

Quartär

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **45 (1952)**

Heft 2

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Joressens–Cudrefin–Montet–Montmagny. Eine einzelne Messung konnte im oberen Teil des durch Pégran fliessenden Baches ausgeführt werden. Die Schichten des Aquitanien fallen an dieser Stelle mit 6° gegen Südosten. Diese isolierte, wenig ins allgemeine Bild passende Messung ist schwer zu deuten. Man könnte vielleicht in Verbindung mit morphologischen Gesichtspunkten an eine Verwerfung im Gebiet Joressens–Lugnorre denken.

An der „ancienne falaise“ des Murtensees und in den diesen Steilabfall durchbrechenden Gräben liegen die Verhältnisse etwas günstiger. Die Messungen zwischen Môtier und Vallamand zeigen immer ein Nordost- bis Nordnordost-Einfallen der Schichten mit $4\text{--}7^\circ$. Mit diesen Fallbeträgen müssten wir von Môtier gegen SW rasch in tiefere Schichten des Aquitanien gelangen. Wir kennen keine Anhaltspunkte, die dies bestätigen könnten. Dagegen liegt auf Grund verschiedener Beobachtungen die Vermutung nahe, dass Verwerfungen das Schichtfallen hin und wieder kompensieren.

Im oberen Teil des Grabens von Salavaux, südöstlich Montmagny, fallen die Schichten mit 3° gegen Nordosten. Dieses Einfallen kann, schon ausserhalb unseres Gebietes, bis in die Gegend von Villars-le-Grand beobachtet werden. In diesem Gebiet ist in der Karte von H. M. SCHUPPLI (1950) eine kurze Synklinale eingetragen, welche von J. KOPP (1946) mit der Vully-Synklinale verbunden wird. Diese Verbindung, wie die Verlängerung der Mt. Vully-Synklinale bis ins Gebiet von Estavayer–Montet près Payerne sind hypothetisch. Das gleiche gilt von der die Mt. Vully-Synklinale begleitenden Joressant-Antiklinale und Hagneck-Synklinale, die in unserem Gebiet durch Messungen nicht festzustellen waren.

B. DIE UMGEBUNG VON MURTEN

In der Südostecke des Siegfried-Blattes Murten konnten in einem Wasserstollen bei Ziegerli, in aquitanen Sandsteinen bei Boulatel und im Aquitanien des tief eingeschnittenen Tales südlich Courgevaux Messungen vorgenommen werden. Sie zeigen übereinstimmend ein Einfallen der aquitanen Schichten von $4\text{--}6^\circ$ gegen Osten bis Ostnordosten. Dieses Einfallen entspricht dem Westschenkel der in diesem Gebiet NNW–SSE streichenden Freiburgsynklinale (vgl. Figur 1). Ausführlich wird diese Freiburgsynklinale in der Arbeit von H. M. SCHUPPLI (1950) diskutiert.

Quartär

I. Historische Einleitung

Die ersten genaueren Beobachtungen über die quartären Bildungen unseres Gebietes stammen von G. DE RAZOUMOWSKY (1789). Alle Kies- und Sandablagerungen um den Murtensee betrachtet er als Aufschüttungen von Flüssen und Bächen, die einst auf einem höheren Niveau in den grösseren See einmündeten. Die Sandablagerungen zwischen Salavaux und Faoug, die Erosionserscheinungen am Fusse des Vully zwischen Vallamand und Guévaux und die Dünenbildungen zwischen Cudrefin und La Sauge schreibt er der Broye zu, die, nach seiner Auffassung, bei Payerne in den damaligen See einmündete. Aus Funden menschlicher Skelette in Kiesablagerungen bei Môtier schliesst er, die Gegend sei schon zur Zeit dieses grossen Sees besiedelt gewesen. Aus dem Grossen Moos führt er Funde von Mauern und Gebäuderesten an, die 12 Fuss unter der Oberfläche in den Alluvionen eingebettet seien. Ferner erwähnt er fossile Baumstämme in SW–NE-Richtung liegend und eisenhaltige Schlammte, die man auch auf dem Grunde und am Südostufer des Murtensees finde.

Aus Funden von subfossilen Eichenstämmen und römischen Altertümern in 5–6 Fuss Tiefe unter den Torfschichten des Grossen Moores schliesst K. KOCH (1816), dass in der Zeit der römischen Herrschaft der Wasserspiegel tiefer lag und das ganze Gebiet stark bebaut und besiedelt gewesen sei. Die Ursache der folgenden Überschwemmung der Gegend im 5. Jahrhundert sieht er in der Stauung des Aarelaufes durch die Aufschüttungen der Emme. W. R. KUTTER (1854) betrachtet als Ursache der Überschwemmung einen Bergsturz beim Pfeidwald am Jensberg, wodurch die Zihl gestaut worden sei. B. STUDER (1825) bemerkt, die tiefe Lage der Eichenstämme im Grossen Moos brauche nicht ein Steigen des Seespiegels zu beweisen, sondern einfach ein weiteres Vorrücken des Moores.

G. RÜSCH (1826) erwähnt die Mineralquelle von Champ-Olivier bei Murten. Es handle sich um ein Stahlwasser mit Gehalt an Eisenoxyd, kohlen saurem Kalk und Soda.

1845 zeichneten A. GUYOT und DE POURTALÈS-GORGIER eine Bodenkarte des Neuenburger- und Murtensees. Das Relief des Neuenburgersees, bestehend aus zwei Längsrinnen mit einer dazwischenliegenden unterseeischen Erhebung schreibt A. GUYOT (1845) einer tertiären Talbildung zu und vermutet, eine lokale Absenkung könnte dann die Ursache der Überschwemmung gewesen sein. Beim Murtensee findet er in den Hauptzügen die gleichen, allerdings viel weniger ausgeprägten Verhältnisse.

