c.)

¹⁾ Am Stein, Verzeichnis der Mollusken Graubündens, Beilage z. Jahresbericht d. nat. Ges. Graub. 1884; Notiz bei Heim, Beiträge z. geol. Karte der Schweiz 25. Liefg. 1891, pag. 474 und Piperoff a. a. O.

B. Oestlich des Rheins.

12. Innerhalb des Winkels, den die Ill bei ihrer Mündung mit dem Rhein macht, ist das ca. 25 m über der Ebene emporragende „Bergli“, ein einziger Rundhöcker aus Schrattenkalk mit 1—2 m tiefen Orgeln. Der stark betriebene Steinbruch gestattete folgenden Einblick:

Glimmerhaltiger Löss, wahrscheinlich über das ganze Bergli zerstreut, besonders auf der Nordseite, dann in den Orgeln.

Darunter Grundmoräne, am mächtigsten in den Taschen. Prachtvoll geschliffenes Urgon!

Am Schellenberg, dicht am Rhein, gegenüber Salez-Haag, zeigt ein Steinbruch östlich Bändern:

0,3—1 m typischer Löss.

0,3—1 m Grundmoräne.

Kreide, oft splittrig abgetrennt.

Oestlicher, gegen den Rosenberg, sieht man aus der Ferne noch manche gelbe Anrisse.

14. Schon Escher fand bei Vaduz „zwischen dem Städtchen und dem Schloss lössartigen Sand in bedeutender Ausdehnung — an Löss erinnernden Sand, ohne Petrefakten und ohne Lösskindchen, 50—150 Fuss über dem Rhein.“ (Tagebuch VII, 336, 1845 [!] und VIII, 280, 1851 [!], vgl. auch Mousson l. c.)

Vielleicht liegt lössartiger Sand noch auf der Sonderburg N Götzis; ferner könnte man solchen an den Gehängen bei Trimmis erwarten. Nachgewiesen ist er von der Einmündung der Ill bis zu derjenigen der Plessur in den Rhein auf beiden Thalseiten und einer Gesamtstrecke von 47 km!

II. Eigenschaften des Löss.

Ueber die Lössfrage im allgemeinen orientieren die Handbücher über Geologie und physikalische Geographie. Im speziellen möchte ich verweisen auf Richthofen¹⁾, Geikie²⁾,

¹⁾ China I, pag. 74, und wahrhaft klassisch im „Führer für Forschungsreisende“ 1886, pag. 477—481.

²⁾ Prehistoric Europe 1881, Great Ice Age 3. Aufl. 1894 und Scottish geogr. mag. XIV 1898, No. 6, hier für die äolische Theorie.

Wahnschaffe¹⁾, Sauer²⁾ und für schweizerische Verhältnisse auf Gutzwiller³⁾. Oben ist ohne weiteres der Ausdruck „Löss“ für das St. Gallische Rheinthäl gebraucht worden. Es handelt sich jetzt darum, denselben zu präzisieren und zu rechtfertigen. Der Raum gestattet es nicht, jedes Einzelvorkommen für sich zu behandeln. Die wesentlichen Eigenschaften von „Löss“ sind nach Credner, Elemente d. Geol. 8. Aufl. 1897, pag. 117 und 737 ff.: Wesentlich feiner Quarzstaub, nicht plastisch, zerfällt in Wasser, färbt mehrlartig ab, bildet senkrechte Abstürze, ist homogen, meist vollkommen ungeschichtet, führt feinst verteilten kohlen-sauren Kalk, sowie Kalkkonkretionen (Lösskindel), nicht selten Körnchen (oder ganze Kryställchen) von Feldspat, Hornblende, Augit, Zirkon, Glimmer-, Landschnecken- und Säugetierreste.

Der Löss ist ein klastisches Gestein, eine aufbereitete Erde und zwar Feinerde im Sinne der Pedologen, indem der Durchmesser seiner Gemengteile nur zum kleinsten Teil $\frac{1}{4}$ mm übersteigt⁴⁾.

Zur Beurteilung der relativen Feinheit genügt es schon, auf einer Glasplatte getrennt Proben von typischem Löss und einer zu prüfenden Erde in annähernd gleichen Volumina mit einem grossen Tropfen Wasser zu behandeln und sie mit der Fingerspitze zu zerreiben. Der Tastsinn entscheidet schon überraschend genau. Viel exakter ist die Zerteilung in viel Wasser zur mikroskopischen Prüfung mit Verwendung eines Deckgläschens von 16—20 mm Kantenlänge. Das knirschende Geräusch der Präpariernadel, die schnelle oder langsame Zerteilung der Materie resp. deren Desaggregation, das Mass der milchigen Trübung und das Aufleuchten vereinzelter oder vieler Punkte (Glimmer, Kryställchen) sind schon für das blosse Auge eine wichtige, im allgemeinen für volu-

¹⁾ Lössartige Bildungen am Rande des norddeutschen Flachlandes (Z. d. d. geol. Ges. 1886) und die Quartärbildungen v. Magdeburg (Bördelöss) in Abh. z. geol. Spezialkarte v. Preussen etc. VII 1885.

²⁾ Ueber die äolische Entstehung des Löss etc. (Z. f. Naturw., Halle 62. Bd. 1889, pag. 326).

³⁾ Die Diluvialbildungen der Umgebung von Basel (Verh. nat. Ges. Basel X) und der Löss, Bericht d. Realschule zu Basel 1893—94 (wissensch. Beilage).

⁴⁾ Wahnschaffe, Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung, 1887, pag. 124.

metrische Verhältnisse entscheidende Vorprobe. Bei 300-facher Vergrößerung zeigt dann das mit der Nadel gleichförmig verteilte Material einen groben Vergleich mit dem mikroskopischen Bild eines porphyrisch erstarrten Magmas. Die feinsten Teile gleichen der Grundmasse, die gröberen und größten den Einsprenglingen. Diese von mir seit 15 Jahren angewendete Methode führt zu einem schnellen und ausreichenden Einblick, welcher, wenn es sich nicht um weitere, pedologische Fragen oder einen exakten ziffermässigen Ausdruck handelt, ganz gut statt der kompendiösen Schöne'schen Schlämmanalyse gebraucht werden kann. Dies lehrt die vergleichende Zusammenstellung der Korngrößen nach meiner einfachen Probe und der Schlämmung, wie sie von Wahnschaffe¹⁾ und Sachsse²⁾ ausgeführt worden ist (siehe meine Tabelle). Aus 26 verschiedenen sächsischen Lössproben kam der letztere zu dem Ergebnis, dass 87 bis fast 100 % des Materials aus 0,0—0,05 mm grossen Gemengteilen bestanden. Wahnschaffe erhielt als Durchschnitt von vier Fundorten für < 0,01 mm 13,72—21,52 Vol. %, 0,01—0,05 mm 55,27—71,28 %, 0,05—0,1 mm 8,48—22,36 % und 0,1—1 mm 1,28—13,9 %. Schon Jentzsch³⁾, der vielleicht zuerst die Korngrösse berücksichtigte, fand als vorherrschend 0,02—0,04 mm und < 0,1 mm und hierin stimmen sämtliche in der Litteratur zerstreuten Angaben überein.

Von diesem Standpunkte aus darf dem „Löss“ des St. Galler Rheinthals wirklich dieser Name zuerkannt werden. Proben des typischen Löss von Wyhlen bei Basel (No. 2 und 3 der Tabelle), welche mir Herr Gutzwiller gütigst besorgt hat, erwiesen sich für das Tastgefühl auf der Glasplatte etwas feiner als solche von der Ziegelhütte Sevelen oder E Lone bei Wartau (No. 4 und 5); dagegen waren letztere kaum verschieden von Löss von Haarlass bei Heidelberg (No. 6), ebenso fein wie solcher vom Oberholz (No. 1) und feiner als ein von Santiago Roth in den Pampas gesammeltes Muster (No. 11). Wie die Tabelle lehrt, ist die Korn-

¹⁾ Bördelöss l. c. 1885, pag. 28.

²⁾ Landw. Versuchsstationen 38. Bd. 1891, pag. 411 ff.; vgl. auch die Erläuterungshefte zur geol. Karte d. Königreichs Sachsen, Bltr. 15, 32, 36, 48, 49 u. a. — Andrae und Osann, Mitt. bad. geol. Landesanstalt II 1893, pag. 733.

³⁾ Z. f. Naturw., Halle 1872.

grösse an und für sich nicht entscheidend. Sie charakterisiert den Löss nur als Feinerde, ist nur eine Eigenschaft desselben.

Eine zweite liegt in dem Mangel an Plastizität. Es ist der „magere“ Lehm der Ziegeleien.

Wichtig ist ferner eine strukturelle Eigenschaft, die grosse Porosität. Diese hat eine doppelte Ursache. „Dem Löss fehlt die feste Packung; er ist schüttig, mit einer gewissen Raumverschwendung“ — (R. Sachsse l. c.). Hierauf gründet sich wohl der Name „Löss“, eine Materie mit losem Gefüge. Wie Sauer¹⁾ bemerkt, kann man sich von der lockeren, tuffartigen Struktur sehr schön im auffallenden Licht bei $\frac{100}{1}$ überzeugen. Dazu kommen die zahlreichen, die Masse nach allen Richtungen durchsetzenden, feinen Röhrchen. Auch diese Eigenschaften kommen dem Rheinthaler Löss (z. B. No. 4 und 5) in typischem Grade zu; sie fehlen aber den „lössartigen Bildungen“ im Kanton Bern²⁾ (No. 13) oder Bänderthon, Nilschlamm, Dünensanden (No. 14—25) etc.

