

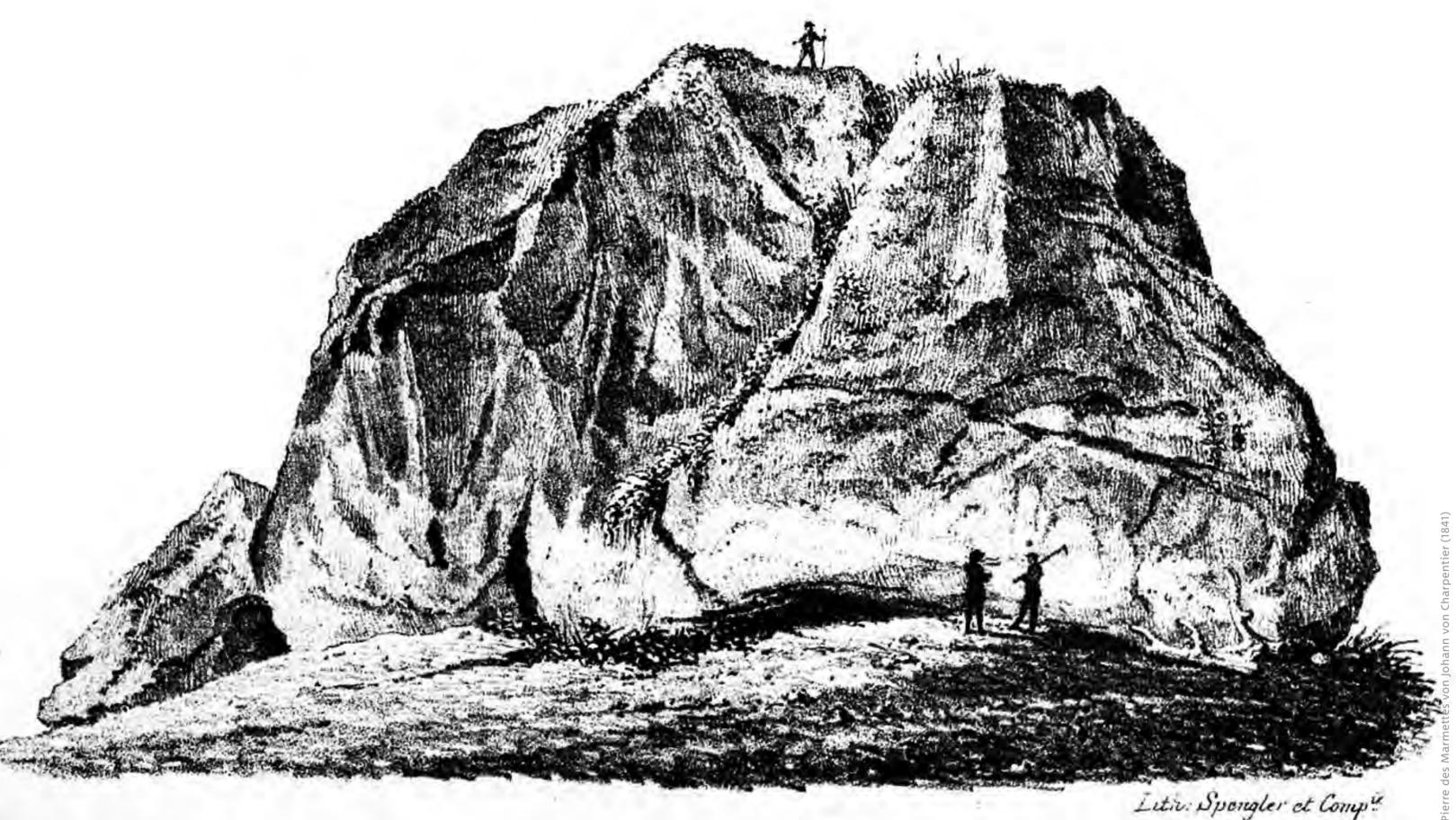


Geologie

Lehrpfad

Tannenbühl

„Riesensteine“ in Oberschwaben



N° 1. PIERRE DES MARMETTES.

Darstellung des Findlings Pierre des Marmettes von Johann von Charpentier (1841)

Der riesige Findling bei Marmettes gab den Menschen lange große Rätsel auf und beschäftigte die Wissenschaftler, aber inspirierte auch viele Künstler.

LANGE ZEIT RÄTSELHAFT

Findlinge, Fremdlinge oder erratische Blöcke werden sie genannt. Die wie verirrt (lateinisch errare, umherirren) in der Landschaft Oberschwabens liegenden großen Steinblöcke stellten die Forschung noch bis weit ins 19. Jahrhundert vor echte Rätsel. Die hier vor uns liegenden Blöcke sind nur ganz kleine Exemplare. Oft waren sie viele Kubikmeter groß und tonnenschwer! Ihre Gesteinsart war in der Umgebung der Fundorte nirgends vorhanden. Wie kamen solche „Riesensteine“ ins Vorland der Alpen?

WICHTIG FÜR EISZEITFORSCHUNG

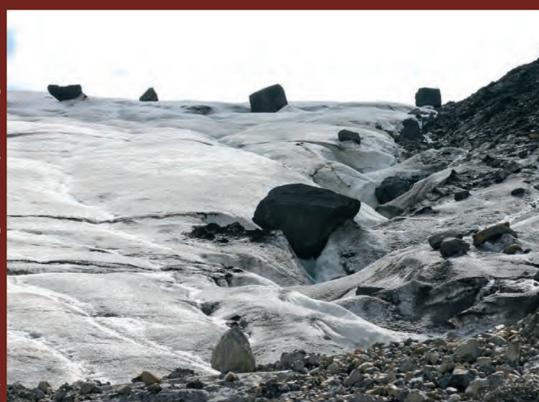
Schon um 1830 wurden Vermutungen aufgestellt, dass die damaligen Alpengletscher ursprünglich von wesentlich größerer Ausdehnung gewesen sein mussten und für den Transport der Riesensteine in Frage kämen. Für viele Forscher waren Eiszeiten mit riesiger Gletscherausdehnung aber nicht denkbar. Sie sahen die Ursache für

die Verteilung der Findlinge in großen Eisbergen, die während einer sintflutartigen Überschwemmung durch Umhertreiben den Weg ins Vorland gefunden hätten. Aus diesen Eisbergen seien die großen Gesteine dann herausgetaut und abgelagert worden. Letztlich verhalf der Schwede Otto Torell 1873 der Eiszeiten-Theorie zum endgültigen Durchbruch. Er wies die Ausbreitung der skandinavischen Gletscher bis nach Norddeutschland nach.