C. CULMANN (1858) glaubt, der grosse subjurassische See lasse sich lediglich durch die Stauung der Juragewässer durch Aarealluvionen erklären. G. DE MORTILLET (1863) denkt an eine glaziale Entstehung der Seen. A. C. RAMSAY (1862) erklärt sich die Depression im Seeland durch das mächtige Anschwellen des Nordostarmes des Rhonegletschers infolge Stauung am Aaregletscher. Die Becken und Wannenseen seien im anstehenden Fels durch das Eis ausgekolkt worden. B. STUDER (1864) neigt zur Ansicht, die Becken seien durch Senkungen „entlang der Linien der Talspalten“ entstanden. L. RÜTIMEYER (1869) denkt sich die Seebecken als Flusstalstücke. Durch Stauung der Rhone am werdenden Jura habe sich von Genf bis ins Seeland ein See gebildet, der dann durch Nordsüddislokationen in die verschiedenen Becken getrennt worden sei.

Nach A. FAVRE (1883) bildete sich nach dem Rückzug der Gletscher ein „ancien lac de Soleure“, der von Solothurn bis Payerne reichte und dessen Oberfläche ca. 20 m über dem heutigen Niveau lag.

Auf der Geologischen Karte der Schweiz 1:100000, Blatt XII (1879), sind in unserem Gebiet geschichtetes Quartär, erratisches Quartär und alluviale Bildungen ausgeschieden. Im Text zu dieser Karte von V. GILLIÉRON (1885) sind die verschiedenen Vorkommen beschrieben.

H. SCHARDT (1898) versucht, den Ursprung der Jurarandseen durch die HEIMsche Rücksenkungshypothese zu erklären. Nach SCHARDT wurden die beiden Rinnen des Neuenburgersees von einer alten Zihl und einer alten Mentue durchflossen, die sich nordöstlich der „Motte“ vereinigten, zwischen Vully und Jolimont einen Abfluss in das Grosse Moos fanden und dort in die alte Broye mündeten. Die Absenkung der Alpen im Zusammenhang mit dem Vorrücken der Préalpes- und Chablais-Deckschollen habe die Talböden rückläufig gemacht und die Entstehung eines grossen subjurassischen Sees vom Mormont bis in den Oberaargau bewirkt. Gletscher und Flüsse hätten dann nur noch Detailarbeit geleistet. E. BRÜCKNER (1902) dagegen betrachtet die Becken als Teilwannen des glazialen Rhonezungenbeckens.

Das von V. GILLIÉRON beschriebene Quartär östlich des Murtensees wird von B. AEBERHARDT 1903 als Hochterrassen-, 1907 als Niederterrassenschotter bezeich-

net. Im Hangenden dieser Schotter sei überall Grundmoräne des Rhonegletschers anzutreffen.

Eingehender befasst sich F. NUSSBAUM (1907) mit den verschiedenen Schottervorkommen unseres Gebietes. Er unterscheidet „ältere“ und „jüngere Seelandschotter“ und vermutet, die älteren Seelandschotter seien nach dem Maximum der letzten Eiszeit aufgeschüttet und sodann, mit Ausnahme der randlichen Teile, in einem letzten Vorstoss einer schmalen Gletscherzunge bis Solothurn wieder ausgeräumt worden. Die Moränen über den Schottern seien die Seitenmoränen dieser Gletscherzunge. Die Schotter im Walde von Froideville betrachtet er als „jüngere Seelandschotter“, aufgeschüttet von den Schmelzwässern aus der Gletscherzunge des letzten Vorstosses. Die Schotterterrasse zwischen Murten und Greng sei verschwemmte Moräne. Die Verebnung schreibt er einem postglazialen See zu, der sich auf einem Niveau von 451–453 m von Orbe bis Solothurn erstreckt habe.

In den Beiträgen zur Geologischen Karte der Schweiz, Geotechnische Serie, 4. Lieferung (1907), ist ein Tonlager bei Gourgevaux erwähnt. A. ZELLER, der das Vorkommen untersucht hat, betrachtet die gelben, sandigen Tone als Aufbereitungsprodukt der Molasse durch den diluvialen Rhonegletscher.

H. SCHARDT (1907) berichtet in seiner Notiz über die Geologie des Vully von Moränen zwischen Mur–Lugnorre und Joressant. Aus dem Gebiet zwischen Mur und Môtier erwähnt er in 470–480 m eine fluvioglaziale Ablagerung, die er sich als fluviatile Auffüllung eines glazial gestauten Randsees erklärt.

Die morphologische Arbeit über das westschweizerische Mittelland von E. BÄRTSCHI (1913) enthält neben vielen neuen Beobachtungen eine kritische Übersicht über die bisherigen Forschungen. Grosse Bedeutung schenkt er dem Studium der Terrassen und alten Talböden. Er vermutet, die Terrassen seien zum Teil Abrasionsebenen, die ein interglazialer See im Niveau von wenigstens 460–480 m ins Ufergelände eingeschnitten habe. Im Gegensatz zu H. SCHARDT (1907), der den Bergsturz von En Vaillet der Abrasionstätigkeit eines postglazialen Sees zuschrieb, nimmt BÄRTSCHI an, der Abbruch habe sich ereignet, als das Eis den übersteil gewordenen Hang nicht mehr stützte. Die Hügel südwestlich des Murtensees und bei Ins betrachtet er als Drumlinformen. Eine Rückläufigkeit alter Talböden konnte er nirgends konstatieren. Er glaubt deshalb an eine vorwiegend glaziale Bildung der Seebecken im Verlaufe der verschiedenen Eiszeiten.

Die morphologische Arbeit über den Mont Vully von P. GIRARDIN (1929) enthält keine neuen Daten.

Von K. SCHMID (1930) stammt eine unveröffentlichte geologische Aufnahme des Gebietes südlich und südöstlich des Bielersees im Massstab 1:25000. Die Kartierung erfasst noch den nördlichsten Teil des Blattes Sugiez.

Einige Beobachtungen über das Quartär des Wistenlacherberges finden wir bei P. ZIMMERMANN (1932). Eine dünne Moränenbedeckung sei überall anzutreffen, ohne dass diese Ablagerungen morphologisch in Erscheinung treten. Er erwähnt den schon von R. BEHMER (1912) beschriebenen Agassiz-Block. Ausführlich beschreibt er die von H. SCHARDT (1907) erwähnte fluvioglaziale Ablagerung zwischen Môtier und Lugnorre.

Die Dissertation von M. KIENER (1934) ist ein Versuch, das westschweizerische Mittelland in Flächen zu gliedern. Neue Beobachtungen aus unserem Gebiet sind nicht angeführt.

