

Das Alter des schweizerischen diluvialen Lösses.

Von

H. BROCKMANN-JEROSCH.

Unter den Ablagerungen, welche einen Klimawechsel im Diluvium anzeigen sollen, gilt der Löss als einer der wichtigsten Zeugen für ein ehemals trocken-warmes Klima. Besonders den **echten Löss**, also den Löss, der auf den Schotterterrassen der Risseiszeit liegt, und dessen Bildung in die Riss-Würm-Interglacialzeit verlegt wird, legt man seit den Untersuchungen von Nehring in diesem Sinne aus.

Nun gibt es eine Reihe von Gründen, die dieser Deutung widersprechen. So zeigen die Fossilfunde der Interglacialzeiten kein trocken-warmes Klima an. Vorab verlangt die Flora der Höttinger Breccie bei Innsbruck ein typisch ozeanisches Klima und nicht, wie Wettstein¹⁾ seinerzeit annahm, ein warmes oder gar ein trocken-warmes. Die Elemente, welche auf ein warmes Klima hindeuten sollten, lassen sich heute mit aller Entschiedenheit als solche Arten bezeichnen, die ein sehr feuchtes Klima, welchem zudem grosse Extreme fehlen, verlangen. Es sind also nicht wärmeliebende Arten, sondern ozeanische. Zu diesem Schlusse sind zu gleicher Zeit und unabhängig von einander Handel-Mazzetti (1909) und der Verfasser (1909) gelangt. Da also die Interglacialflora ein trocken-warmes Klima ausschliesst, der Löss aber einem trocken-warmen Klima seine Entstehung verdanken soll, so wäre es ausgeschlossen, dass der echte Löss gleichaltrig wie Hötting sei; denn da der echte Löss beinahe bis an den Fuss der Alpen reicht, so ist es ausgeschlossen, dass zwei entgegengesetzte Klimate so nahe neben einander hätten existieren können. Allerdings wäre es ja denkbar, dass der Löss einer andern Zeit des Interglacial angehört als Hötting, so dass jenes ozeanische und kontinentale Klimaabschnitte enthielte. Dies ist aber kaum denkbar, folgt doch die Würmeiszeit so unvermittelt auf die vorletzte, dass die dazwischenliegende Erosion nur gering ist, so dass auch die dazwischenliegende Zeit nur kurz gewesen

¹⁾ Vergleiche auch Mühlberg 1907, S. 104/5.

sein kann. Aber auch die Pflanzenfunde widersprechen einer solchen Annahme sehr, denn es gibt keine einzige Fundstelle, die ein trockeneres Klima in der letzten Interglacialzeit verlangen oder auch nur gestatten würde. Wenn es also ausgeschlossen erscheint, dass der echte Löss ein trocken-wärmeres Klima anzeigt oder dass er interglacialen Alters ist, so ist die Revision der Frage nach der Zeit und dem Klima seiner Entstehung wohl berechtigt.

Dass der Löss ein äolisches Produkt darstellt, ist, nachdem nun auch Wahnschaffe ¹⁾ sich zu dieser Ansicht bekennt, wohl eine unbestrittene Annahme. Allerdings gibt es auch sicherlich viele Lössse, die nicht primär gelagert sind, sondern verschwemmt wurden, so dass es sehr begreiflich ist, wenn Einzelne lange in den Lössen fluviale Ablagerungen zu sehen glaubten.

Da die Lössse bekanntlich am häufigsten in trockenen Klimaten²⁾ sind, liegt es nahe, deshalb aus ihrem Vorkommen jeweils auf Niederschlagsarmut während der Entstehung zu schliessen. Allein auch unter andern Verhältnissen kann Löss entstehen. Es bedarf ja zu seiner Bildung nur eines unbewachsenen Denudationsgebietes, eines trockenen Windes und einer mehr oder weniger bewachsenen Aufangfläche. Es ist also im Grunde genommen der Löss unabhängig vom Klima. Und in der Tat gibt es auch heute noch Orte genug, wo in mittleren oder feuchten Klimaten noch Löss oder lössähnliche Bildungen entstehen können. So berichtet Albert Heim (1905, S. 38) aus Neuseeland: „Zur Zeit, als die grossen Gletscher, die bis an den Ausgang der Alpentäler vorgeschoben waren, wieder zurückwichen und deren zurückgelassene Grundmoränen³⁾ vom Föhn austrockneten, verblies der Wind den feinen Staub weit über die Fläche bis ans Meer. Der Staubniederschlag häufte sich zu fruchtbarer Lösserde an. Bald bedeckte der Löss ganz wie in vielen Teilen von Deutschland den Boden bloss $\frac{1}{2}$ bis 1 m, bald 10 und 15 m.“ „Aber auch noch jetzt geht die Lössbildung weiter. Wir haben

¹⁾ Wahnschaffe 1909, S. 234.