DIE GLAZIALE SERIE - MODELL EINER VON GLETSCHERN GEPRÄGTE LANDSCHAFT

In den folgenden Jahrzehnten wurde auch in Oberschwaben intensiv nach Zeugen der Eiszeiten gesucht. Dabei stellte man fest, dass die glazialen, also von den Gletschern hervorgerufenen Landschaftsformen meist in einer bestimmten Reihenfolge auftreten (Glaziale Serie): Auf ein tief ausgeschürftes Zungenbecken folgt eine kuppige Grundmoränenlandschaft, dann der Anstieg zu einem Endmoränenwall und schließlich eine von den Schmelzwässern abgelagerte Schotterebene. Auf dem geologischen Lehrpfad am Tannenbühl werden Sie all diese Formen kennenlernen.

Oben: Die Situation am Tannenbühl zur Zeit der maximalen Eisausdehnung der letzten Kaltzeit (Würm) vor rund 24.000 Jahren.
Unten: Eiszeitliche Formen nach dem Abtauen des Eises.



Findlinge auf der Oberfläche eines heutigen Gletschers. Das Eis unter dem Gesteinsblock im Vordergrund rechts wird bald abgetaut sein und ihn „ablegen“.

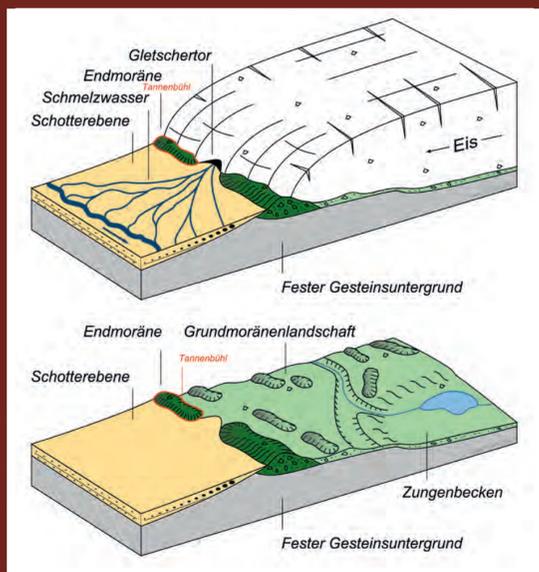


Illustration: Andreas Schwab



Weitere Informationen zu dieser Station und zum Geologielehrpfad

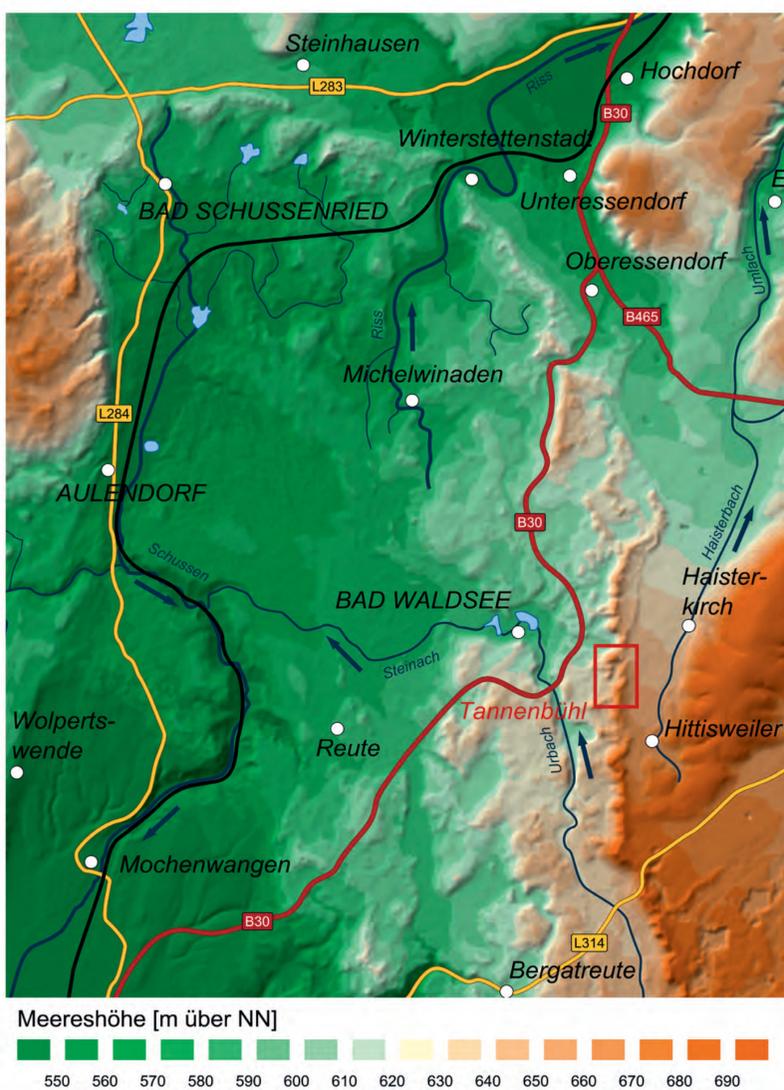


Geologie

Lehrpfad

Tannenbühl

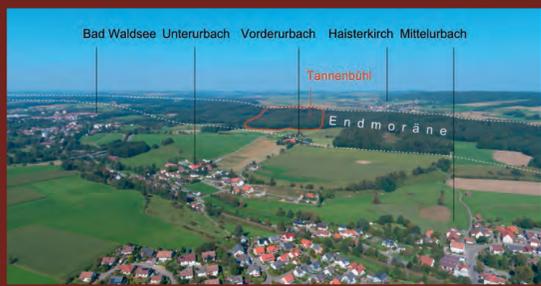
Die Super-Endmoräne vor der Haustüre



Die Äußere Jungendmoräne ist heute im Gelände noch sehr gut zu erkennen. Sie entstand vor rund 24 000 Jahren.