W. LÜDI (1932 und 1935) verdanken wir die eingehende Untersuchung der Bodenverhältnisse und der Entstehungsgeschichte des Grossen Mooses. Unsere Ausführungen über das Grosse Moos und die Broyetalebene stützen sich weitgehend auf diese Arbeit. Für die früheren Beobachtungen und Arbeiten über dieses Gebiet

(zum Beispiel J. FRÜH und C. SCHRÖTER, 1904; H. SCHARDT, 1901; E. OTT, 1923, und viele andere) verweisen wir ebenfalls auf W. LÜDI.

Zur Frage über das Alter und die Entstehung der Seelandschotter haben wir ausser F. NUSSBAUM (1907) noch die Arbeiten von B. ÄBERHARDT (1903 und 1912) und F. ANTENEN (1914 und 1936) anzuführen. Nach B. ÄBERHARDT (1912) sind die basalen Teile der älteren Seelandschotter fluvioglazial am Ende der Risseiszeit, die mittleren fluvial während der letzten Interglazialzeit und die obersten wieder fluvioglazial zu Beginn der Würmeiszeit aufgeschüttet worden, wobei der mittlere fluviale Abschnitt den Hauptteil der Gesamtaufschüttungen bilde. Dagegen stellt F. ANTENEN (1936) die Hauptaufschüttung der älteren Seelandschotter in die Vorstosszeit der würmeiszeitlichen Vergletscherung. Der kräftiger anschwellende Gletscher habe schliesslich die lateralen Kiesablagerungen überbortet, ihnen seine Grundmoräne aufgesetzt und den vom Gletscher in Beschlag genommenen Boden in zahlreiche, aus Schotterkern und Grundmoränendecke bestehende Esker gegliedert. Die jüngeren Seelandschotter betrachtet er in Übereinstimmung mit allen anderen Autoren als Rückzugsbildungen des Würmgletschers. Die Entstehung der Seebecken sucht ANTENEN auf primär tektonische und sekundär glazialerosive Vorgänge zurückzuführen.

Nach W. STAUB (1938) sind die älteren Seelandschotter als interstadiale Ablagerungen innerhalb der Würmeiszeit zu betrachten. Die Gletscherschwankung falle in die Zeit zwischen der Ablagerung des Endmoränenkranzes von Oberbipp–Wangen und der Endmoräne von Solothurn–Feldbrunnen. Bei dieser Schwankung müsse sich der nördliche Arm des Rhonegletschers bis in die obere Bielerseegegend, der südliche bis über die Murtenseegegend (Faoug und Payerne) zurückgezogen haben. Dabei seien die älteren Seelandschotter abgelagert worden. Der hierauf bis Solothurn vorrückende Gletscher habe die quartären Hügel von Avenches, Murten zu Drumlins umgeformt. Die Schwankung entspreche der von P. BECK (1938) festgestellten Spiezer Schwankung des Aaregletschers.

Das Problem der Seebildung wurde von R. STAUB (1938) noch einmal aufgerollt. Er stellt fest, dass alle bisherigen Theorien nur die Entstehung der Becken und Wannen, nicht aber die Bildung der Seen als solche zu erklären versuchen. STAUB möchte beweisen, dass die Seen sich nur an denjenigen Stellen bilden konnten, wo eine nach dem Rückzug der Gletscher in Becken liegende Toteismasse diese Becken vor der Auffüllung bewahrten. Für einen Teil der Schweizer Seen glaubt er diesen Beweis erbracht zu haben. Auch aus dem Gebiet der jurassischen Seen erwähnt er Formen, die er sich nicht durch einen zusammenhängenden Gletscher erklären kann, wohl aber durch lange persistierende, kleinere Toteismassen. Das Eis sei in der Murtener Talung zufolge der grösseren Entfernung vom Jura eher geschmolzen als die Toteismasse im Neuenburgerseebecken.

Zum Schluss erwähnen wir noch einen Bericht von H. JÄCKLI (1946) an das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft über die geologischen Verhältnisse am Broyekanal und eine Untersuchung von W. LÜDI (1946) über die Folgen der Hochwasserkatastrophe im Seeland vom November/Dezember 1944. Die Arbeit von H. JÄCKLI basiert auf Bohrungen von E. OTT, W. LÜDI, der AG. für Grundwasserbauten in Bern und dem Eidgenössischen Amt für Wasserwirtschaft. Die Ergebnisse sind in einer Karte 1:10000 und in mehreren Profilen dargestellt.

II. Diluvium

Ein grosser Teil unseres Gebietes ist von Ablagerungen des eiszeitlichen Rhonegletschers bedeckt. Was wir heute an glazialen Aufschüttungen und Formen beob-

achten können, sind zum grossen Teil Zeugen der letzten Eiszeit. Damals stiess der Rhonegletscher während seiner grössten Ausdehnung bis in die Gegend von Wangen vor und reichte mindestens 300 m höher hinauf als der höchste Punkt unseres Gebietes. In der Morphologie des Wistenlacherberges mit seinem schwachen Anstieg im SW und dem Steilabfall im NE wie in den vielen SW-NE orientierten Einzelformen ist das Vorrücken des Gletschers von SW nach NE deutlich ausgeprägt. Auffallend ist die asymmetrische Form des Wistenlacherberges, auf die schon E. BÄRTSCHI (1913) hingewiesen hat. Im Grundriss erscheint der Berg wie eine SW-NE orientierte Ellipse, deren nördlicher Quadrant in W-E-Richtung zum Teil abgetragen ist, was vielleicht auf die seitliche Erosionswirkung der aus dem Gebiet des Neuenburgersees lokal in östlicher Richtung durch das Grosse Moos vorrückenden Eismassen zurückzuführen ist. Durch diese Erosion würde sich auch der heutige Steilabfall des Berges im Norden wie das Vorhandensein der grossen Sackungen und Rutschungen erklären.