²⁾ Meist wird die Lössbildung als für das Steppenklima typisch betrachtet. Das ist aber nur cum grano salis richtig, denn nur in Steppen, die an Wüsten oder Halbwüsten grenzen, kann sich Löss ablagern. Der Entstehungsort des lössbildenden Staubes ist ja die Wüste oder Halbwüste. Dass wir aber jemals in der Diluvialzeit in Mitteleuropa Wüsten gehabt haben sollten, ist ganz undenkbar, wo doch selbst in dem heute uns nächstgelegenen Wüstengebiete, der Sahara, damals eine pluviale Periode herrschte. Man stellt sich nun die diluvialen Steppen mit Waldinseln durchsetzt vor. Darin wären aber durch Trockenheit entstandene vegetationsfreie Gebiete und deshalb auch eine durch das Klima veranlasste Lössbildung undenkbar.

³⁾ Genauer wäre Schotter, denn auch in Neuseeland entsteht heute der Staub nicht aus Moränen, wohl aber aus Schottern.

selbst gesehen, wie aus den breiten Kiesböden der Flüsse bei Föhnwind dichte Staubwolken aufwirbeln und über das Kulturland sich verbreiten“.

Nun enthält der echte Löss, also der Löss der Risssschotter, tierische Fossilien, die sich in dieser kalkreichen Ablagerung relativ gut erhalten, während die Pflanzen naturgemäss keine Spuren hinterlassen haben. Von den Tieren interessieren uns hier die Schnecken am meisten; geben sie doch die Fauna zur Zeit der Ablagerung an Ort und Stelle direkt wieder. Mühlberg hat in überzeugender Weise dargetan, dass die Lössschnecken die Annahme eines wärmeren Klimas gar nicht zulassen, kommen doch von den 32 Arten, die im echten Löss in der Schweiz gefunden wurden, „heute noch 14 in diesen Gegenden häufig vor, andere dagegen sind selten und lieben höhere, kühlere Gegenden, so gerade *Succinea oblonga*, die häufigste Lössschnecke, die jetzt nur bei Petersburg in analoger Häufigkeit verbreitet ist; 3 Arten kommen jetzt nur noch in arktischen und alpinen Gebieten vor“ (1907, S. 104). Demnach ist es unmöglich, dass das zur Lössbildung nötige Denudationsgebiet durch ein wärmeres Klima entstanden ist. Aus dem gleichen Grunde ist es aber auch unmöglich, dass Kälte oder Trockenheit diese Denudationsgebiete geschaffen haben. Da also klimatische Faktoren diese vegetationslosen oder vegetationsarmen Gebiete nicht geschaffen haben können, so ist es nur denkbar, dass mechanische Faktoren einzelne Gebiete vegetationsfrei gehalten haben: die vegetationsfeindlichen, diluvialen Flüsse.

Zu einer solchen Annahme führen nun eine Reihe von Tatsachen in zwingender Weise hin. Halten sich doch die Lösser immer an die Flusstäler. Wäre das Klima ein trockenes gewesen und wäre deshalb Flugstaub entstanden, so müssten in erster Linie die trockenen Hügel, nicht aber die feuchteren Talböden ausgeblasen worden sein. Dann hätte sich der Löss aber auch nicht an die Flusstäler gehalten, sondern sich in den feuchteren Gebirgen abgelagert, gerade so wie heute noch die Randgebirge der Sahara in den Löss eingehüllt werden, wo z. B. im Matmata-Gebirge in Tunis ganze Täler mit Löss eingeebnet werden, weil hier die feuchtere Luft den Löss zum Fallen zwingt und die Staubwinde der Wüste reinigt. Gerade diese Tatsache, dass die Lösser den Flussläufen folgen, war es u. a. ja, die einzelne, durchaus ernst zu nehmende Glacialgeologen so lange davon abhielt, im Löss eine äolische Ablagerung zu sehen.

Die Lösser enthalten Gesteinstrümmen, die nicht aus den Gesteinen der Umgebung stammen können, so z. B. Glimmerblättchen. Die Grundmasse, aus der die Lösser gebildet wurde, muss also aus den

Alpen herrühren; Gletscher oder Flüsse oder beide zusammen müssen das Produkt von dorthier gebracht haben.

Die Löss enthalten, wie gesagt, nicht nur Glimmerblättchen, sondern überhaupt viele mechanisch zerkleinerte, aber nicht chemisch verwitterte Gesteinstrümmel. Da nun, wie wir gezeigt haben, weder Wärme, noch Kälte, noch Trockenheit die vegetationsfreien Ausblasgebiete geschaffen haben kann, so wäre eine solche äolische Ablagerung von chemisch unverwitterten Gesteinstrümmeln nur dann denkbar, wenn ein Fluss solche fortwährend herbeischafft und auf grosser Fläche ablagert, damit sie in trockenen Zeiten vom Winde aufgewirbelt werden können. Solche Ablagerungsgebiete stellen wirklich nun die Schotterfelder dar.

