

Zeitschrift:	Bericht über die Tätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber:	St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band:	74 (1950-1951)
Artikel:	Zur Stratigraphie und Tektonik des st. gallisch-thurgauischen Miozäns (Obere Süßwassermolasse) und zur Bodenseegeologie
Autor:	Hofmann, Franz
Kapitel:	Tektonik
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-832815

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 06.02.2026

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

III. TEKTONIK

Im nördlichen Bodenseegebiet sind schon seit längerer Zeit junge tektonische Störungen, Horste und Gräben, bekannt. Nebst verschiedenen andern Autoren hat sich besonders W. SCHMIDLE eingehend mit ihrer Erforschung befaßt. Die früher rein auf die aus-hobelnde Tätigkeit der diluvialen Gletscher zurückgeführte Entstehung des Bodenseebeckens wurde immer mehr tektonisch ge-deutet. In diesem Zusammenhang verweise ich besonders auf die zusammenfassende «Geschichte der geologischen Erforschung des Bodensees» von W. SCHMIDLE (Lit. 101).

Es ist das Verdienst von F. SAXER (Lit. 84), auch in unserer Gegend erstmals auf tektonische Erscheinungen hingewiesen zu haben, indem er im östlichen Sittergebiet ein leichtes Schichtfallen gegen den Bodensee konstatieren konnte und zudem auch auf das merkwürdige Verhalten des Diluviums aufmerksam machte.

In der Folge konnte ich im ganzen Untersuchungsgebiet eine große Zahl tektonischer Erscheinungen, vor allem von Verwer-fungen, nachweisen, die sich ganz in den Stil der nördlichen Bodenseetektonik einordnen und mit deren Hilfe auch das Problem der Bodensee-Entstehung besser beleuchtet wird. Der Nachweis der Störungen wurde durch die aufgefundenen Leithorizonte wesentlich erleichtert. Die Kenntnis des stratigraphischen Aufbaus ist deshalb von größter Wichtigkeit für tektonische Deutungen.

A. REGIONALE BESCHREIBUNG

I. Das Tannenberg-Bodensee-Gebiet

Im Raume Rosenberg-St.Gallen gehören die fluvioterrestrischen miozänen Schichtreihen zum normalen, NW-fallenden Teil der südlichen, noch aufgerichteten mittelländischen Molasse. An ihrer Basis, d. h. unmittelbar über der oberen marinen Grenznagelfluh, beträgt das Fallen noch 20° , am Rosenberg noch 15 bis 10° , und im Erlenholz taucht die Nagelfluh über dem Blockhorizont mit 8° unter die Sitter. Weiter nördlich gehen die Schichten sehr rasch in flache Lagerung über, so daß mit Ausnahme des Südhanges (Oberberg-Abtwil-Erlenholz) der ganze Tannenberg bereits der flach-liegenden Molasse angehört.

Die in dieser flachliegenden Zone auftretenden tektonischen Unstimmigkeiten werden klar bei einer Verfolgung der Leithorizonte. Als solche dienen uns hier in erster Linie der vulkanische Blockhorizont mit der darüberliegenden Erlenholznagelfluh und die Ramschwag-Nagelfluh. Dieser letztgenannte Horizont geht im Raume nördlich Erlenholz in Knauersandsteinfazies über und ist als mächtige Bank am westlichen Sitterhang auf K. 580 m verfolgbar; er tritt im Rötistobel (1,4 km SE Bernhardzell) geröllführend ebenfalls auf K. 580 m auf und am rechten Sitterhang, W Oberlöhren, zwischen K. 560 und 570 m, stellenweise ebenfalls in Geröllfazies. Der Übergang in diese flache Lagerung liegt wenig N Erlenholz.

In der Gegend der Waldburg-Sitterhalbinsel tritt eine Änderung ein. Als teils grobsandige Knauerbank mit einzelnen Gerölle fällt der Horizont gegen W bis auf das Niveau des Flusses. Auf der rechten Seite steht die Bank an der Sitter bei Tobel (P. 520) an und lässt sich nach SE gut verfolgen. Sie steigt aufwärts bis auf die Höhe von 560 m E der Wannenbrücke und kommt damit in das Niveau der Nagelfluh von Oberlöhren zu liegen. Linksseitig steigt die Sandsteinbank an der engen Halbinsel über die Wannenbrücke zum Rötistobel empor, teils lokal auskeilend oder vermergelnd. Flußabwärts tritt der Knauersandstein nochmals am südlichen Prallhang der Waldburg gegenüber und W Tobel an der nördlichsten Stelle des Waldburghügels auf, dessen Oberbau aus Moräne besteht (siehe auch F. SAXER, Lit. 84).

Von Erlenholz, wo diese Schüttung als Ramschwag-Schüttung an ihrer Lage über der Erlenholznagelfluh erkannt werden kann, konnten wir sie also bis zur Waldburg nachweisen. Wir haben also an der Waldburg ein rapides Absinken festgestellt, und zugleich liegt hier Moräne knapp über dem Sitterniveau. Auffällig sind auch die Flußmäander im Kessel der Waldburg.

Nebenbei bemerkt, lässt sich hier ein toter Flußarm feststellen, der um den Molassehügel von Tobel herumführte.

Die Sitter schlägt nun einen gegen W gerichteten Lauf ein. Wenig W der Waldburg taucht der Blockhorizont mit der darüberliegenden Erlenholznagelfluh aus der Sitter auf, zwischen Rabenstein und Bernhardzell. Das Fallen ist leicht östlich gerichtet (siehe F. SAXER, Lit. 84). Gleichzeitig setzt darüber die Ramschwag-Nagelfluh ein. Sie liegt bei Bernhardzell auf K. 580 m, am Hang

von Rabenstein etwas tiefer, bricht aber beidseits auf einer Linie Hinterkirch-P. 582,5 gegen E plötzlich ab. Diese Linie entspricht genau dem W-Fallen an der Waldburg. Das Gebiet der Waldburg ist gegenüber jenem von Bernhardzell-Rabenstein längs eines Bruches schief abgesunken, mit einer Tiefersetzung von 50 m. Unter P. 582,5 bei Rabenstein zeigt die Bank noch viele Knauer-sandsteinpartien, der reine Nagelfluhcharakter setzt aber nach W sehr rasch ein, bei steter Mächtigkeitszunahme. Diese Tatsache des nach NW rasch einsetzenden Geröllcharakters läßt sich dadurch erklären, daß durch die vulkanischen Eruptionen morphologische Niveaudifferenzen entstanden, und bietet einen weiten Anhaltpunkt, die Ausbruchstellen in dieser Gegend zu suchen.