Im Kleinen hat die glaziale Erosion vor allem in das im SW an den Wistenlacherberg anschliessende Hügelgelände Rippen und Tälchen aus der Molasse herauspräpariert, auf welchen nach dem Schmelzen des Eises der Gletscherschutt in wechselnder Mächtigkeit liegenblieb. In den Tälchen bildeten sich dann meist Sümpfe, die heute zum grössten Teil drainiert sind. Solche ehemalige Sümpfe beobachteten wir nördlich von Mur zwischen den von sandiger Grundmoräne bedeckten Molasserippen Long-Bois und La Mottaz und bei Les Pâquis, ferner zwischen dem als Drumlin mit Molassekern zu deutenden Bois de la Lour und der Rippe von Sur-la-Croix.

Die am Wistenlacherberg auftretenden Grundmoränen sind meist wenig mächtig und infolge des vom Untergrund aufgearbeiteten Materials durchwegs stark sandig. Die Unterscheidung zwischen Grundmoräne und Verwitterungsbildungen der Molasse ist deshalb oft schwierig. So ist die von P. ZIMMERMANN (1932) unterhalb Sur-le-Mont als Grundmoräne aufgefasste Ablagerung nichts anderes als verrutschter Muschelsandstein in sandigen, zum Teil ebenfalls verrutschten Verwitterungsbildungen der Molasse.

Schwache Grundmoränenbedeckung weisen vor allem die in verschiedenen Höhenlagen vorhandenen Terrassen und Gehängeleisten sowie die Hochflächen des Berges auf. Ein Aufschluss an der Militärstrasse Sugiez-Plan-Châtel auf 565 m zeigt Grundmoränenmaterial in kleinen, trogförmigen Rinnen und Spalten im Knauersandstein.

Grössere erratische Blöcke sind heute selten anzutreffen. Wir haben den geschützten Agassiz-Block bei Pt. 603.5 oberhalb Bois-du-Mont (Koord. 572, 400/201, 250) zu erwähnen. Dieser mächtige Augengneisblock, früher „Palet roulant“ genannt, ist in den Arbeiten von H. SCHARDT (1907), R. BEHMER (1912) und P. ZIMMERMANN (1932) beschrieben worden.

Ein vereinzelt Schottervorkommen am Wistenlacherberg ist oberhalb Les Côtes-de-Fischilling zwischen Môtier und Mur zu beobachten. In der historischen Einleitung haben wir bereits auf die Deutung dieser Ablagerung durch H. SCHARDT (1907) und P. ZIMMERMANN (1932) hingewiesen.

Ausgedehnte Schotterablagerungen finden wir in der Umgebung von Murten und bei Ins. In der Einleitung haben wir die verschiedenen Auffassungen über die Entstehung und zeitliche Eingliederung dieser Seelandschotter bereits erwähnt.

Auf Grund der Beobachtungen an den Aufschlüssen unseres Gebietes möchten wir uns der Auffassung von W. STAUB (1938) anschliessen, welcher die älteren Seelandschotter als interstadiale Bildungen innerhalb der Würmeiszeit betrachtet (siehe S. 205). Südlich Faoug zeigt eine grosse Kiesgrube bei Pt. 444 (Koord. 571,

400/194, 0) ein Querprofil des Hügels Bois-de-Rosset. Unterhalb der Kammlinie des Hügels beobachtet man von oben nach unten:

- 8 m sandige Moräne mit vielen gekritzten Geschieben. Auf der rechten Seite ist ein Block von etwa 1 m Durchmesser eingelagert. Im untern Teil der Moräne treten wenig mächtige Lehmhorizonte auf, die als Wasserstauer Anlass zu Quellenbildungen geben.
- 3 m Sand mit Geröllschnüren und Schotternestern. Der Sand ist zum Teil fein geschichtet und weist an einer Stelle ein richtiges Bruchsystem mit Verstellungen von 1 bis 10 cm auf. Die Sandbank keilt nach rechts aus und wird durch Kies ersetzt.
- 30 cm toniger Lehm mit gewellten, glänzenden Flächen.
- 20 cm Sand.
- 40 cm Lehm.
- 1 m Moräne, die nach rechts an Mächtigkeit rasch zunimmt (bis 3,5 m) und stellenweise grauschwarz verfärbt ist.
- 7 m Schotter, der links sehr grob, rechts feiner und von zahlreichen Sandschmitzen durchsetzt ist. Recht häufig sind kleinere und grössere Tongerölle. In einem solchen Geröll fanden wir sehr gut erhaltene Blattabdrücke.

Das Profil ist typisch für viele Schotterablagerungen im Gebiet von Murten: Schotter und Sand in sehr unruhiger Lagerung, mit raschen vertikalen und horizontalen Übergängen und eingelagertem Moränenmaterial. Die Wechsellagerung von Moränen und Schottern beweist, dass hier Auffüllungen frei gewordener Uferräume des vorübergehend abschmelzenden Rhonegletschers vorliegen. Es handelt sich demnach bei diesen Ablagerungen um richtige Ufersander, wobei besonders in den gletschernahen Randteilen relativ geringe Schwankungen des Gletscherrandes zu der Wechsellagerung von Schotter und Moräne führten.

Je weiter wir uns von diesem Gletscherrand entfernen, um so eindeutiger wird der fluvioglaziale Charakter der Ablagerungen. So weisen die Schotteraufschlüsse bei Clavaleyres eine viel ruhigere Lagerung auf. Zwischengelagerte Moränenpakete konnten nirgends beobachtet werden.

Nach F. NUSSBAUM (1907) gehören die Schotter im Forêt de Froideville zu den jüngeren Seelandschottern (abgelagert beim endgültigen Rückzug des wärmezeitlichen Rhonegletschers), ebenso das südwestlich Murten gelegene Schotterfeld, welches NUSSBAUM als verschwemmte Moräne betrachtet. Bei der Einebnung und Umlagerung des Moränenmaterials soll der postglaziale, subjurassische See eine Rolle gespielt haben. Auffallend ist in den Aufschlüssen des Schotterfeldes das Vorhandensein stark verwitterter Gerölle.

Die Hügel südwestlich des Murtensees bilden eine richtige Drumlinlandschaft. Die Breite der Drumlins schwankt zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ ihrer Länge. Ihre Höhen betragen 20–50 m. Hauptsächlich aus Schotter bestehende Kerne haben wir in den Hügeln Bois-de-Rosset und Bois-de-Mottex festgestellt. Molasse und stark untergeordnet auch Schotter sind in den Drumlinkernen des Grand-Bois-Dominge, Petit-Bois-Dominge, Champ-de-la-Vigne und Derrière-la-Ville zu vermuten.