Die Porosität bedingt die grosse Durchlässigkeit des Lösses. Er verschluckt begierig Wasser und zerfällt im Gegensatz zu Thonen sehr rasch unter Aufblähen. Daher die bequeme Schlammung, die Bildung von „Gassen“ (Oberrhein) oder Hohlwegen durch Regen in allen Lössgebieten und von senkrechten Abstürzen, wo er mächtig entwickelt ist, in der relativ trockenen Jahreszeit. Das letztere lässt sich im St. Galler Rheinthal nur in kleinem Massstabe beobachten. Ursprünglich enthält wohl aller Löss Carbonate als direktes Gemengteil (Staubportikelchen), vor allem kohlen sauren Kalk und kohlen saure Magnesia. Ersterer variiert nach Wahnschaffe (Lössartige Bildg. l. c., pag. 356) von 10—30 %, letztere von 0,5—4—6 %³⁾. Für den St. Galler Löss: (Hohlweg zwischen Maior und Minor) fand Jenny l. c. pag. 154: 22,89 Ca Co₃, 16,66 % Al₂ O₃ und Fe₂ O₃, 54,42 % Si O₂. A. Baltzer bestimmt den Kalkgehalt (Ca Co₃) einer Probe derselben Lokalität zu 22,8 %. Herr Kantonschemiker Dr. Ambühl in St. Gallen konstatierte für ein

¹⁾ Erläuterung zur geol. Karte v. Sachsen. Bl. Meissen No. 48, pag. 123 ff (1889).

²⁾ Mitteil. der nat. Ges. Bern 1885, pag. 34—43 (E. v. Fellenberg); ib. pag. 111—127 (A. Baltzer) und Jenny l. c.

³⁾ Vgl. Rosenbusch, Elemente der Petrographie 1898, pag. 412.

Muster von No. 4a (N Ziegelhütte Sevelen) 14,02 % in verdünnter kalter Salzsäure lösliche Stoffe, wesentlich Ca Co_3 und etwas $\text{Fe}_2 \text{O}_3$, 85,33 % unlösliche und 0,65 % Feuchtigkeit.

Die meteorischen Wasser entkalken den Löss, verwandeln ihn in Lösslehm oder Laimen, wie der Ausdruck von Basel bis Mainz heisst. Früher oder später wird der Kalk in der Tiefe abgesetzt; bald kleidet er die verzweigten Röhrchen aus, bildet allmählich die „Wurzelröhrchen“ der Autoren; bald trifft man ihn in nadel- und spiessförmigen Krystallformen zerteilt (E Lone, Nr. 5), noch häufiger als Konkretion. Auch das ist keine auszeichnende Eigenschaft des Löss. Diese teilt er mit durchlässigen, klassischen Erdarten verschiedenen, geologischen Alters. Das sind die Lösskindel, Lösspuppen, Lössmännchen deutscher Autoren, die Toscas der Pampas, deren Grösse von einigen Millimetern bis 0,3 m variiert (Sauer, Bl. Meissen l. c.). Sie fehlen dem St. Galler Löss nicht, wenn sie auch ganz untergeordnet und klein auftreten. Wird der Löss vom Regen regional ausgeschlämmt, so bleiben oft ganze „Puppensteinfelder“¹⁾ oder Toscas-Ebenen²⁾ zurück. Bemerkenswert ist aber, dass diese Konkretionen innerhalb des Löss vertikal gestellt sind, auch da, wo sie bestimmte Horizonte einnehmen (vgl. Gutzwiller l. c. u. a.). Es hängt das zusammen mit der homogenen Struktur des typischen Löss. Bei einer „allerdings selten vorhandenen deutlichen Schichtung“ nehmen auch die Lösskindel eine „flache und plattige Form“ an (Sauer, Bl. Meissen l. c.). Platte und die Schichten genau nachahmende Konkretionen verraten eine geschichtete Struktur wie die Marleiker der postglacialen Thone Norwegens³⁾ oder die Imatrasteine und Laukasteine, mit welchen die Lösskindel genetisch und morphologisch genau übereinstimmen, welche mir v. Fellenberg gütigst aus Kosthofen b/Aarberg, Kt. Bern (Nr. 13 der Tabelle), vermittelt hat. Sie stammen aus einem fein geschichteten, sandigen, rostgelben Material, welches ich als Vertreter des Bänderthons in der Molassefacies dortiger

¹⁾ Chelius und Vogel, N. J. f. Min. 1891, I, 104.

²⁾ Santiago Roth, Pampasformation, Z. d. d. geol. Ges. 1888, p. 386 ff.

³⁾ Vgl. Abb. in Norges Geol. Undersögelse (K. v. Björlykke), Nr. 25, 1898, p. 7.

Moränen auffassen möchte. Die „Duchsteine“ im Löss des Kaiserstuhls b/Freiburg i/B. haben ihre Analoga im „Tugmark“ der schweizerischen, sandigen Bänderthone, in welchem sie aber nicht vertikal gestellte Schichten bilden.

Kalkspathschrot, Eisenknollen oder Eisenschuss und Eisengraupen, wie solche vom Basler und deutschen Löss, aus Ungarn u. a. O. beschrieben werden, habe ich im St. Galler Löss nicht beobachtet.

III. Herkunft und Entstehung des Löss.

Die übrigen Eigentümlichkeiten der Gelberde, so namentlich auch die Fauna derselben, lassen sich nur im Zusammenhang mit der Frage nach der Entstehung derselben behandeln. Auch hier ist es passend, diejenige des typischen diluvialen Löss derjenigen des Rheinthalers Löss vorzuschicken. Um Missverständnisse zu vermeiden, will ich hervorheben, dass ich nach dem gegenwärtigen Stand der alpinen Geologie (drei Eiszeiten und entsprechende Schotter!) und den schönen Untersuchungen von Gutzwiller l. c., den badischen, elsässischen und hessischen Geologen, unter dem typischen Löss denjenigen auf Hochterrasse und Deckenschotter verstehe, dessen Entstehung in der zweiten Interglacialzeit neuerdings durch Penck und Du Pasquier erwiesen worden ist.¹⁾ Mit Bezug auf die noch gut erhaltenen Endmoränen der III. Eiszeit ist der Löss im alpinen Vorland extramoränisch, derjenige des St. Galler Rheinthalers intramoränisch. Die geographische Verbreitung des Löss macht es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass seine Entstehung für Europa und Nordamerika derselben und geologisch gesprochen gleichzeitig wirkenden Ursache zugeschrieben werden muss. Aus diesem Grunde halte ich den typischen Löss im grossen und ganzen für interglacial.

A. *Herkunft und Entstehung des Diluvial-Löss.*

Zwei Theorien stehen sich heute noch einander gegenüber, die fluviatile und die äolische. Die enge Verknüpfung der

¹⁾ A. Penck in Hettner, geogr. Zeitschr. II, 109; A. Penck und Du Pasquier, sur le löss préalpin (bull. soc. sc. nat. Neuchâtel XXIII, 1895, p. 55—60, mit Fig.).

Lösslandschaften mit diluvialen Thälern schien der ersteren a priori günstig zu sein. Allein Tietze¹⁾ machte schon auf die grossen Lössgebiete in Persien aufmerksam, in welchen weder Fluss, noch Flussbett, noch Trockenthal gesehen werden kann. Der Löss bedeckt auch weite Plateaux im Herzen von Europa. Deshalb griff man zur Annahme einer ausserordentlichen Hochflut der Ströme (Sandberger²⁾, Wahnschaffe³⁾, Geikie⁴⁾ u. a.), welche, nachdem deren mechanische Möglichkeit weder den topographischen Thatsachen, noch den Einwänden vieler Naturforscher, wie Richthofen⁵⁾, Tietze⁶⁾, Nehring⁷⁾, Sauer⁸⁾, Mühlberg⁹⁾, Du Pasquier¹⁰⁾, Gutzwiller¹¹⁾, Stand halten konnte, an das Glacialphänomen geknüpft wurde, an abgesperrte und mit Schlamm erfüllte Schmelzwasserseen; ist doch der Löss so innig mit wirklich glacialen Ablagerungen verbunden. Allein Penck und Du Pasquier (l. c. 1895) haben den Nachweis geleistet, dass der Löss ein spezifisch klimatisches Phänomen repräsentieren muss, indem er südlich der Bienne (N Eisenbahnstation Pusignan b/Lyon), dann im Gebiet der südlichen und südöstlichen alpinen Vergletscherung mit subtropischen Regen durch den Ferretto ersetzt ist.

Die von Richthofen aufgestellte äolische Theorie verlangt ein Steppenklima, für dessen Existenz durch Nehring l. c., Woldrich¹²⁾, v. Wattenwyl¹³⁾, Engler¹⁴⁾ u. a. zwingende zoo-

¹⁾ Jahrb. k. k. geol. Reichsanstalt 1877, p. 347—350.

²⁾ Verh. med.-phys. Ges. Würzburg XIV, 1880, p. 125 ff.

³⁾ Lössart. Bildg. etc. l. c.

⁴⁾ Great Ice Age. 4. Aufl.

⁵⁾ China I und „Führer“.

⁶⁾ Jahrb. k. k. geol. Reichsanstalt XXXII, 1882, p. 113 ff.

⁷⁾ Tundren und Steppen.

⁸⁾ L. c. 1889.

⁹⁾ Mühlberg, Festschrift zur Eröffnung des neuen Kantonsschulgebäudes in Aarau 1896, p. 153.

¹⁰⁾ Du Pasquier, fluviogl. Ablag. l. c., p. 49 u. 52.

¹¹⁾ Löss l. c.

¹²⁾ Vgl. Uebersicht bei Geikie l. c.

¹³⁾ Gewisse Heuschrecken in Oesterreich können nur als Relikten einer früheren Steppenfauna aufgefasst werden (Verh. d. zool.-bot. Ges. Wien 1881, p. 215).