Auf einer Linie westlich parallel zu diesem eben beschriebenen Bruch, zwischen Bleichenbach und Engensbühl, N Bernhardzell, bricht die Ramschwag-Nagelfluh wiederum plötzlich ab. Sie findet sich wiederum knapp über der Sitter, etwas tiefer als die Erlenholz-nagelfluh, die hier ebenfalls abbricht und damit für immer unter das Sitterniveau verschwindet. An dieser Stelle beginnt an der Sitter linksseitig plötzlich eine Nagelfluhbank, auf einer über 200 m langen Strecke am Fluß anstehend; etwas höher läßt sich ebenfalls Nagelfluh feststellen im kleinen Bächlein beim Schießplatz. Rechts-seitig aber tritt nur eine Nagelfluh auf, so daß ich auf der linken Seite zur Annahme lokaler Versetzungen quer zum Hauptbruch (staffelartig gegen E) kam. Diese Nagelfluhschicht steigt nun gegen NW langsam auf, ohne daß aber in den liegenden Mergeln eine Spur des Blockhorizontes festzustellen wäre. Diese Tatsache, nebst dem plötzlichen Abbrechen der Ramschwag-Nagelfluh an der genannten Linie liefert genügend Beweise für die Versetzung, um so mehr, als hier der Blockhorizont am stärksten entwickelt ist. Auf-fallend ist ferner die kesselartige Ausweitung des Sittertales, weil eben hier die harten Nagelfluhschichten an der Oberkante der Hänge fehlen und das Diluvium tiefer hinuntergreift.

Wiederum genau parallel zu den genannten Brüchen folgt ein dritter, über Eggen verlaufend. Die Ramschwag-Nagelfluh ist hier um rund 15 m wieder hinauf versetzt. Der Bruch ist direkt in den Mergeln der rechten Flußseite sichtbar als vertikale Zone, in der die Schichten abstoßen und die, 10 cm breit, aus zerquetschten Mergeln und Sandsteinstücken mit Rutschspiegeln und Kalzitharnischen besteht (Koord. 260950/742650).

Die Nagelfluhbank steigt von hier nach N, beidseits gut aufgeschlossen, noch bis auf K. 550 m an und erreicht an der Ruine Ramschwag selbst 30 m Mächtigkeit.

Im Gurglentobel, SE Winterburg (900 m NW Bernhardzell), quert sie den Bach, einen prächtigen Wasserfall bildend, auf K. 540 Meter; in der Fortsetzung des Bruches in diesem Tobel findet sich etwas oberhalb des Wasserfalls ein isoliertes Stück Nagelfluhbank, das wohl durch die Bruchbewegung als Klemmpaket in seine Lage kam.

Das Gebiet von Rabenstein-Bernhardzell erscheint somit als Schwellenzone, im E und W von Gräben begrenzt, deren Versetzung gegen die genannte Zone am stärksten ist. Das Mändern der Sitter ist an der Waldburg offensichtlich durch diese Schwelle bedingt.

Weiter nördlich lässt sich die Ramschwag-Nagelfluh bis Finkenbach verfolgen (N Ramschwag), dort noch etwa auf K. 540 m liegend und 6 bis 7 m mächtig. An ihrer Basis greifen die Gerölle und Sande der Schüttung in 4 cm breiten Spalten bis 50 cm tief in die liegenden Mergel ein. Vielleicht handelt es sich um Trockenrisse oder sogar um tektonisch bedingte Spalten.

Wenig N der Brücke von Rothen greift Grundmoräne unter das Sitterniveau. Links der Sitter liegt die Nagelfluh S Rothen am Hang auf K. 540 m und ist flussabwärts erst S Gertau auf K. 515 m wieder sichtbar. Im Pelagitobel lässt sich ein deutliches Absinken gegen N feststellen: bei Lauften liegt die Nagelfluhbasis auf K. 540 m (Wasserfall), am Tobelausgang, 1 km nördlich, auf K. 515 m. Von hier flussabwärts reicht bis Leutswil Grundmoräne bis unter das Sitterniveau.

Das Gebiet des eigentlichen Tannenberges zeigt gegenüber dem besprochenen Sittergebiet ein anderes Verhalten.

Am NW-Hang des Tannenberges, gut aufgeschlossen in sämtlichen Tobeln zwischen Oberarnegg und Bernhardzell, zieht sich eine mächtige Nagelfluhschichtplatte entlang, die mit rund 5° Fallen gegen die nördlich vorgelagerte Ebene absinkt (siehe auch im stratigraphischen Teil), während man westlich davon eine horizontale, im E an der Sitter gar eine eher entgegengesetzte Lagerung feststellt. Es kann sich also nur um eine tektonische Erscheinung handeln.

Am Sträßchen, das E Edliswil gegen Vögliberg hinaufführt, ist die Schicht sehr gut erschlossen. Man beobachtet dort kleine

Staffelbrüche, die die an sich schon fallende Platte noch stärker nördlich absinken lassen. E davon (z. B. im Tobel W Bernhardzell) macht sich ein leicht östlich gerichtetes Fallen bemerkbar. Etwa 400 m W Bernhardzell bricht die Bank gegen E plötzlich ab, dort auf K. 610 m. Zwischen Bernhardzell und Edliswil beißt sie am Hang gegen N aus, senkt sich aber E Edliswil bis in die große Ebene von Arnegg-Waldkirch-Hauptwil hinunter, wo sie in einem Knick am Tannenbergnordfuß in flache Lagerung übergeht.

Dort, wo sie das Tobel W Bernhardzell quert, also im südlichen Teil ihres Streichens, liegt sie auf K. 620 m, quer zum Streichen NW davon, wo sie am Nordhang wieder auftritt, auf K. 640 m bis 650 m. Die höchsten Aufschlüsse im Waldkircher Wald liegen auf K. 670 m, ganz im W (noch etwas südlicher im Streichen) auf K. 680 m. In Waldkirch selbst fällt sie bis auf 610 m (die Kirche Waldkirch steht auf dieser Nagelfluhbank).