DIE ÄUßERE JUNGENDMORÄNE ÖSTLICH VON BAD WALDSEE

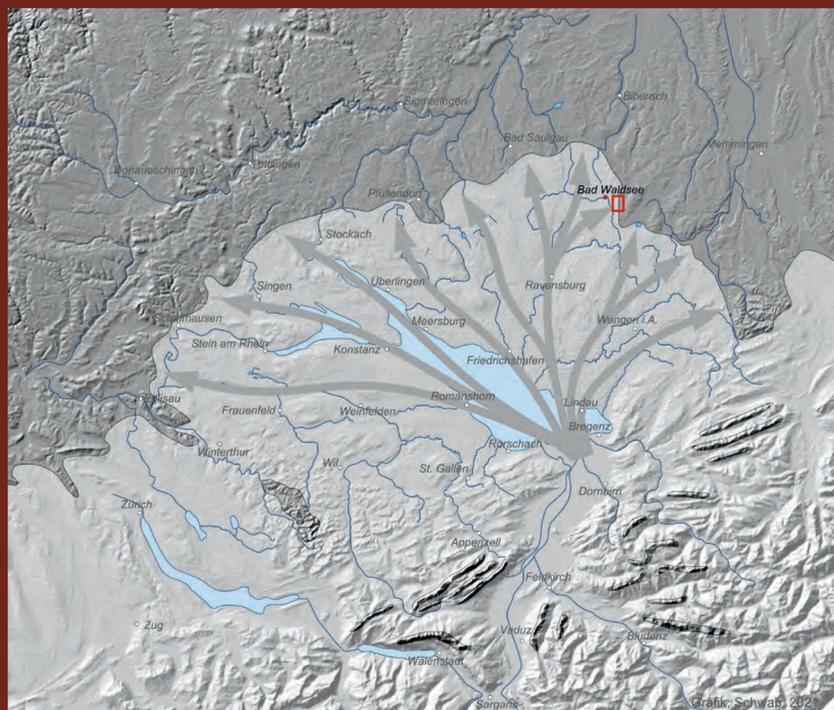
Wirft man bei einer Fahrt auf der B30 von Bad Waldsee in Richtung Biberach immer wieder einen Blick nach Osten, erkennt man einen langgestreckten, bewaldeten Höhenzug. Kurz vor Oberessendorf wird dieser Wall gequert. Vielleicht ahnen Sie es schon? Auf diesem Streckenabschnitt sind Elemente einer Glaziallandschaft „erfahrbar“! Während die Straße selber zunächst in kuppig-hügeliger Grundmoränenlandschaft geführt wird, ist der Höhenzug eine markante Endmoräne jenes gewaltigen Gletschers, der vor ca. 24 000 Jahren aus dem Alpenrheintal nach Oberschwaben vorgedrungen ist. Ein Blick auf die obigen Karten verrät den genauen Verlauf des damaligen Gletscherrands. Weil diese Endmoräne auf den maximalen, also äußersten Gletscherstand der jüngsten Eiszeit (Würm-Eiszeit) zurückgeht, nennt man sie auch die Äußere Jungendmoräne. Der Tannenbühl ist, kurz gesagt, ein eindrucksvolles Stück einer der markantesten würmzeitlichen Endmoränen im gesamten Alpenvorland!



Blick in Richtung Tannenbühl von Westen: Deutlich ist die mächtige, bewaldete Endmoräne zu erkennen.

JÜNGERE ENDMORÄNEN ALS KLEINERE NACHZÜGLER

Es gibt aber noch weitere Endmoränen, die in der Landschaft allerdings nicht so deutlich in Erscheinung treten. Sie sind entstanden, weil in der ausklingenden Eiszeit die Erwärmung mit entsprechenden Abschmelzvorgängen immer wieder von Kälterückfällen unterbrochen wurde. In diesen kälteren Phasen kam es zu abermaligen Gletschervorstößen.



Der bedeutendste dieser späten Vorstöße sorgte für die starke Vertiefung des Schussenbeckens zwischen Ravensburg und Mochenwangen. Die zugehörige Endmoräne (Innere Jungendmoräne) besteht aus mehreren Wällen. Auf ihr stockt heute der Altdorfer Wald. Besonders eindrucklich ist diese breite kuppige Endmoräne auf der Landstraße zwischen Aulendorf und Mochenwangen. Das stete Auf und Ab hat hier bei empfindlichen Mägen schon zu manch böser Überraschung geführt ...

Die Überblickskarte zeigt, wie weit sich der Rheingletscher in der letzten Eiszeit ins Vorland geschoben hat (Würm-Maximalstand).



Weitere Informationen zu dieser Station und zum Geologielehrpfad



Geologie

Lehrpfad

Tannenbühl

Steine können viel erzählen



Plutonit



Vulkanit



Sedimentit



Metamorphit

Die vier wichtigsten Gesteinstypen von links oben nach rechts unten: Tiefengesteine (Plutonite) wie Granit, Ergussgesteine (Vulkanite) wie Basalt, Ablagerungsgesteine (Sedimentite) wie Sand- oder Kalkstein, Umwandlungsgesteine (Metamorphite) wie Gneis oder Schiefer.

STEIN IST NICHT GLEICH STEIN

Laut Definition sind Gesteine immer ein Gemenge von Mineralien. Sie können aber sehr unterschiedliche Merkmale haben, die eng mit ihrer Entstehung zusammenhängen. Plutonite entstehen in der Tiefe der Erde durch langsames Erstarren von flüssigem Magma. Ihr Kennzeichen sind die relativ großen Kristalle, die ungeordnet nebeneinander liegen. Erstarrt Magma bei Vulkanausbrüchen an der Erdoberfläche, so spricht man von Ergussgesteinen (Vulkanite). Wegen der raschen Erstarrung bleiben die Kristalle hier sehr klein.

An der Erdoberfläche unterliegen Gesteine der Verwitterung. Sie werden zerkleinert, von Wasser, Eis oder Wind abgetragen, transportiert und schließlich als Sedimente abgelagert und zu den sogenannten Sedimentiten wieder verfestigt. Man erkennt sie häufig an ihrer Schichtung. Typische Vertreter sind Sandsteine oder Kalksteine. Oft sind Fossilien eingeschlossen, mit deren Hilfe man sich ein Bild der Landschaft zur Zeit der Ablagerung machen kann. Plutonite, Vulkanite und Sedimentite können durch tektonische Prozesse unter starken Druck und hohe Temperaturen geraten. Dies führt zu Umwandlungsprozessen, bei denen es typischerweise zur Ausbildung einer Bänderung oder von Schlieren kommt. Man spricht dann von Metamorphiten.

ALPENGESTEINE IN DEN OBERSCHWÄBISCHEN KIESGRUBEN

Die Kiesgruben Oberschwabens sind eine wahre Fundgrube für Gesteine. Kies, Sand, aber auch größere Gesteinsblöcke wurden von den Gletschern und ihren Schmelzwässern hierher transportiert. Das Einzugsgebiet des Alpenrheingletschers setzte sich aus vielen einzelnen Tälern zusammen. Somit liefern die Gesteine unserer Kiesgruben immer auch ein Bild von der Gesteinsvielfalt der Alpen. Findet man zum Beispiel Kalksteine, so spricht vieles für die nördlichen Kalkalpen als Herkunftsgebiet. Granite oder Gneise deuten eher auf die Zentralalpen als Ursprungsort hin. Vielleicht versuchen Sie es mal? Welches Gestein kommt aus welchem Teil der Alpen?

Das Einzugsgebiet des Rheingletschers in Kombination mit seiner großen Ausdehnung im Vorland (umrandet von der grünen Linie) zeigt deutlich, woher überall und über welche Entfernungen Gesteinsmaterial aus den Alpen ins Vorland transportiert wurde.



Tektonisch gefaltete Kalksteinschichten.

