

Zeitschrift: Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 90 (2004)

Artikel: Geotope im Raum Wittenbach-Häggenschwil-Bernhardzell
Autor: Krayss, Edgar
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-832557>

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: 30.12.2025

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

Geotope im Raum Wittenbach-Häggenschwil-Bernhardzell

Edgar Krayss

Widmung

Der Autor widmet diese Arbeit dem Gedenken an den verdienten Geologen Dr. Franz Hofmann. Er wurde am 21. August 1921 in St.Gallen geboren und beschloss sein Leben am 23. Februar 2003 in Neuhausen. Mit unermüdlicher Feld- und Laborarbeit, zahlreichen Kartierungen und Publikationen leistete er einen grundlegenden Beitrag zur geologischen Erforschung der Nordostschweiz.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	35
1. Einleitung	35
2. Drumlinlandschaft ‹Wittenbach›	37
3. Malmkalk-Blockhorizont ‹Erlenholz› und ‹Bernhardzell›	41
4. Flusslandschaft ‹Sittertobel›	49
Verdankungen	55
Literaturverzeichnis	56

Zusammenfassung

Das Drumlinfeld Wittenbach-Häggenschwil wird als typische Geotoplandschaft beschrieben. Seine Entstehung fällt in die letzte Eiszeit. Die beiden Einzelgeotope ‹Erlenholz› und ‹Bernhardzell› sind Aufschlüsse eines Horizontes von Malmkalk-Blöcken innerhalb einer Molasse-Mergelschicht. Der Geologe Franz Hofmann hat diese Blöcke zuerst als Zeugen eines Tannenberg-Vulkanismus, später als Auswürflinge des Meteoriteneinschlags im Nördlinger Ries interpretiert. In diesem Zusammenhang wird auf die Erdgeschichte der Oberen Süßwassermolasse eingegangen. Am Geotopkomplex ‹Sittertobel› werden Geomorphologie, dynamische Flussbett- und Hangprozesse sowie die Genese der Schlucht erörtert.

1. Einleitung

Wenn auch ein Geotopinventar, wie es nun für den Kanton St.Gallen vorliegt (STÜRM et al. 2002), in erster Linie als Planungsgrundlage zum Schutz bedeutender Objekte dienen soll, vermag es doch den geologisch Interessierten anzuregen, der Vielfalt dieser Naturphänomene in der Landschaft selber nachzugehen. Die Kurzbeschriebe im Verzeichnis geben zwar gute, aber doch sehr

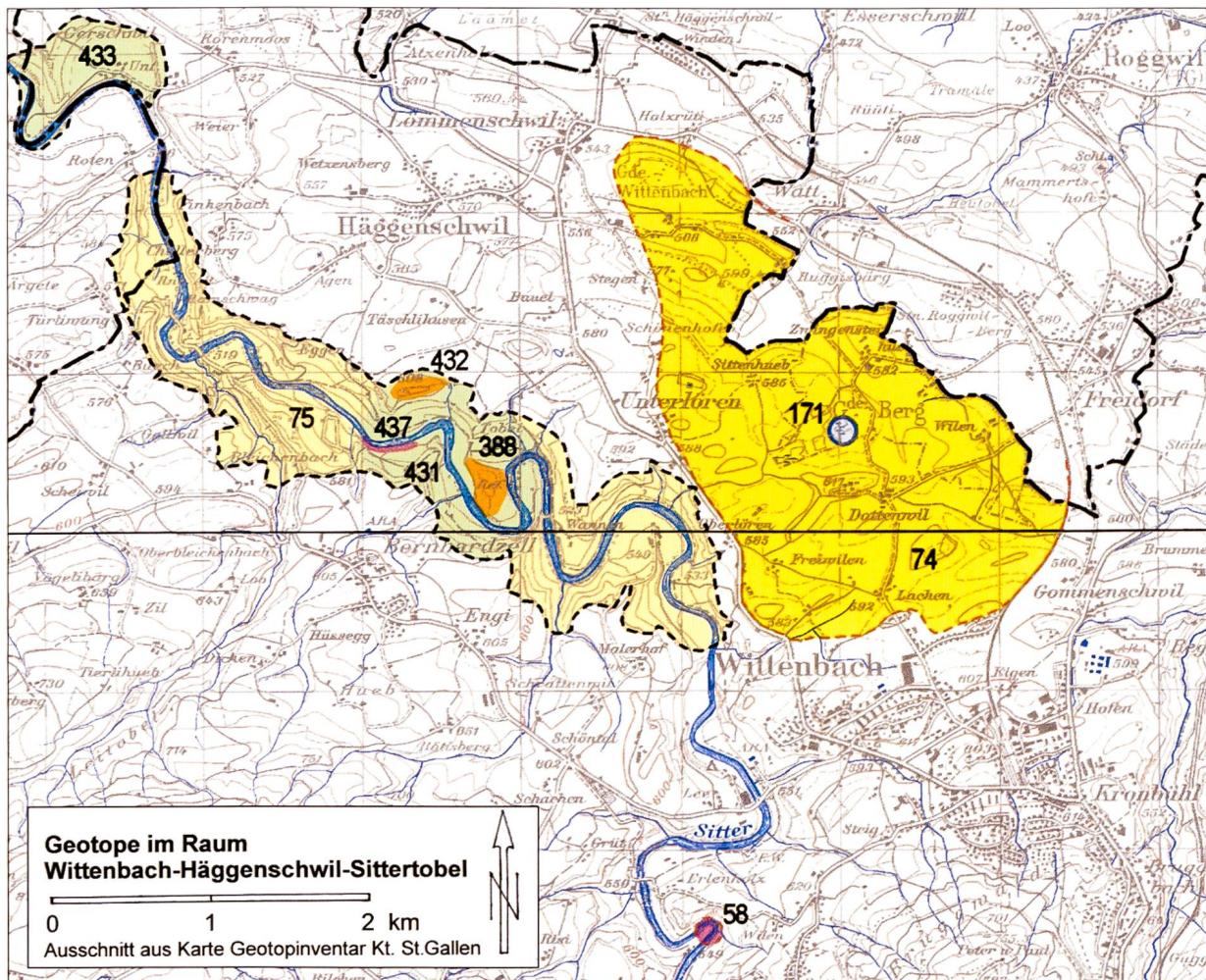


Abbildung 1:
Übersichtskarte mit Einzelgeotopen
58 <Erlenholz>, 171 <Huebermoos>,
388 <Waldburg>, 432 <Ruine Neu
Ramschwag>, 437 <Bernhardzell>;
Geotopkomplex 431 <Sittertobel>;
Geotoplandschaften 74 <Wittenbach>
und 75 <Sittertobel>.

Aus: Inventarkarte 1:50000 zu
STÜRM et al. (2002).

knappe Informationen zu den einzelnen Objekten. In den meisten Fällen dürften weitere Erklärungen und Hinweise auf die grösseren Zusammenhänge durchaus willkommen sein. Am Beispiel der Landschaft nördlich St.Gallen soll versucht werden, vertiefte Einblicke in die Beschaffenheit, Genese und Forschungsgeschichte einiger Geotope zu vermitteln.

Das Gebiet im Nordteil der Inventarkarte zum Geotopinventar des Kantons St.Gallen (Karte hinten im Deckel dieses Bandes) fällt dadurch auf, dass sich dort Geotope aller Kategorien häufen (Abbildung 1). Topografisch handelt es sich um einen Abschnitt des unteren Sittertales sowie um ein Plateau, das dieses vom inneren Bodenseebecken trennt. Innerhalb einer Arealfäche von 5 x 6 km finden sich hier 8 *Geotope* unterschiedlicher Bedeutung:

- Von *nationaler Bedeutung* sind die Drumlinlandschaft <Wittenbach> (Objekt Nr. 74) sowie als Einzelgeotope zwei Aufschlüsse des Malmkalk-Blockhorizonts <Erlenholz> (Nr. 58) und <Bernhardzell> (Nr. 437).
- *Regionale Bedeutung* werden der Flusslandschaft <Sittertobel> (Nr. 75), dem Fluvialkomplex <Sittertobel> (Nr. 431) sowie

den Einzelgeotopen Umlaufberg ‹Waldburg› (Nr. 388) und Drumlin ‹Ruine Neu Ramschwag› (Nr. 432) zugeschrieben.

– Die Glazialwanne ‹Huebermoos› (Nr. 171) schliesslich gilt als *prüfenswerter Geotopstandort*.

Das hier behandelte Gebiet wird durch die Landeskarten der Schweiz 1:25000 Blatt 1074 Bischofszell und 1075 Rorschach abgedeckt. Geologische Informationen liefern die entsprechenden Blätter des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25000, Nr. 65 (HOFMANN 1973a) und Nr. 45 (SAXER 1964).

2. Drumlinlandschaft ‹Wittenbach›

Kurzbeschrieb dieses Objekts Nr. 74 im Inventar: *›Ausgedehnter Drumlinschwarm mit zum Teil vermoorten Glazialwannen, Toteislöchern und randlichen Schmelzwasser-Abflussrinnen.‹*

Als auffallendes Landschaftselement tritt zwischen Wittenbach und Häggenschwil ein Plateau in Erscheinung, das von einer Schar sanfter stromlinienförmiger Hügel überzogen wird. Auf diesem Plateau wurde im Geotopinventar unter der Bezeichnung *›Drumlinlandschaft Wittenbach‹* ein Gebiet abgegrenzt, das vom Ortsrand Wittenbach nordwärts bis zur Strasse Lömmenschwil-Watt reicht. Die westwärtige Begrenzung verläuft auf der Linie Lömmenschwil – Unterlören und längs des Abbruchs zum

Sittertal, während im Nordosten die Kantongrenze zum Thurgau den Abschluss bildet. Der Hauptteil dieses Areals besteht aus einer Hochebene auf einem Niveau um 590 m, aus der sich an die 20 elliptisch runde Hügel von 10–25 m erheben. Im Nordosten geht das Gelände in flache Mulden zwischen langgestreckten Hügelrücken über (Abbildung 3).