Die genaue Untersuchung der Höhenlagen ergibt eine nach NE abtauchende, flache Antiklinalstruktur (Waldkircher Antiklinale).

Am W-Hang des Tannenberges gehört der Aufschluß bei Obergeretswil, S Arnegg auf K. 670 m, ohne Zweifel in dieses Niveau. Ich habe diese Nagelfluh im stratigraphischen Teil als Ramschwag-Nagelfluh gedeutet. Weil ohnehin am Tannenberg keine höhern Nagelfluhschichten von Belang auftreten, dürfte dies erwiesen sein. Dafür spricht auch das östliche Abtauchen und Abbrechen der Antiklinalstruktur bei Bernhardzell, woraus sich ergibt, daß die besprochenen Strukturen an der Sitter gegenüber dem eigentlichen Tannenberg abgesunken sind, in der Schwelle von Rabenstein-Bernhardzell um 30 m. Im Gebiete S Bernhardzell am Tannenberg wäre deshalb ein leicht südlich gerichtetes Fallen anzunehmen, das den Nagelfluhhorizont W Bernhardzell um 30 m tiefer in jenen des Rötistobels überführt.

In der Ebene von Waldkirch-Hauptwil fällt die flachgelagerte Nagelfluhplatte schwach gegen NW. Sie ist an folgenden Stellen aufgeschlossen: W Waldkirch am Ronwiler Berg K. 620/630 m; zwischen Mariaegg und Mooshub (Obergrenze K. 600–610 m); W der Hasenbergmühle auf K. 580 m. Im Bach, der von Ronwil nach Hauptwil fließt, tritt sie am Chrättiholz auf K. 600 m, bei Lehn auf K. 595 m auf, um dann gegen N in kleineren Flexuren, gut aufgeschlossen bis auf K. 575 m abzusinken. Sie zieht nach W in den Bahneinschnitt von Schlößli-Hauptwil. Die Nagelfluhbänke

in Hauptwil liegen wohl bereits tiefer, während die obere, NW sinkende Bank im Tobel Kohlbrunner Wald (W der Bahnlinie) noch in dieses Niveau zu stellen ist. N Arnegg geht die flache Lagerung, unbeeinflußt durch die Waldkircher Antiklinale, nach S und schließt an an das Gebiet W des Tannenberges. Damit ergibt sich längs dessen Westhang eine Absenkung längs einer Bruchlinie, die von Goßau nach Ronwil zieht und bei Arnegg eine Sprunghöhe von gegen 80 m aufweist. Sie schneidet die Tannenbergstruktur gegen W vollkommen ab. Die Waldkircher Antiklinale taucht in einem Bogen gegen S auf und verliert sich in der aufgerichteten Molasse. Unter dem eigentlichen Tannenberg liegt eine flache, nach W leicht auftauchende Synklinale. Das damit anzunehmende umlaufende Streichen kommt darin zum Ausdruck, daß zwischen Abtwil und Schloß Oberberg der «Appenzeller Granit» ein E-W-Streichen aufweist.

Im E des Gebietes, gegen den Bodensee hin, fällt auf, daß die E-Enden der Molassehügel Höchst-Guggeien, Rosenberg und Tannenberg auf einer geraden Linie liegen, die von Untereggen über Wittenbach und Bernhardzell zieht. In der Tat fällt der E-Abbruch der Waldkircher Antiklinale auf diese Linie. Genau an der Stelle, wo sie im Engwiler Tobel (Steinach) durchziehen muß, ist ein schiefer, gegen den See abfallender Bruch aufgeschlossen. Die Steinach zeigt dort (wenig unterhalb Obertobel) auch einen merkwürdigen Zickzackklauf, und an der Goldach, 300 m oberhalb P. 489, bemerkt man ebenfalls Zerrungen in den Mergeln.

Für diese große, gegen den Bodensee gerichtete Abbruchzone läßt sich keine große Versetzung annehmen (Ramschwag-Schüttung im Rötistobel auf K. 580 m, bei Oberlöhren auf K. 560–570 m), doch leitet sie ein allgemeines Absinken gegen den See ein, das auch das Abbrechen der Waldkircher Antiklinale bedingt, ebenso die Tiefersetzung der Ramschwag-Nagelfluh im Gebiete von Peligberg gegenüber der Zone Hasenberg-Hauptwil. In der Tat bemerkt man im Tobel SW Roggwil ein seewärts gerichtetes Fallen (siehe auch F. SAXER, Lit. 84), und die Verfolgung der Ausbißlinien der dort, wie bereits besprochen, als Knauersandstein auftretenden Ramschwag-Schüttung zeigt ein Streichen parallel zum Hang von Roggwil-Obersteinach, das sich gegen SE hin aber allmählich ins allgemeine Streichen der aufgerichteten Molasse verliert.

Jenseits der Linie Obersteinach-Roggwil-Rothenbrücke-Wilen fehlt Molasse gänzlich. Dort ist der große, später zu besprechende Abbruch gegen See und Thurtalgraben anzunehmen. Im übrigen sprechen die Profile besser als jede Beschreibung.

Der Tannenberg erscheint also als ein Horstgebiet, im W, N und E durch Senkungsfelder zu dem mächtigen Hochplateau isoliert, das weiterum auffällt. Dieser Horst ist vor allem durch die relativ weit nördlich liegende Antiklinalflexur betont, nördlich welcher ein Absinken von über 100 m eintritt. Auch das Gebiet E der Sitter sinkt allein bis zur Hauptabbruchlinie des Sees und des Thurgrabens um rund 100 m ab.

Innerhalb der leichten Synklinale des Tannenberges liegen die dort erhaltenen höchsten Miozäntypen meines Gebietes.

2. Das Gebiet westlich des Tannenberges

Im stratigraphischen Teil habe ich das Auftreten der Ramschwag-Nagelfluh und den Beginn der Konglomeratstufe überhaupt festgelegt. Daraus ergibt sich tektonisch folgendes: Die Molasse geht zwischen Tannenberg und Glatt aus der normalen aufgerichteten Zone gegen NW nicht in horizontale Lage über, sondern behält ein schwaches Fallen gegen die Thur hin bei. Es treten auf Grund der Höhenkoten der Ramschwag-Nagelfluh auch ganz schwache lokale Verbiegungen auf, die sich aber in sehr bescheidenen Grenzen halten. Das ganze Gebiet erscheint demnach leicht gegen die Thur abgesenkt.