¹⁴⁾ Engler, Versuch einer Entwicklungsgeschichte der extratrop. Florengebiete 1879.

und phytopaläontologische Beweise erbracht worden sind. Es darf dies als bekannt vorausgesetzt werden.

In der Kontroverse wurde von den Anhängern der fluviatilen Herleitung die Thatsache, dass im Löss Schichtung nicht ganz fehlt, allzusehr betont.

Die Vorkommnisse sind untergeordneter Natur. Sie sind von Gutzwiller, Steinmann, Chelius, den sächsischen Geologen u. a. ausreichend als lokale Erscheinungen erklärt worden und vertragen sich samt ihren eventuellen lacustren Einschlüssen ganz gut mit dem Steppenklima. Die Einzelercheinung darf das Ganze nicht beherrschen. Streng genommen kann ein absoluter Mangel an Schichtung nicht erwartet werden, da die Windstärke sich nicht gleich erhält und daher bei der Accumulation Differenzen nach der Korngrösse erwartet werden können.

Ungünstig für die Hochfluttheorie ist die ungleiche Verteilung der Mollusken- und Säugetierfauna im Löss. Auf dem Gebiet der Sektion Lommatzsch-Leuben der sächsischen geologischen Karte fanden K. Dalmer und R. Sachsse¹⁾ „nur an einer Stelle Lössschnecken“. In seiner kritischen Studie „über die äolische Entstehung des Löss“ l. c., p. 333, betont Sauer, dass die drei charakteristischen *Helix hispida*, *Pupa muscorum* und *Succ. oblonga* nicht immer zusammen auftreten, dass vielmehr auf 1 km Entfernung *Pupa* und *Helix* vollkommen fehlen können oder mit *Pupa* nur eine kleinere Art von *Succinea* vorkommt, oder es sind *H. hispida* und *Succisa* vergesellschaftet; dann „100 Schritte weiter“ ist nur noch die letztere vorhanden.

Frappante Beispiele giebt Gutzwiller in seinem „Diluvium“, p. 636—682. In der obersten Schicht von Wyhlen fand er nur ein Stück *Succ. oblonga*; *Pupa muscorum* dagegen war bis auf 5 m Tiefe häufig. Ebenso war *S. obl.* im oberen ungeschichteten Löss von Häisingen „sehr selten“, *Pupa muscorum* und *Clausilia parvula* „mässig häufig“. Im Oberholz bei Aarau waren an einer Stelle *Succ. obl.* und *Pupa musc.* „sehr häufig“, *Pupa columella* „häufig“ und *H. pulchella* „selten“. An einer zweiten Stelle desselben Fundortes wurden *Succinea obl.* und *P. musc.* wieder „sehr häufig“ gefunden, *P. columella* „sehr selten“, *H. pulchella* „häufig“.

¹⁾ Erläuterungsheft, 1892.

In Allschwyl fand er keine *H. villosa*, im benachbarten Häisingen deren „zu Tausenden“! In Galizien beobachtete Hilber (Tietze, 1882 l. c., p. 113) stockförmiges oder pfeilerförmiges Auftreten der Molluskenfauna mitten im ungeschichteten Löss, „von oben bis unten lokalisiert voll Schnecken“! Tietze suchte in der Umgebung von Lemberg oft vergebens nach Schnecken; andere Stellen waren ganz erfüllt davon, manche „voll von *H. hispida*, dann daneben gar keine“.

Wenn eine hypothetische Hochflut das Vorkommen des Plateau-Löss erklären könnte, so steht sie im Widerspruch mit der häufig wahrgenommenen einseitigen Verbreitung des Löss an bestimmten Gehängen. In Diluvialhälern oder in einer welligen Hügellandschaft findet er sich häufig im Lee der vorherrschenden Windrichtung und fehlt fast vollständig im Luv. Ausgezeichnete Belege giebt Tietze aus der Umgebung von Lemberg, aus Mähren, Ungarn, Schlesien etc. (l. c. 1882, p. 126—132); ebenso K. Dalmer (l. c. 1892) aus der Sektion Lommatsch, A. Makowsky von Brünn in Mähren¹⁾. Am Kaiserstuhl in Baden findet sich der Löss vorherrschend im NE und E des Gebirges²⁾. Walther³⁾ beobachtete im östlichen Nordafrika im Lee einer aus Granitgrus gebildeten Düne ein ca. 0,3 m breites Band von Glimmerblättchen, und ich erinnere mich der überraschenden, Schneeграупeln gleichenden Flächen von gebleichten Mollusken im Lee algerischer Küstendünen.

Ungünstig für die Hochfluttheorie ist das unvermittelte Vorkommen von schüttigem Löss innerhalb eckigem, nicht gerolltem Felsschutt. Im Erläuterungsheft zu Blatt Meissen, Nr. 48 der geologischen Karte von Sachsen, 1889, Taf. I, Fig. 8, giebt A. Sauer ein schönes Beispiel. W. J. M^c Gee⁴⁾ bietet entsprechende aus Iowa (U. S. A.). Gutzwiller (Diluv. 678) betont das Auftreten von Löss im Gehängeschutt.

Vom ungeschichteten, typischen Löss giebt es nach

¹⁾ Verh. nat. Ver. Brünn XXVI, p. 213.

²⁾ Steinmann und Graeff, geol. Führer der Umgebung von Freiburg, 1890, mit Karte und p. 78.

³⁾ Verh., X. deutscher Geographentag 1893, p. 150.

⁴⁾ J. W. Powell, Annual Report of the geol. Surv. 1889—90, p. 435—472.

der Korngrösse Uebergänge zu Lösssand und Sand und Sanddünen, und zwar vollziehen sich diese Uebergänge für eine bestimmte Gegend im allgemeinen nach derselben Richtung, z. B. für Sachsen nach A. Sauer von Freiberg (fein) nach Meissen (gröber). C. Chelius und C. Vogel¹⁾ beschreiben für Hessen eine Zwischenzone zwischen typischem Löss und typischem Flugsand. „Man hält sie für Löss, wenn man vom Flugsand herkömmt, für Sand, wenn man vom Löss herkömmt.“ Dasselbe fand Wittich in der Umgebung von Frankfurt a/M.²⁾ In diesen Uebergängen sind sowohl in Sachsen als Hessen als am Main die charakteristischen Kantengeschiebe angetroffen worden. Fließendes Wasser sortiert auch, allein nicht ohne scharfe Schichtung der Sedimente, wie die glacialen Bänderthone es aufs schönste zeigen. Wollte man einen ungeschichteten Absatz von Schlamm durch eine plötzliche Hochflut zugeben, so fehlt die Auslese nach der Korngrösse. Diesen Thatsachen genügt allein und vollständig die äolische Theorie.

Nach den überzeugenden Beschreibungen von Richthofen über China (s. Führer, p. 505) und in neuerer Zeit besonders von W. Obrutschew über Centralasien und seine südliche Umrandung³⁾, von Tietze über Persien (l. c. 1877), von Schenck über Deutsch-SW-Afrika⁴⁾, von Steinmann über Patagonien⁵⁾, von Walther und v. a. folgen sich im Lee einer Denudationsfläche die Dünen- und Lehmwüsten. Letztere hat eine Steppenvegetation, namentlich Gramineen, zur Voraussetzung. So wie das Steppenklima durch periodische Regen ersetzt wird, hört die Lössbildung auf. In dem während der Sommerdürre staubigen Spanien wird die äolische Aufschüttung durch die Winterregen der Jetztzeit zerstört.⁶⁾ Die Korngrösse steht im umgekehrten Verhältnis zu dem vom Wind durchlaufenen Wege, resp. zu der Entfernung von der denudierten Erdstelle.

¹⁾ Zur Gliederung des Löss, N. J. f. Min. 1891, I, 104 ff.

²⁾ Ueber Dreiknuter aus der Umgebung von Frankfurt (Ber. d. Senkenbergischen Ges. 1898, p. 178, 182).

³⁾ Hettner, geogr. Z., I, 281—85.

⁴⁾ Verh. d. X. deutschen Geogr.-Tages 1893, p. 168—70.

⁵⁾ Mitt. d. bad. geol. Landesanstalt 1893, II, p. 121 ff.

⁶⁾ Penck in Z. Ges. Erdkunde. Berlin XXIX, 1894, p. 141.

Nach Santiago Roth l. c., p. 384, messen die grössten Sandkörner der Pampaserde bei Cordova 2 mm, in dem 146 km nach SE entfernten Villa Maria 0,15—0,02 mm und bei dem 375 km entfernten Rosario de S^a Fé 0,04—0,08 mm. Das lokale Vorkommen von mehr sandigem Löss oder „Lösssand“ (0,05—1 mm) innerhalb typischer Lössdistrikte lässt sich auf vorübergehende vermehrte Windstärke oder Angriff nachbarlicher Denudationsflächen zurückführen.