Die merkwürdige Anhäufung und Ausrichtung dieser Geländeformen erweckte schon früh die Aufmerksamkeit eines Geografen. So beschrieb J. FRÜH (1896) erstmals das Plateau von Wittenbach und Häggenschwil als *›Drumlinlandschaft zwischen Steinach und Sitter‹*, und zwar im Rahmen einer grösseren Arbeit über ähnliche Vorkommen in England, Irland und Nordamerika sowie im alpinen Vorland. Das Wort Drumlin leitete er aus einer irisch/keltischen Bezeichnung für entsprechende Hügelformen im nördlichen Irland ab. Einige Jahre später kartierten FALKNER & LUDWIG (1903) den Südteil des Wittenbacher Drumlinfeldes und gaben dazu eine detaillierte Beschreibung. Die gleichen Autoren widmeten auch im Heimatbuch von FELDER (1916) der Drumlinlandschaft einen Abschnitt samt Bild (Abbildung 2).

Das Drumlinfeld von Wittenbach-Häggenschwil ist in seinen oberen Schichten aus-

Abbildung 2:
Drumlinlandschaft von Wittenbach.
Die Skizze, von der Kuppe östlich
Büttigen aus mit Blick nach
Dottenwil gezeichnet, bringt nicht
weniger als neun Drumlins ins Bild.
Zeichnung von P. Bornhauser aus
FELDER (1916).



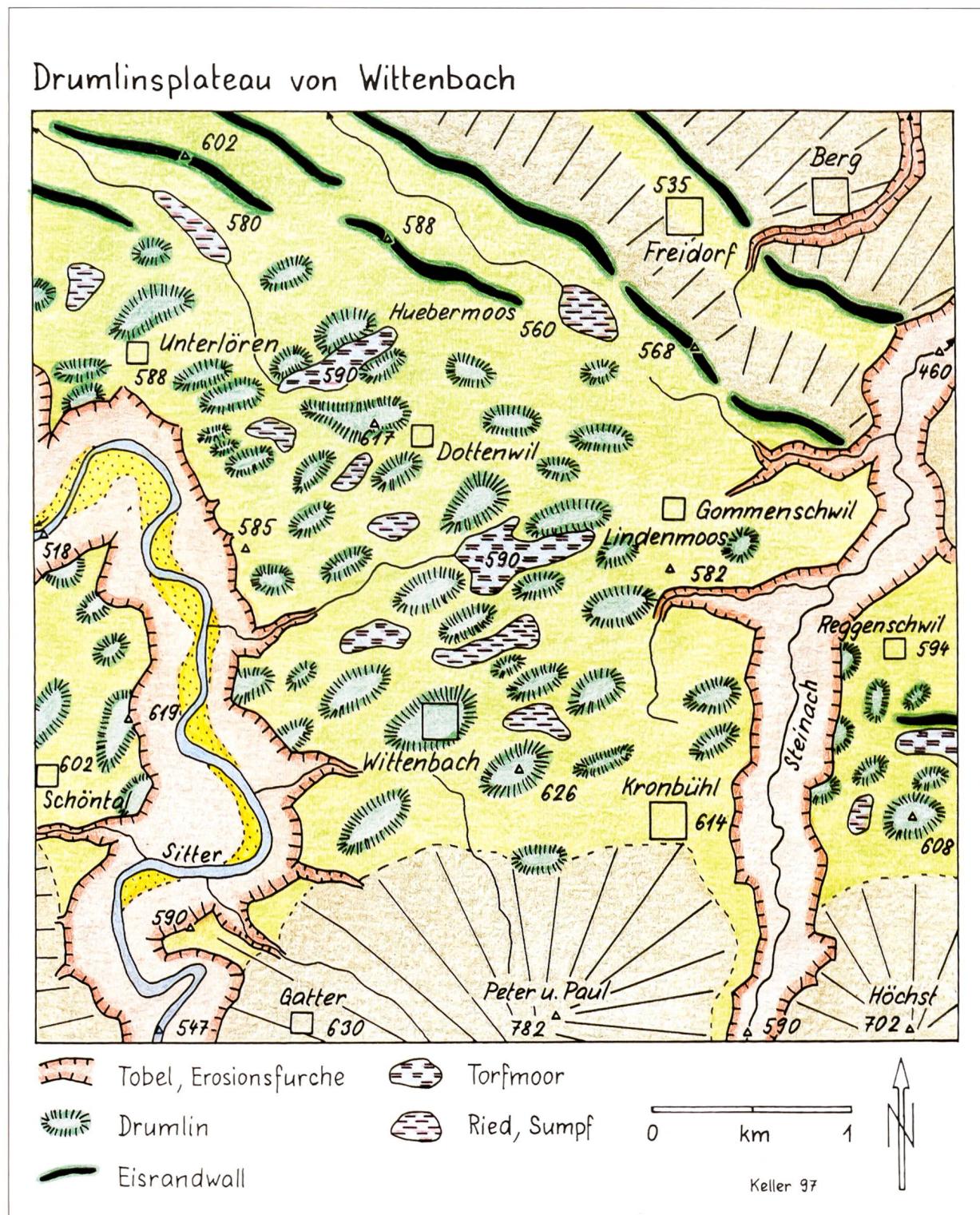


Abbildung 3:

Drumlinsplateau von Wittenbach. Auf der Hochfläche von Wittenbach hinterliess die Vorlandvereisung eine Drumlinlandschaft mit Hügelkuppen und später vermoorten Senken. Eisrandwälle markieren bei Freidorf das Konstanz-Stadium des Bodenseegletschers. Auf der Ostseite des Plateaus entstand neu das scharf eingeschnittene Steinachtobel, während auf der Westseite ein älteres, verschüttetes Sittertal wieder ausgeräumt und zusätzlich vertieft wurde. Aus: KELLER & KRAYSS (1997).

schliesslich aus eiszeitlichem Lockermaterial aufgebaut. Der Molassefels – Mergel und Siltsteine der Oberen Süßwassermolasse – liegt rund 20–30 m unter dem Plateauniveau und ist nur an den Schluchtwänden der Sitter und der Steinach aufgeschlossen. Die Drumlins bestehen überwiegend aus lehmiger Grundmoräne mit reichlichem Block- und Geschiebematerial, gelegentlich wurden auch kiesige Einlagerungen beobachtet. Alle Autoren, die sich mit Drumlins und Drumlinlandschaften befassten, haben seit je ihre Entstehung der Wirkung eiszeitlicher Gletscher zugeschrieben. Uneinig sind sich die Fachleute indessen heute noch über die Mechanik, das heisst über das komplizierte Zusammenspiel von Erosion und Akkumulation unter bewegtem Gletschereis. Man hat die Vorgänge mit der Bildung von Sandbänken in einem Fluss verglichen, wo sich ebenfalls abtragende und anhäufende Prozesse gleichzeitig vollziehen. Für die Drumlins als Endprodukte einer dynamischen Eisüberströmung gilt heute die Definition: Elliptische, gestreckte Hügel mit steiler Luv- und flacher Leeseite, die meist aus Grundmoräne, selten auch aus Schotter aufgebaut sind.

Zur speziellen Genese der Wittenbacher Drumlinlandschaft während der letzten Eiszeit kann folgendes Szenario aufgestellt werden. Nachdem der vorstossende Rheingletscher vor rund 23000 Jahren das Bodenseebecken erreicht hatte (Abbildung 2.3 in KELLER & KRAYSS 1997), begann er sich seitlich auszubreiten und in die einmündenden Seitentäler vorzustossen. So wurde auch das untere Goldachtal vom Gletscher abgeriegelt. Das aufgestaute Wasser der Goldach folgte dem Eisrand und ergoss sich zusammen mit Schmelzwässern des Gletschers über das Plateau ins Sittertal. Aus den schlammigen und geschiebereichen Fluten kam es zur Ablagerung von überwiegend sandig-tonigen Sedimenten, dem Rohmaterial zur Bildung einer Drumlindecke. Beim weiteren Eisaufbau wurde das Plateau auf breiter Front vom Gletschereis westwärts überfahren. Die Strömungsrichtung des

Gletschers wird durch die Längsachsen der Drumlins angezeigt, wobei sich im Kartenbild eine Spreizung der Fliesslinien in zwei Hauptstränge erkennen lässt, die den Tannenberg südlich und nördlich umflossen.

Nach diesem Modell wird also angenommen, dass die Drumlins zeitlich während dem Aufbau des Bodenseegletschers zum Maximalstand geformt wurden. Die Geburtsstunde der Drumlinlandschaft indessen schlug erst einige Tausend Jahre später, als im Zuge des Gletscherrückschmelzens das Gebiet um Wittenbach wieder eisfrei wurde. Das Eis, das bisher aus dem Zentralbereich des Gletschers zum Fusse des Tannenbergs hin geschoben worden war, erlahmte in seiner Stosskraft und blieb als Toteis zwischen den Drumlinhügeln bewegungslos liegen. Für die aus dem eisfreien Bergland zufließenden Gewässer bildete der Eisrand noch immer eine wirkungsvolle Barriere (Abbildung 4). Während die Goldach einen breiten Schuttfächer aufbaute, staute sich am Ausgang des Steinachtals ein See auf, der über die Rinnen von Ödenhof und Steig mit einem Eisstausee im Sittertal in Verbindung stand. Ein wasserreicher Fluss folgte von dort weg dem Gletscherrand über Schöntal – Engi nach Bernhardzell und weiter westwärts bis ins Thurtal bei Niederbüren (Abbildung 13 in KRAYSS & KELLER 2000). Grössere Teile des Plateaus wurden eisfrei, als das Eis etwa bis auf die Linie Hofen – Tröstli – Sittenhueb zurückgeschmolzen war. Zwischen den Drumlins entwässerte sich jetzt ein Netz von Rinnalen und Tümpeln zum noch schuttverfüllten Sittertal. Einer etwas tieferen Eisrandlage entsprechen die Hügelzüge und Mulden bei Freidorf (Abbildung 3). Sie werden als Eisrandwälle und Schmelzwasserrinnen des Bodenseegletschers im Konstanz-Stadium vor rund 15000 Jahren interpretiert (KELLER & KRAYSS 1994).