Weiter im W (Uzwil-Jonschwil-Schwarzenbach) beobachtet man nur horizontale Lage. Den Beginn der Konglomeratstufe haben wir dort auf K. 640 m angenommen. Das entspricht ziemlich genau der Lage am Nollen. Das Gebiet östlich davon bis zum Tannenberg ist damit um maximal 60 m gegenüber dem westlich gelegenen abgekippt. Es muß also eine Bruchlinie vorliegen, die von Uzwil gegen SE verläuft und nach einigen Kilometern ausklingt.

Allgemein ergibt sich also für den südlichen und östlichen Teil meines Gebietes folgende Struktur:

Senkungsgebiet gegen den Bodensee,
Horstgebiet Tannenberg,

Senkungsgebiete N des Tannenberges und zwischen Tannenberg und Glatt
 Horstgebiet W der Glatt.

3. Das Gebiet Heid-Nollen und das Plateau von Lenggenwil-Niederhelfenschwil

(nördlich der Linie Wil-Uzwil-Bischofszell)

a) Gabris-Nollen-Heid

Im E dieses Hügellandes (Gabris-Neukirch-Mettlen) besitzen wir in der ophiolithischen Nagelfluh-Sandstein-Schüttung einen erstklassigen Leithorizont. Im S liegt er auf K. 620 m. Sein Auftreten im Itobel bei Mettlen (K. 520 m) ergibt eine Absenkung (Kippung) um 100 m gegen N, auf einer Distanz von 4 km. Diese schiefe Lage ist ja auch an den Nagelfluh- und Knauerschichten des Itohels deutlich sichtbar.

Das Streichen dieses geneigten Komplexes geht eher gegen SE, parallel dem Hang, nachweisbar an Hand der im Hang ausbeißenden Nagelfluhschichten. In dieses allgemeine Streichen schalten sich W Neukirch zwei Verwerfungen ein (siehe Karte), die ein staffelförmiges Abbrechen gegen NW verursachen. Im Brandentobel stellten wir die grüne Ophiolithsandsteinzone auf K. 580 m fest, im Tobel NW davon auf K. 555 m, während sie NW davon (Itobel-Schönholzerswilen) auf K. 520 m liegt. Es ergibt sich also eine tektonische Störung, die NW parallel zum Brandentobel verläuft und dieses in seinem untersten Teil quert, wo es nach W umbiegt. Dort kommt dieser Bruch in Form einer sichtbaren Zerbrechung und Versetzung von Knauersandsteinbänken zum Ausdruck, doch fehlen durchgehende Aufschlüsse. Die Störung äußert sich jedoch auch darin, daß die mächtige Nagelfluhbank E Buchen (oberstes Brandentobel, in einer Kiesgrube erschlossen) gegen N plötzlich abbricht. Die zweite Störung wäre parallel zu dieser, NW in einem Abstand von 500 m anzunehmen. Die lokalen Verhältnisse ergeben sich am besten aus der Karte. Beide Verwerfungen klingen gegen SW aus und nehmen in entgegengesetzter Richtung an Sprunghöhe zu.

Dieses starke allgemeine Absinken im östlichen Nollenhügelland wird weiter westlich durch eine Linie Oberheimen (W Gabris)-

Hagenwil-Toos begrenzt, jenseits welcher wir schon in der stratigraphischen Besprechung andere Verhältnisse festgestellt haben. Die horizontale Lage hält dort gegen NW bis zu einer Linie Bronschhofen-Braunau-Hagenwil an. Jenseits dieser Zone konnten wir bei der Verfolgung der Nagelfluhbänke ein leichtes, allgemein NW gerichtetes Fallen bemerken. Diese Absenkung lässt sich stellenweise sehr gut im Terrain beobachten: auf der rechten Seite des obersten Hartenauer Baches (NE Braunau) verläuft eine Nagelfluhbank von Schlatt (K. 660 m) bis zum Bühlfelsen (K. 620 m) und ergibt eine Absenkung von 40 m auf eine Distanz von etwas über einem Kilometer. Die gesamte, durch die Neigung bedingte Absenkung bis zur Linie Tobel-Märwil beträgt etwa 60 m und bedingt morphologisch auch den Abfall dieses Hügelgebietes nach NW.

Die genannte Nagelfluh quert den Hartenauer Bach erst oberhalb Fürhäusern auf K. 680 m. Dies ist nur möglich unter Annahme einer Verwerfung von höchstens 20 m Absenkung gegen NW, die ich auf Grund der Kartierung auch an den mächtigen Schüttungen des Homberges feststellen konnte. Diese Verwerfungsline verläuft über Braunau-Maugwil parallel dem allgemeinen Molassestreichen. Ich glaube, auch N Bronschhofen in dieser Zone eine Versetzung der Nagelfluhbänke feststellen zu können.

Zwischen dem zuerst besprochenen östlichen Gebiet und dem westlichen (Nollen-Heid-Homberg-Braunauerberg) ist somit auf Grund der verschiedenen Struktur eine Verwerfungsline anzunehmen, die mit der Linie Oberheimen-Hagenwil-Toos zusammenfällt und längs der im E eine stärkere Abkippung stattfand. Der abgesenkte Teil zeigt hier eine Neigung mit Tendenz nach NE, nördlich der Braunauer Linie nach NW. Diese NW-verlaufende Haupttrennungsline findet eine genaue Fortsetzung über Friltschen-Amlikon und begrenzt dort in genau gleicher Richtung die Molasse des westlich davon liegenden Hügellandes mit den Erhebungen Sonnenberg-Spiegelberg gegen das Gebiet von Bußnang, wo nur noch Diluvium auftritt.