Man darf aber a priori nicht erwarten, dass die Gemengteile des Löss „vollkommen oder doch deutlich an den Kanten abgerundet, selten nur eckig-splittrig“ seien, wie es von A. Sauer (l. c. 1889, p. 331) allzustark contra Wahnschaffe betont wird. Dies geht aus meiner Körner-Tabelle hervor, sowie aus den Erläuterungsheften zur geologischen Karte von Sachsen etc. Uebrigens darf die Probe für solche Untersuchungen nur in Wasser oder einem andern schwach brechenden Medium geprüft werden und sind Täuschungen über Abrundungen leicht möglich. Die Suspension des Staubes in der Luft ist bei der Kleinheit der Splitter doch im allgemeinen eine lockere. In Batavia, d. h. 157 km vom Ursprung, am 26/27. VIII. 1883 gefallene feine Krakatoa-Asche besteht nur aus splittrigem Material, wovon sehr viel von 0,0009—0,0038 mm, viel von 0,019—0,04 neben 0,09 bis 0,4 mm grossen „Einsprenglingen“. Total gerundet fand ich bloss den durch Schlämmung an der Flachküste von feinstem Staub befreiten und durch die Wellen wiederholt gescheuerten Sand der Dünen von Norderney.¹⁾

Naturgemäss verlangt der Absatz von Löss ein zu denuzierendes auf der Luvseite gelegenes Areal. Für den typischen, diluvialen Löss bestand es in dem zurückgelassenen Gletscherschutt, den fluvioglacialen Schottern und ausserhalb der vergletscherten Gebiete in Schotterebenen von Flüssen überhaupt — für Asien, Südamerika etc. in regenarmen Gebieten. Auf dem schwäbischen Jura finden wir keinen Löss aus relativem Mangel an zersetzten oder verkleinerten Produkten. Ohne weiteres ver-

¹⁾ Zahlreiche Angaben über Korngrössen von Dünensand der südwestlichen Haide Mecklenburgs von P. Sabban in Mitt. Grossh. Mecklenb. geol. Landesanstalt VIII, 1897.

Grösse (in mm) und Form der Gemengteile von Löss und andern Feinerden.

	Grundmasse	Vorherrschend	Einsprenglinge	Grösste und spärliche Einsprenglinge	Form
1. Oberholz bei Aarau	0,0009—0,0076	0,019	0,152—0,228	—	Splittrig
2. Wyhlen bei Basel L ¹	0,0009—0,0038	0,019—0,038	0,95—0,133	0,19	Etwa 1 ‰ kantengerundet: 0,019—0,06
3. Wylen L ² (unt. Schicht)	0,0019—0,0076	0,019—0,038	0,076—0,133	0,16—0,19	Nicht 1 ‰ kantenbestossen
4. Ziegelhütte Sevelen	0,0009—0,0038	0,019—0,038	0,152—0,224	0,28—0,32	Eckig
5. E. v. Lone (Wartau)	0,0009—0,0038	0,038—0,057	0,11—0,3	0,38—0,41	Eckig
6. Haarlass bei Heidelberg	0,0019—0,0076	0,019—0,076	0,152	0,2	Eckig, selten kantenbestossen
7. Godesberg (Rheinlande)	0,0019—0,0076	0,019—0,38	0,152 sparsam	—	Eckig
8. Lommatzsch (5 Orte)	0,0—0,01 (28,1—39,3 ‰)	0,01—0,05 (49,4—68,4 ‰)	> 0,05 (3,7—11,0 ‰)	> 0,25 (0,6—4,0 ‰)	} Geschlämmt mit dem Schöneschen Apparat! Eckig bis gerundet
9. Freiberg (6 Proben aus 0,5—2 m Tiefe)	36,5—46,6 ‰	41—54 ‰	4,4—9,3 ‰	1,4—11,2 ‰	
10. Zwenkau (3 Proben aus 0—2 m)	32,6—37,4 ‰	50—51,8 ‰	7,0—13,4 ‰	0 ‰	
11. Pampas	0,0038	bis 0,015	0,15—0,22		Eckig; 0,034 vereinzelt gerundet, (Schwammnadel, vulkanisches Glas vereinzelt!)
12. Tschernozem v. Rostow	0,0009—0,0038	0,019—0,02	0,038	0,15—0,17	Eckig, humöse Teilchen, ein Gehäuse v. Diffflugia, Spongilla, Cuticula v. Gramineenbltrn!
13. Kosthofen (Bern)	0,0038—0,015	0,015—0,023	0,095—0,114	0,133	Eckig
14. Bänderthon (Sihlsprung)	0,0009—0,0019	0,0076—0,0152	0,034	0,045—0,076	Eckig, milchig

15. Bänderthon Noiraigue (Neuchâtel)	0,0009—0,0019	0,0076—0,0152	0,038—0,04	0,05—0,076	Zerfällt in aq., nicht sehr milchig
16. Nilschlamm n. Sachsse 26—27° und	0,0—0,01= 45,2 %	0,01—0,05=44 %	> 0,05=10,8 %	—	
17. n. Sachsse 28° n. Br.	„ 33,8 %	0,01—0,05=42,6 %	> 0,00=23,6 %	—	
18. Nilschlamm bei Cairo (Früh)	0,0009—0,0038	0,011—0,038	0,057—0,076	0,114—0,17	Langsam zerfallend, milchig, schwer zu teilen; eckig, Humus, Pollenkörner, Pfl.-Haare, Pfl.-Zellen etc.
19. Rheinschlamm (Mündung Bodensee)	0,0009—0,0019	0,0038—0,009	0,015—0,019	0,038	Splittrig, sehr milchig
20. Wüstensand von dem Granitkegel Krén-Utuh im Sinai (J. Walther, Orig.)	—	—	0,13 bis	0,3	Splittrig bis kantenbestossen bis gerundet (letztere in Minderzahl!)
21. Wüstensand Tuggurt-Sahara (Escher v. d. L.)	—	0,019—0,038 selten!	0,114—0,23	—	Vorherrschend splittrig, dann kantenbestossen u. gerundet
22. Wüstensand Souf-Sahara (Escher v. d. L.)	—	0,038—0,15	—	0,2—0,4	Die grossen vorherrschend eckig; kantengerundet, in d. Grösse von 0,15—0,19—0,2
23. Dünensand Rheinthal (Rüti)	0,0038—0,019	0,038—0,19	0,2!	0,57—0,76	Eckig—splittrig, selten kantenbestossen (0,04)
24. Dünen Norderney	—	—	0,2 bis	0,3	Vorherrschend abgerund. mit matter Oberfläche oder kantengerundet, sehr selten splittrig
25. Dünen N-Ende des Neuenburger-Sees bei Witzwil (2 Orte)	Ganz wenig feine Teile	0,038—0,19	0,2—0,3	> 0,3 vereinz.	Eckig, selten kantengerundet

steht man jetzt die innige Verknüpfung der Lössgebiete mit diluvialen Thälern und ehemals vergletscherten Ländern, ohne dass man schon deshalb Flüsse oder Schmelzwasser für die Entstehung der Gelberde herbeizuziehen braucht.

Die mineralogische Natur der Gemengteile kann für ein beschränktes Gebiet einen nicht unwesentlichen Beitrag zur Erkenntnis der Herkunft bieten, muss aber in allen Fällen bei der grossen Verbreitung gewisser Accessoria krystallinischer Felsarten mit Vorsicht verwertet werden.¹⁾ Gutzwiller (Löss l. c. 1894, p. 28) erkannte den Löss um Basel als Staub aus den vorherrschend alpinen Rheinschottern. Nach seinen „Diluvialbildungen“ nimmt die Mächtigkeit des Löss von Basel bis zum Klettgau und von Aarau nach dem Rhein rasch ab. Die vorherrschenden Windrichtungen sind heute für diese Gebiete SW, W und NW; für Mülhausen W, N, NE, besonders aber SE und SW; für den Belchen NE, SW und W (Hergesell in „Das Reichsland Elsass-Lothringen“, I. Teil, 1898, p. 29). Diese Richtungen stehen mit der Mächtigkeit der Accumulation von Löss nicht im Widerspruch. Dann ist aber anzunehmen, dass auch die Schotterflächen der oberen Saône und der burgundischen Pforte (Belfort) Materialien geliefert haben.

Nur die äolische Theorie vermag das Lössphänomen nach Fauna und Struktur ungezwungen zu erklären. Bei dem heutigen Stand der Frage, vor allem der leichten Verschwemmung des Lösses, darf man Mitteilungen über die Fauna nicht kritiklos entgegennehmen. Wie manches mag gesammelt worden sein, das ursprünglich gar nicht zum Löss gehört hat, besonders am Fusse von Gehängen. Im St. Galler Rheinthal sah ich Deckel von *H. pomatia* L. ca. 0.1 m im Löss. Sicher waren sie an jener Stelle eine recente Zuthat. Gutzwiller, der namentlich auch die Nacktschnecken berücksichtigte, hat in dieser Beziehung sorgfältig unterschieden und dadurch gerade auf solche Irrtümer aufmerksam gemacht. Da man aus der Fauna so wichtige Schlüsse gezogen hat, habe ich in einer Tabelle eine Zusammenstellung von zuverlässig bestimmten Faunulae²⁾ gemacht mit Bemerkungen über die

¹⁾ Vgl. Andreae und Osann, Mitt. bad. geol. Landesanstalt II, 1893, p. 733 ff. Gutzwiller, „Löss“ l. c.

²⁾ Für extramoränische nach Gutzwiller, „Löss“ l. c., für Flurlingen nach Penck in Nuesch, Schweizersbild. p. 167.

heutige Verbreitung. Als Quellen dienten: Clessin, deutsche Exc.-Moll.-Fauna 1876 und Moll.-Fauna von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz 1887, dann J. Am Stein, Mollusken Graubündens l. c.; die Bestimmungen für das St. Galler Rheinthal und den Kt. Bern sind nach Mousson, Brot und Stoll¹⁾).

So viel geht aus der Tabelle hervor, dass das Klima für Basel und Süddeutschland ein kühleres, mehr alpines sein musste als gegenwärtig. Die 8—9 mm grosse *Succ. oblonga* var. *elongata* des Löss gehört jetzt in Mitteleuropa fast zu den seltenen Arten, ist für Basel vielleicht ausgestorben und hat ihre grösste Verbreitung im nördlichen Europa. *Xerophila striata* Müll. wurde bei Basel nur einmal, dann in der schwedischen Form (var. *Nilsoniana*) gefunden, *H. arbustorum* ausschliesslich in der kleinen, alpinen Form. Die mehr das südliche Deutschland bewohnende *Hyalina nitens* lebte, wenn auch selten, neben ihrer mehr den Norden liebenden Form *nitidula*. Manche Vertreter jüngerer Ablagerungen fehlen dem diluvialen Löss.