Allerdings ist öfters die Ansicht vertreten worden, auch Mühlberg pflichtet ihr bei, dass der Löss die Ablagerung einer äolischen Deflation von Verwitterungsboden sei. Dem entspricht aber der chemisch unverwitterte Zustand der Lösssteilchen nicht. Auch ist es nicht denkbar, dass aus dem frischen, unbewachsenen Moränenboden der Wind den Löss ausgeblasen habe, ist doch der Löss im Diluvium viel weiter verbreitet als die Moränen. Auch ist gerade der Moränenboden in feuchtem wie in trockenem Zustande so zähe, dass es nicht denkbar ist, dass aus ihm der Wind Staub wegnehmen könnte. Gerade unsere schönsten Erdpyramiden zeigen in schöner Weise, wie wenig der Wind dem trockenen Moränenlehm anzuhaben vermag (Erdpyramiden von Bonaduz, im Wallis usw.). Die Ablagerungen unserer Flüsse dagegen werden leicht vom Wind ausgeblasen, weil hier der zähe Ton mehr oder minder ausgewaschen ist. Auch weisen die oben erwähnten Schneckenfunde mit Sicherheit darauf hin, dass die Klimaverhältnisse eine Besiedlung des Moränenbodens zuließen. Also muss diese Besiedlung auch vorhanden gewesen und dadurch die Ausblasung verhindert worden sein. Auf den Schottern der Flüsse dagegen ist heute noch die Staubbildung häufig, wie dies Früh (1899) dargetan hat.

Wenn heute die Lössbildung unterbleibt oder doch sehr selten und dabei nicht einmal typisch ist, so ist das kein Einwurf gegen das eben Gesagte. Die eiszeitlichen Schotter hatten eine ganz andere Ausdehnung als die heutigen. Damals füllten die Flüsse die Täler in ihrer ganzen Breite aus. Wie gross die diluvialen Schotterebenen waren, darüber geben uns z. B. die bayrischen Niederterrassenfelder Auskunft: Lechfeld, Isarauen und Garchingener Heide wurden in dieser Zeit gebildet. Heute haben die Flüsse durch die seitlichen Schuttkegel ihren Lauf vorgezeichnet oder sie gruben sich wieder in die Schotter ein und engten dadurch sich seitlich selbst ein.

Die echten Löss liegen an den Talhängen oder aber auf den Schottern der Risseiszeit selbst. Im letztern Falle sind die darunter liegenden Schotter unverwittert, woraus hervorgeht, dass die Lössbildung mit der Schotterauflhäufung zusammen in die gleiche geologische Periode fällt. Nun entsprechen aber die Schotter jeweils einem Gletschervorstoss, sie sind also glacial und nicht interglacial und demnach wäre auch der echte Löss nicht eine Bildung des Interglacial, sondern der Zeit der grössern Ausdehnung der Gletscher selbst.

Diese Deutung, so sehr sie auch anfänglich voller Widersprüche zu sein scheint, stützt das oben Gesagte in mannigfacher Weise. Während der grossen Ausdehnung der Gletscher brachten die Schmelzwasser grosse Mengen feiner, zermalener, aber chemisch unverwitterter Gesteinstrümmer. Bei warmem Regen gar überströmten die Gletscherbäche die Schotterfelder in grösstem Masstabe, da die Gletschergebiete kein Regenwasser absorbierten, sondern gleich alle Niederschläge, vergrössert durch das abgeschmolzene Eis den Flüssen abgaben. Daher die grossen Schotterfelder und ihre Vegetationsarmut. Auf ihnen lagerten die Schmelzwasser bei jedem Schwanken des Wasserstandes die Gletschertrübe ab, und so entstand häufige Gelegenheit zur Staubbildung. Übrigens sind, wie gesagt, noch heute durch gleiche Ursachen hervorgerufene Staubbildungen durch Fröh (1899) beschrieben worden. Sie würden aber nur noch da einen Löss bilden können, wo die Winde durch lokale Verhältnisse, durch Föhnwirkung oder Talwind verschärft werden und wo grössere Schotterflächen vorhanden sind. Während der Eiszeit waren aber die Schotterfelder grösser und die Windverhältnisse für die Lössbildung günstiger: kaltes Tal und warme Ebene waren sich nahe gerückt und daher mussten föhnartige Winde entstehen.

Nun gibt es aber zwei Erscheinungen, welche dieser Annahme, dass der Löss während einer Eiszeit i. e. S., also während eines feuchten Klimas ¹⁾ entstanden sei, scheinbar widersprechen. Das ist erstens die löcherige Struktur des Lösses. Diese soll daher rühren, dass feine Bestandteile der Vegetation eingebettet wurden, nach ihrem Verwesen aber Röhrchen bildeten. Nach dem einen Autor bildeten sich diese Röhrchen um die Halme einer dürftigen Vegetationsdecke herum, nach andern aber stellen sie die Wurzeln der Gräser dar, die damals dominiert haben sollen. Da nun zu gleicher Zeit grössere Hohlräume fehlen, die Sträucher und Bäume anzeigen würden und da man annimmt, dass solche Hohlräume sich hätten erhalten müssen,