Nach S bricht das ganze Hügelland in einer scharfen, von Wil über Zuzwil und Zuckenriet verlaufenden Steilrampe ab, die wir bereits im stratigraphischen Teil durch Verfolgung der Leithorizonte (Ophiolithschüttung, Tuff, Konglomeratstufe) als wichtige Verwerfung erkannt haben, längs der das vorgelagerte Plateau um

60 m abgesunken ist: Ophiolithhorizont am Nollen K. 620 m, S Zuckenriet K. 560 m.

b) Das Plateau Lenggenwil-Niederhelfenschwil-Hohlenstein

Dieses abgesenkte, stellenweise von Drumlins bedeckte Plateau zeigt im südlichen Teil horizontale Lagerung, doch bemerkt man bereits in der Gegend von Halden ein nördliches Fallen. Das Gebiet östlich des Nollen-Hügellandes muß gegenüber diesem selbst durch eine Verwerfung getrennt sein, die etwa von Zuckenriet nach Aspenreuti-Bühl verläuft. Die Nagelfluh des Schlosses Zuckenriet ist wahrscheinlich bereits abgesunken. E der Thur glaube ich die Sandsteinzone am Nordhang des Plateaus von Hohentannen dem Beginn der Konglomeratstufe gleichsetzen zu dürfen, da dort sonst keine Schüttung feststellbar ist.

An der Thur reicht bereits im Tobel von Öttlishausen Grundmoräne bis zum Fluß hinunter.

c) Zusammenfassung

Das Nollenhügelland erscheint als ein Horstgebiet, das im E stärker als im W nach N sinkt, geteilt durch eine NW-verlaufende und in jener Richtung zunehmend betonte Verwerfung. Südlich und östlich vorgelagert liegt ein Senkungsgebiet. Nördlich einer Linie Mettlen-Schönenberg-Zihlschlacht findet man nur noch Diluvium. Diese Linie entspricht der tektonischen Absenkung des großen Thurgrabens (siehe unten). Auch das Gebiet im W und NW des Nollen-Heid-Gebietes muß einer tektonischen Absenkung entsprechen. Auf jeden Fall stellt die steile Südrampe des Sonnenberges und Spiegelberges eine tektonische Linie dar, die derjenigen auf der Südseite des Nollen analog ist und auch rein morphologisch etwas Ähnliches. Jenes Gebiet wurde jedoch von mir nicht näher untersucht, doch liegt die Konglomeratstufe dort wieder bedeutend höher.

4. Das Thurtal Wil-Oberbüren-Bischofszell und das Gebiet von Bischofszell

Die Linie Wil-Oberbüren-Niederbüren-Blidegg/Degenau trennt das gesamte Untersuchungsgebiet in zwei Hälften: eine südliche

und südöstliche (Gebiete W und E der Glatt, Tannenberg und Bodenseegebiet) und eine nördlich-nordwestliche (Nollen-Heid und vorgelagertes Plateau). Längs dieser Linie besteht oberflächlich nirgends eine direkte Molasseverbindung; die beiden Gebiete werden durch eine schmale Zone getrennt, in der nur Diluvium und Alluvium angetroffen wird.

Die Begrenzung des Molassegebietes zwischen Sitter und Glatt nach NW ergibt auf Grund der äußersten Molasseaufschlüsse eine gerade Linie: Tobel, am Ausgang des Pelagibergtobels (Lauftbach) an der Sitter-Hauptwil-Sorntal-Ausgang des Mutwiler Tobels bei Niederbüren-Buchental am Ausgang des Glatt-Tobels. Genau parallel zu dieser Linie, in einer konstanten Distanz von 1 km, treten die jenseitigen Molasseaufschlüsse zutage: Leutwil an der Sitter-Tobel W Geisberg-Himmelbleiche an der Thur-längs des linken Thurhanges bis zur Einmündung der Glatt in die Thur.

Der westliche Teil dieses parallelen Streifens bildet das Thurtal von der Glatt bis zu ihrem nördlichen Durchbruch.

Im östlichen Teil liegt darin Diluvium. Die Sitter fließt von Tobel bis Leutswil auf Grundmoräne, die auch am Hang überall aufgeschlossen ist. Weiter westlich erhebt sich der Bischofsberg mit seinen diluvialen Schottern (GUTZWILLER, Lit. 35), deren Alter nicht sicher datierbar ist und die wohl auch gegen die Sitter ziehen (von GUTZWILLER erwähnte Aufschlüsse im Naturschutzgebiet der Hauptwiler Weiher sind heute nicht mehr vorhanden). Auf jeden Fall reicht das Diluvium überall unter das Niveau der Sitter und Thur.

Dieser von der Glattmündung bis zur Sitter etwa 9 km lange Graben mit seinen parallelen Seitenwänden läßt sich kaum als alte Flußrinne deuten, sondern weit eher als tektonischen Grabenbruch. Er muß schon vor der Ablagerung der Bischofsbergschotter existiert haben, die in den Graben hinein abgelagert wurden. Diese Schotter betrachte ich als das Produkt einer Stauungszone zwischen dem von E kommenden Rhein- und dem von W kommenden Thurgletscher. Diese Ansicht wird gestützt durch das Auftreten von Käpfmelaphyren, die sehr wahrscheinlich von der Linthgletschertransfluenz über den Ricken herrühren.

Das Bischofszeller Gebiet der Vereinigung von Sitter und Thur betrachte ich als Senkungsfeld, das nicht so tief liegt wie der genannte Thurgraben. Die Molasse reicht aber südlich und östlich

nicht über 500 m hinauf. Merkwürdig ist auch das plötzliche NW-Abbrechen der Nagelfluhplatte von Muggensturm und das nirgends in Einklang zu bringende verschieden hohe Auftreten der übrigen Nagelfluhvorkommisse. Am einfachsten ist die Annahme eines nach W auf einer Linie Geisberg-W Muggensturm-Obere Tellen und gegen NW längs des, wie der lange Sitter-Thur-Graben im allgemeinen Molassesstreichen verlaufenden, Südhangs des Plateaus von Hohentannen abgebrochenen, sekundären Senkungsfeldes, das wahrscheinlich noch mehrfach zerbrochen ist. Diese merkwürdigen Erscheinungen haben mich dazu veranlaßt, in dieser Gegend die vulkanischen Ascheneruptionen anzunehmen.