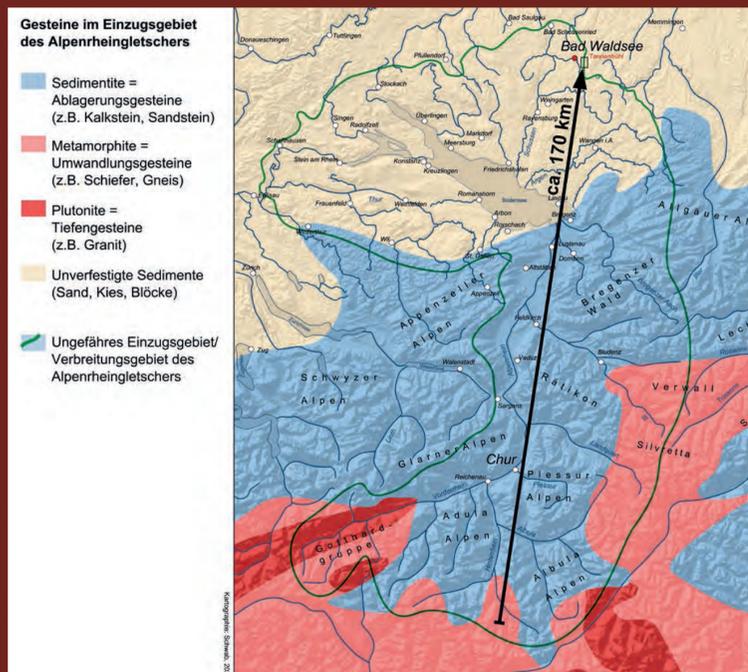


Illustration: Andreas Schwab



Weitere Informationen zu dieser Station und zum Geologielehrpfad



Geologie

Lehrpfad Tannenbühl

Blick in eine Endmoräne



Ehemalige Kiesgrube bei Waldburg (Badstuben) innerhalb einer Endmoräne. Gut erkennbar sind die einzelnen großen Gesteinsblöcke inmitten von feinerem Material.

KIESGRUBEN ALS FENSTER IN DIE ERDGESCHICHTE

Endmoränen spielen im Landschaftsmodell der Glazialen Serie eine wichtige Rolle. Sie markieren die Ränder von Gletschervorstößen. Wie aber sehen solche Endmoränen eigentlich von innen aus? Nutzen wir doch diese ehemalige Kiesgrube und werfen einen Blick in die jüngste Erdgeschichte.

GLETSCHERABLAGERUNGEN IM VERGLEICH ZU FLUSSABLAGERUNGEN

Bei näherer Betrachtung der Grubenwand stellt man ein ziemliches Durcheinander fest. Verschieden große Gesteinsbrocken liegen mitten in feinem Material. Eine Schichtung ist nicht zu erkennen. Die Gesteine wirken recht kantig – typische Merkmale von Gletscherablagerungen! Wäre fließendes Wasser im Spiel gewesen, sähe die Sache anders aus. Fließendes Wasser sortiert die mitgeführte Fracht nach Korngröße. Bei nachlassender Fließgeschwindigkeit werden zuerst die groben, später die feinen Bestandteile abgelagert. Kiesgruben im Bereich von Schmelzwasserablagerungen weisen deshalb eine Schichtung auf (Sand- und Kiesschichten). Die Kiese sind zudem stark gerundet, da sie beim Transport im fließenden Wasser gerollt wurden.



Mit einem Siebsatz lassen sich die unterschiedlichen Korngrößen in einer Kiesgrube voneinander trennen und ihre jeweiligen Anteile bestimmen.

SIEBEN MAL SIEBEN IST?

Von wegen nur Sand! Hier in der Grube liefern Siebversuche ein differenziertes Bild. Wählt man ganz engmaschige Netze, so stellt man fest, dass auch extrem kleine Teilchen wie Schluff und Ton vorhanden sind. Sie entstanden dadurch, dass die Gletscher mit den im Eis eingefrorenen Gesteinsbrocken kräftig am Gesteinsuntergrund gerieben, gekritzelt und ihn dadurch zermahlen haben. Das dadurch entstandene feine Gesteinsmehl wurde, wie das gröbere Material, mit dem Eis bis ins Vorland transportiert und als Moränenbestandteil mitabgelagert. Manchmal weisen die Gesteinsblöcke in den Moränen Spuren dieser Vorgänge auf (Gletscherschrammen). Übrigens: Dieser Prozess findet auch heute noch statt! Alpenflüsse, die in vergletscherten Gebieten entspringen, zeigen über ihre gräulich-weiße Färbung den Transport des Gesteinsmehls an. Man spricht dann von Gletschermilch.

Foto: Luidger (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20100910-Gletschermilch_am_Stubaler_Höhenweg.JPG), 20100910-Gletschermilch am Stubaler Höhenweg, <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode>



Gebirgsbach mit Gletschermilch.



