

Geo-Wanderung von der Staffelegg nach Densbüren

<http://www.erlebnis-geologie.ch/geoevent/geo-wanderung-von-der-staffelegg-nach-densbueren/>

Anschlusswanderung an: <http://www.erlebnis-geologie.ch/geoweg/geowanderweg-kuettigen-staffelegg/>

Walter Wildi

Département F.A. Forel des sciences de l'environnement et de l'eau, Université de Genève
23, chemin des Marais, CH-1218 Le Grand Saconnex,
walter.wildi@unige.ch, 079 310 0039

Zusammenfassung

Der Jura ist der äußerste und nördlichste Ausläufer der Alpen. Der Faltenjura überlagert den europäischen Kontinent im tiefen Untergrund. Gleich unter der Bergkette liegt der sogenannte Permokarbon-Trog, das Resultat der letzten tektonischen Prozesse am Ende des Paläozoikums.

Von der Trias bis zum Jura lag die Region im Bereich der seichten Meeresplattform, welche Zentraleuropa weitgehend überdeckte. Im Süden lag das tiefere Alpenmeer.

Während der Alpenfaltung im Paläogen und Neogen erreichten die Schuttfächer im Vorland der Alpen den Jura. Dabei wurde zeitweise eine kleine Schicht von Sanden und Mergeln der Molasse abgelagert.

In einer späten Phase der Alpenfaltung wurde die Sedimentbedeckung von Trias- bis Neogen, welche das Mittelland bedeckte, auf dem Salzhorizont der Trias abgeschert und gegen Norden geschoben. Die Gesteinsschichten im Jura sind von geringerer Mächtigkeit als im Mittelland: sie wurden durch den Druck von Süden verfaltet, zerbrochen und wurden übereinander geschoben. So entstand der Faltenjura.

Die Geowanderung führt von der Staffelegg Passhöhe bis Densbüren. Sie erlaubt einen Überblick über den Faltenjura, von der im Süden gelegenen Molasse zur Überschiebung der auf die Vorfalten zum Tafeljura im Norden.

1. Der Jura: ein wenig Erdgeschichte

Der Jura ist der äußerste und nördlichste Ausläufer der Alpen. Dazu eine kurze Erdgeschichte, ausgerichtet auf die im Jura sichtbaren (oder unter dem Jura versteckten) Gesteinsschichten:

- Im späten Paläozoikum (Perm) vor etwa 300 bis 250 Mio Jahren** besteht Zentraleuropa aus einem Puzzle von aneinander gefügten Bergketten der sogenannten variszischen (= herzynischen) Orogenese. Starke Reliefs wechseln mit Tälern und intramontanen Becken. Die Reliefs werden bei aridem Klima erodiert und langgezogene, Ost-West orientierte Becken füllen sich mit konglomeratischen, sandigen und tonigen Sedimenten. Diese überlagern Kohleflöze aus der vorangehenden Karbonzeit, als dichte Wälder das Land überzogen. Die Permzeit schliesst diesen geologischen Zyklus ab.
- In der Triaszeit, vor 250 bis 210 Mio Jahren** ist der europäische Kontinent weitgehend abgeflacht. Der Meeresspiegel liegt weltweit tief. Das Muschelkalkmeer, mit meist weniger als 20-30 m Wassertiefe, entspricht der maximalen Überflutung. Das trockene und heisse Klima führt zur Bildung von Salzwüsten, sogenannten Sebchas. Neben Salz (z.B. Steinsalz von Schweizerhalle) lagern sich Gips und feine, tonige und manchmal sandige Sedimente ab. In der Keuperzeit stammt der Sand von Flüssen die ihren Ursprung in Polen und dem Böhmischem Massif haben (Schilfsandstein). Der Keupergips, den man heute in alten aufgelassenen Gruben nördlich und südlich der Staffelegg findet, stammt aus dieser Zeit.
- Zu Beginn der Jurazeit (ca. 210 Millionen Jahre)**, steigt der globale Meeresspiegel. Diese eustatische Hebung geht Hand in Hand mit der Öffnung des Nord- und Zentralatlantiks und des alpinen Meers (Tethys), einem Meeresbecken mit z.T. ozeanischen Zügen, zwischen Eurasien und Afrika (Abbildung 2). Die europäische Plattform wird zu einem untiefen Schelfmeer, in dem sich Karbonatgesteine wechselnd mit mergeligen und