Das Drumlinplateau, das der Gletscher jetzt endgültig frei gegeben hatte, muss man sich noch für Jahrhunderte als öde Landschaft aus Wasserflächen, sandigen Schwemmfächern und lehmigen Kuppen

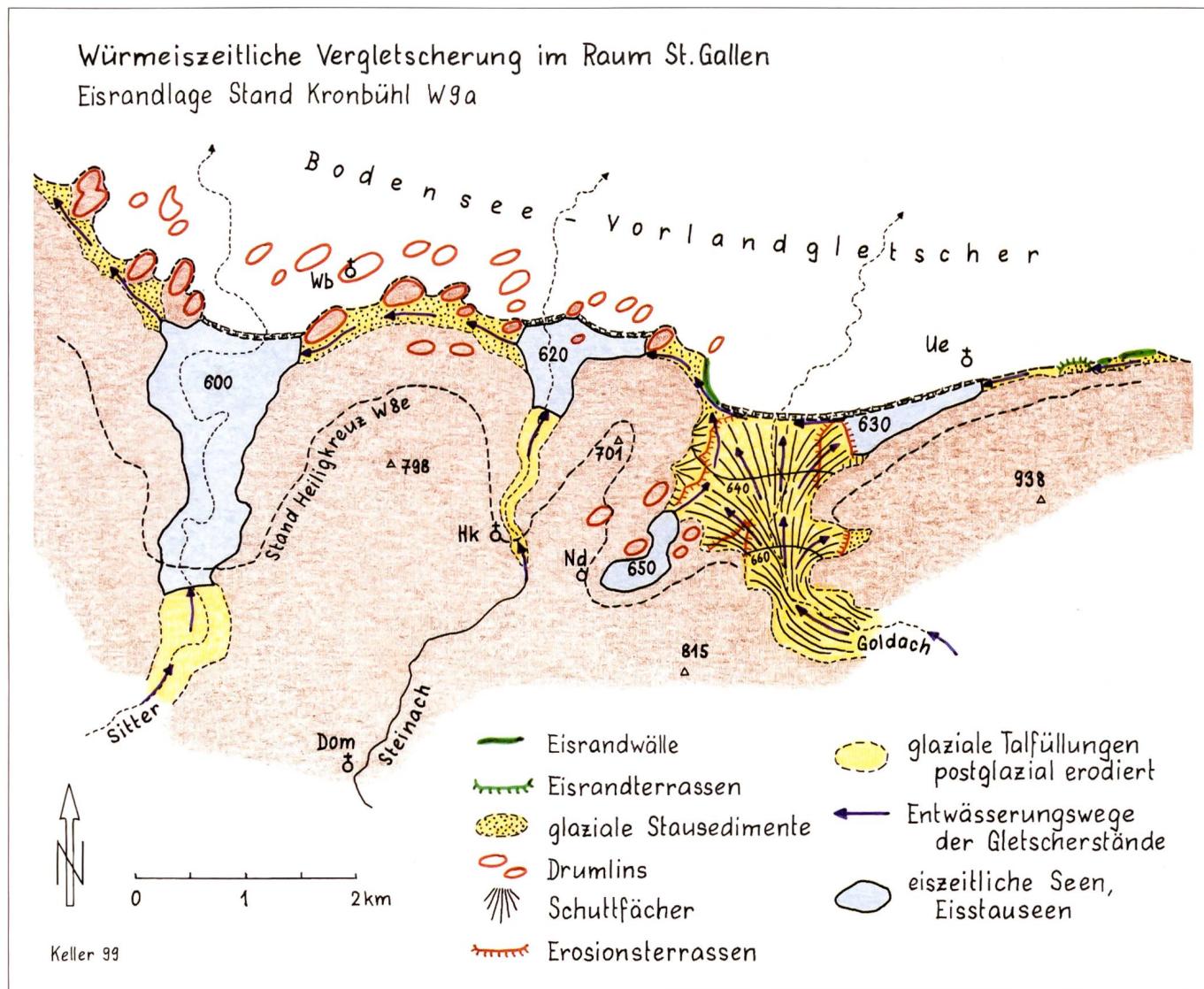


Abbildung 4:
Eisrand des Bodenseegletschers zwischen
Sitter- und Goldachtobel im <Stand Kronbühl>.
Ortsbezeichnungen: Wb Wittenbach,
Hk Heiligkreuz, Nd Neudorf, Ue Untereggen.
Aus: KRAYSS & KELLER (2000).

vorstellen. Von den mässig hohen Drumlins vermochte das Wasser nur wenig Feinmaterial abzuspülen, und dadurch blieb das eiszeitliche Relief fast unverändert bis in die Gegenwart erhalten. In der Nacheiszeit setzte vor etwa 12000 Jahren die Wiederbewaldung mit Gebüschen und Birkengehölzen ein. Auf dem Plateau bildeten sich durch die Verlandung kleiner Seen einige Flachmoore aus. Sie unterlagen seit dem 18. Jahrhundert dem Torfabbau und später

den Meliorationen, sodass bis heute nur noch das Huebermoos erhalten blieb. Es ist im Geotopinventar als <prüfenswertes Einzelobjekt Glazialwanne Huebermoos> (Nr. 171) aufgeführt. Hier erbohrte F. HOFMANN (1963) an der Basis des Torfs eine wenig mächtige Lage aus vulkanischem Bimstuff. Diese wird auf Grund mineralischer Untersuchungen als Aschenniederschlag einer bedeutenden Eruption des Laacher-see-Vulkans (Maria Laach/Eifel) vor rund 10000 Jahren interpretiert.

Wenn auch die Moore weitgehend verschwunden sind, so bleibt doch die Drumlinlandschaft mit ihren typischen Kuppenformen ein Denkmal der eiszeitlichen

Vergletscherung und damit ein Schutzobjekt von nationaler Bedeutung (Abbildung 5).

3. Malmkalk-Blockhorizont <Erlenholz> und <Bernhardzell>

Kurzbeschrieb der Geotopobjekte Nr. 58 und 437: *<In der Oberen Süßwassermolasse eingelagerte Malmkalkblöcke (entweder Auswürflinge des Meteoriteneinschlags im Nördlinger Ries oder einer Gasexplosion im Raum Tannenberg im Zusammenhang mit dem Hegau-Vulkanismus)>*.

Wenn sich dem geologisch Interessierten die <Drumlinlandschaft Wittenbach> als optisch ansprechendes Geotop darstellt, so gibt es an den Aufschlüssen des Malmkalk-Blockhorizontes im Sittertobel zunächst so gut wie nichts zu sehen, das ihn irgendwie neugierig machen könnte. Bei den als <Einzelgeotope von nationaler Bedeutung> eingestuften Geo-Objekten <Erlenholz> und <Bernhardzell> handelt es sich <nur> um

Fundstellen grau-beiger Kalkbrocken, deren Lage im Sittertobel früher höchst rätselhaft war. Dem Entdecker, F. Hofmann, galten sie 28 Jahre lang als vulkanische Auswürflinge, seit 1973 jedoch als abgesprengtes Gestein eines Meteoriteneinschlags. Er vermutete einen solchen zunächst im Bodenseegebiet, brachte ihn dann aber später in einer Publikation (HOFMANN & HOFMANN 1992) mit dem Meteoritenimpact im Nördlinger Ries in Verbindung. Die Alternative, wie sie im obigen Kurzbeschrieb aufgeführt ist, bestand also für Hofmann seit 1992 nicht mehr.

Gerade wegen ihrer Unscheinbarkeit verdienen die Fundobjekte im Sittertobel eine ausführliche Erklärung. Sie soll im Folgenden im Zusammenhang ihrer Einbettung in die Schichten der Oberen Süßwassermo-

Abbildung 5:
Die Drumlins Chapf (links hinten) und Büttigen (Mitte) am Rand des hier rund 60 m tief eingeschnittenen Sittertobels.
Foto E. Krayss.



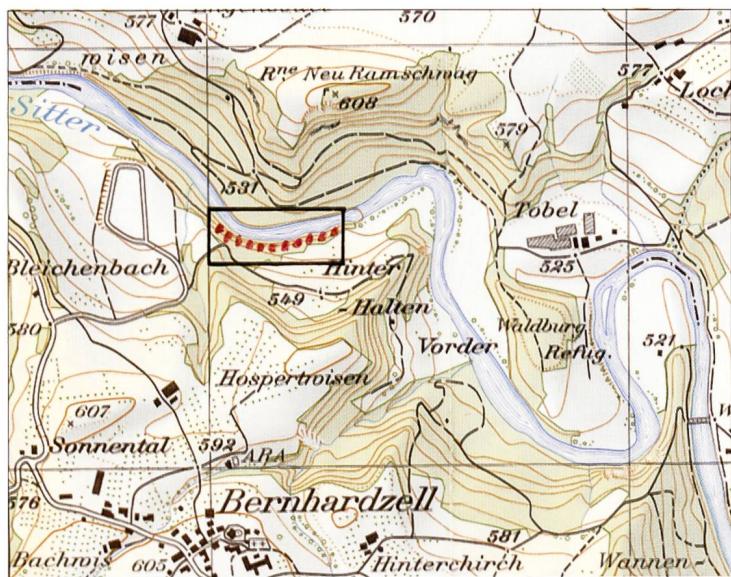


Abbildung 6:
Lage des Malmkalk-Blockhorizonts
(Geotop Nr. 437) nördlich Bernhardzell.
Ausschnitt aus der LK-CH 1:25000,
Blatt 1075 Rorschach.

lasse gegeben werden. Die Entdeckung der Malmkalkblöcke und deren wechselnde Interpretation durch F. Hofmann ist auch wissenschaftsgeschichtlich von Interesse.

Das Geotop «Bernhardzell», die Erstfundstelle des Malmkalk-Blockhorizonts, befindet sich etwa 0,7 km nördlich der Kirche Bernhardzell unmittelbar am linken Sitterufer (Abbildung 6–8). Der Aufschluss ist über 100 m lang, die Schwerpunktkoordinaten lauten 743.140/260.520. Durch eine Nagelfluhwand und das steil abfallende Ufer ist der linksseitige Zugang zu den Mergel-schichten erschwert. Die gesamte Lokalität lässt sich jedoch bequem vom rechten Ufer aus überblicken. Im Geotop «Erlenholz» (Abbildung 9–11) ist die Zweitfundstelle des Blockhorizonts am rechten Sitterufer heute durch Hangrutschungen verschüttet. Wenige Malmkalkstücke wurden jedoch vom Verfas-



Abbildung 8:
Blockhorizont «Bernhardzell» vom rechten
Sitterufer aus gesehen. Foto E. Krayss.

ser dieser Arbeit links der Sitter bei Punkt A in der Abbildung 9 in den Mergeln unterhalb der überhängenden Nagelfluhbank gefunden.