Daneben lehrt die Tabelle eine grosse Mannigfaltigkeit von mehr trockenen und mehr feuchten Wohnorten, wie das in mit Horst bildenden Pflanzen, zerstreutem Gebüsch, isolirten Felsen, kleinen Pfützen versehenen Steppen mit oft grosser nächtlicher Taubildung der Fall ist und zwar innerhalb enger Bezirke. Nimmt man grössere Gebiete in Betracht, z. B. von Basel bis zum Harz, so gab es schon grössere Differenzen. In Thiede am Harz (siehe Nehring), bei Würzburg (Sandberger) und Lemberg (Tietze) lebte die hochnordische *Vallonia tenuilabris* A. Br., welche heute noch auf der schwäbischen Alb (Eyach) und in leeren Gehäusen im Schlamm der Donau bei Günzburg und Regensburg (aus Löss?) angetroffen wird. Die heutigen *Ar. arbustorum*, *Pupa columella* und *Clausilia parvula* sind entschieden keine Steppenmollusken. Viele sind Ubiquisten (Kobelt l. c. II 1898 p. 217). Nicht ohne Reserve darf man die in den Lehrbüchern verbreiteten *Helix hispida*, *Pupa muscorum* und *Succ. oblonga* als Leitfossilien für Löss aufstellen (vgl. Kobelt l. c. p. 166). Auf alle Fälle berechtigt das Vor-

¹⁾ Die mit * bezeichneten finden sich nach Sandberger l. c. im Löss von Würzburg; vgl. ausführliche Liste in W. Kobelt, Studien zur Zoogeographie I 1897 p. 176.

Molluskenfauna des Löss.

h. = häufig, g. = gemein, s. = selten, G. = im ganzen Gebiet, A. = Alpen, a. R. = alp. Region, Rht. = St. Galler Rheintal, W. = Wald, St. = Stein, L. = Laub, Gr. = Gras, M. = Moos, H. = Holz, Gb. = Gebüsch, + = anwesend, - = nicht gefunden.

Species	Extramoränisch		Interglaciales Tuffe von Furlingen	Intramoränisch		Verbreitung als lebende Art
	Löss auf Hochterrasse u. Deckenschotter	Verschwemmter Löss u. Sand auf d. Niederterr.		Löss des St. Galler Rheinthal's	Lössähnliche Bildungen im Kt. Bern	
1. Vallonia (Helix) costata Müll.	h.	+	—	—	—	G. Rht. bis a. R.
2. Vallonia (H.) pulchella Müll.	h.	+	—	h.	+	g. Rht., u. Gr., St., L.
*3. Fruticicola (H.) sericea Drap.	h.	+	—	h.	+	h. G. Rht. A., Gr., W., Gb.
4. Fruticicola (H.) hispida L.	h.	—	—	—	+	G. g., erträgt hohe Kältegrade; L., Gr., W., Ufer. Fast bis zum Polarkreis, „im Moos“ (Hartm. Neue Alpina II)
5. Fruticicola (H.) villosa Drap.	h.	+	—	h.	+	A. Durch Flüsse in das Vorland. Rht. L.
6. Fruticicola (H.) plebeja Drap.	—	+	—	+	+	L., W., Elsass. SW-Schweiz; östl. des Rheins nicht!
*7. Fruticicola (H.) fruticum Müll.	—	+	+	+	+	G. Rht., bloss bis Waldregion
8. Fruticicola (H.) incarnata Müll.	—	—	+	+	+	G. Rht., L., Gb.
9. Fruticicola (H.) edentula Drap.	—	—	—	—	+	A. (Wald- und Weideregion) L., M.
*10. Fruticicola (H.) strigella Drap.	—	—	+	+	+	G. bis Weiden u. W. der A.
11. Fruticicola (H.) rufescens Per. = circinnata? Stud.	—	—	.	+	+	Kalk liebend
12. Acanthinula aculeata Müll.	—	+	.	.	.	G., seltener, L., W., Gb.
*13. Arionta (H.) arbustorum L.	h. nur alp. var.!	+	+	h.	+	h., G. Im Löss der Tardisbrücke in „aus- gewachsenen Expl.“
14. Tachea (H.) nemoralis L.	—	+	.	.	.	G., mehr in der Ebene als im Gebirge
15. Tachea (H.) hortensis Müll.	—	+	.	?	+	Rht., Gb.
16. Tachea (H.) sylvatica Drap.	—	+	—	—	+	Rheinfall b. Laufep; bes. Westschweiz
17. Chilotrema lapicida L.	—	+	.	.	.	G. excl. Siebenbürgen, an Felsen
18. Helicogena (H.) pomatia L.	—	—	—	+ (jung)	+	Rht. G.

19. <i>Patula (H.) rotundata</i> Müll.	—	+	+	h.	+	g., G., L., St. bis a. R.
20. <i>Patula (H.) ruderata</i> Stud.	—	+	+	hh.	+	G., aber nur in den höhern Gebirgen, Deutschland, Tirol, Schweiz bis a. R. (Clessin), bis 67° n. Br. Rht., St., L., W. von Maienfeld bis Chur!
21. <i>Patula (H.) solaria</i> Menke	—	—	+	—	—	Nur in höhern Gebirgen Deutschlands, A., bei Cannstadt!
22. <i>Patula (H.) pygmaea</i> Drap.	h.	+	—	—	—	G. bis a. R., L., faules Holz
23. <i>Trigonostoma (H.) obvoluta</i> Müll.	—	—	+	+	+	G. bis obere A., Rht., L., H.
24. <i>Triodopsis (H.) personata</i> Lam.	—	—	—	—	+	A. und Vorländer, L., H., W.
*25. <i>Xerophila (H.) striata</i> Müll.	einmal als var. Nilsoniana	+	—	—	—	G., magere, trockene, kurzgrasige Heiden, Kalk liebend
26. <i>Xerophila candidula</i> Stud.	—	+	—	+	—	Schweiz, nur auf Kalk, fehlt dem Urgebirge, trockene Orte
27. <i>Zonitoides nitida</i> Müll.	—	+	—	—	—	häufig, G.
28. <i>Hyalina (H.) nitens</i> Mich.	s.	+	+	h.	+	G., vorherrschend im südlichen Teil. (Clessin) Rht., L., M.
29. <i>Hyalina nitidula</i> Drap.	s.	+	+	h.	h.	Nach Clessin nur nördliche Form von der vorigen, nie aus der Schweiz. L., M., Rht.
30. <i>Hyalina pura</i> Alder	—	—	—	—	+	Unbestimmte Form, wahrscheinlich zu <i>nitidula</i> (Clessin)
31. <i>Hyalina radiatula</i> Gray	—	+	—	—	—	G., L., M., A. bis 2000 m
32. <i>Hyalina depressa</i> Sterki	—	—	—	+	—	nach Jenny
33. <i>Hyalina fulva</i> Müll.	+	+	—	+	+	G. bis a. R., Rht. feuchte Orte
34. <i>Hyalina cellaria</i> Müll.	—	—	+	+	+	G., L., M., an Quellen
35. <i>Hyalina crystallina</i> Müll.	h.	+	+	+	+	G. bis a. R., Rht., sehr feuchte Orte, L. M., Quellen
36. <i>Daudebardia brevipes</i> Fér.	—	—	+	—	—	Zerstreut: Bregenz, Konstanz. Sehr feuchte Orte, M., L., Quellränder
37. <i>Vitrina pellucida</i> Müll.	—	+	—	—	—	G., L., M.
38. <i>Vitrina diaphana</i> Drap.	s. s.	+	—	—	+	Rht., A. bis 2000 m

Molluskenfauna des Löss. (Fortsetzung.)

Species	Extramoränisch		Interglaciales Tuffe von Flurlingen	Intramoränisch		Verbreitung als lebende Art
	Löss auf Hochterrasse u. Deckenschotter	Verschwemmter Löss u. Sand auf d. Niederterr.		Löss des St. Galler Rheinthals	Lössähnliche Bildungen im Kl. Bern	
39. <i>Limax marginatus</i> Drap.	s.	+	—	—	—	Kalkalpen, Jura
*40. <i>Limax agrestis</i> L.	h.	+	—	—	—	g., feuchte Orte
41. <i>Limax tenellus</i> Nilss.	+	—	—	—	—	M., L., Süddeutschland
42. <i>Limax laevis</i> Müll.	?	—	—	—	—	g., sehr feuchte Orte
*43. <i>Zua</i> (<i>Cochlicopa</i> od. <i>Achatina</i>) <i>lubrica</i> Müll.	h.	+	—	h.	+	G., feuchte Orte, A. bis 2000 m, Rht.
44. <i>Cianella</i> (<i>Caecilianella</i> ; <i>Acicula</i>) <i>acicula</i> Müll.	—	+	—	+	·	G., im Rht. ziemlich selten, in lehmig. Boden, an Pflanzenwurzeln?
45. <i>Napaeus</i> (<i>Bulimus</i>) <i>montanus</i> Drap.	—	+	—	+	+	G., Rht., L. bis auf die Berge
*46. <i>Napaeus tridens</i> Müll.	—	+	—	—	—	G., trockene, kurzgrasige Raine
47. <i>Napaeus obscurus</i> Drap.	—	—	—	+	—	G., Rht., mehr in der Ebene
48. <i>Chondrula</i> (<i>Buliminus</i>) <i>quadridens</i> Müll.	—	—	—	+	—	Rht., trockene Gehänge
*49. <i>Clausilia dubia</i> Drap.	?	+	—	+	—	Rht., A.
*50. <i>Clausilia parvula</i> Drap.	h.	+	—	—	—	Kalkalpen, Jura, Süddeutschland
51. <i>Clausilia plicatula</i> Drap.	—	+	—	—	+	G. g., besonders A.
52. <i>Clausilia corynoides</i> Held (<i>Clausilia gracilis</i> Rossm.)	h.	+	—	—	—	Schweiz, Tirol, Krain längs der Alpen- kette, südliche Thäler von Baden, Bayern
53. <i>Clausilia biplicata</i> Mont.	—	—	+	—	—	g. G., M., L., Gb.
*54. <i>Clausilia laminata</i> Mont.	—	+	+	—	—	g. G., M., L., Gb.
*55. <i>Clausilia pumila</i> Zieg.	?	—	—	—	—	Ausserhalb Puz im Prätigau, Valzeina
56. <i>Clausilia ventricosa</i> Drap.	—	—	—	—	+	G., A., M., L.
57. <i>Clausilia triplicata</i> Hartm.	—	—	—	—	+	L., W., A. Jura und SW-Deutschland
*58. <i>Pupa muscorum</i> L.	h.	+	—	h.	+	g. Ganz Europa bis 60° n. Br.
59. <i>Pupa dolium</i> Drap.	h.	+	—	+	—	A., Rht., L.