¹⁾ Vergleiche Brockmann-Jerosch 1909.

so sieht man in der löcherigen Struktur des Lösses oft den Beweis dafür, dass eine Grasvegetation zur Zeit seiner Bildung geherrscht habe, was bei dem gleichzeitigen Fehlen einer Baumvegetation für eine Steppe, also auch für ein Steppenklima, das ist ein trockenwarmes Klima, sprechen würde. Nun ist aber die Form der Kanäle im echten Löss niemals derart, das sie Grashalmen entsprechen würde. Niemals findet man gerade Stücke, auch keine solchen, die die Knickung eines Halmes an dessen Knoten abbilden würden. Auch herrscht die wagerechte Lage bei diesen Höhlungen nicht vor, wie es sein müsste, wenn die abgestorbenen oder niedergedrückten Halme oder Blätter während der Ablagerung des Lösses eingebettet worden wären.

Auch jene Ansicht, die in der Röhrenstruktur die Hohlräume früherer Wurzeln sieht, ist unhaltbar, weil die Form der Röhren auch in keiner Weise den büscheligen Verlauf von Graswurzeln oder auch nur einer einzelnen Wurzel zeigt. Überhaupt ist es ganz ausgeschlossen, dass die Röhrenstruktur unseres Hochterrassenlösses ans den Hohlräumen ehemaliger Reste der Vegetation abzuleiten ist. ihre Form steht einer solchen Annahme entgegen.

Ein zweiter Einwand gegen die Auffassung, dass der echte Löss den Risssschottern gleichaltrig sei, liegt darin, dass Wechsellagerungen von Schottern und Lössen fehlen, soweit ich es wenigstens übersehen kann. Wären sie gleichaltrig, so wird man einwenden, so müsste die Wechsellagerung häufig auftreten. Dem muss gegenübergestellt werden, dass in den Schottern eben überhaupt ähnliche Ablagerungen, wie Tone oder feinere Sande, sehr selten sind. Wären sie häufiger, so wären wir über Vegetation, Fauna und damit über das Klima der Eiszeiten schon weit besser unterrichtet. Das Fehlen derartiger Ablagerungen rührt davon her, dass ein Fluss, da wo er Schotter führt, diese überhaupt selten auf Ton oder ähnlichen Bildungen abgelagert, weil damit Hand in Hand gehend auch der Boden aufgewühlt und fortgetragen wird. Da, wo der Schotter bei hohem Wasserstand sich vorwärts bewegt, gibt es sofort eine Sortierung nach dem spezifischen Gewichte der in Bewegung gesetzten Bodenmasse. Die mit Wasser durchtränkten feinem Bodenteile gehen nach oben, die schwereren nach unten. Nur auf diese Weise erklärt sich das Einsinken von schweren Brückenpfeilern bei Hochwasser, das Sichsetzen der Steinfaschinen bei Flusskorrekturen, das Verschwinden grosser Steinblöcke und dergl. im Schotterstrom bei Hochwasser. In der gleichen Weise muss der Löss bei Überschwemmungen weichen, sobald ein Schotterstrom sich am Grunde des Wassers vorwärts bewegt und deshalb können wir ebenso wenig Lössseinlagerungen, wie

auch Toneinlagerungen im Schotter erwarten. Aus dem gleichen Grunde ist letzterer so fossilarm. In dem Fehlen von Wechselagerungen von Löss und Schottern kann ich deshalb keinen Grund gegen das glaciale Alter des Lösses sehen.

Ausser dem sogenannten echten Löss haben wir in der Schweiz noch eine Reihe von **jüngern postglacialen Lössen**, über die wir besonders durch die Arbeiten von Früh (1899, 1899/1900, 1903) unterrichtet sind.

Noch klarer als beim echten Löss lässt sich hier die Altersfrage verfolgen. Sie liegen alle innerhalb der Endmoränen der letzten Eiszeit, sie sind also jünger als die maximale Ausdehnung derselben.

In ihrer Struktur und Mächtigkeit entsprechen diese Lössen den echten Lössen der Risseiszeit nicht ganz. Sie sind weniger mächtig und meist bedeutend grobkörniger. Aber es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass auch diese Lössen der postglacialen Ablagerungen äolischen Ursprunges sind, so dass auch sie unter unsere Betrachtung fallen. Diese postglacialen Lössen sind wie die der Risseiszeit auf der unverwitterten Moräne oder unverwitterten Schottern oder Gletscherschiffen aufgelagert, so dass damit gezeigt ist, dass die Lössbildung unmittelbar auf die Vergletscherung folgte.