Wie die Abbildungen zeigen, liegt der Blockhorizont an beiden Fundstellen innerhalb von Mergelfels- und Sandsteinschichten, überlagert von einer mehrere Meter mächtigen Nagelfluhbank. Diese drei Gesteine sind typisch für den Fels, der an den Hängen des Sittertobels zu beobachten ist. Er wird als Molassefels angesprochen und gehört zu einem Gesteinskomplex, der im gesamten Bodenseebecken die Unterlage des dort weit verbreiteten eiszeitlichen Lockermaterials bildet. Aufschlüsse dieser Formation im tiefen Untergrund ergaben zahlreiche Erdölbohrungen, welche im Bodenseeraum abgeteuft worden sind. Als nächst liegendes Beispiel einer solchen Sondierung kann die Tiefbohrung Kreuzlingen aus dem Jahr 1962 herangezogen werden (Abbildung 12). Die Schichtenfolge und das geologische Umfeld dieser 2550 m tiefen Bohrung hat H. NAEF (2002) in einer Arbeit über den Stichbach

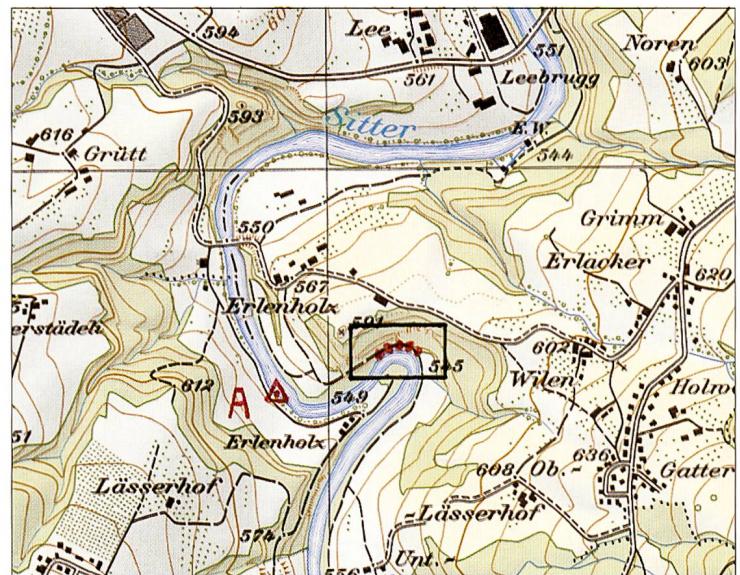


Abbildung 9:
Lage des Malmkalk-Blockhorizonts
(Geotop Nr. 58) beim Erlenholz.
Ausschnitt aus der
LK-CH 1:25000, Blatt 1075 Rorschach.

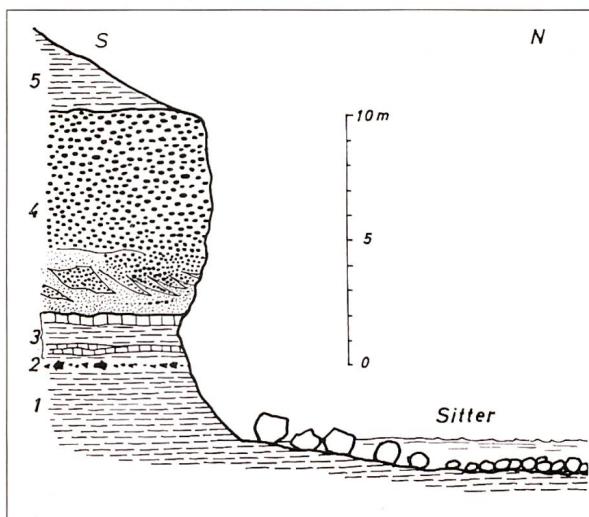


Abbildung 7:
Profil des Malmkalk-Block-
horizonts <Bernhardzell>.
1 Mergel, 2 Blockhorizont,
3 Mergel und Mergelkalk,
4 Nagelfluh der Hörlischüttung,
5 Mergel.
Aus: HOFMANN (1967).

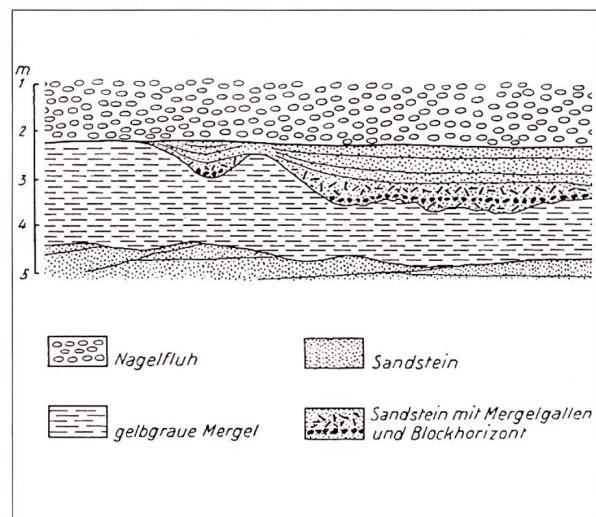


Abbildung 10:
Ansichtsprofil des Malmkalk-Block-
horizonts <Erlenholz>. Die Blöcke
dieser Fundstelle liegen in Erosions-
taschen.
Aus: BÜCHI & HOFMANN (1945).

bei Bottighofen anschaulich dargestellt. Das zugehörige mustergültige Faltblatt im Rahmen des Geotopinventars des Kantons Thurgau liefert viele Informationen zur Erd- und Landschaftsgeschichte im Gebiet der Oberen Süsswassermolasse, die auch für den Raum Wittenbach-Häggenschwil zutreffen.

Die Tiefbohrung Kreuzlingen reicht bis 2000 m unter Meeresniveau. Dort stiess der Bohrer auf Granit, das heisst auf ein Gestein des Grundgebirges, das vor vielleicht 400 Mio. Jahren gebildet wurde. Vor 250 Mio. Jahren begannen sich über einer alten Landoberfläche Sedimente eines welt-

umspannenden Meeres abzulagern. Diese Meeresüberflutung hielt 110 Mio. Jahre bis ans Ende der Jurazeit an. Die nächsten 115 Mio. Jahre lag das Land trocken unter der Sonne, aber nur wenig über dem Niveau des Weltmeeres, so dass der Abtrag geringfügig blieb. Nachdem im Süden schon lange Zeit vorher durch den Zusammenschub der Kontinente der Aufbau der Alpen begonnen hatte, stiessen vor 25 Mio. Jahren Schuttfächer der Alpenflüsse bis in den Raum Kreuzlingen vor. Dieser Prozess hielt 5 Mio. Jahre an, und es baute sich aus Kies, Sand und Schlamm ein Schichtpaket von 1000 m Mächtigkeit auf. Es wird als Untere Süsswassermolasse angesprochen. Nachdem die Alpenfront von Süden her so nahe herangerückt war, dass sich das Vorland unter ihrem Gewicht eingesenkt hatte, begann ein flaches Meer die Wanne zu füllen. Die überwiegend

Abbildung 11:
Rechts im Bild Zweitfundstelle des Blockhorizonts im Erlenholz. Rutschungen von Lockermaterial haben heute den Aufschluss verschüttet.
Foto E. Krayss.



feinkörnigen Ablagerungen bauten während 3 Mio. Jahren die Sandsteine und Mergel der Oberen Meeresmolasse auf.

Vor 17 Mio. Jahren verlandete das Molassemeer im Alpenvorland, und erneut setzte ein Milieu mit festländischer Sedimentation ein (Abbildung 13). Es wird als Obere Süßwassermolasse bezeichnet. Der Ur-Rhein verliess den damaligen Alpenrand in der Gegend von Sargans und ergoss sich als weit verzweigtes Flusssystem über ein Gebiet, das heute Hörnli-Schuttfächer genannt wird. Es mündete in die sogenannte Glimmersandrinne, die weit von Osten her ihre Fluten dem Mittelmeer zuführte. Mit zunehmender Entfernung vom Alpenrand wurde das von den Flüssen verfrachtete Material infolge des Abriebs immer feinkörniger. Normalerweise führten die Stromrinnen im Raum Wittenbach bis Kreuzlingen hauptsächlich sandige Sedimente, die sich nach ihrer Ablagerung zu Sandstein verfestigten. Bei Hochwasser wurden weite Flächen ausserhalb der Rinnen überflutet. Hier setzte sich der Schlamm ab, der später zu Mergelfels erhärtete. Nagelfluhbänke, in der Bohrung sowie in den heutigen Tobeln erkennbar, weisen auf Geröllschüttungen hin, die auf extreme Hochfluten zurückzuführen sind.

Es hat die Paläontologen immer gelockt, auf Grund fossiler Reste Lebensbilder vergangener Zeiten zu entwerfen. Abbildung 14 zeigt das Idyll einer Flusslandschaft vor 15 Mio. Jahren. Im Auenwald tummelt sich eine Fauna, die von der heutigen nicht mehr allzu verschieden ist. Vom Menschen ist allerdings noch weit und breit nichts zu sehen. Die Schüttung der Molasse dauerte noch etwa bis vor 10 Mio. Jahren. Im Profil der Tiefbohrung ist für den Schichtenstapel der Oberen Süßwassermolasse eine Mächtigkeit von knapp 600 m nachgewiesen. Er dürfte ursprünglich noch einige 100 m höher gereicht haben, unterlag aber während den letzten paar Mio. Jahren den Abtragungskräften des Wassers und des Eises.