Grössere erratische Blöcke sind auch auf der Murtenseite heute selten anzutreffen. Während meiner Aufnahmen wurde ein grosser Granitblock auf der Südseite des Hügels Grand-Bois-Dominge ausgegraben. Südlich Clavaleyres bei Prés-Maréchat liegt ein grösserer Vallorcinekonglomerat-Block.

Die Schottervorkommen bei Ins werden zu den älteren Seelandschottern gerechnet. Für die Beschreibung und Deutung dieser Ablagerungen verweisen wir auf die Arbeiten von H. SCHARDT (1901), F. NUSSBAUM (1907) und W. STAUB (1938). Auffallend ist in den mächtigen fluvioglazialen Schottern der grosse Anteil an Jura-material. Das Vorhandensein von grossen, eckigen Blöcken innerhalb der Schotter deutet auf Ablagerung in Gletschernähe. Die über den Schottern folgenden, feingeschichteten Sande, Lehme und Tone könnten als glaziallimnische Ablagerungen

gedeutet werden. Auf der stark erodierten Oberfläche dieser Bildungen folgt dann die Moräne.

III. Alluvium

A. DAS GROSSE MOOS UND DIE BROYETALEBENE

Die weitaus mächtigsten alluvialen Ablagerungen unseres Gebietes liegen im Grossen Moos und im südwestlich an den Murtensee anschliessenden Broyetal. W. LÜDI (1935) verdanken wir eine ausführliche Darstellung der Entstehungsgeschichte dieser Ablagerungen. In Tabelle 7 haben wir die wichtigsten Punkte dieser Geschichte, soweit sie unser Gebiet betreffen, zusammengestellt. Zu dieser Tabelle haben wir noch folgendes zu bemerken:

Nach dem endgültigen Rückzug des würmeiszeitlichen Rhonegletschers bildete sich zwischen Solothurn und La Sarraz ein ca. 100 km langer und 15 km breiter subjurassischer See, dessen Spiegel rund 20 m höher lag als derjenige des heutigen Murtensees (448–451 m). Die Zuflüsse, in unserem Gebiet vor allem die Aare und die Orbe, schütteten in ihren Mündungsgebieten grosse Schuttkegel auf. Die Brandungswellen des Sees schufen die Falaise zwischen Vallamand und Guévaux und gaben wahrscheinlich auch Anlass zu manchen Rutschungen in den Uferhängen des Wistenlacherberges.

Die weitere Geschichte geht im einzelnen aus Tabelle 7 hervor. Interessant ist der alte Aarelauf durch das Grosse Moos in den Neuenburgersee. Das heute noch gut sichtbare, ehemalige Flussbett zieht sich in grossen Windungen von Treiten und Müntschemier nach Sugiez und von hier ungefähr der heutigen Broye entlang gegen La Sauge. In unser Gebiet fällt noch ein Teil der grossen Schleife von Bellechasse.

Die Landgewinnung gegen den Neuenburgersee (und Murtensee) wurde auf dem Umweg über Lagunenbildungen ermöglicht. Die Lagunenbildung haben wir uns nach W. LÜDI folgendermassen vorzustellen: Die Aare lagerte in ihrem Mündungsbereich je nach Wasserführung wechselnde, aber immer gewaltige Mengen von Sand ab. Dieser Sand wurde von den Wellen längs des Ufers weitertransportiert und von Wellen und Wind zu Strandwällen (Dünen) aufgeschüttet. Diese Dünen erhöhten sich im Laufe der Zeit, da die Vegetation den bei tiefem Wasserstand am Strand ausgeblasenen Sand festhielt. Durch das stete Vorschieben des Sandfeldes im Mündungsbereich der Aare konnte sich bei relativ niedrigem Wasserstand die Anlage für eine neue Düne bilden, welche bei stärkerer Materialzufuhr – die normalerweise mit einer Erhöhung des Wasserspiegels verbunden war – rasch zu einem grösseren Wall aufgebaut wurde und zwischen sich und dem älteren Strandwall eine Lagune einschloss. In dieser Lagune wurde dann bei hohem Wasserstande noch Mergel abgelagert, bis die Wasservegetation Fuss fassen konnte und damit die völlige Verlandung herbeiführte. Als normale Sedimentationsfolge findet man deshalb in den Lagunen von unten nach oben: Sand, Mergel (Seekreide), Gyttja, Torf.

Diese ehemaligen Strandwälle oder deren Überreste können heute noch deutlich als mehr oder weniger ausgedehnte helle Streifen und Flecken im sonst schwarzen Moos beobachtet werden.

B. FELSSTÜRZE, SACKUNGEN, RUTSCHUNGEN UND SCHLIPFE

Grosse Sackungen und Felsstürze beobachtet man auf der Nordseite des Wistenlacherberges. Der ca. 500 m lange und 50 m hohe Steilhang nördlich des

Tabelle 7
Schematische Darstellung der Entstehungsgeschichte des Grossen Mooses in der Postglazialzeit
 (Zusammengestellt nach der Arbeit von W. LÜDI [1935])