Weitere Informationen zu dieser Station und zum Geologielehrpfad

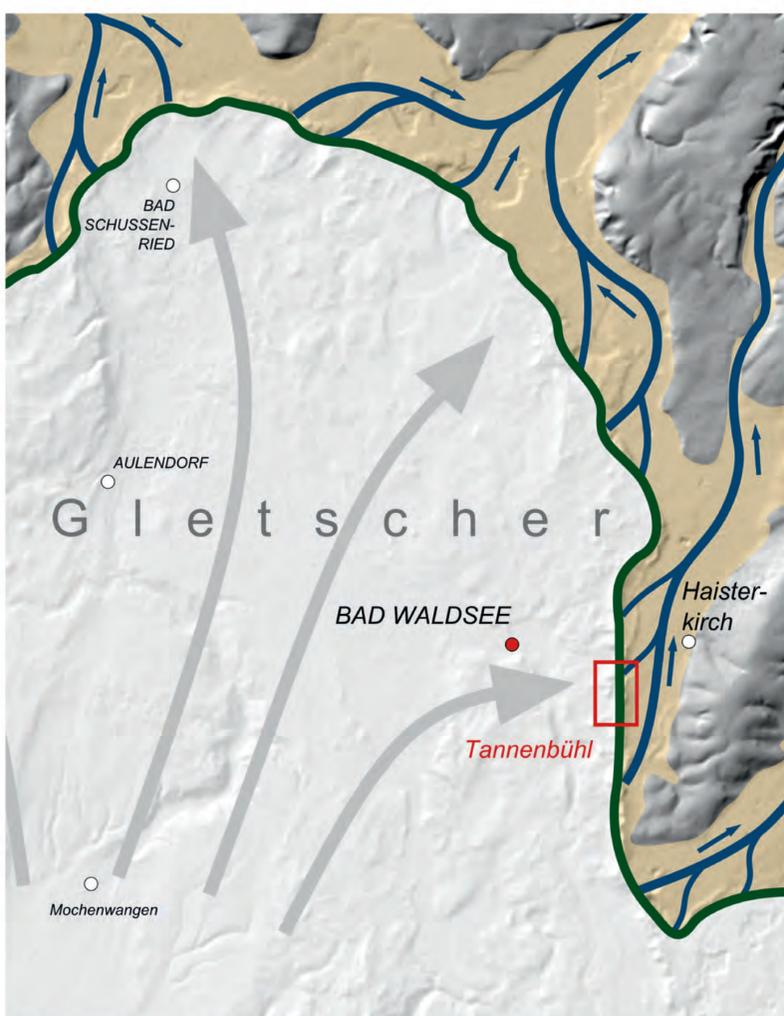


Geologie

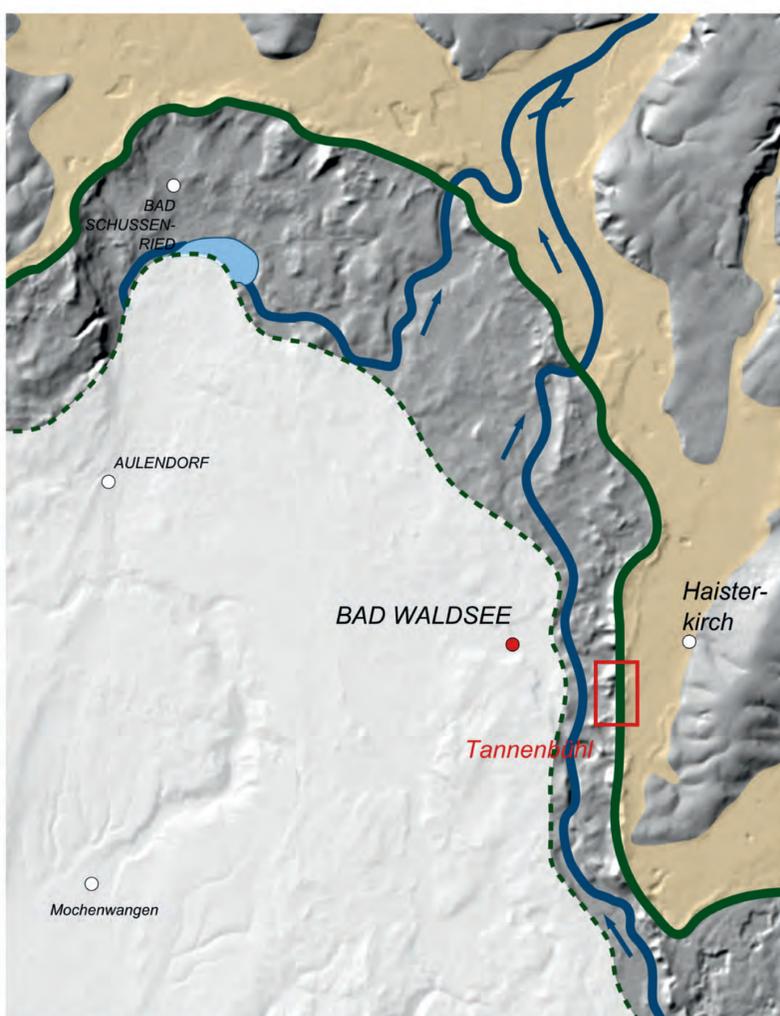
Lehrpfad

Tannenbühl

Gletschertore in der Endmoräne



Gletschervorstoß vor 24 000 Jahren



Situation beim anschließenden Abschmelzen

Grafik: Schwab, 2021

Illustration: Andreas Schwab

Die Würm-Vergletscherung im Raum Bad Waldsee (Schussen-Zunge) und ihre Entwässerung in zwei Stadien: Würmmaximalstand (li) und ein erstes Rückzugsstadium (re). Während anfangs die Schmelzwässer an vielen Stellen direkt durch die Endmoräne fließen, suchen sie sich beim Gletscherrückzug neue Wege.

Der Endmoränenwall im Bereich des Tannenbühls ist an mehreren Stellen durch kleinere von West nach Ost verlaufende Täler unterbrochen. Von Flüssen ist aber weit und breit nichts zu sehen. Es handelt sich um ehemalige Gletschertore.

GLETSCHERBÄCHE BAHNEN SICH IHREN WEG ...

Um ihre Entstehung zu verstehen, lohnt wieder ein Blick auf heute noch aktive Gletscher. Am Ende der Gletscherzungen vereinen sich dort die Schmelzwässer zu Gletscherbächen, die meist unter dem Eis dem Gefälle folgen und an verschiedenen Austrittsstellen von den Gletschern wegfließen.

Versetzen wir uns in die Situation vor 24 000 Jahren: Hier lag der riesige Eiskuchen mitten in Oberschwaben. Er war umgeben von einem mächtigen Endmoränenwall. Die gigantischen Gletscherbäche schufen sich ihre Wege durch die Endmoräne ganz von selbst, in dem sie den Wall einfach durchschnitten.

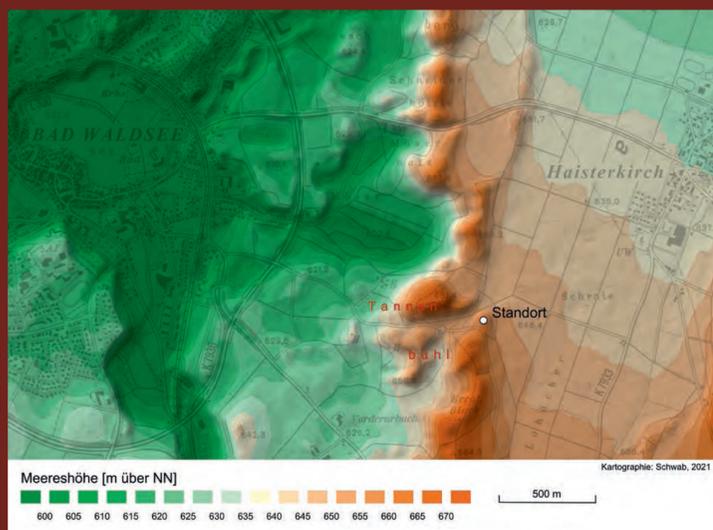
Das Schmelzwasser des Anengletscher (Schweiz) fließt aus einem Gletschertor und bahnt sich seinen Weg durch die Moräne.

... UND FALLEN TROCKEN

Als die Eismassen am Ende der Kaltzeit zu schmelzen begannen, wurden für die Schmelzwässer neue Abflusswege frei, da die eisfrei gewordenen Bereiche in der Regel tiefer lagen. Die von den Gletscherbächen geschaffenen Gletschertore fielen also trocken.