Es waren die Tektonik und die Stratigraphie der Oberen Süßwassermolasse, die

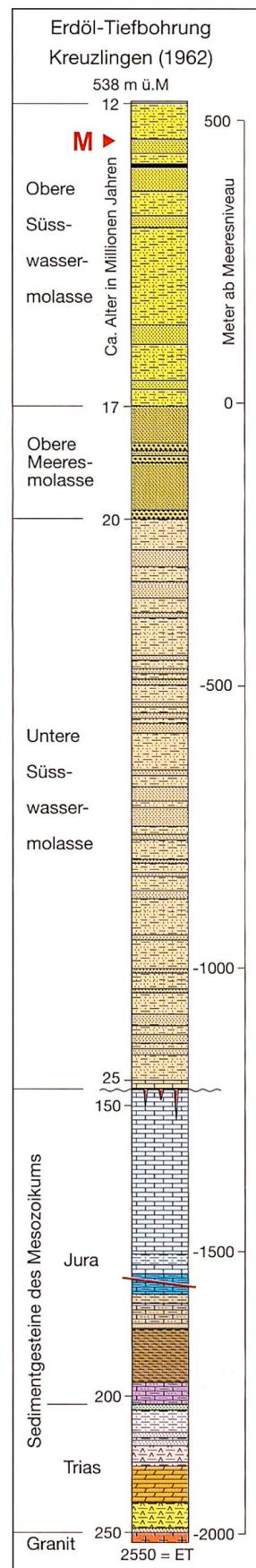


Abbildung 12:
Profil der Tiefbohrung
Kreuzlingen als
Beispiel für die
Schichtenfolge im
Untergrund des
Sittertobels.
Position <M> siehe Text.
Aus: NAEF (2002).

den jungen Franz Hofmann aus St.Gallen zu seiner Dissertationsarbeit über das Miozän in der Ostschweiz veranlassten (HOFMANN 1951). Seine erste Feldbegehung führte ihn an die Sitter bei Bernhardzell. Er schrieb dazu in seinem Fahrtenbuch:

«19. Juli 1945: Es gelang mir eine unerwartete Entdeckung in der grossen Felswand gegenüber Rabenstein. Ich fand Jurablöcke in den dortigen Mergeln. Es könnte sich um vulkanische Auswürflinge handeln. Eine andere Erklärung kann ich mir nicht vorstellen.

Diese Entdeckung ist ein guter Start auf meiner ersten Exkursion, die ich offiziell in mein Dissertationsterrain unternehme, das Terrain, das mir als Wandergebiet so sehr ans Herz gewachsen ist und das mir nun auch seine geologischen Geheimnisse preisgeben muss.» (Nachruf auf F. Hofmann † 23.02.2003 von B. Hofmann, Bern).

Schon wenige Monate später diskutierte Hofmann die Entstehung des Blockhorizonts zusammen mit seinem Studienkollegen U. Büchi in den Eclogae Geologicae Hel-

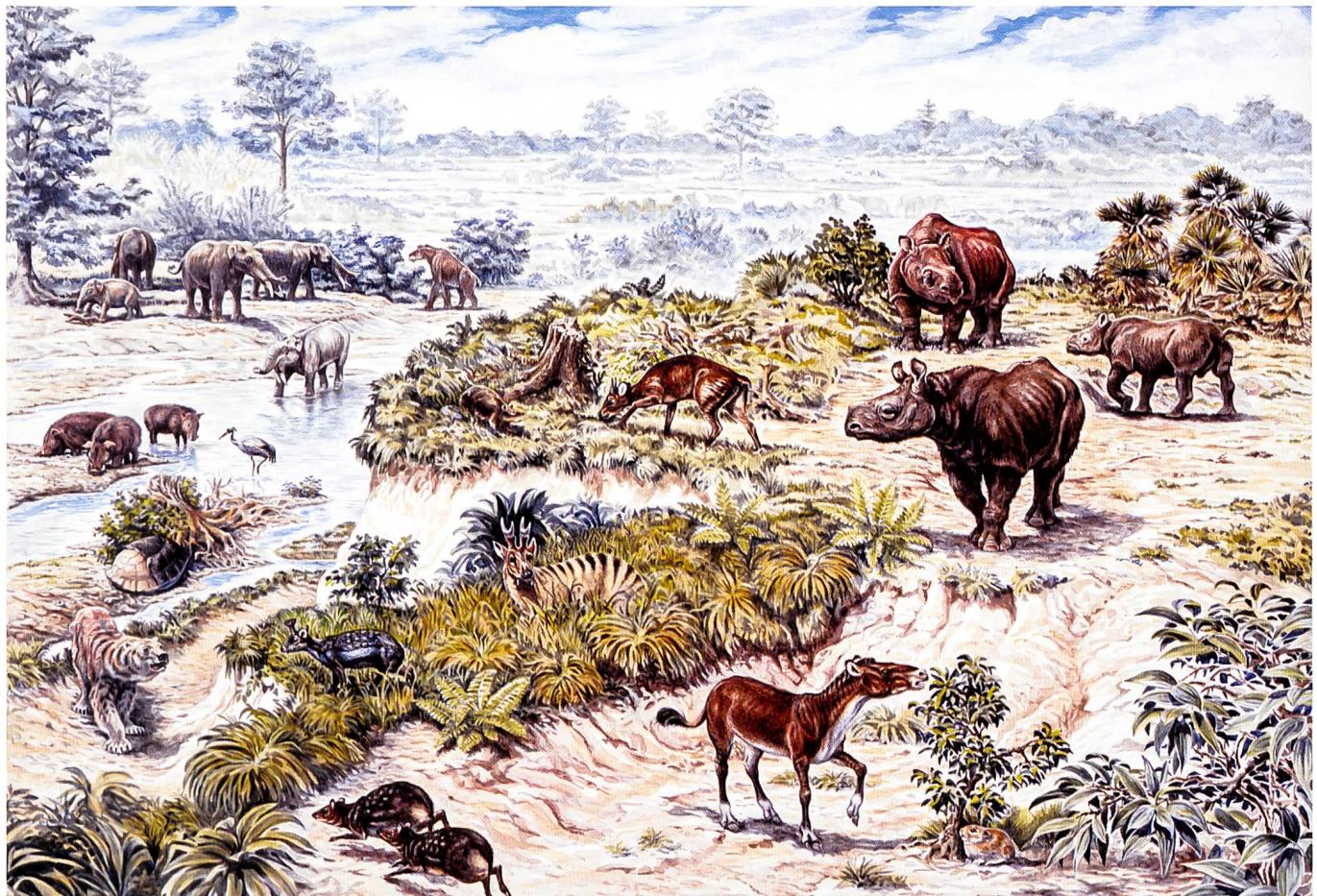


Abbildung 13:
Rekonstruktion des Hörnli-Schuttfächers zur Zeit, als die Malmkalkblöcke niedergingen und einsedimentiert wurden. Aus: NAEF (2002).

vetiae (BÜCHI & HOFMANN 1945). Der Fundbeschrieb lautete: *«In den gelbbraunen Mergeln liegt innerhalb eines Horizontes eine grosse Zahl eckiger Malmblöcke vom Typus des Tafeljuras (z.B. Randen). Gelbbraune und weissliche Kalke wiegen vor... Die grössten aufgefundenen Kalkblöcke übersteigen eine Länge von 20 cm. Das grösste gefundene Exemplar erreichte sogar eine solche von annähernd 40 cm und ein Gewicht von rund 20 kg. Kalkblöcke von der Größenordnung 10–20 cm sind häufig, während solche unter 10 cm noch zahlreicher auftreten. Den Blöcken fehlt jede Spur von Rundung»* (S. 338/339). Nachdem dieser Tatbestand den Transport in fliessendem Wasser ausschloss, einigten sich die beiden Autoren auf die Erklärung, dass die Blöcke infolge einer Gasexplosion über vulkanische Durchschlagsröhren aus dem tieferen Untergrund ausgeworfen sein mussten. Bezogen auf das Profil der

Tiefbohrung Kreuzlingen (Abbildung 12) hätte das einem Transportweg der Blöcke aus der Juraformation (blau) im Liegenden der Unteren Süßwassermolasse bis etwa zu einer Position «M» (im Profil eingetragen) in der Oberen Süßwassermolasse entsprochen. Den Ort der vulkanischen Explosion vermuteten die Autoren im Raum des Bodensees, genauer in der weiteren Umgebung von Romanshorn. Eine Herkunft der Auswürflinge aus dem Vulkangebiet des Hegaus schlossen sie wegen der grossen Entfernung von über 50 km aus.

Abbildung 14:
Lebensbild der Oberen Süßwassermolasse vor 15 Millionen Jahren. Urweltliche Säugetiere durchstreifen Auenwälder und Savannen: hornlose Nashörner rechts im Vordergrund, jenseits des Flusses kurzrüsselige Vorfahren der heutigen Elefanten.
Zeichnung Beat Scheffold. © Paläontologisches Institut der Universität Zürich.