Im E dieses Senkungsfeldes entspricht – in diesem Gebiet geringer Schüttung – höchst wahrscheinlich die schon früher erwähnte Nagelfluh an der Sitter, die von Leutswil bis Sitterdorf verfolgbare Nagelfluhbank, der Ramschwag-Nagelfluh. Dies ist vielleicht auch bei der mächtigen Schüttung von Muggensturm der Fall, doch fehlen sichere Anhaltspunkte. Die Vermutung, daß dieses Senkungsfeld erst nach der Ablagerung der Schotter des Bischofsberges eingebrochen sei, erscheint wahrscheinlich. Es treten nirgends Schotter auf, wohl aber überlagernde Grundmoräne, und ferner verläuft der Nordhang des Bischofsberges genau auf der nördlichen Grabenbruchlinie. In dieser Senke vereinigten sich Sitter und Thur, die, durch die Schottermassen abgelenkt, noch durch einen Teil des Niederhelfenschwiler Plateaus sich einfressend, die Depression erreichte. Die nachfolgend nördliche und schließlich westliche Ablenkung der Thur (und auch der Sitter am Tannenberg) ist dem Rheingletscher zu verdanken.

W der Glatt knickt die Flußrampe der Thur des westlichen Plateaus von Lenggenwil-Zuckenriet in die Richtung Thurhof-Felsegg-Weiichern ab und geht bei Züberwangen in die Nollen-S-Verwerfung. Südlich davon tritt die Molasse bis an eine gerade Linie Buchental-Niederuzwil-Algetshausen-Rickenbach als nördliche Begrenzung. Zwischen Felsegg und Thurhof fließt die Thur direkt auf Molassemergeln. Es ist anzunehmen, daß sich der erwähnte vermutete 9 km lange Grabenbruch Sitter-Glattmündung nicht mehr weiter nach W fortsetzt. Grundwasserbohrungen haben überdies ergeben, daß die Molasse im Thurtal unterhalb der Glattmündung in 20 m Tiefe noch nicht angetroffen wurde, oberhalb der Glattmündung aber schon nach wenigen Metern.

5. Gesamtüberblick

Mein Untersuchungsgebiet lehnt sich südlich an den schon von SCHMIDLE angenommenen, großen thurgauischen Thurthalgraben an, doch komme ich zu einem etwas andern Verlauf desselben, als in Lit. 101 gezeichnet ist (siehe Fig. 3). Dieser sehr wahrscheinliche, breite Grabenbruch knickt in der Gegend von Märstetten-Weinfelden nach SE, zwischen Ottenberg und dem W davon gelegenen Hügelland von Sonnenberg und Spiegelberg. Dieser Knick äußerst sich nach SE zu in dem längs der beschriebenen Verwerfung nach N abgekippten östlichen Nollen-Hügelland, und wohl steht auch die Absenkung zwischen Tannenberg und Glatt damit in Zusammenhang.

Von Weinfelden knickt der «Thurgraben» wieder nach E um und verläuft zwischen Arbon und Romanshorn in den Bodensee hinaus. Seine südliche Begrenzung ergibt sich aus den nördlichsten Molasseaufschlüssen. Sie tritt auch morphologisch deutlich hervor. Diese Hauptverwerfung verläuft demnach über Mettlen und Schönenberg nördlich des Hohentannenplateaus, knickt dann bei Oberegg zum langen Sitter-Glatt-Graben und zieht sich von hier (Leutswil) wieder ostwärts, nördlich der Ramschwag gegen Roggwil und dem dortigen ausgeprägten Hang entlang. N Rorschach verläuft sie in den See hinaus.

Innerhalb des großen «Thurgrabens» tritt nirgends Molasse auf. Die Absenkung muß also sehr beträchtlich sein. Jenseits findet sich Molasse erst wieder am Ottenberg, am östlichen Ausläufer des Seerückens und noch im See anstehend bei Romanshorn (Känzeli).

Weniger starke Senkungsfelder sind das Gebiet W Nollen-Heid, die weite Depression zwischen Nollen, Uzwiler Gebiet und Tannenberg, die sich nördlich des Tannenberges bis in die Gegend E der Sitter zieht und in der lange Sitter-Glatt-Graben liegt, der als ein südlicher Nebenast des Haupt-Thurgrabens erscheint.

Es treten Hauptverwerfungen auf, die mehr oder weniger parallel der Bodenseelängsachse verlaufen, und solche quer dazu, doch lassen sie sich nicht gut in ein System pressen. Gegen S verlieren sich die Störungen. Sie lassen sich in der aufgerichteten Molasse nicht mehr nachweisen.

Sehr typisch ist die Tatsache, daß sowohl Senkungsfelder wie Horste meist gegen N abgekippt sind.

B. DIE ZUSAMMENHÄNGE MIT DER BODENSEETEKTONIK

i. Die tektonische Einordnung

Die Horst-Graben-Landschaft der Ostschweiz läßt sich gut in den Rahmen der bisherigen Erforschung der Bodenseetektonik stellen (Fig. 3). Die stark tektonisch bedingte Entstehung des Bodensee grabens kann heute nicht mehr zur Diskussion stehen. Sein Haupt graben zwischen Bodmanhalbinsel und Rheinmündung mit seinen steil abfallenden Wänden (siehe offizielle Bodenseekarte, ZEPPELIN, Lit. 120) kann nicht durch Glazialerosion gedeutet werden. Außerdem liegt der Bodensee nicht in der Fortsetzung des Rheintals, sondern quer dazu, welche Anlage bei einer rein glazialen Ursache der Entstehung kaum resultiert hätte. Der Nachweis umfangreicher tektonischer Störungen auch im SW-Bodenseegebiet fundiert im übrigen den tektonischen Bodenseegraben erneut.

Es darf heute auch als sicher angenommen werden, daß auch zumindest das untere sanktgallische Rheintal als Graben zu deuten ist, welche Ansicht auch ROTHPLETZ in Lit. 75 schon ausgesprochen hat. In der subalpinen Molasse stellt sich im Rheintalquerschnitt zumindest eine Achsendepression ein (RENZ, Lit. 74), und das staffelförmige, axiale Abbrechen der Säntisdecke ins Rheintal ist schon lange bekannt.

An diesen Rheintalgraben des sanktgallischen Rheintales schließt sich im Gebiet des Rheindeltas der «Bodenseegraben» quer an. Von diesem Punkt aus strahlen die Hauptlinien tektonischer Störungen des Bodenseegebietes aus. Ihre Konvergenz nach SE ist auffällig. Die Ansicht SCHMIDLES, daß der Obersee in den nachmarinen miozänen Schichten liege, wird durch meine Beobachtungen bestätigt. Erst im Gebiete der Überlinger und Meersburger Horste wird das Liegende (die Obere Marine Molasse und die noch tiefen Aquitanischichten) wieder über das Seeniveau gehoben.