Kulturperioden	Waldzeiten	
Nachrömische Zeit	Fichtenzeit	Juragewässerkorrektion (1868–1880) Langsames Ansteigen des Seespiegels mit steigender Häufigkeit von kurzfristigen Überschwemmungen (Stauung der Zühl durch den vordringenden Aareschuttkegel)
Römerzeit		Absenkung des Wasserspiegels; die Aare verlässt endgültig ihren Weg durch das Grosse Moos
La-Tène-Zeit	Frühe Fichtenzeit	Letzte grosse Überschwemmung; vorübergehende Wiederkehr der Aare ins Grosse Moos; Absatz einer Lehmschicht in nächster Nähe des verlandeten Aarelaufes; Torfbildung im ganzen Moos; die Seedüne wird wieder abgetragen und wandert über den bronzezeitlichen Torf gegen die Witzwilerdüne, mit welcher sie sich zu einem breiten Sandfeld vereintigt
Hallstatt-Zeit		Ansteigen des Wasserspiegels
Bronzezeit	Buchenzeit	Ausgeprägter Tiefstand (mindestens 1,5 m tiefer als heute); Aufgabe des Aarelaufes durch das Grosse Moos, bisheriges Bett verlandet; Verlandung der Lagune zwischen Seedüne und Witzwilerdüne (mit Torfbildung); Bewaldung des Mooses, vorwiegend mit Eichen; Zersetzung des Torfes durch Austrocknung und Bewaldung, Bildung von schwarzem Lehm auf Mergel und Lehm
	Tannenzeit	Überschwemmung; Lehmablagerungen, schwache Torfbildung; Anlage der Seedüne Tiefstand; ältestes Pfahlbauneolithikum (ca. 3000 v. Chr.)
Neolithikum	Eichenmischwaldzeit	Seehochstand (wahrscheinlich klimatisch bedingt); Aufschüttung der Witzwilerdüne; Lehmablagerungen im grössten Teil des Mooses, darüber Torfbildung von meist weniger als 50 cm Mächtigkeit; Mulde zwischen Witzwilerdüne und Nusshofdüne beginnt zu verlanden Wassertiefstand Absenkung; Neubelebung des Torfwachstums infolge der vorhergehenden Überschwemmung
Mesolithikum	Haselzeit	Anzeichen für eine Überschwemmung; Überschwemmungsschichten im mittleren Teil des Mooses Langsame Absenkung; Torfbildung setzt wieder ein; in der Haselzeit vorwiegend trockene Moosoberfläche
	Föhrenzeit	Überschwemmung (Rückkehr der Aare in das Grosse Moos); Ablagerung von Sand und Mergel; Bildung der Nusshofdüne; in den Randgebieten des Mooses geht die Torfbildung weiter
Paläolithikum	Birkenzeit	1. Wassertiefstand; ausgedehnte Torfbildung über den Mergeln und Sanden der Auffüllung Langsame Absenkung des subjurassischen Sees durch Erosion der Endmoränen bei Solothurn; Auffüllung des Grossen Mooses durch die Aare bis zu einer Linie, die von Gampelen mit einer grossen, gegen Osten gerichteten Ausbuchtung gegen Sugiez zieht; Bildung der Islerenholzli-, Dählsandhubel- und Rondidünen; Auffüllung des Broyetales bis zum heutigen Murtensee (Dünenbildungen)

Signals Plan-Châtel ist die Abrissnische der Vailletsackung. En Vaillet heisst die durch Sackung bedingte, unmittelbar an die Abrissnische anschliessende Terrasse auf 600 m. Mit ihren Wiesen, Sümpfen und Obstbäumen bildet diese Terrasse einen scharfen Kontrast zu der sonst recht dicht mit Bäumen und Unterholz bewachsenen steilen Nordseite des Berges. An der Vorderkante der Terrasse findet man zahlreiche Blöcke von Muschelsandstein und mariner Molasse. Im Abfall gegen das grosse Moos sind grosse, abgesackte Molassepakete im Schichtverband erhalten geblieben. Der grösste Teil des Schuttes liegt wohl unter den Alluvionen des Grossen Mooses begraben. Die Sackung ist vermutlich in oder doch unmittelbar nach der Eiszeit erfolgt (vgl. H. SCHARDT, 1907; E. BÄRTSCHI, 1913). Jüngere Rutschungen und Sackungen sind innerhalb dieses Sackungs- und Felssturzgebietes häufig.

Eine kleinere, der eben besprochenen durchaus analoge Sackung erfolgte östlich Creux Pissiaux (Koord. 573, 150/201, 650). Auch hier liegt die Abrissnische in der Grenzzone Aquitanien/Burdigalien. Die Sackungsterrasse befindet sich auf 510 m.

An manchen Stellen verursachte die stärkere Verwitterung der weichen Sandsteine und Mergel des Aquitanien ein Nachstürzen der härteren marinen Molasse.

Häufig beobachtet man an Steilhängen Rutschungen und Schlipfe, die nur den Verwitterungs- und Gehängeschutt erfassen. Sie erfolgen ganz allgemein bei einer intensiven Wasserführung am Kontakt gegen die Molasseschichten. Das Wasser kann von langandauernden Niederschlägen oder aus der Molasse selbst herkommen.

Grössere und kleinere Rutschungs- und Schlipfgebiete treffen wir auch in den Bacheinschnitten, wobei die unterschiedliche Erosion von Sandsteinen und Mergeln eine wichtige Rolle spielt.

C. SCHUTTKEGEL

Von den zahlreichen Schuttkegeln unseres Gebietes ist bei Greng (südwestlich Murten) der schöne Schwemmkegelvorbau in den Murtensee hinaus der auffallendste. Die Grösse des Schuttkegels spricht für einen alten Chandonlauf durch die Depression von Clavaleyres. Heute ist dieses Tälchen zum Torso geworden. F. NUSSBAUM (1907) sieht im Bau dieses Schuttkegels einen Beweis für die Existenz des postglazialen, grossen Jurarandsees mit einem Seespiegelniveau in 451 bis 453 m.

D. GEHÄNGELEHM, GEHÄNGESCHUTT UND VERWITTERUNGSBILDUNGEN

Der Abfall des Wistenlacherberges gegen den Murtensee besteht aus mehr oder weniger ausgedehnten Stufen von Sandsteinbänken mit dazwischenliegenden, schwächer geneigten Hängen, die oft eine ziemlich mächtige Bedeckung von zum Teil verrutschten Verwitterungsbildungen und Gehängeschutt aufweisen. Auf diesen Hängen sind die Rebberge angelegt. – Ausgedehnte Gehängeschuttbildungen treffen wir ferner am Fusse rings um den Wistenlacherberg wie am Molassesteilabfall auf der Nordwestseite des Murtensees.

Bei Boulatel und En Milafin südlich Courgevaux wie auch südwestlich Faoug bei Pont-du-Chandon finden sich heute aufgelassene Lehmgruben. Bei den Vorkommen bei Courgevaux handelt es sich um glazial aufgearbeitetes Material der Molasse. Das Vorkommen bei Faoug verdankt seine Entstehung Überschwemmungen des Murtensees im Bereich der Chandonmündung.