Einige Jahre später verlegte HOFMANN (1967) die Eruptionsstelle ins nördliche Tannenberggebiet, indem er diese mit Funden von Bentonit und Glastuff bei Bischofszell in Zusammenhang brachte (HOFMANN 1951). Ein Paradigma-Wechsel ergab sich für Hofmann um 1970, als sich die Argumente mehrten, dass das Nördlinger Ries – bis dahin als Vulkankrater interpretiert – seine Entstehung einem Meteoriteneinschlag verdanke. Ein wichtiger Beweis für die neue Impakttheorie waren sogenannte Shatter Cones, das heißt strahlige Strukturen, die auf Kalkstein-Auswürflingen im Ries beobachtet und als Effekt von Stosswellen nachgewiesen wurden (Abbildung 15). Nachdem Hofmann auch an Blöcken seines Malmkalkhorizontes derartige Shatter Cones entdeckt hatte und dazu im Gebiet von Niederwil auf ‹exotische Gerölle› gestossen war, publizierte er (1973b) eine Umdeutung der Entstehung dieser fremdartigen Auswürflinge als Impaktphänomen. Dabei vertrat er die Ansicht, dass die Einschlagstelle des Meteoriten im mittleren Bodenseegebiet zu suchen wäre. (Anlässlich eines NWG-Vortrags in St.Gallen äusserte

Dr. h. c. F. Säker, ein Kenner der Bodenseegeologie, immerhin seine Zweifel mit der Begründung: *«Man sehe leider weit und breit so gar nichts davon.»*)

Wenn auch Hofmann 1973 für seinen Bodensee-Impakt Zeitgleichheit mit dem Ries-Ereignis annahm, schien für ihn und die Fachwelt damals eine Herkunft der Malmkalkblöcke im Sittertobel aus dem 180 km entfernten Ries unmöglich. Nachdem aber 1989 am Acraman-Krater in Australien eine Auswurfweite von 500 km für Impaktmaterial nachgewiesen worden war, nahmen Franz Hofmann und sein Sohn Beda neue Untersuchungen am Blockhorizont vor (HOFMANN & HOFMANN 1992). Sie beobachteten im gleichen Horizont neben den Malmkalkblöcken auch Keupermergel-Komponenten sowie Quarzsand mit einem bedeutenden Anteil geschockter Körner. So kamen sie zum Schluss, dass die neu ermittelten Daten mit einem Ursprung aus dem Ries-Krater durchaus überein stimmten und dass angesichts der Dichte der Blockvorkommen im Sittertobel mit ca. 4 kg/m² der Ries-Impakt die damalige Lebenswelt in Zentraleuropa in hohem Masse beeinflusst haben muss. Über unsere Gegend scheint ein eigentlicher Steinhagel niedergegangen zu sein. Möglicherweise steht auch die Nagelfluhbank oberhalb des Blockhorizonts im Zusammenhang mit dem Meteoriteneinschlag. Es ist zu vermuten, dass durch die Erschütterung des Impakts am Alpenrand Felsstürze und anschliessend Flutwellen ausgelöst wurden, die zu einer mächtigen Geröllschüttung der Flüsse auf dem Schwemmfächer führten. Mit einem Alter von 14,5 Mio. Jahren entsprechend dem gut datierten Ries-Ereignis bildet der Blockhorizont eine vorzügliche Zeitmarke im Stapel der Molasseschichten und durch seine schlechthin einmalige, extraterrestrisch bewirkte Entstehung die sprichwörtliche Stecknadel im Heustock der jüngeren Erdgeschichte. Die nationale Bedeutung dieses Geotops ergibt sich auch daraus, dass es weltweit nur wenige Beispiele vergleichbarer Auswurfdistanzen gibt.



Abbildung 15:
Malmkalkblock aus der Fundstelle
„Bernhardzell“ (ca. 15 cm hoch).
Die strahligen Strukturen (Shatter
Cones) werden als Effekt von Stoss-
wellen eines Meteoriteneinschlags
interpretiert.
Foto O. Keller.

4. Flusslandschaft <Sittertobel>

Kurzbeschrieb der Geotoplandschaft Nr. 75, Sittertobel: *<Talgeschichtlich interessanter Tobelabschnitt: Kastental mit mehreren Flussterrassenniveaus; aktive Flussdynamik.›* Wie die Karte (Abbildung 1) zeigt, enthält die Geotoplandschaft <Sittertobel> noch vier weitere Geotope: Als Geotopkomplex den Fluvialkomplex <Sittertobel> (Nr. 431) sowie die drei Einzelgeotope <Umlaufberg Waldburg> (Nr. 388), <Drumlin Ruine Neu Ramschwag> (Nr. 432) und <Malmkalk-Blockhorizont Bernhardzell> (Nr. 437).

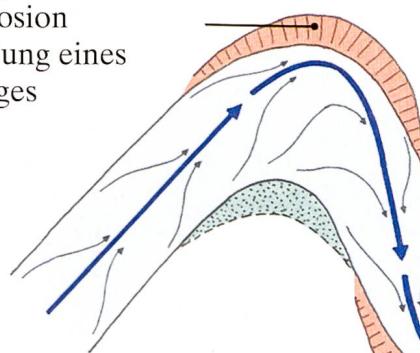
In diesem Ensemble spiegelt sich die im Geotopinventar vorgenommene Abgrenzung nach den Gebietskategorien Geotoplandschaft, Geotopkomplex und Einzelgeotop. Unter dem Aspekt der Geotypisierung gehört der Malmkalk-Blockhorizont zum Typ F <Stratigraphische Objekte>, während die übrigen Geotope Merkmale der Typen E (sedimentologisch-aktuogeologisch) und G (geomorphologisch) tragen. Soviel zur Systematik des Inventars.

Die Flusslandschaft Sittertobel erstreckt sich über ca. 5 km von der Chapfmüli nordwestlich Wittenbach bis knapp zur Rootenbrücke zwischen Pelagibärg und Rorenmoos. Mit einer Breite von 600–1000 m reicht sie von Tobelrand zu Tobelrand, der sich vor allem ostseits deutlich vom Drumlinplateau Wittenbach-Häggenschwil absetzt (Abbildung 3). Dort beträgt die Eintiefung des Sitterlaufs gegenüber der Verflachung durchgehend 50–60 m. An beiden Talhängen liegt die Grenze zwischen dem Molassefels und dem überlagerten Lockermaterial meist 30–40 m über dem Flussbett.

Die Morphologie des Sittertobels ist vielfältig und immer noch in Umformung begriffen. Generell zeichnen sich innerhalb der Geotoplandschaft acht markante Flusswindungen mit Richtungswechseln von über 90° ab. Sie zeigen alle die typische Ausbildung mit Prallhang und Gleithang, über deren Prozesse Abbildung 16 orientiert. Im Sittertobel gehen die Prallhänge unmittelbar in Steilhänge über, wo Rutschungen und Hanganrisse häufig sind. Den Gleithängen

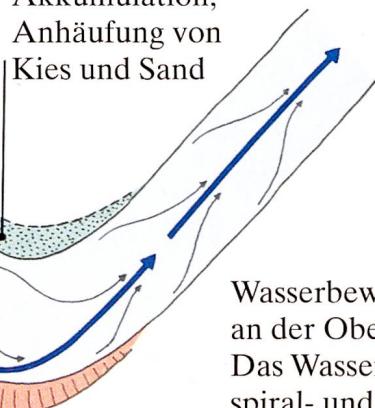
Wasserbewegung und Uferformen in Flusschläufen

Prallhang:
Seitenerosion
und Bildung eines
Steilhangs



Stromstrich: Hauptströmungsbahn mit der grössten Fließgeschwindigkeit

Gleithang:
Akkumulation,
Anhäufung von
Kies und Sand



Wasserbewegung
an der Oberfläche.
Das Wasser fliesst
spiral- und
walzenförmig.

Abbildung 16:
Wasserbewegung und Uferformen in
Flusschläufen. Aus: KELLER & HOCHULI (2000).

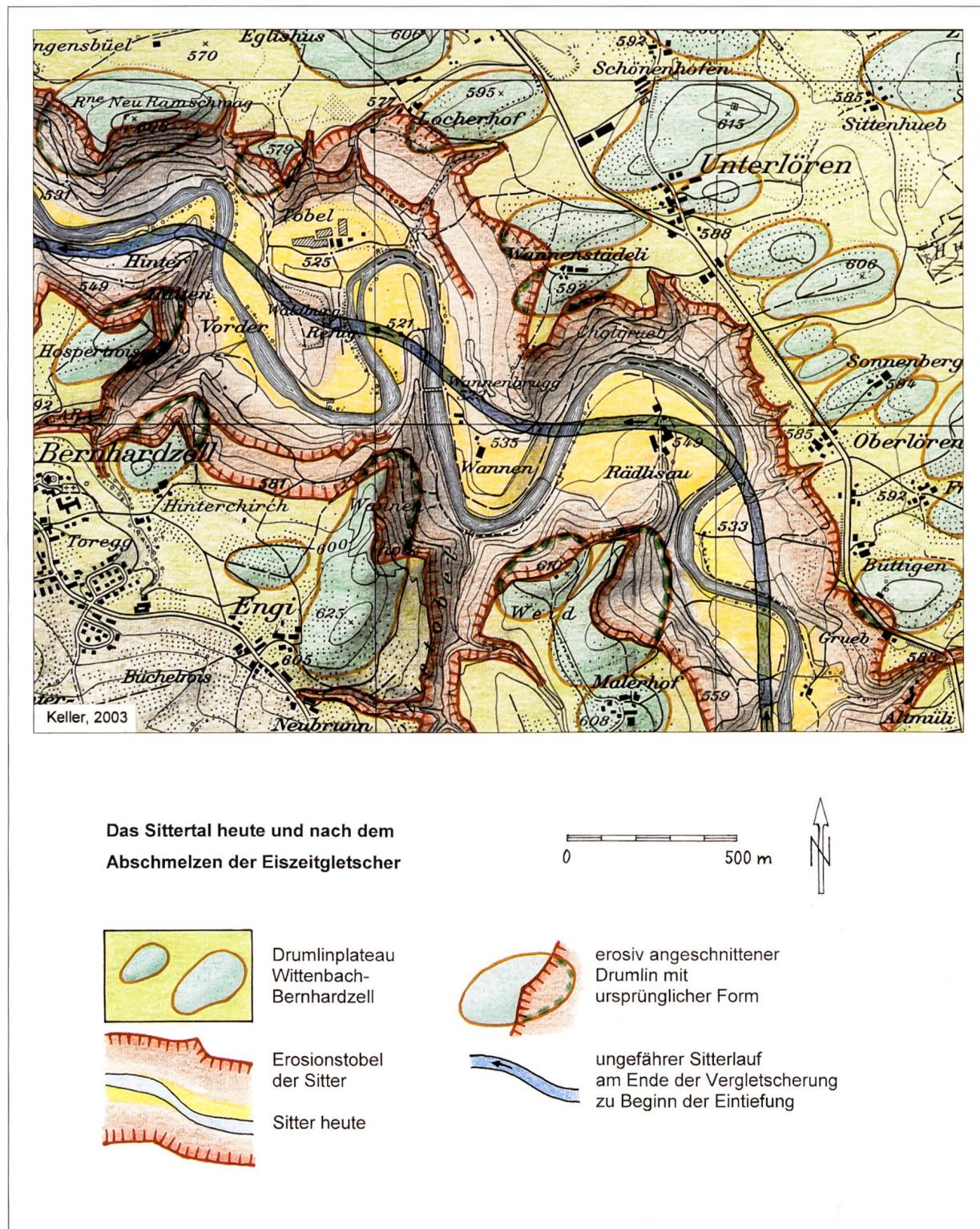


Abbildung 18a:

Morphogenetische Prozesse an der Sitterschlaufe Hof Tobel-Waldburg. Die Tiefen- und Seitenerosion der Sitter hat die Drumlins zwischen Wittenbach und Bernhardzell angeschnitten. Dies beweist, dass die Eintiefung des Sittertobels im Wesentlichen nach der letzten Eiszeit erfolgt ist. Zudem lässt sich daraus der ursprüngliche Verlauf der Sitter grob rekonstruieren.