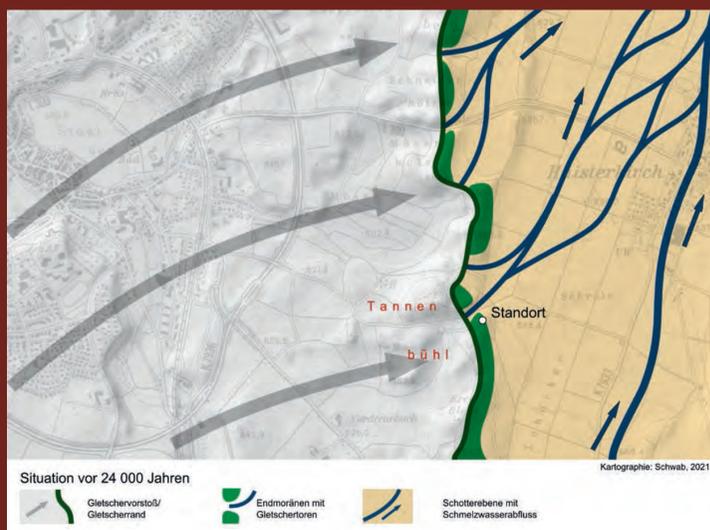


Foto: Johannes Löw (Wp.de: Heidelberg) (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gletscherbach_in_der_Schussen-Zunge) (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gletscherbach_in_der_Schussen-Zunge) (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gletscherbach_in_der_Schussen-Zunge)



Illustrationen: Andreas Schwab

Kartographie: Schwab, 2021



Situation vor 24 000 Jahren

Kartographie: Schwab, 2021

Links: Höhenschichtenkarte mit den Gletschertoren im Tannenbühl. Rechts: schematische Darstellung des Würmmaximums am Tannenbühl mit dem Schmelzwasserabfluss durch die Endmoräne. Hier finden sich auf engstem Raum gleich mehrere Gletschertore.



Weitere Informationen zu dieser Station und zum Geologielehrpfad

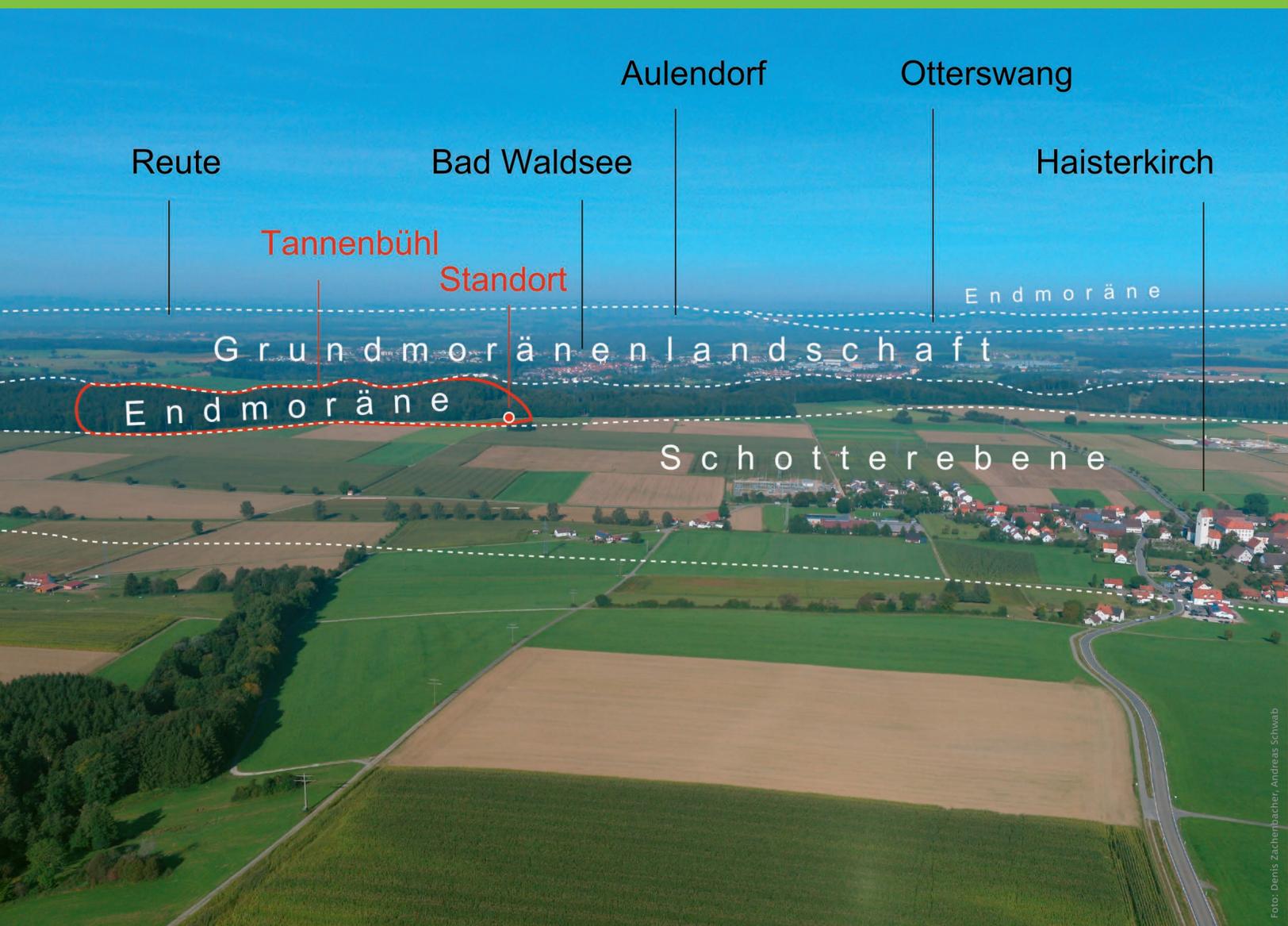


Geologie

Lehrpfad

Tannenbühl

Schotterebenen – Relikte der Schmelzwasserströme

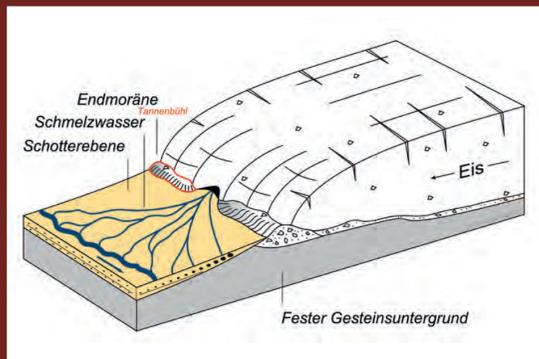


Blick auf den Tannenbühl von Osten: Im Vordergrund hebt sich die flache Schotterebene deutlich vom bewaldeten Höhenzug der Äußeren Jungendmoräne ab. Im Hintergrund die hügelige Grundmoränenlandschaft um Bad Waldsee.