E. TORF

Auf die Torflager im Grossen Moos und in der Broyetalebene haben wir bereits hingewiesen. Abgebaut wird der Torf vor allem im Marais de Cudrefin nordwestlich

Cudrefin und zwischen Gampelen und Ins. An diesen Stellen konnte sich der Torf im Schutze von Strandwällen über grosse Zeiträume hinweg ungestört bilden.

Die Torfschichten in der Broyetalebene sind meist wenig mächtig und stark verunreinigt, so dass sich ein Abbau nicht lohnt.

Kleinere Torfvorkommen liegen bei Prés-du-Village südwestlich Faoug, im Marais de Clavaleyres und unter den Sand- und Lehmlagerungen im Tal zwischen Greng und Clavaleyres. Das zuletzt aufgeführte Vorkommen wurde während der Drainagearbeiten im Jahre 1942 vorübergehend abgebaut.

F. QUELLEN

Für viele Wasserversorgungen wird das Wasser in mehr oder weniger langen Stollen in der Molasse gefasst. Das Wasser dringt durch die in den Sandsteinbänken vorhandenen Klüfte so lange in die Tiefe, bis es eine wasserundurchlässige Schicht (meist Mergel) erreicht. Auf dieser Schicht bilden sich kleinere und grössere Wasseradern, deren Fliessrichtung durch den Verlauf der Klüfte und das Schichtfallen bestimmt ist. Mit Hilfe von Stollen wird versucht, eine möglichst grosse Zahl solcher Wasseradern zu fassen.

Figur 8 zeigt schematisch die Anlage eines solchen Stollens für die Wasserversorgung der freiburgischen Strafanstalt Bellechasse am Nordabhang des Wistenlacherberges auf 555 m (Koord. 573, 200/201, 625). Der tiefere Stollen verläuft in trockenem Sandstein. Wohl werden einige Klüfte geschnitten; diese sind aber ohne Wasserführung, weil sie gegen oben durch eine Mergelzone abgedichtet werden. Man hat deshalb diese Mergelzone durchgraben und ist dann am Kontakt gegen den oberen Sandsteinkomplex auf die in der Figur dargestellte, breite, wasserführende Kluft gestossen. Durch das Weitergraben senkrecht zu dieser Klufttrichtung konnten weitere Wasseradern gefasst werden. Die Klüfte streichen in west-östlicher Richtung. Die Schichten fallen schwach gegen E bis ENE. Die Wasseraustritte waren deshalb an der westlichen Stollenwand zu erwarten, was auch tatsächlich der Fall ist.

Der eben besprochene Stollen ist in der Grenzzone Aquitanien/Burdigalien angelegt. Als stratigraphisch höchste, wasserundurchlässige Schicht ist der Grenzhorizont gleichzeitig der wichtigste Wasserhorizont des Wistenlacherberges, da die darüber folgenden, von zahlreichen Klüften durchsetzten marinen Kalksandsteine mit den Muschelsandsteinbänken einen grossen Teil der Bergesoberfläche einnehmen. Man findet deshalb in dieser Zone noch eine Reihe weiterer Fassungen, die alle einen sehr guten und wenig schwankenden Ertrag liefern.

Recht aufschlussreich für die Quellengeologie des Wistenlacherberges waren die von der Gemeinde Lugnorre in den letzten Jahren ausgeführten Wassergrabungen. Ein alter Stollen ist bei Sur-le-Mont unmittelbar neben der Verwerfung von Sur-le-Mont in der Grenzzone Aquitanien/Burdigalien angelegt. Der konstante Ertrag aus drei Klüften beträgt ca. 60 l/min. Die Klüfte streichen W-E und fallen im allgemeinen steil gegen Süden. Die Schichten fallen mit 3° gegen NE bis ENE. Der erste Abschnitt des Stollens von 18 m Länge verläuft in nordwestlicher, der zweite Abschnitt von 13 m Länge in nordöstlicher Richtung.

Der steigende Wasserbedarf veranlasste die Gemeinde Lugnorre, nach neuen Quellen zu suchen. Die einfachste Lösung würde eine Verlängerung des ersten Abschnittes des alten Stollens in nördlicher Richtung gebracht haben. Mit ziemlicher Sicherheit hätte man auf diese Weise rasch weitere, wasserführende Klüfte geschnitten.