Die gesamte Morphologie des Bodenseegebietes ist tektonisch angelegt. Der glaziale Anteil an ihrer Gestaltung erscheint nicht so bedeutend.

Die Störungen meines Gebietes im speziellen sind sekundäre Schollenbewegungen südlich des thurgauischen Thurgrabens, der das ganze Gebiet nördlich tief absetzt und sich südlich von Romanshorn in einer stärkeren Gliederung des Seeufers und einer stark

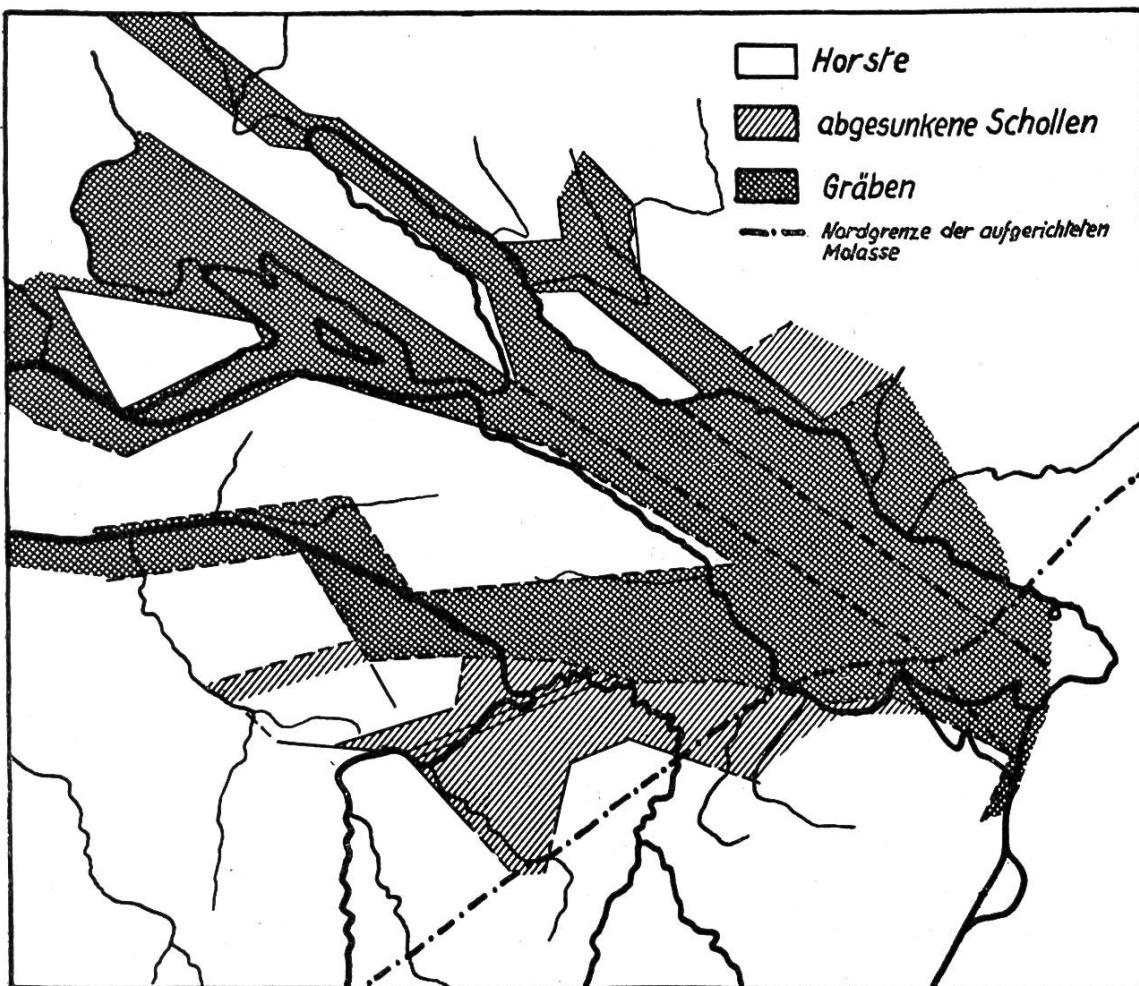


Fig. 3
Schematische tektonische Kartenskizze des Bodenseegebietes

westlichen Ausweitung desselben äußert. Diese Hauptstörung verläuft gegen die Rheinmündung in den tiefen Seegraben und dürfte auch die marine Molasse tief abgesenkt haben. Die Maximalabsenkung von den Horsten des Tannenberges und Seerückens bis zum tiefsten Punkt des Bodenseegrabens läßt sich nicht sicher bestimmen, muß aber mehrere hundert Meter betragen.

2. Das Alter der Störungen und das Verhalten des Diluviums

W. SCHMIDLE und andere Autoren haben für einen großen Teil der Krustenbewegungen am NW-Bodensee diluviales Alter angenommen (Lit. 101). Außerdem deuten rezente Seespiegelschwankungen und Erdbeben (RÜTSCHI, Lit. 76/77) darauf hin, daß die Bewegungen bis in die jüngste Zeit andauern. R. STAUB weist in

seiner alpinen Morphologie ebenfalls nachdrücklich auf diese Erscheinungen hin (Lit. 109).

Wir haben bereits im stratigraphischen Teil gesehen, daß die Trog-senkungen des nachmarinen, miozänen Sedimentationsraumes sich allmählich gegen die Bodenseelängsachse verlagerten. Später, nach dem Ende der Molassesedimentation, waren sie dort am stärksten.

Um die Störungen in meinem Gebiet zeitlich festlegen zu können, ist das Verhalten des Diluviums von größter Bedeutung.

Auch in der Ostschweiz wurden allgemein vier Eiszeiten ausgeschieden. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß die Chronologie der eiszeitlichen Ablagerungen keinesfalls gesichert ist. Die jüngst vertretenen Ansichten von A. JAYET (Lit. 47) werfen neues Licht auf die Diluvialstratigraphie. Zukünftige Untersuchungen werden diese Probleme auch in der Ostschweiz zu beleuchten haben. Nachfolgend sollen deshalb die Krustenbewegungen nur mit den diluvialen Ablagerungen als solchen in Beziehung gebracht werden, ohne deren geologisches Alter als gesichert zu betrachten. Gewisse Bemerkungen seien jedoch gestattet.