Im Gebiete des Rheingletschers lässt sich die Altersfrage des Lösses am besten verfolgen. Hier reichte der Gletscher bei seiner grössten Ausdehnung während der letzten Eiszeit bis gegen Eglisau, Jestetten usw. Hier verweilte er längere Zeit und seine Schmelzwasser bildeten die Niederterrassenschotter. Auf diesen ist bis jetzt noch kein autochthoner Löss nachgewiesen. Von diesem Jungmoränenkranz zog sich der Gletscher etappenweise zurück. Den ersten scharf ausgesprochenen Halt machte er hinter den „Innern“ Moränen¹⁾, also hinter den Moränenwällen von Zürich, Schwerzenbach, Andelfingen, Diessenhofen usw. Ob er vor diesem zweiten Halt noch weiter gegen die Alpen zurückgewichen war und ob demnach der Stand hinter den Innern Moränen nicht nur einem Stillstand, sondern einem Vorstoss gleichkommt, ist unsicher. Eine Laufschwankung ist demnach nicht nachgewiesen. Hinter den Innern Moränen verweilte der Gletscher ebenso lang, wie hinter den äussern Moränen, denn die hier entspringenden Schotter sind ebenso deutlich ausgebildet, wie die Niederterrasse selbst (Hug 1909). Auf den erstern liegt nun der erste postglaciale Löss, so auf dem Mühleberg bei Andelfingen (Früh 1903) und im Hard zwischen Andelfingen und Marthalen an

¹⁾ Vergl. für diese Rückzugsstadien Hug 1907.

mehreren Stellen zum Teil in grösserer Mächtigkeit (aufgefunden von Hug, mündl. Mitt.).

Nach dem Rückzug von dieser Stellung des Innern Moränen-gürtels aus geht die Vergletscherung unaufhaltsam, ohne ausgeprägte Stillstände und relativ rasch zurück. Denn, obwohl es noch Pausen gibt, wo die Gletscher etwas stille stehen, kommt es doch nicht zur Aufwerfung von Moränenwällen, an denen Schotter entspringen. Täler, die der Gletscher vor Auffüllung bewahrt hatte, werden auch bei diesem Rückzug nicht mehr mit Schottern eingedeckt und es bleiben deshalb die Randseen der Alpen ausgespart. Immerhin lässt sich einigermassen beim Rhein- und beim Linthgletscher ein Stillstand bei Bregenz resp. Rapperswil-Hurden feststellen, der mit dem Bühlstadium der Tiroleralpen verglichen wird.

Auf den Schottern dieses Rückzuges bis in die Moränen gibt es nun wiederum Löss, allerdings in geringer Ausdehnung. So hat Früh es als wahrscheinlich hingestellt, dass auf Thurschotter bei Sängen-Weinfeldern im Kanton Thurgau Löss, der *Helix arbustorum* und *Succinien* enthält, vorkommt. Wehrli¹⁾ betrachtet das auf dem Thurschotter liegende Tonlager bei Negi bei Güttikhausen an der Thur als Lösslehm, eine Ansicht, der man nur beipflichten kann, nachdem sich auch hier Schneckenschalen und die Lössstruktur vorfanden. Dieser Löss liegt östlich Andelfingen auf einer tieferen, also auch jüngeren Flussterrasse. Gleich alt wie diese Löss sind vielleicht diejenigen, die Früh (1899/1909, S. 47) im untern schweizerischen Rhonetal bei St. Triphon, Kt. Waadt, konstatierte.

Die Hauptfunde der postglacialen Löss folgen nun aber erst der Zeit, nachdem die Gletscher hinter die Bühlmoränen zurückgegangen waren, welche im Linthtal bei Rapperswil-Hurden, im Rheintal bei Bregenz, im Rhonetal unterhalb St. Maurice angenommen werden. An den Talhängen des St. Galler, des Lichtensteiner und des Churer Rheintales ist der Löss bis gegen Chur in ausgedehntem Masse aufgefunden worden (vergl. Früh 1899). Neuerdings wurde er von W. Staub (mündl. Mitt.) auch im Gebiete des Flimser Bergsturzes nachgewiesen, so dass hier vielleicht Löss, der jünger als das Gschnitz-Stadium ist, vorliegt. — Im Rhonetal sind die Verhältnisse sehr ähnlich.

Nach allen bisherigen Funden liegt, wie schon gesagt, der Löss auf unverwitterten Moränen und Schottern der Rückzugsstadien der letzten Eiszeit oder auf den frischen Gletscherschliffen, woraus hervorgeht, dass der Löss sofort auf die betreffenden Bildungen folgte. Es können also die verschiedenen Löss nicht gleichaltrig

¹⁾ in Letsch 1907 S. 386.

sein, sondern sie müssen den verschiedenen Rückzugsstadien der Gletscher entsprechen. Die Andelfinger Löss sind gleich alt wie die Zeit der Innern Moränen, die von Gütlikhausen, Sängen-Weinfeldern und wahrscheinlich auch die von St. Triphon stammen aus der Zeit nach den Innern Moränen, sind aber älter als das Bühlstadium. Der Rest der Löss hingegen ist jünger als dieses. Ob es noch Löss gibt, die dem Gschnitz-Stadium entsprechen, oder noch jünger als dieses sind, ist noch unsicher.