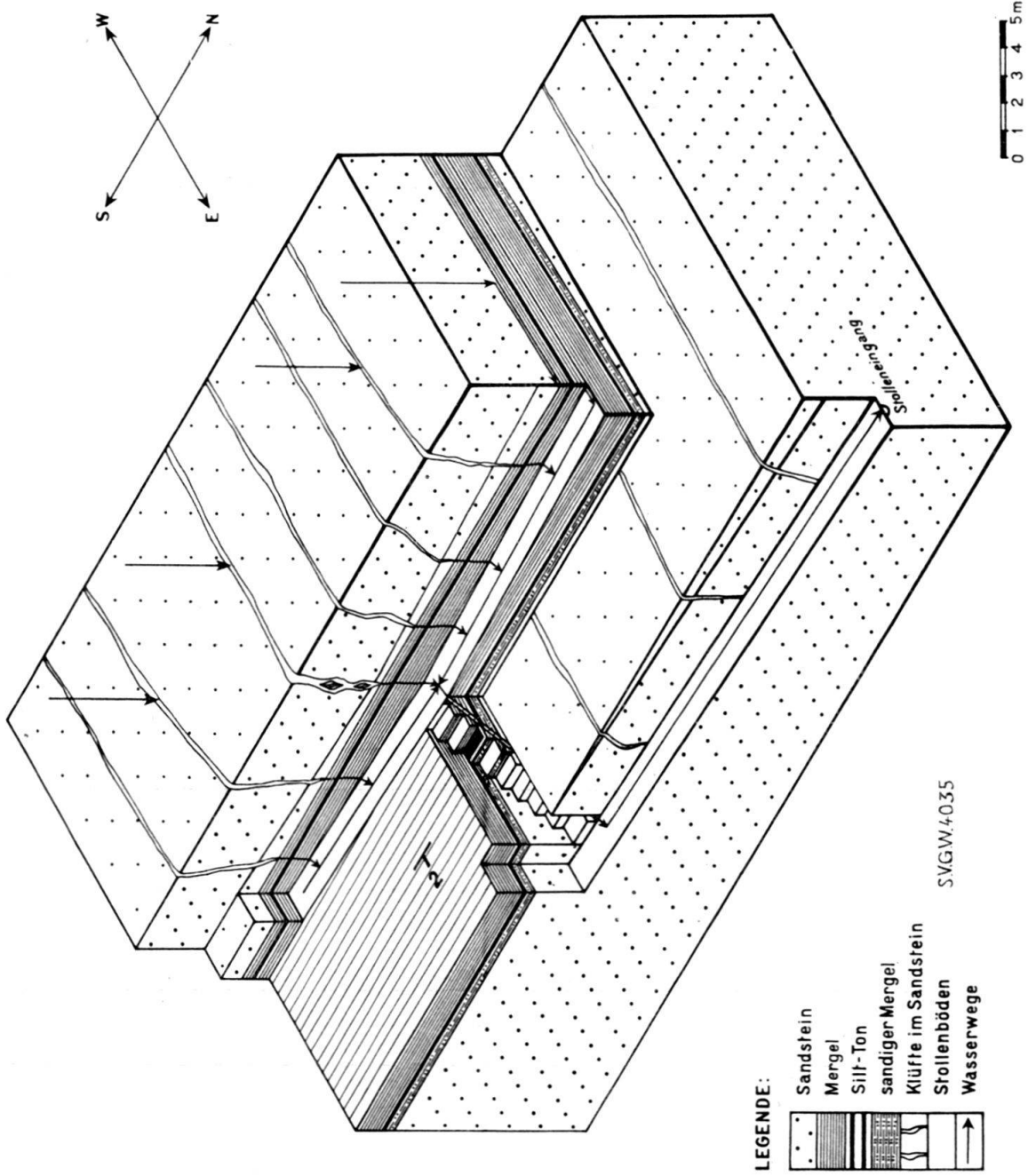


Fig. 8. Blockdiagramm der „Captage F“ (Wasserversorgung der Anstalt Bellechasse) auf der Nordseite des Wistenlacherberges (555 m ü. M.).

Statt dessen wurde 300 m weiter westlich an der Basis der Serie VI ein neuer Stollen von 41 m Länge in nördlicher und anschliessend ein Stollen von 30 m Länge in östlicher Richtung gegraben. Der Erfolg dieser Grabungen war negativ. Das wenige, zuerst angetroffene Wasser ging durch Sprengungen noch verloren, so dass die ganze Anlage heute wertlos ist.

Ebenso erfolglos waren Grabungen bei La Fin des Fourches dicht unterhalb der Mergelgrenzzone Aquitanien/Burdigalien und ein Weitervortreiben des alten Stollens im allgemeinen Streichen der Klüfte.

Dagegen war die letzte Grabung ca. 200 m westlich des alten Stollens und im gleichen stratigraphischen Niveau von Erfolg begleitet, was auch nicht anders zu erwarten war.

Neben den Molassequellen, die mit Hilfe von Stollen oder Sodbrunnen gefasst sind, spielen in der Umgebung von Murten die Schotterquellen eine wichtige Rolle. Am Steilabfall des Schotterfeldes südwestlich Murten gegen den Murtensee treten eine ganze Reihe solcher Quellen zutage. Oft ist das Grundwasser in den Schottern durch Sodbrunnen gefasst. Grössere, zusammenhängende Grundwasservorkommen können infolge der unruhigen Lagerung der Schotter mit dazwischenliegenden Moränen kaum erwartet werden.

Recht häufig, wenn auch von geringer praktischer Bedeutung, sind die Quellen aus der sandigen Grundmoränenbedeckung und aus dem Schutt der Sackungs- und Schlipfgebiete.

Zusammenfassung

Die Molasseserie des untersuchten Gebietes beginnt mit max. $x + 180$ m mächtigen Ablagerungen der „Unteren Süsswassermolasse“. Darüber folgen die Sedimente der „Oberen Meeresmolasse“, welche in den höchsten Erhebungen unseres Gebietes (Plan-Châtel, Sur-le-Mont, Bois de Bouley) aufgeschlossen sind.

Im Kapitel über die Lithologie der Sedimente wurde darauf hingewiesen, dass die Profilbeschreibungen mit Hilfe der üblichen, qualitativ definierten lithologischen Bezeichnungen oft recht willkürlich und subjektiv ausfallen. Durch sedimentpetrographische Untersuchungen wurden deshalb zunächst die vorkommenden Sedimente auf Grund bestimmter Mengenverhältnisse von Karbonat, Sand (= Fraktion $> 0,06$ mm) und Silt-Ton (= Fraktion $< 0,06$ mm) in quantitativ definierte Typen eingeteilt (vgl. Tabelle 1, S. 175, und Figur 4).

Diese Untersuchungen ermöglichten eine objektive Darstellung der Molasse-schichtfolge und – in Verbindung mit der Fossilführung – einige Aussagen über die Fazies und Entstehung der Sedimente.

Für die Ablagerungen der „Unteren Süsswassermolasse“ müssen wir eine vorwiegend terrestrische Bildungsweise annehmen. Die Analyse der Profile in vertikaler Richtung ergibt eine zyklische Sedimentation. Die Entstehung der einzelnen Zyklen kann man sich folgendermassen vorstellen: In einer ersten Phase führt eine intensive Sedimentation, möglicherweise bedingt durch eine Absenkung des Molassetroges, lokal zur Aufschüttung mehr oder weniger mächtiger, relativ grobkörniger Sandmassen. Die Abwesenheit einer Schichtung spricht gegen eine Ablagerung in einem grösseren Wasserbecken. – In einer Übergangsphase wird die Sedimentation zeitweise und lokal unterbrochen. Stellenweise liegen die Sandmassen trocken und sind der Verwitterung ausgesetzt. Landtiere und Landpflanzen können sich auf diesen Festlandgebieten ansiedeln. Durch Verwitterungsvorgänge entstehen die in den aquitanen Profilen auffallenden, intensiv gefärbten, karbonatarmen bis karbonatfreien Sedimente, in welchen – wenn auch infolge der Zerstörung