Eiszeitlich geprägte Landschaften beschreibt man meist als kuppig oder hügelig. Dabei vergisst man, dass zu den Elementen der glazialen Serie auch die sogenannten Schotterebenen gehören. Und die sind – wie der Name schon sagt – ziemlich eben!

BLICK AUF DIE HAISTERKIRCHER EBENE

Von unserem Standpunkt aus bietet sich ein schöner Blick in die Haisterkircher Ebene, die Teil des größeren Riedtals ist. Dieses verläuft östlich entlang der Äußeren Jungendmoräne von Hittisweiler über Haisterkirch bis nach Unteressendorf. Bei genauen Geländeanalysen kann man erkennen, dass diese Ebene ganz schwach nach Norden geneigt ist. Ihre Entstehung ist leicht erklärt: Von Westen kamen die großen Schmelzwasserbäche aus den Gletschertoren, durchschnitt die Endmoräne und flossen nach Norden ab. Sie brachten riesige Mengen an Gesteinsschutt mit – Sand, Kies und große Gesteinsblöcke, die sie aus den Moränenablagerungen aufgenommen hatten. Beim Transport wurden die Gesteinsblöcke und der Kies zerkleinert und gerundet. Bei abnehmender Neigung und nachlassenden Wassermengen wurde das Material als große Schotterebene abgelagert. In Norddeutschland nennt man solche Ebenen auch Sanderflächen.



Die Situation am Tannenbühl zur Zeit der maximalen Eisausdehnung der letzten Kaltzeit (Würm) mit dem Gletschertor und den Schmelzwässern. Die Schotterebene ist gelb hervorgehoben.

VIELE KLEINE KIESGRUBEN

Oft heißt es ja, Oberschwaben sei „steinreich“ und das im wörtlichen Sinne. Gerade die Schotterebenen sind bevorzugte Standorte für den Abbau von Kies und Sand. So findet man im Riedtal und in der südlich angrenzenden Haidgauer Heide gleich mehrere, teilweise große Kiesgruben zur regionalen und überregionalen Versorgung mit diesem Rohstoff. Mit Förderung und Transport sind oft Belastungen durch Verkehr, Lärm und Staub verbunden. Auch die Sorge um die Gefährdung von Trinkwasservorkommen treibt die Menschen um. Im Zusammenhang mit Kiesabbau kommt es deshalb zunehmend zu Nutzungskonflikten.

Kiesgrube bei Mennisweiler: Die mächtigen eiszeitlichen Ablagerungen aus Kies und Sand sind wertvolle Rohstoffe. Die „Vorsortierung“ durch die Schmelzwasserflüsse macht den Abbau besonders einfach und lukrativ.



Weitere Informationen zu dieser Station und zum Geologielehrpfad



Geologie

Lehrpfad

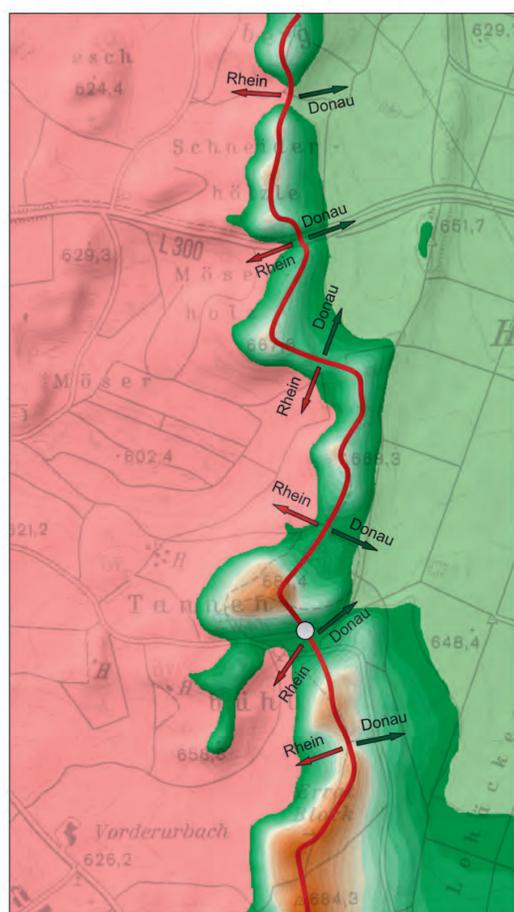
Tannenbühl

Europäische Hauptwasserscheide



Der nördliche Bodenseeraum - Wassereinzugsgebiet von Donau und Rhein

Einzugsgebiet von
Rhein █ Donau █ Ausschnitt Tannenbühl



Ausschnittsvergrößerung

○ Standort ← Wasserscheide an der Oberfläche →
← Rhein → Donau

Die Europäische Hauptwasserscheide zwischen Rhein und Donau durchzieht ganz Oberschwaben. Dabei folgt sie in ihrem Verlauf überwiegend der Äußeren Jungendmoräne (Würm-Maximalstand), auch im Bereich des Tannenbühl.

NORDSEE ODER SCHWARZES MEER?

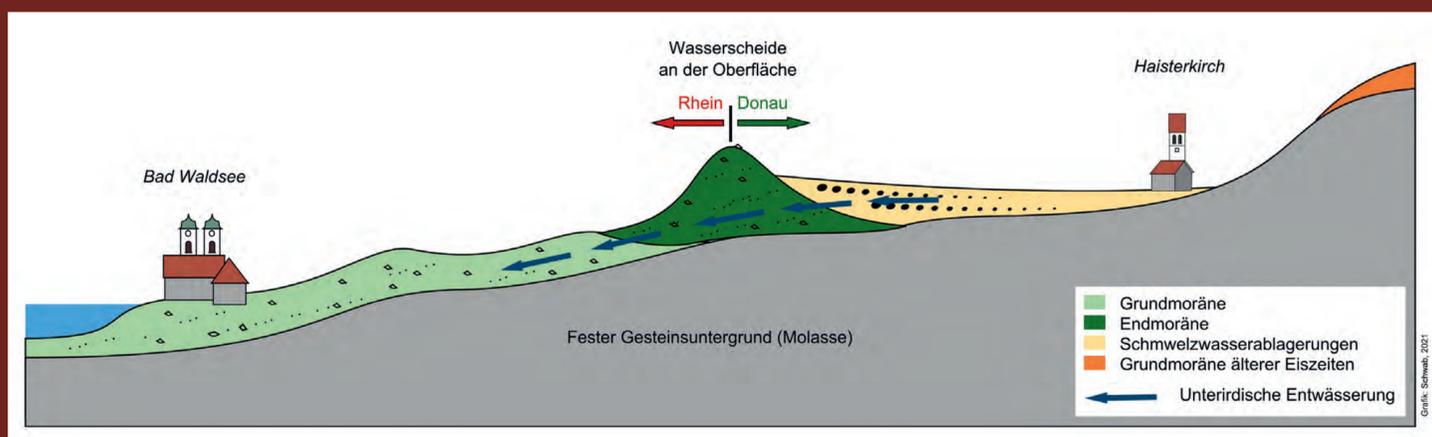
Bei der Analyse von Fließgewässern spielt die Frage nach Einzugsgebieten und Wasserscheiden immer eine wichtige Rolle. Besonders spannend ist eine solche Analyse im oberschwäbischen Alpenvorland. Denn hier verläuft die Europäische Hauptwasserscheide! Der nördliche Teil Oberschwabens entwässert über die Donau zum Schwarzen Meer, der südliche Teil über den Bodensee in den Rhein und damit in die Nordsee. Fast überall ist der Verlauf der Wasserscheide nahezu deckungsgleich mit dem Verlauf der Äußeren Jungendmoräne.