Derjenige, der nun in dem Löss nur das Produkt eines trockenwarmen Klimas sieht, der müsste nun für jede Altersstufe dieser Löss eine trockenwarme Periode annehmen, also eine solche während der Innern Moränenzeit, eine zweite zwischen dieser Zeit und dem Bühlstadium, eine dritte, am schärfsten ausgesprochene zwischen dem Bühl- und Gschnitz-Stadium. Aber auch hier lässt sich schön nachweisen, dass eine solche Annahme unhaltbar ist. Gerade aus dem Löss aus der Zeit zwischen dem Bühl- und dem Gschnitzstadium ist eine Schneckenfauna bekannt, die zeigt, dass auch hier die Verhältnisse so liegen, wie beim echten Löss. Es wurden im Löss im St. Galler Rheintal nämlich gefunden (Früh 1899, S. 178/181):

Arten:	heutige Verbreitung:
1. <i>Vallonia pulchella</i> Müll.	gemein, Rheintal
2. <i>Fruticicola sericea</i> Drap.	häufig, Rheintal
3. " <i>villosa</i> Drap.	Rheintal
4. " <i>plebeja</i> Drap.	fehlt Rheintal, aber SW.-Schweiz
5. " <i>fruticum</i> Müll.	Rheintal, bloss Waldzone
6. " <i>incarnata</i> Müll.	Rheintal
7. " <i>strigella</i> Drap.	Rheintal
8. " <i>rufescens</i> Per.	(Angabe fehlt)
9. <i>Arionta arbustorum</i> L.	Rheintal
10. <i>Helicogena pomatia</i> L.	Rheintal
11. <i>Patula rotundata</i> Müll.	gemein
12. " <i>rudrata</i> Stud.	Rheintal
13. <i>Trigonostoma obvoluta</i> Müll.	Rheintal
14. <i>Xerophila candidula</i> Stud.	Schweiz
15. <i>Hyalina nitens</i> Mich.	Rheintal
16. " <i>nitidula</i> Drap.	Rheintal
17. " <i>depressa</i> Sterki	(Angabe fehlt)
18. " <i>fulva</i> Müll.	Rheintal
19. " <i>cellaria</i> Müll.	(Angabe fehlt)
20. " <i>crystallina</i> Müll.	Rheintal
21. <i>Zua lubrica</i> Müll.	"
22. <i>Cianella acicula</i> Müll.	"

23. <i>Napaeus montanus</i> Drap.	Rheintal
24. „ <i>obscurus</i> Drap.	„
25. <i>Chondrula quadridens</i> Müll.	„
26. <i>Clausinia dubia</i> Drap.	„
27. <i>Pupa muscorum</i> L.	„
28. „ <i>dolium</i> Drap.	„
29. „ <i>secale</i> Drap.	„
30. „ <i>variabilis</i> Drap.	fehlt Rheintal, aber Waadt, Wallis
31. <i>Succinea oblonga</i> Drap., kurze	

Form

Rheintal, ebenfalls kurze Form

Von den bisher nachgewiesenen 31 Arten fehlen in der Liste von Früh bei drei Arten die Angaben über das heutige Vorkommen. Von den 28 andern kommen nach Früh heute noch 26 im Rheintal vor. Eine grosse Zahl dieser Schnecken lebt vom Laube, einige brauchen feuchte Wohnbezirke. Nirgends aber ist eine Spur von solchen Arten zu sehen, die ein trocken-warmes Klima zulassen oder gar verlangen würden. Also ist es bei diesem Löss einfach undenkbar, dass klimatische Faktoren das vegetationsfreie Denudationsgebiet geschaffen hätten; hier kann weder Wärme, noch Trockenheit, noch Kälte die Vegetation vernichtet haben.

Ebenso geht aus andern Fossilfunden die Unhaltbarkeit der Deutung, dass der Löss aus einem trocken-warmen Klima stamme, hervor. Dies zeigen in schöner Weise die subalpinen und alpinen Arten der Dryastone. Dem Momente des ersten Rückzuges hinter die Jungmoränen entsprechen die Dryastone mit *Salix reticulata* und *Betula nana* bei Mellingen, hierauf folgt die Bildung der Lösses bei Andelfingen. Die Dryastone bei Schwerzenbach mit *Salix herbacea*, *Salix polaris*, *Betula nana* usw. bildeten sich während der Inner-Moränenzeit. Kurz darauf entstanden die Tone von Bonstetten mit *Betula nana*. Hierauf folgen die Lösses der jüngeren Thurschotter bei Gütlikhausen und Sagen-Weinfeld. Aus der gleichen Periode stammen die Glacialfloren von Hedingen und Niederwil bei Frauenfeld. Da nun die subalpinen und alpinen Arten im continentalen, also trocken-warmen Sommer zugrunde gehen würden und somit einen kühlen Sommer anzeigen, die Lösses aber einem continentalen Klima ihre Entstehung verdanken sollen, so erweist sich diese letzte Deutung als unhaltbar, denn es ist undenkbar, dass das Klima in diesem Masse von einem continentalen zu einem ozeanischen geschwankt haben sollte, wo doch der Rückzug der Gletscher sich so rasch, ohne von neuen, bedeutenderen Vorstössen unterbrochen zu sein, vollzog.