60. Pupa secale Drap.	h.	+	—	h	—	A., Rht. Kalk, feuchte Orte
61. Pupa antivertigo Drap.	—	+	—	—	—	G., A., feuchte Orte!
62. Pupa pusilla Müll.	—	+	.	.	.	G., A., feuchte Orte!
63. Pupa columella Mart.	h.	+	—	—	—	Selten, Hochalpen, bis 64,5° u. Zizers im Rht! Tarasp, Grimsel. (AmStein)
64. Pupa pygmaea Drap.	h.	+	—	—	—	g. G., A., bis Bergen und Dorpat
*65. Pupa parcedenta Br.	+	—	—	—	—	Verwandt mit der hochalp. P. Semproni Charp.
66. Pupa substriata Jeffr.	s.s.	+	—	—	—	h. in A., nördl. Europa „wahrscheinlich auch in der Schweiz“ (Clessin)
67. Pupa variabilis Drap.	—	—	—	+	—	Bünden nicht mehr lebend, aber Wallis, Waadt
*68. Succinea oblonga Drap.	h. var. elongata!	+	+	kurze Form	var. humilis Dronet	In der kurzen Form in G., Rht., Mo- lassegebiet, A. bis 1800 m. var. elon- gata bei Neuchâtel, wahrscheinlich noch häufiger in d. Schweiz (Clessin) feuchte Orte! Verbr. im nördl. Europa
*69. Succinea putris L.	s.s.	+	—	—	+	G. g., am Wasser
70. Succinea Pfeifferi Ross.	—	+	+	—	+	g. G., A.
71. Carychium minimum Müll.	—	+	—	—	—	g. G., sehr feuchte Orte
72. Limnaea ovata Drap.	—	+	—	—	—	G., stehendes oder langsam fließendes Wasser
*73. Limnaea truncatula Müll.	s.s. geschicht. Löse	+	—	—	+	G., Pfützen
74. Limnaea palustris Müll.	—	+	+	—	—	G.
75. Limnaea stagnalis L.	—	—	+	—	—	G.
76. Limnaea peregra Müll	—	—	+	—	+	G., A. bis 900 m
77. Planorbis rotundatus Poir.	geschichtet s.s.	—	—	—	—	G., stehendes Wasser, Gräben
78. Planorbis corneus L.	—	—	+	—	—	N Main, gegen Basel, N Greifensee (Früh)
79. Bythinia tentaculata L.	—	+	—	—	—	G.
80. Pisidium fossarium Cl.	geschichtet s.s.	—	—	—	—	g. G., stehendes Wasser, Gräben
81. Physa hypnorum Drap.	—	+	.	.	.	G. an Gräben

kommen einer Anzahl mit Löss gemeinsamer Formen noch nicht zur Diagnose auf Löss, wie es für intramoränische Vorkommnisse im Kt. Bern geschehen ist. Schardt¹⁾ hat analoge Funde an der Promenthouse und dem Boiron bei Morges und Nyon mit Recht nicht dem Löss zugeteilt.

Von grosser Bedeutung für das ganze Lössphänomen ist der Nachweis einer Klimaschwankung während der Bildung der Gelberde. Gutzwiller („Löss“ l. c.) kann für Basel scharf einen unteren und oberen Löss unterscheiden, getrennt durch eine stark verlehnte obere Zone des älteren Löss. Steinmann²⁾ unterscheidet eine „Rekurrenzzone“ zwischen den beiden Löss ebenso wird in Hessen nach C. Chelius l. c. 1891 ein unterer älterer Löss von einem oberen, jüngeren durch „Laimen“ und humosen Lehm getrennt. Nach Steinmann, Sauer und Schalch (Erläuterung zur geol. Spezialkarte von Baden, Bl. 32 Neckargemünd p. 79 und Bl. 33 Epfenbach p. 44 hat der ältere Löss viel grössere Konkretionen als der jüngere.

Die Röhrenchenstruktur hängt aufs innigste zusammen mit der vorherrschenden Form der Steppenflora. Die Gleichförmigkeit der Röhrenchen und die Schwierigkeit, im Löss grobe, primäre und dünne, davon abgezweigte sekundäre und tertiäre Kanäle zu erkennen, lässt auf das Vorherrschen von Monocotyledonen schliessen, auf xerophile Gramineen. Nach der Tiefe, bis auf welche die Wurzeln von *Elymus*, *Calamagrostis* u. a. in recente europäische Dünen, *Molinia coerulea* und *Festuca* in postglaciale, gut geschlämmte Sande eindringen, können jene Gramineen unmöglich den Löss erst nach seinem Absatz besiedelt haben, wie Wahnschaffe (lössart. Bildg. etc. 1886 l. c. p. 369) annimmt³⁾. Vegetation und Sedimentation waren gleichzeitige und reciproke Faktoren; auf alle Fälle ist nach der Kenntnis unserer heutigen Steppen die erste geradezu eine *conditio sine qua non* für die letztere und dieser Umstand ist wieder ein Moment gegen die Hochfluttheorie. Die schüttige, massige und röhriige Struktur gehört vielleicht zum ersten

¹⁾ Bull. soc. vaud. sc. nat. 1889 XXV 79—98, und Forel, C. R. soc. vaud. 5 déc. 1894.

²⁾ Mitt. bad. geol. Landesanstalt II 67 und 743.

³⁾ *Molinia* sah ich in Sand auf 1,3 m eindringen.

und vornehmsten Kennzeichen des Löss. Mit Recht fasst R. Sachsse den allgemeinen Eindruck aus einer Lössgegend dahin zusammen, dass „Löss ein Gestein eigener Natur ist, abweichend durch seine lockere, poröse Struktur von allen sonst bekannten Sedimenten“¹⁾.

B. *Herkunft des Löss im St. Galler Rheinthal.*

Er bedeckt in gleichartiger Ausbildung Eocän, Kreide und Malm, kann also unmöglich ein autochthones Verwitterungsprodukt sein. Dagegen spricht auch die Natur der Gemengteile. Es herrschen vor Quarz und Glimmer, oft erfüllt von kleinsten, für die Bündnerschieferregion charakteristischen Rutilnadelchen. Daneben Feldspat- und Kalkspattrümmer und isolierte Krystalle als Accessoria krystalliner Schiefer, Trümmer von Hornstein u. s. f. Die Gelberde unterscheidet sich hierin kaum vom feinen Schlamm der Rheinmündung (Nr. 19 meiner Tabelle), in dem Bischof 50,14% Si O₂, 30,76% Ca CO₃, 1,24% Mg CO₃, 5,2% Fe CO₃, 4,77 Al₂O₃ etc. und damit die Konstituenten eines Kalkglimmerschiefers gefunden hat²⁾. Die grösste Differenz liegt in der Farbe. Der allen Bewohnern bekannte „Rheinletten“ ist graphitisch-grau, feucht, fast schwarz, der Löss infolge Infiltration von Fe₂(OH)₆ gelb. Damit ist zugleich die Altersdifferenz ausgesprochen. An sieben durch das ganze Gebiet zerstreuten Stellen habe ich den Löss direkt auf Grundmoräne gefunden. Er ist intramoränisch und postglacial! Dies ist schon von Escher v. d. L. erkannt worden. Rheingletscher und Rheinstrom haben dasselbe Einzugsgebiet. Das Material könnte von beiden herrühren. Naturgemäss dachte man zuerst an eine fluviale Herkunft. Sie ist insbesondere von Jenny l. c. angenommen worden. Jedenfalls könnte es keine Hochflut gewesen sein. Der Löss geht an denselben Gehängen nicht überall gleich hoch. Stellenweise müsste die Flut 100–250 m über die heutige Thalsole gereicht haben und dies hätte nicht ohne Wirkung auf die Seitenthäler sein können. Die Terrassen im Prätigau und Illthal sprechen dagegen und ebenso das Fehlen von Löss im unteren Rheinthal, unterhalb Montlingen. Wenigstens habe ich an den Nagelfluhspernen nördlich Altstetten, bei Heerbrugg, beim Auf-

¹⁾ Landw. Versuchsstationen 1891 p. 433.