Aus: KELLER (1999): Vortrag über Geotope anlässlich der HV der NWG am 16.03.99.

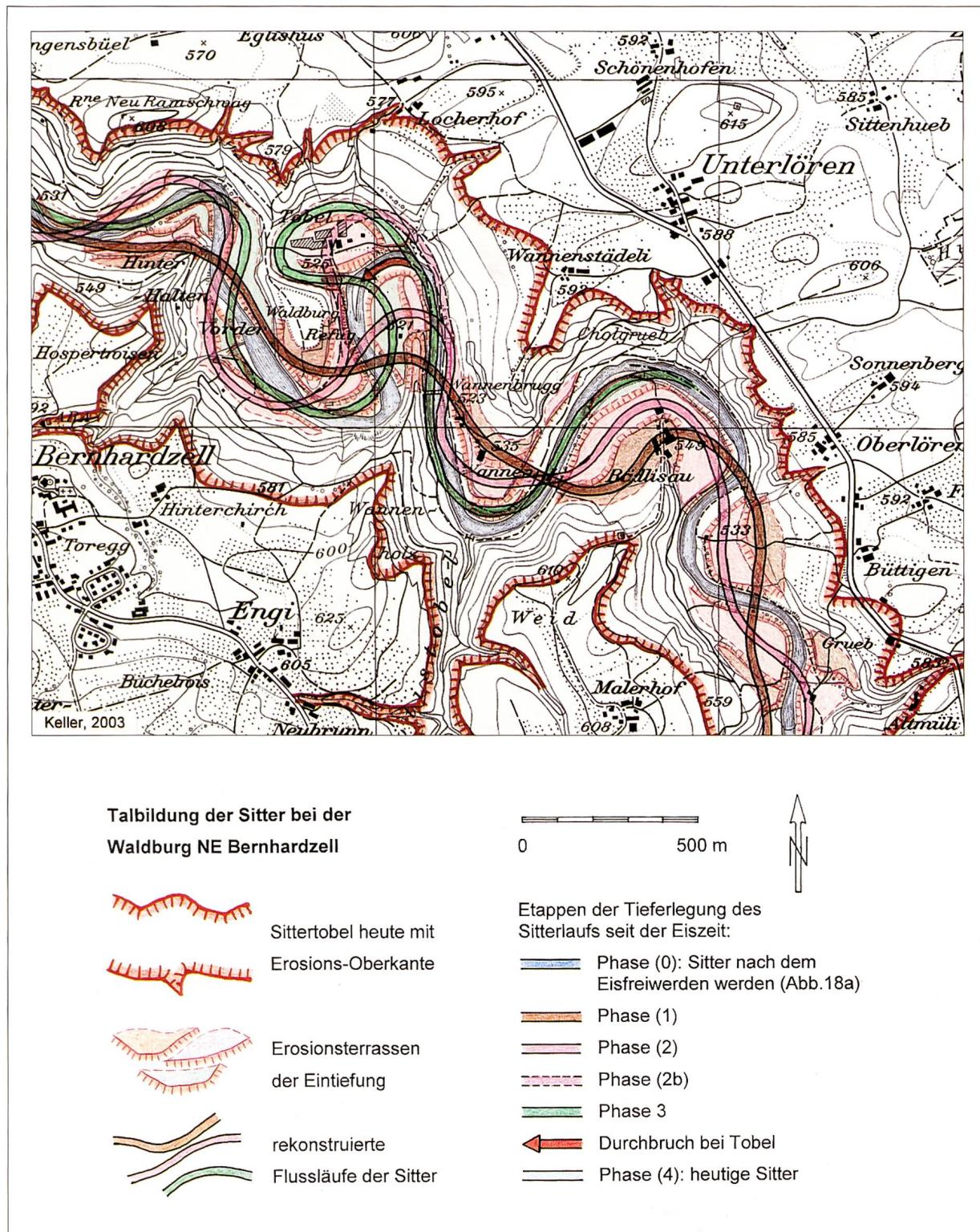


Abbildung 18b:

Die Eintiefung der Sitter verlief in mehreren Phasen. Reste der jeweiligen Talböden sind als Terrassen erhalten. In der Phase 3 entwickelte sich bei Tobel ein weit ausholender Mäander, der die Waldburg zum <Beinahe-Umlaufberg> werden liess. Kurz vor dem Durchbruch schnitt jedoch die Sitter östlich Tobel die Schleife ab und legte den heutigen Flusslauf an.

Aus: KELLER (1999): Vortrag über Geotope anlässlich der HV der NWG am 16.03.99.

sind meist Kiesbänke mit Geröllen von Kiesel- bis Blockgrösse vorgelagert, die bei Hochwasser regelmässig überflutet werden (Abbildung 17). Das eigentliche Ufer wird an diesen Stellen vom 3–5 m höher liegenden Talboden gebildet, der eine Breite von 100–150 m aufweisen kann. Für solche Abschnitte ist die Bezeichnung ‹Kastental› gebräuchlich, und sie trifft innerhalb der Geotoplandschaft vor allem für den oberen Teil etwa bis zum Hof Tobel zu. Im unteren Abschnitt des Sittertobels tritt der Talboden neben dem Flussbett nur noch in schmalen Streifen auf oder fehlt sogar ganz, sodass dort von einem ‹V-Tal› die Rede sein kann. Die Ursache für diese unterschiedlichen

Talprofile liegt in der Stabilität der Hänge. Ein Blick auf die geologische Karte zeigt, dass im oberen Talabschnitt die Hänge ausschliesslich aus Mergel- und Sandsteinfels aufgebaut sind. Diese Materialien sind sehr erosionsanfällig und leisten der seitlichen Talausweitung durch die Sitter relativ geringen Widerstand. Im Abschnitt zwischen Tobel und Roten hingegen fliesst die Sitter im Bereich der sogenannten Ramschwag-Nagelfluh, deren Bänke aus gut zementiertem Geröll die Talhänge gewissermassen armieren. Sie neigen daher in verminderter Mass zu Rutschungen und weisen generell einen steileren Böschungswinkel auf.

In seiner heutigen Ausformung trägt das Sittertobel alle Merkmale eines geologisch jungen Tales. Es wird zwar vermutet, dass die Sitter schon vor und nach der Risseiszeit den Tannenberg an seiner Ostseite umfloss, um sich dann der Thur zuzuwenden (HIPP 1986, Abbildungen 67–79). Für eine ehemalige

Abbildung 17:
Sitterschlaufe südlich Waldburg. Bei extremen Hochwassern wird am Talboden des Gleithangs (links) erodiert. Am Prallhang im Hintergrund zeichnen sich Rutschungen ab. Foto E. Krayss.



Laufstrecke direkt zum Bodensee analog der Steinach oder der Goldach fehlen aber innerhalb des heutigen Reliefs jegliche Hinweise. Wenn vor der letzten Eiszeit am Westrand des Wittenbacher Plateaus eine Flussrinne bestanden hat, kann sie jedenfalls nicht viel tiefer gereicht haben als die Oberkante des Molassefelsens anzeigt. Diese Rinne wurde während dem Aufbau des Bodenseegletschers mit Schutt verfüllt, und es spielten sich beim Abschmelzen die Vorgänge ab, die im 2. Kapitel beschrieben worden sind. Die Eintiefung des Sittertobels setzte demnach vor rund 15000 Jahren ein, nachdem der Bodenseegletscher im Konstanz-Stadion das Drumlinplateau frei gegeben hatte. Bis zum Ende dieses Stadiums dürfte bereits mehr als die Hälfte ausgeräumt worden sein, denn nördlich der Rootenbrücke streicht die Schmelzwasserrinne von Rorenmoos auf einem Niveau von etwa 25 m über dem heutigen Sitterlauf aus. Dass sich die Eintiefung

des Sittertals in Schritten vollzog, bezeugen die Erosionsterrassen in verschiedenen Höhenlagen. Der Versuch einer zeitlichen Gliederung der Terrassenabfolge wurde bis jetzt noch nicht unternommen.

Die Flusslandschaft ‹Sittertobel› ist auf ihrer ganzen Länge durch den sogenannten Sitterstrandweg erschlossen. Der Einstieg ins Geotop erfolgt zweckmässigerweise am Chapf westlich Wittenbach. Hier zwangen massive Hangrutschungen im Mergelfels die Verlegung des Wanderweges auf ein höheres Niveau. Ähnliche Schlipfe erschweren auch die Begehung am Prallhang östlich der voll ausgebildeten Flussschlaufe von Rädlisau. Über die Mechanismen solcher Massen-

Abbildung 19:
Umlaufberg Waldburg vom Prallufer aus
gesehen. Spuren des Refugiums finden
sich auf der waldigen Kuppe zwischen der
oberen Wiesenterrasse und dem Hof Tobel
(rechts hinten). Foto E. Krayss.



bewegungen im Sittertal orientiert ein Bericht des Verfassers (KRAYSS 1985) über eine Rutschung bei der Leebrugg ca. 1 km südlich der Geotopgrenze. Beim Hof Tobel quert der Wanderweg den Fluvialkomplex ‹Sittertobel› (Nr. 431) der im Inventar wohl besser als Fluvialkomplex ‹Hof Tobel› ausgeschieden worden wäre. Der Kurzbeschrieb lautet: *›Talgeschichtlich besonders wertvoller Abschnitt des Sittertobels mit besonders reichhaltigem, talgeschichtlich relevantem Formenschatz (angeschnittener Drumlin, Flussterrassenabfolgen, Umlaufberg usw.) und aktiver Fluss- und Hangdynamik.‹* Im Text zu den Abbildungen 18a und 18b geht