Es gibt demnach auch hier wieder nur eine befriedigende Erklärung: der Fluss, in unserm speziellen Falle der Rhein, schuf

damals mit seinen unregelmässigen Schmelzwässern die breiten Schotterflächen und hielt sie vegetationsfrei. Die föhnartig verschärften Winde bliesen aus ihnen den Staub aus und er häufte sich an den Talseiten, besonders da, wo er vom Wasser nicht mehr weggeschwemmt werden konnte, als Löss an.

Dass der Löss aus den Schottern und nicht etwa aus der freigewordenen Grundmoräne ausgeblasen wurde, das beweist das Vorkommen von Dünen auf der Rheinebene im St. Galler Rheintal. Bereits Früh erkannte 1899 (S. 188) zwei solche bei Rüti; 1904 (S. 496) fügte er eine neue hinzu: den Hügel Bagol, 407 m, WNW Malanca-St. Leonhardt bei Ragaz, der seither durch Abbau aber beinahe völlig verschwunden ist. Auch der Hügel Quote 500, (Karte 1:2500) in der untern Au in der gleichen Gegend besteht aus Dünensand. Doch wurde er seiner Gebüsche beraubt und beackert, so dass er vom Winde heute so zu sagen völlig verweht ist. Die auf der Siegfriedkarte gezeichnete Erhebung im Heulöser, zwischen diesem Namen und der Quote 493 war ebenfalls eine Düne, die in ein Spargelfeld einbezogen werden sollte und deshalb umgegraben wurde. Der Wind konnte so auch hier angreifen und sie ist deshalb heute nicht mehr sichtbar. Auch der „Stellibüchel“, Quote 499 in Heulöser ist, wenigstens zum grossen Teil, als ehemalige Düne zu betrachten.

Bei der abgebauten Düne Bagol sind die Bestandteile der Düne am besten zu beobachten. „Der graue, ungeschichtete Sand enthält noch einen erheblichen Prozentsatz grober, eckiger Splitter von Bündner Schiefer, Quarz, Calcit, Glimmer von 0,7 bis 1,5 mm“ (Früh).

Diese auf den Schottern liegenden Dünen zeigen wiederum sehr deutlich, dass der Löss das Ausblasprodukt der Schotter ist. Der flugfähige Staub ging mit dem Winde weg, bildete den Löss, der rollende Sand aber bildete die Dünen.

Es ist klar, dass während der gleichen Rückzugsperiode eines Gletschers sich das Klima im gleichen Sinne änderte und deshalb darf die für den aus der Zeit zwischen dem Bühlstadium und dem Gschnitzstadium stammenden Löss gemachte Schlussfolgerung auch auf die Lösser der andern Etappen des Rückzugs angewandt werden. Demnach zeigt keiner dieser Lösser ein trocken-warmes Klima an, alle entstanden durch mechanische, nicht aber durch klimatische Faktoren.

Da nun, wie oben gesagt, auch die postglacialen Lösser den Gletschern auf dem Rückzuge folgten, also wie die echten Lösser

der Riss- und Würmschotter glacial sind, zugleich aber eine Fauna beherbergen, die der heutigen sehr nahe steht, so kann zur Eiszeit im Mittelland nicht ein alpines oder arktisches Klima geherrscht haben, sondern ein solches, welches in den durchschnittlichen Temperaturen dem heutigen nahe stand. Da aber trotz dieser Temperatur die Gletscher so weit herabreichten, so können nur die festen Niederschläge die Vergrößerung der Gletscher bewirkt haben. Es muss also das Klima der Eiszeit ein sehr ozeanisches gewesen sein, ähnlich wie heute in Patagonien, Alaska, Neuseeland usw. So führen also die Löss ungezwungen zu den gleichen Schlüssen, die ich schon auf ganz anderer Grundlage ausgesprochen habe (1909).

Der postglaciale Löss ist nun bedeutend weniger mächtig als der echte Riss- und Würmschotter. Da beide nicht das Produkt eines bestimmten Klimas, sondern mechanischer Faktoren waren, so mussten diese beim echten Löss stärker und länger wirken, das heisst die Gletscher mussten längere Zeit eine Stellung einnehmen, die die Lössbildung gestattete, sie durften also nicht zu sehr abnehmen, nicht zu weit in die Alpen zurückweichen. Dass sie auch wirklich nicht weit zurückgegangen sind, ist zum Mindesten wahrscheinlich, da die Erosion, die zwischen der Riss- und der Würmvergletscherung stattgefunden hat, relativ unbedeutend ist, wovon bereits eingangs die Rede war und wozu Mühlberg einige Beispiele anführt. Auch die Schieferkohlen von Uznach sprechen durchaus in diesem Sinne. Sie liegen auf Schottern¹⁾ und sind von Schottern überlagert. Aber auch zwischen den verschiedenen Kohlenflötzen liegen Schotter. Also überall Aufschüttung, nirgends Erosion. Aufschüttung findet sich aber nur bei relativ grossem Gletscherstande, woraus geschlossen werden muss, dass die Gletscher sich nicht weit zurückgezogen hatten. Auf ein starkes Zurückweichen der Gletscher wurde ja nur aus der Interglacialflora gefolgert, was sich aber nicht halten lässt (vergl. Brockmann-Jerosch 1909 und oben S. 499), so dass es für einen kleinen Gletscherstand im Interglacial, der etwa dem der heutigen Zeit entsprechen würde, tatsächlich gar keine Anhaltspunkte gibt.