Am Tannenberg liegt über der Molasse Deckenschotter (Etschberg, Grimm, Tannerwald). Der Schotter auf Tannerwald liegt etwa 50 m höher als jener von Grimm, führt ferner viele Flysch-gesteine vom Fähnerntypus und gelbe Flyschkalke, während diese am Grimm nur untergeordnet auftreten und dort sehr viel mehr helvetisches Material (Säntisdecke) zu beobachten ist. Es scheint sich zumindest um zwei verschiedene Phasen der Erosion und Schüttung zu handeln, nicht aber um einen Bruch, der die ver-schiedene Höhenlage bedingte. Typisch ist auch, daß diese Schotter nur unmittelbar an der Oberfläche als verkittete «löcherige Nagelfluh» auftreten, in geringer Tiefe aber überhaupt nicht mehr ver-kittet sind. Diese Tatsache spricht dagegen, den Grad der Ver-kittung als Maß des Alters zu benützen, um so mehr, als auch wirk-lich junge Schotter häufig stark verkittet sind.

Von Wichtigkeit ist die Beobachtung, daß die Deckenschotter am Tannenberg die Strukturen der darunter liegenden Molasse nicht mitmachen, sondern diskordant darüber liegen. Die Tannenbergver-biegungen sind also **älter als der Deckenschotter**. Sie entstanden vielleicht gleichzeitig mit der Auffaltung der subalpinen Molasse.

Das weite Senkungsfeld westlich, nördlich und östlich des Tannen-berges dürfte ebenfalls älter sein als der Deckenschotter. Es war vor

der Entstehung der darauf liegenden Drumlinschwärme auf jeden Fall vorhanden, genau so wie das Plateau von Hohentannen-Niederhelfenschwil. Dies hatte in den abgesenkten Gebieten eine stärkere Erosion zur Folge, die vielleicht schon im Pliozän wirksam war und der die höchsten Schichten, besonders auch die schlecht verkittete Konglomeratstufe, zum Opfer fielen, während sie auf den Horsten erhalten blieben.

Die Deckenschotter auf dem Tannenberg und auf der Heid sind wohl weniger die Reste einer einstigen allgemeinen Schotterplatte als vielmehr die Produkte hohen Eisstandes. Wir haben auch bereits gesehen, daß die Bischofsbergschotter in den schon vorhandenen Sitter-Glatt-Graben abgelagert wurden. Ob der Deckenschotter auf Hohlenstein damit zusammenhängt, ist nicht leicht zu entscheiden. Auf jeden Fall war die tektonisch bedingte Morphologie unseres Gebietes bereits vorhanden, als die heute vorhandenen Diluvialprodukte abgelagert wurden. Schotter verschiedenster Höhenlage können damit gleichaltrig sein: sie können zu ein und derselben Eiszeit bei verschiedenen Eisständen entstehen und brauchen auch nicht einen identischen Geröllbestand aufzuweisen, da die lokalen Verschiedenheiten viel zu groß waren. Die Schotter von Bischofsberg und Hohlenstein können somit gleichaltrig sein.

Auch am Abfall des Plateaus von Roggwil-Berg gegen den Bodensee treten an seinem Rand «ältere Schotter» auf: westlich Mammertshofen im Haselwald, ebenso an der Ruine Steinach. Sie zeigen, daß die Absenkung gegen den See schon vorhanden war.

Der Thurtalgraben ist mit Diluvium gefüllt. Auf der Nordseite der Sitter zwischen Rothen und Oberegg, im östlichen Teil des hier beginnenden Sitter-Glatt-Grabens und nördlich des Plateaus von Hohentannen sind mächtige Grundmoränenkomplexe aufgeschlossen. Der Graben wies den Gletschern den Weg und war schon vorhanden, wie es wohl auch der Bodenseehauptgraben war, obwohl die Pegelschwankungen und Beobachtungen von W. SCHMIDLE darauf hinweisen, daß die Senkungen nicht einmalig waren. Ihre Hauptintensität fällt aber vor die Ablagerung der Schotter und Moränen, möglicherweise schon ins Pliozän. Am NW-Bodensee konnten sie aber bis in postglaziale Zeit nachgewiesen werden.

Als Ergebnis der genannten wenigen diluvialen Andeutungen mag festgehalten werden, daß die Ansicht von A. JAYET (Lit. 47) von nur zwei Eiszeiten sich in unserm Gebiet nicht schlecht an-

wenden ließe. Eine erste Eiszeit hätte die verschiedenen «Deckenschotter» geliefert. Nach einer Periode der Erosion folgte ein zweiter, Hauptvorstoß, der die Drumlins und Moränenwälle, die Niederterrassenschotter und vor allem auch die mächtigen Grundmoränenkomplexe im Thurgraben und teils auch auf der Molasse zurückließ (auch auf den Deckenschottern des Tannenberges liegt noch Moräne). Dies mag hiermit zur Diskussion gestellt werden. Eine Vereinfachung der heute verwirrenden und nicht immer überzeugenden Diluvialgeologie wäre auf jeden Fall nur zu begrüßen, besonders wenn dadurch mehr Wahrscheinlichkeit erzielt würde.

Die tiefe Lage der Moräne an der Waldburg NE Bernhardzell, knapp über der Sitter, muß folgendermaßen erklärt werden: Zwischen Bernhardzell und Rabenstein (Schwellenzone) liegt Diluvium direkt auf der Ramschwag-Nagelfluh. In der Senkungszone der Waldburg sind höhere Schichten noch erhalten. Der Abbruch hat also offenbar vor der Ablagerung der Moräne stattgefunden, jedoch zu einer Zeit, da die höchsten Schichten des Miozäns hier schon weitgehend erodiert waren. Diese Störungen (und auch jene westlich der Schwelle von Rabenstein) sind also vermutlich jünger als die Hauptabsenkung E des Tannenberges. Sie sind aber doch älter als die hier vorhandenen diluvialen Moränen.

Störungen, die auch noch diluviale Ablagerungen in Mitleidenschaft zogen, und solche, die nacheiszeitlich stattfanden, konnte ich nirgends in meinem Gebiet nachweisen.