O. Keller detailliert auf die Genese dieses Flussabschnittes ein.

Im Beschrieb zum Fluvialkomplex ‹Sittertobel› wird auf zwei Einzelgeotope verwiesen. Der Drumlin ‹Rune Neu Ramschwag› (Nr. 432) befindet sich nordwestlich vom Hof Tobel dem Schluchtrand aufgesetzt: *›Idealtypisch geformter ‹angeschnittener› Drumlin am Rand des Sittertobels (dokumentiert die postglaziale Zerschneidung des Drumlinplateaus Wittenbach-Waldkirch).‹* Das andere Einzelgeotop bezieht sich auf den Umlaufberg ‹Waldburg› (Nr. 388): *›Umlaufberg der Sitter mit mittelalterlichem Refugium‹* (Abbildung 19). Der Umlaufberg gab SAXER (1965) einen Anhaltspunkt zur Abschätzung, in welchem Masse sich die Sitter nacheiszeitlich eingetieft habe: *›Das Plateau der Waldburg liegt etwa 25 m über dem heutigen Flussbett und ist mit Moräne bedeckt (zahlreiche Blöcke). Die postglaziale Eintiefung kann also an dieser Stelle‹*

Abbildung 20:
Unterhalb der Ruine Alt-Ramschwag (links im Bild) flankiert eine gegen 30 m mächtige Nagelfluhwand den Ausgang des Sittertobels. Sie markiert nach HOFMANN (1951) den Rand des Hörnli-Schuttfächers (vergleiche Abbildung 13). Foto E. Krayss.



nur diesen Betrag ausmachen. Vom mittelalterlichen Refugium ist am Südrand des Plateaus noch ein flacher Wall auszumachen. Archäologische Untersuchungen wurden bisher nicht unternommen. Aufgrund eines Berichts von Ekkehard IV. (980–1060) in den St.Galler Klostergeschichten (Casus sancti Galli) wird es als jene Fluchtburg betrachtet, die der Abt Engilbert (925–933) am *«Fluss sinttrianum»* zum Schutz gegen die Ungarn einfälle errichten liess. Noch bevor die Ungarn am 1. Mai 926 in den Klosterbezirk eingedrungen waren, hatte sich der Abt mit seinen Mitbrüdern und dem Klostergesinde samt Kirchenschatz in die Waldburg zurück gezogen. Die Ungarn erfuhren zwar durch Kundschafter von der Existenz des Kastells, sahen jedoch ein, dass ein Angriff kaum Erfolg haben würde und zogen plündernd und brandschatzend nach Konstanz weiter (ZANGGER 2004).

800 m westlich vom Hof Tobel erreicht der Sitterstrandweg die Stelle, von wo aus das Geotop *«Malmkalk-Blockhorizont Bernhardzell»* am linken Sitterufer überblickt werden kann (Abbildung 8). Die nächsten beiden Flussschleifen von Winterburg und Hilteren liegen innerhalb des Truppenübungsplatzes, dessen Erstellung leider zu etlichen nicht unerheblichen Eingriffen ins Feinrelief des Sittertobels geführt hat. Hinzuweisen ist indessen auf den Prallhang gegenüber dem *«Kriegsdorf»* Hilteren, an dem sich eine ganz spezielle Art von Massenbewegung entwickelt hat. Der Mergelfels im unteren und mittleren Hangteil wird an der Tobelkante von einer Nagelfluhbank überlagert. Infolge der Hangerosion in den weichen Mergeln verliert die Nagelfluhschicht ihren Halt und gleitet abschnittsweise in Form mächtiger Blöcke bis zum Sitterufer ab.

Knapp nördlich der unteren Brücke von Hilteren erhebt sich am rechten Flussufer über einer Nagelfluhwand die Ruine Alt-Ramschwag. Sie ist namengebend für die darunter liegende Typokalität der Ramschwag-Nagelfluh (Abbildung 20), so benannt von HOFMANN (1951). HABICHT

(1987) widmet ihr im Internationalen Stratigraphischen Lexikon einen Artikel, wobei er – wie es sich unter Geologen gehört – mit der Interpretation des Erstbearbeiters durchaus nicht einig geht.

Der Gang durch die Flusslandschaft *«Sittertobel»* zeigt, dass weite Teile des Geotops auch heute noch als sehr aktiv anzusprechen sind. Der Fluss befindet sich gegenwärtig in einer Phase energischer Tiefen- und Seitenerosion, und die Ablagerungen im Flussbett sind mit Ausnahme der grössten Blöcke nur von vorübergehender Natur. Bis heute blieb es der Sitter vergönnt, in diesem Abschnitt ihre Flussdynamik fast ungestört *«ausleben»* zu können, und es ist im Sinne des Geotop- und Landschaftsschutzes zu hoffen, dass sie es auch künftig tun darf. Die Chancen dafür stehen dank einer neuen Sichtweise zum Thema *«Flussverbauungen»* nicht schlecht.

Verdankungen

Vorgängig zu dieser Arbeit befasste sich der Autor mit dem Abschnitt *«Erd- und Landschaftsgeschichte»* im Buch *«Wittenbach – Landschaft und Menschen im Wandel der Zeit»* (2004). Ich danke dem Arbeitsausschuss der politischen Gemeinde Wittenbach für das Einverständnis zur Übernahme einiger Abbildungen und kurzer Textteile in diese Publikation. Für die mir zur Verfügung gestellten zeichnerischen Darstellungen aus den Händen von Oskar Keller und Heinrich Naef danke ich beiden verbindlichst, ebenso Herrn Dr. Beda Hofmann, Bern, für ergänzende Hinweise zum Kapitel 3.

Literaturverzeichnis

BÜCHI, U. & HOFMANN, F. (1945): Spuren vulkanischer Tätigkeit im Tortonien der Ostschweiz. – *Eclogae geol. Helv.* 38/2, Basel.

FALKNER, CH. & LUDWIG, A. (1903, 1904): Beiträge zur Geologie der Umgebung St.Gallens. – *Jb. St.Gall. Natw. Ges., St.Gallen.* (1903: Mit Karte 1:25000).

FELDER, G. (1916): Die Stadt St.Gallen und ihre Umgebung. – St.Gallen.

FRÜH, J. (1896): Die Drumlins-Landschaft mit spezieller Berücksichtigung des alpinen Vorlandes. – *Ber. Thätigk. St.Gall. Natw. Ges.* 1894/95, St.Gallen.

HABICHT, J.K.A. (1987): Schweizerisches Mittelland (Molasse), Internationales Stratigraphisches Lexikon, Bd. 1, Faszikel 7b. – Schweiz. Geol. Komm., Bern.

HIPP, R.A. (1986): Zur Landschaftsgeschichte der Region Bischofszell. Eine glazialmorphologische Arbeit. – *Mitt. Thur. Natf. Ges.* 47, Frauenfeld.

HOFMANN, B. & HOFMANN, F. (1992): An Impactite horizon in the Upper Freshwater Molasse in Eastern Switzerland: Distal Ries Ejecta? – *Eclogae geol. Helv.* 85/3, 788–789, Basel.

HOFMANN, F. (1951): Zur Stratigraphie und Tektonik des st.gallisch-thurgauischen Miozäns (Obere Süsswassermolasse) und zur Bodenseegeologie. – *Jb. St.Gall. Natw. Ges.* 74, St.Gallen.

- (1963): Spätglaziale Bimsstaublagen des Laacher-see-Vulkanismus in ostschweizerischen Mooren. – *Eclogae geol. Helv.* 56/1, Basel.
- (1967): Der vulkanische Blockhorizont an der Sitter bei Bernhardzell. – In: *Geologischer Führer der Schweiz*, Heft 6, Wepf & Co. Basel.
- (1973a): Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt Nr. 65 Bischofszell (LK 1074) 1:25000, mit Erläuterungen. – Schweiz. Geol. Komm., Bern.
- (1973b): Horizonte fremdartiger Auswürflinge in der Ostschweizer Oberen Süsswassermolasse und Versuch einer Deutung ihrer Entstehung als Impactphänomen. – *Eclogae geol. Helv.* 66/1, Basel.

KELLER, O. & HOCHULI, U. (2000): Sitterkiesel. – Edition Ostschweiz, VGS St.Gallen.

KELLER, O. & KRAYSS, E. (1994): Die Bodensee-Vorlandvereisung des Rheingletschers im Konstanz-Stadium der letzten Eiszeit. – *Ber. St.Gall. Natw. Ges.* 87, St.Gallen.

- (1997): Eiszeit, Relief und Moorstandorte. – *Ber. St.Gall. Natw. Ges.* 88, St.Gallen.

KRAYSS, E. (2004): Erd- und Landschaftsgeschichte von Wittenbach. – In: Politische Gemeinde Wittenbach (Hrsg.): Wittenbach.

- Landschaft und Menschen im Wandel der Zeit. – Typotron AG, St.Gallen.

KRAYSS, E. & KELLER, O. (2000): Eiszeitliche Gewässer von der Goldach bis zur Thur. – *Ber. St.Gall. Natw. Ges.* 89, St.Gallen.

NAEF, H. (2002): Geologie und Entstehungs geschichte des Stichbachtobels bei Bottighofen. – In: *Der Stichbach; Bottighofen, Beiträge zur Geschichte und Gegenwart*, Heft 3 mit Faltblatt, Bottighofen.

SAXER, F. (1964): Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt Nr. 45 Rorschach (LK 1075) 1 : 25000, mit Erläuterungen. – Schweiz. Geol. Komm., Bern.

STÜRM, B., HEINZ, R., KELLER, O. et al. (2002): Geotopinventar Kanton St.Gallen. – St.Gall. Natw. Ges., St.Gallen.

WITTENBACH, Politische Gemeinde (Hrsg.) (2004): Wittenbach – Landschaft und Menschen im Wandel der Zeit. – Typotron AG, St.Gallen.

ZANGGER, A. (2004): Wittenbach im Mittelalter. – In: Politische Gemeinde Wittenbach (Hrsg.): Wittenbach – Landschaft und Menschen im Wandel der Zeit. Typotron AG, St.Gallen.