Es liegt also zum Mindesten nahe anzunehmen, dass die Riss- und Würm-Interglacialzeit nicht so stark ausgeprägt war. Auch sie

¹⁾ Nach Mayer-Eymar aber auf Moränen. Dieses ist nur scheinbar richtig. Die ganze Bildung der Schieferkohlen, Liegendes wie Hangendes, wurde während des Rückzuges der Würmgletscher von seitlichen Schmelzwässern parallel zum Gletscher durchfurcht. In diese Tälichen hinein kamen bei kleinern Schwankungen des Gletschers an einigen Orten Moränen wie auch Glacialtone zu liegen, so dass diese tiefer liegen können als die Schieferkohlen, obwohl sie jünger sind.

besass, wie die Eiszeiten selbst, ein ozeanisches Klima; ihre Flora unterscheidet sich ja auch dementsprechend von der jetzigen.

Wenn aber die Riss-Würm - Interglacialzeit nicht so ausgeprägt war, wenn die Gletscher also noch etwa bis an den Alpenrand reichten, so war die Möglichkeit gegeben, dass auch in dieser Zeit sich Löss bilden konnte. Dann gäbe es also vielleicht neben dem glacialen Löss noch einen andern, dem doch der Name interglacial zukäme. Aber das Wort interglacial hat, wenn man eine grössere Einheitlichkeit der Vergletscherung annehmen muss, eine andere Bedeutung und es wäre ein blosser Wortstreit, wenn man sich darüber nicht einigen könnte, welcher Name einem solchen Löss gegeben werden soll. Es ist also sehr wohl denkbar, dass die Lössbildung durch die letzte Interglacialzeit und die letzte Glacialzeit hindurch gegangen ist.

Zürich, 28. Dez. 1909.

Nachtrag: Während des Druckes werde ich auf die Arbeit von Wiegers, „Die diluvialen Kulturstätten Norddeutschlands und ihre Beziehungen zum Alter des Löss“, Prähistorische Zeitschrift Bd. I, Heft 1, aufmerksam gemacht. In dieser Arbeit tritt Wiegers auf ganz anderer Grundlage ebenfalls für das glaciale Alter des Lösses ein.

Citierte Literatur.

- Brockmann-Jerosch, H., Die fossilen Pflanzenreste des glacialen Delta 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. St. Gallen 1910. Vorläufige Mitteilungen darüber in diesem Band.
- Früh, J., Der postglaciale Löss im St. Galler Rheintal, mit Berücksichtigung der Lössfrage im allgemeinen. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft Zürich, 44. Jahrgang 1899.
- Früh, J., Über postglacialen, intramoränischen Löss (Löss-Sand) im schweizerischen Rhonetal. Eclogae geol. helv. T. VI., Lausanne 1899/1900.
- Früh, J., Über postglacialen, intramoränischen Löss (Löss-Sand) bei Andelfingen Kt. Zürich. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft Zürich, 48. Jahrgang 1903.
- Früh, J., Notizen zur Naturgeschichte des Kantons St. Gallen. Jahrbuch der st. gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft für 1903, St. Gallen 1904.
- Handel-Mazzetti, H., von, Ergebnisse einer botanischen Reise in das pontische Randgebirge im Sandschak Trapezunt. Annalen des K. K. naturhistorischen Hofmuseums, Wien 1909.
- Heim, Albert, Neuseeland. Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft Zürich, Zürich 1905.
- Hug, J., Geologie der nördlichen Teile des Kantons Zürich und der angrenzenden Landschaften. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, NF., XV. Lieferung. Bern 1907.

- Hug, J., Die Zweiteiligkeit der Niederterrasse im Rheintal zwischen Schaffhausen und Basel. Zeitschrift für Gletscherkunde, III. Band 1909, S. 214.
- Letsch, E., Die Schweizerischen Tonlager, I. Geologischer Teil. Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, Geotechnische Serie, IV. Lieferung, Bern 1907.
- Mühlberg, F., Der mutmassliche Zustand der Schweiz und ihrer Umgebung während der Eiszeit. Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft Freiburg, 1907.
- Wahnschaffe, F., Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes, III. Auflage, Stuttgart 1909.
- Wettstein, R., von, Die fossile Flora der Höttinger Breccie. LIX. Band der Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der K. Akademie der Wissenschaften, Wien 1892.
-