ÜBERQUERUNG DER WASSERSCHEIDE

Bei Spaziergängen auf dem Tannenbühl kann das nachvollzogen werden. Besonders gut oben auf dem Höhenzug, wo die unterschiedlichen Abflussrichtungen auf den ersten Blick klar sind. Nicht so leicht erkennbar ist das im Bereich der ehemaligen Gletschertore. Fast unmerklich überschreitet man auch hier einen höchsten Punkt, von dem das Gelände sowohl nach Westen als auch nach Osten leicht abfällt. Eine Wasserscheide also mitten im Tal.

VORSICHT OBERFLÄCHLICH!

Doch Vorsicht: Auch in den Geowissenschaften reichen oberflächliche Betrachtungen meist nicht aus! Tatsächlich ist es denkbar, dass Teile der Niederschläge, die im Bereich des Riedtals fallen, in den dortigen Schottern versickern, anschließend unterirdisch die Endmoräne in Richtung Westen queren und so letztlich doch dem rheinischen System zugeführt werden.



Schematischer Schnitt von Bad Waldsee nach Haisterkirch.



Weitere Informationen zu dieser Station und zum Geologielehrpfad



Geologie

Lehrpfad

Tannenbühl

Vielfältige Eiszeitlandschaft

Bad Waldsee Unterurbach Vorderurbach Haisterkirch Mittelurbach

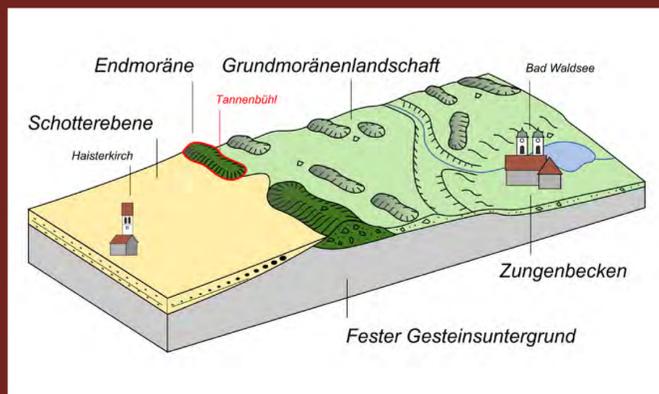


Blick auf den Tannenbühl von Westen: Im Vordergrund die hügelige Grundmoränenlandschaft um Bad Waldsee. Dahinter der bewaldete Höhenzug der Äußeren Jungendmoräne mit dem Tannenbühl. Im Hintergrund die flache Schotterebene von Haisterkirch.

Das Blockbild zeigt die vielfältigen eiszeitlichen Formen, die hier um Bad Waldsee auf engstem Raum zu finden sind.

RELIKTE DER EISZEIT SOWEIT DAS AUGRE REICHT ...

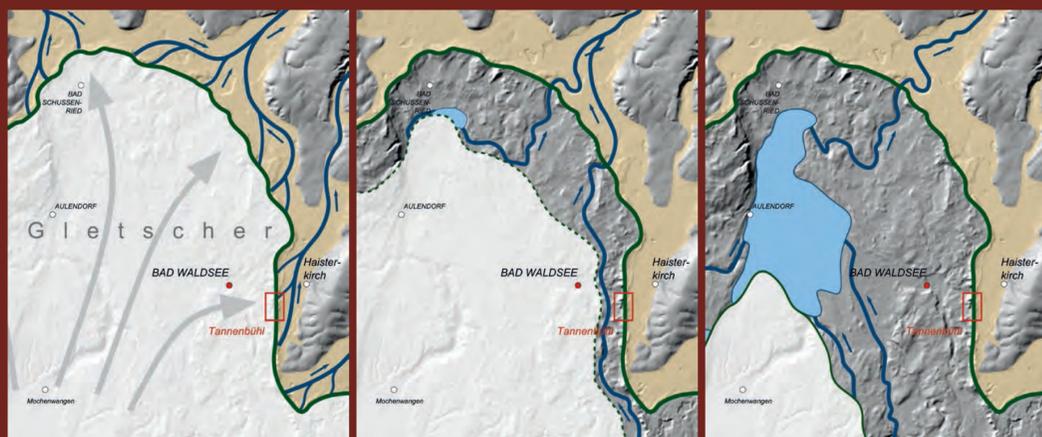
Die Landschaft rund um Bad Waldsee ist eine Glaziallandschaft wie aus dem Lehrbuch. Wie so häufig sieht man das von oben besser als von unten. Auf dem Luftbild kann man im Hintergrund den Höhenzug der Äußeren Jungendmoräne sowie das östlich angrenzende Riedtal als zugehörige Schotterebene erkennen. Beide Formen sind während der letzten Eiszeit entstanden, als der Gletscher vor ca. 24000 Jahren seinen Maximalstand erreicht hatte.



ERGEBNISSE DES EISZERFALLS AM ENDE DER LETZTEN EISZEIT

Mit dem anschließenden allmählichen Abtauen der Eismassen stellten sich immer wieder neue Abfluss-Situationen ein. Zunächst entwässerte der Urbach als Schmelzwasserstrom entlang des Gletscherrands in Richtung Oberessendorf und schuf dabei auffällige Schmelzwasserrinnen inmitten der Grundmoränenlandschaft. Als das tief ausgeschürfte Gebiet rund um Bad Waldsee eisfrei wurde, nahm das Wasser einen neuen Weg nach Westen in den damaligen Eisrandstausee, der nach Süden vom Eisrand bzw. der dazugehörigen Endmoräne abgeriegelt war. In den folgenden Jahrtausenden verlandete dieser See. Es entstanden die bekannten Mooregebiete zwischen Bad Waldsee und Aulendorf (Steinacher Ried, Oberes Ried, Unteres Ried).

Darstellung des Eistrückzugs im Oberen Schussenbecken. Die dargestellten Situationen zeigen jeweils veränderte Gletscherränder sowie die dazugehörigen Schmelzwasserabflüsse und Eisrandstauseen.



Weitere Informationen zu dieser Station und zum Geologielehrpfad