²⁾ Lehrb. d. chem. u. phys. Geol. II 1855 p. 1577 u. 1582.

stieg nach der Meldegg und Walzenhausen-Buchberg nie etwas beobachten können. Nun sind die Umgebungen von Wartau, besonders die der Eisenbahn zugekehrten Gehänge von Maior, Minor bis hinauf ausgezeichnet terrassiert. Jenny zählte auf der Ostseite des Maior deren acht in Abstürzen von 2—15 m. Sie erschienen ihm als Erosionsterrassen des Rheins und als wesentliche Stütze für die fluviatile Herkunft des Löss. Diese Ansicht findet weder thalgeschichtlich noch wirtschaftsgeographisch eine Stütze.

Der Löss ist postglacial. Das Thal war aber vor der letzten Vergletscherung bereits ausgebildet. Es zeichnet sich geradezu durch einen auffälligen Mangel an Terrassen aus. Nach dem Rückzug des Gletschers bestand ein südwärts grösserer Bodensee. Der Thalvertiefung folgte eine Thalerhöhung durch Aufschüttung. Der Löss zeigt von oben bis unten bis zum Kontakt mit dem dunkeln Rheinletten dieselbe unveränderte Beschaffenheit. Es bestehen keine Uebergänge zum recenten Rheinschlamm und man kann keine Anzeichen eines sich vertiefenden Rheins finden.

Es muss auffallen, dass die Terrassen speziell um die sanft gerundeten „Vorgebirge“ zwischen Azmoos, Oberschan, Malans, Gretschins und Wartau vorhanden sind. Sie sind ein Produkt der Siedelung. Der Mensch floh den Drachen. Alle Siedelungen im Rheinthal sind lateral und hoch ob den Hochwasserständen. Dies gilt auch von der alten Römerstrasse, welche hier zum Teil 200 m über die Rheinebene bei Oberschan und dem Walserberg durchführte¹⁾. Die sonnigen Vorgebirge mussten zur Siedelung einladen. Nach einer freundlichen Mitteilung von Ch. Berger, Lehrer in Wartau, sind die ältesten Siedelungen dieser grossen Gemeinde auf Alp Palfries und am Walserberg. Urkundlich erscheinen Gretschins 1270, Fontnas 1299, Oberschan 1385, Malans 14. Jahrhundert, Murris bei Wartau 1484²⁾. In Neubünt südlich Weite (Bl. 268) wurden römische Münzen von 260—262 nach Chr. gefunden. Die Gehänge allein bildeten das Wirtschaftsareal. Die Böschungen betragen 45—58°, sind also für den Wiesenbau noch kein absolutes Hindernis. Allein dieser ist ein Kind der Neuzeit. Früher trieb man nur Ackerbau und zwar geht er nach Major Hilty in Sevelen in poströmischer Zeit auf das achte Jahrhundert zurück.

¹⁾ Anzeiger für schweiz. Gesch. 1863 p. 65 ff.

²⁾ Göttinger, die romanischen Ortsnamen des Kts. St. Gallen 1891.

Aus dem 11. Jahrhundert werden Weinberge von Räväs N Sevelen erwähnt. Hiefür musste das Terrain terrassiert werden. Der Löss lieferte einen ausgezeichneten, aber auch leicht abschwemmbareren Boden. Es ist nun zum vornherein auffallend, dass alle Terrassen vorherrschend bis total aus Löss bestehen, nie in Fels geschnitten sind, nie Geschiebe des Rheins aufweisen! An der Lone, südlich Minor, sind sie kaum entwickelt! Sie bestehen aber höher oben gegen Gretschins, wo der Löss fehlt! Alle sind mehr oder weniger horizontal, also scheinbar in der Richtung des Thales herauspräpariert. Allein manche zeigen ein Gegengefälle und die einzelnen Stufen sind wiederholt durch schiefe und mit der Thalrichtung widersinnige Einfahrten oder „Anstreben“ verbunden. Die Terrassen waren die „Pflanzböden“ und der Friedhof¹⁾. Nach Aussage eines 84jährigen Mannes (Mitt. von Berger) sollen die Terrassen von den Leuten in Murris noch in den 20er Jahren durchweg mit Kartoffeln, Getreide und Mais bepflanzt worden sein, selbst in den 50er Jahren noch einzelne „Böden“; „am Minor trifft man jetzt noch einzelne Pflanzäcker. Einer heisst Milsana (Miliun, Hirse?).“ Heute ist die Rheinebene das eigentliche Ackerfeld. Allein die auf Bl. 268 verzeichneten Flurnamen „Heuwiesen, Neugrüt, und Trattweg“ sprechen deutlich genug für die ehemaligen wirtschaftlichen Verhältnisse der Ebene.

Gutzwiller (Löss l. c. p. 2) erwähnt die Terrassierung der Basler Lössgebiete, Killias beschreibt sie für die Gegend Guardaschleins im Unterengadin²⁾. Welchem Naturforscher sind solche im Molasseland der Schweiz, in den Drumlinlandschaften etc. nicht schon auffällig erschienen und wie viele dachten nicht auch schon an Flusswirkungen dort, wo jetzt der grüne Teppich der Wiesen die ehemaligen Getreideäcker verhüllt? Ist's nicht verzeihlich, wenn der Kontakt einer wundervollen Terrassenlandschaft mit einem mächtigen Flusse zur fluviatilen Herleitung dieser letzteren führte?

Die lokale Schichtung darf nicht befremden. Sie hat ihre

¹⁾ Hr. Major Hilty entdeckte vor einigen Jahren Grabstätten auf der Ostseite des Maior!

²⁾ Jahresber. nat. Ges. Graubündens XXXI p. LX (Beilage).

natürliche Ursache in den während des Absatzes auf steilen Böschungen niedergefallenen Regen.

Alle Erscheinungen im Rheinthalen Löss erklären sich im übrigen ungezwungen bei der Annahme einer äolischen Aufschüttung. Für diese liegen manche Beweise vor.

Der Löss findet sich nirgends auf Rheingeschiebe, nur auf Grundmoräne oder rundbucklig geschliffenen Felsen. In der Struktur gleicht er dem typischen Löss und nur diesem. Die schon von Escher beschriebene und ungeschichtete Ausfüllung von Spalten in anstehendem Fels (Schollberg und Ziegelhütte Sevelen) oder von Gehängeschutt verträgt sich ungezwungen mit der äolischen Sedimentierung.

Zwischen Mastrils und Untervaz erscheint der Löss so recht als nivellierendes Element zwischen den flachen Rundhöckern. Ich wurde wiederholt an das Bild einer Schneefleckenlandschaft in welligem Terrain erinnert. Am Bergli (Illmündung), an einer Felsrippe S von Alt-Mastrils, und bei Sargans tritt er entschieden stärker oder ausschliesslich auf der Nordseite auf. Piperoff l. c. p. 50 betont das Fehlen des Löss auf der Westseite des Calanda, dem Luv der Westwinde. Die ungleiche Mächtigkeit des Löss unter übrigens ähnlichen topographischen Bedingungen spricht nicht für eine fluviatile, nicht gegen eine äolische Herleitung desselben. Die Korngrösse ist der letzteren ungleich günstiger als der ersteren. Offenbar wurde die Denudationsfläche durch den im oberen Rheinthal spärlichen Moränenschutt und die fluvioglacialen und später rein fluviatilen Schotter gebildet. Für manche Aufschüttung war mithin der von einem Gemengteil durchlaufene Weg nicht sehr gross. Daraus erklären sich zwei Thatsachen, der Mangel an Abrundung des Kornes und die im allgemeinen geringere Feinheit des Kornes gegenüber typischem, diluvialem Löss, die allgemeine Tendenz zu feinem Lösssand.

Bei dem grossen Einfluss der Topographie können die vorherrschenden Windrichtungen im Rheinthal von den gegenwärtigen kaum verschieden gewesen sein. Eine Zusammenstellung der letzteren, wie sie mir von der schweiz. met. Centralanstalt gütigst überlassen worden, kann also für die Vergangenheit ziemlich massgebend sein. Sie enthält die mittleren Jahressummen, für Land-

quart¹⁾ die in Procenten der Jahressumme ausgedrückte Häufigkeit der Winde.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Chur 603 m (1864—1880)	3,0	124,0	4,7	82,2	2,9	37,1	8,6	26,8
Landquart (Dez. 1897—Nov. 1898)	25,5	19,4	12,5	5,0	21,0	5,9	4,7	5,9
Ragaz 541 m (1871—1880)	6,9	0,6	1,2	87,0	9,8	2,1	10,8	22,5
Sargans 501 m (1864—1880)	2,2	1,4	430,8	107,7	132,1	1,7	412,3	0,5
Altstätten 478 m (1864—1880)	16,6	18,3	2,8	3,5	18,8	52,8	14,1	10,5

Ohne weiteres erkennt man den Einfluss des Windschutzes für Chur, Ragaz und Altstätten. Berücksichtigt man die Einwirkung des Prätigaus auf Landquart und diejenige des Seezthales auf Sargans, so fällt die Richtung der vorherrschenden Winde mit derjenigen des Rheinthals zusammen (N, NE, NW und SE, S und SW); besonders geltend macht sich der Föhn, der zugleich der stärkste ist. Dazu kommen im Sommer ausgesprochene und heftige Bergwinde (9^h p.m. bis 9 oder 10^h a.m.) und schwächere Thalwinde. Der erstere weht in Trübbach und Landquart fast föhnartig, stossförmig bei anticyclonem Witterungscharakter, besonders stark als „Gonzenwind“ zwischen Gonzen und Gauschla (Alvier) gegen Wartau wehend oder als „Matuger“ für Sargans. Im offenen Rheinthal kommt der Westwind zur Geltung, z. B. für Vaduz und das österreichische Ufer überhaupt.

Die Landstrasse Wartau-Trübbach ist häufig rein gefegt, wenn sie anderswo für Schlitten geeignet ist. Am heftigsten ist der Föhn, der dem Wanderer auf dieser Strassenstrecke kleine Kieselsteine ins Gesicht schleudert. Ein bei Sargans auf der Eisenbahn in Bewegung gesetzter „Rollwagen“ wird durch ihn weiter getrieben. Nun ist zu beachten, dass der austrocknende Föhn am häufigsten im Herbst und Frühjahr weht d. h. nach trockenen Zeiten. Dann wird Sand und Staub aus dem Rhein verweht. Hr. Albrecht in Sargans berichtet, dass in dem auf die grosse Ueberschwemmung vom 28. September 1868 folgenden Dezember bei heftigem Föhn wirkliche Staubwolken zwischen Sargans und Mels vorbeigetrieben wurden, so dass der Schnee auf den Ragazer-, Vilters- und Wangser-Alpen „vielerorts ganz grau vom Staub gefärbt wurde“, wie es

¹⁾ Gütige Mitt. von Hrn. Direktor Dr. Glättli im Plantahof.

Sauer und Siegert für Sachsen¹⁾ und Chelius für eine Schneedecke zwischen Darmstadt und Eberstadt (in der Nähe der Dünenlandschaft) vom 18. Februar 1892 beschrieben haben²⁾. Föhn- und Westwind erzeugen Staubwolken aus dem Rhein bei Diepoldsau. Noch mehr. Im Rheinthal mussten sich früher um vereinzelte Gebüsche Sanddünen gebildet haben. Herr Ober-Ingenieur Wey von der Rheinkorrektion, dem ich vielfache Anregung verdanke, kennt dieses Phänomen sehr gut. Zwischen der Eisenbahn und dem Rhein bei Rüti (Bl. 239) sind im Norden eines „Sand“ geheissenen Geländes zwei mit 434 und 432 cotierte kleine Hügel. In Wirklichkeit sind es zwei ausgezeichnete W—E streichende und nicht ganz getrennte Dünen von asymmetrischem Querschnitt, Steilabfall im N, sanfte Böschung in S entsprechend Lee- und Luvseite und unverkennbaren auskehrenden Blasestellen. Der Flugsand ist nun befestigt durch *Hippophae rhamnoides*, *Calamagrostis epigeia*, *Equisetum arvense*, *Hieracium pilosella*, *Juniperus communis*, *Centaurea nigra*, *Berberis vulgaris*, *Alnus incana*, *Sambucus nigra*, *Rhamnus frangula*, *Evonymus europaeus*, *Cornus sanguineus*, *Salvia prat.* etc. (siehe Körnertabelle Nr. 23). Von 60—80jährigen Männern, die ihr ganzes Leben dort wohnten, erfuhr Herr Wey, dass jene Hügel immer dort gewesen und dass ihnen ihre Väter erzählt hätten, es seien jene um Stauden im Streuland entstanden. Wie viele Rheindünen und Lössablagerungen mögen unter dem Geschiebe des Rheins begraben sein!

Diese Erscheinungen vermögen aber den Absatz von Löss noch nicht zu erklären. Die Windrichtung in postglacialer Zeit war dieselbe. Manche Winde waren anfänglich sicher verstärkt durch die grössere Nähe der sich zurückziehenden Gletscher. Allein noch zwei Faktoren mussten ebenfalls kräftiger gewirkt haben. Das Denudationsareal musste andauernd grösser gewesen und das Ablagerungsgebiet noch bei weitem nicht so mit Laub spendendem Gesträuch bedeckt gewesen sein. Das Rheinthal und dessen Gehänge waren dauernd mehr oder weniger „aber“ an Rasen, in einem Zustand, wie es den kleinen Steppenfeldern vor zurückziehenden recenten Gletschern zukommt. Der Löss enthält nirgends humöse

¹⁾ Z. d. d. geol. Ges. XL 575 und Erläuterung zu Bl. 32 (Hirschstein).

²⁾ N. J. f. Min. 1892 I 224 ff.

Schichten, nirgends Spuren von Laubfall, kein Röhrenchensystem, das wesentlich Dicotyledonen erfordert. Damit die Gletscher überhaupt zurückgingen, musste die Gegend regenärmer, trockener gewesen sein als heute. Es herrschte wohl eine Zeit lang Steppe in Nehring'scher Auffassung, ein Ergebnis, das in Uebereinstimmung steht zur paläolithischen subarktischen Steppenfauna der gelben Kulturschicht vom Schweizersbild¹⁾, wenn auch im Löss bis jetzt keine Steppennager gefunden worden sind. Für die Alpenthäler eine grössere Klimaschwankung im Sinne eines dauernden Steppenklimas anzunehmen, scheint mir aber kein Grund vorhanden zu sein. Die Molluskenfauna (siehe Tabelle) hat nach meiner Anschauung bei weitem nicht die Bedeutung, wie sie ihr von Mousson beigelegt worden. Die Topographie des Thales und die heutige Verbreitung der Conchylien lassen diese Gesellschaft als sehr natürlich erscheinen. *P. rudrata* Stud., charakteristisch für das Gebirge, „die klassische Lössschnecke“ nach Mousson²⁾, lebt ja zwischen den Weinbergen des ostschweizerischen Wallis. Die Fauna spricht für ein jüngeres Alter des Löss. Sie entspricht derjenigen der verschwemmten Niederterrasse, der postglacialen lössähnlichen Bildungen im Kt. Bern und nähert sich ganz der recenten Fauna; *Succ. oblonga* var. *elongata* fehlt! Dagegen erscheint *Arionta arbustorum* sogar in ausgewachsenen, grossen Exemplaren!

Noch ist einer Thatsache zu gedenken. ^WSüdlich Montlingen scheint der Löss ganz zu fehlen; die Winde sind aber dort auch nicht unthätig. Fehlte ein entsprechendes Denudationsgebiet? Könnte das ein Fingerzeig sein für die postglaciale Ausdehnung des Bodensees? Dann würde er wahrscheinlich nicht viel über Montlingen hinauf gereicht haben.

Wie in der interglacialen Zeit neben Löss auch Quellabsätze stattfanden (Flurlingen, Cannstadt), im Beisein von *Acer pseudoplatanus*, *Buxus sempervirens*, so auch in paläolithischer Zeit bei Kiffis W Klein Lützel (Kt. Solothurn) mit einer recenten Molluskenfauna,

¹⁾ Nuesch, d. Schweizersbild (Neue Denkschr. d. schweiz. nat. Ges. XXXV 1896).

²⁾ Mitt. nat. Ges. Bern 10. X. 1885.

Fagus sylvatica etc., einer Pflanze, deren Anwesenheit ich für das Schweizervbild wahrscheinlich gemacht habe¹⁾).

Wie lange die postglaciale „Steppenzeit“ gedauert, wissen wir nicht, sicher nicht in die Bronzezeit hinein; denn zwischen den Bergsturztrümmern von Forsteck bei Salez, mitten im Lössgebiet, ist noch kein Löss gefunden worden. Der Sturz erfolgte nachweislich während oder nach der Bronzezeit. Sicher hat der unstete Rhein anhaltend Material für die äolische Auslese geliefert. Wie Coaz²⁾ allerdings unter schlimmeren Bedingungen gezeigt, ist die Besiedelung von Gletscherboden durch phanerogame Pflanzen eine sehr langsame. Die Gramineen scheinen dabei im Vorsprung zu sein. Unklar bleibt immer noch die Thatsache, dass primäre äolische Anschüttungen auf der Niederterrasse fehlen. Griff hier die Pflanzendecke aus andern Gründen rascher um sich? Das enge Profil bei Laufenburg vermochte wenigstens die Wirkung der Winde zu verschärfen, so dass sich daselbst typische Windschliffe auf dem Urgebirge ausbilden konnten³⁾).

Vielleicht kann man an den Gehängen des Seezthales oder zwischen Weesen und Biberlikopf alten Flugsand entdecken.

Dünen gab es im Berner Seeland und bei Martigny und Schardt⁴⁾ fand 200 m über dem Thalboden, bei Alesse (Oltre Rhône) Flugsand in seichten Vertiefungen. Die mir gütigst zur Einsicht gegebene Originalprobe stellt einen graubraunen, feucht aber grünlichen Sand mit *Fruticicola villosa* (?) dar. Er enthält terrestrische Oscillarien, braust kaum in Salzsäure und besteht aus eckigen Quarzsplittern; Glimmer, mehr oder weniger mit Eisenoxydhydrat überzogen. Isolierte kleine Krystalle; Rutilnadelchen nicht beobachtet. Viele der Trümmer messen kaum 0.0038 mm, die grössern 0.15—0.3 mm.

Sieht man von Bergstürzen, Schutthaldenbildung u. dgl. ab, so ergeben sich für unser Land folgende analoge Faciesbildungen:

¹⁾ A. Tobler, *Eclogae geol. helvet.* V 1897 p. 59.

²⁾ *Mitt. nat. Ges. Bern* 1886 p. 3 ff.

³⁾ Früh, Ueber Windschliffe am Laufen bei Laufenburg (*Globus* 1895 LXVII Nr. 8).

⁴⁾ *C. R. soc. vaud. sc. nat.* 4. XII. 1889.

	<i>Aeolisch</i>	<i>Moor</i>	<i>Quellabsätze</i>
Jetztzeit	Dünen Staubverwehung, Kryokonit	Torfmoor	Travertin
Postglacial	Dünen Löss (intra- moränisch)	Moor (vorherrschend intramoränisch)	Travertin v. Kifflis.
II. Interglacialzeit	Löss mit Rekurrenzzone, extramoränisch erhalten.	Schieferkohlen (intramoränisch)	Tuff v. Flurlingen.