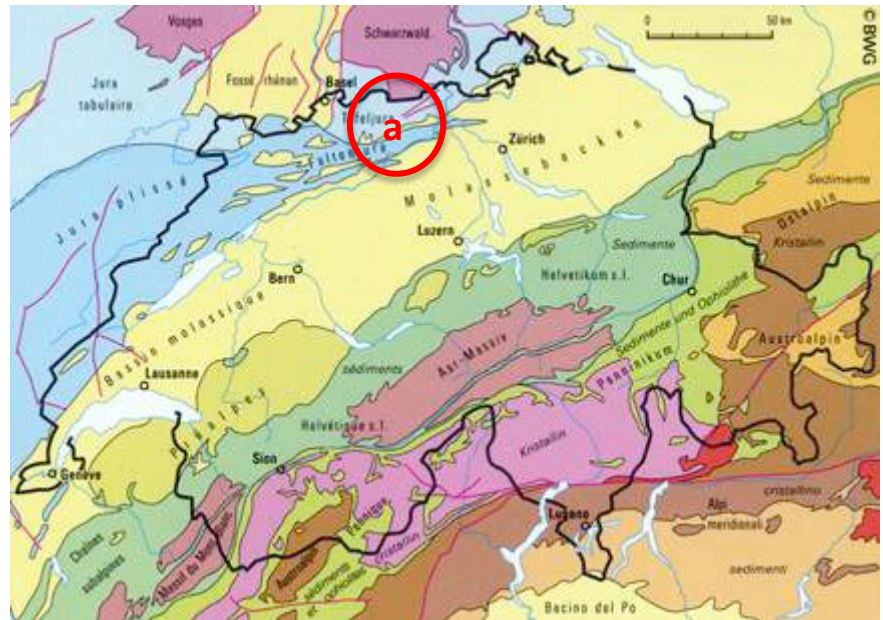
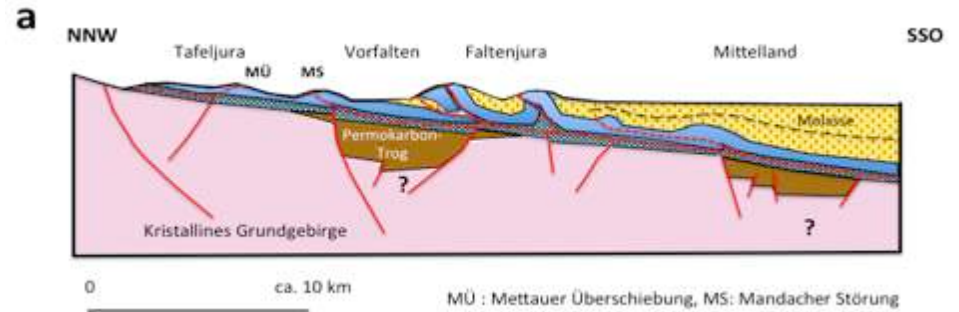


Abbildung 1 unten: Geologisches Schema der Schweiz (© 2017 swisstopo (BA17013)). Oben: Vereinfachter geologischer Schnitt durch den Aargauer Jura (W. Wildi, vereinfacht nach Nagra).

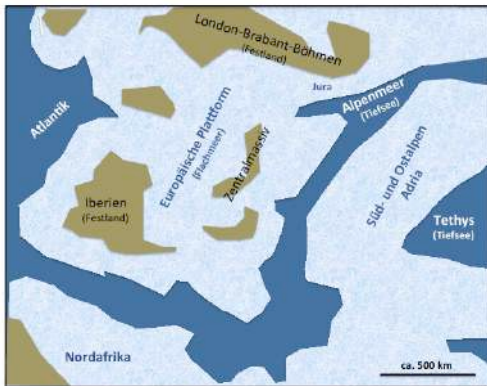


Abbildung 2: Paläogeographie Atlantik – Europa – Alpenmeer zur Jurazeit, vor ca. 150 Mio Jahren (Wildi et al. 2014).

- tonigen Gesteinen ablagern. Die Geländerippen auf der Südflanke des Faltenjuras (Wasserflue, Gisliflue) entsprechen Plattform- und Korallenkalken aus dieser Zeit.
- **In der Kreide, ab ca. 140 Millionen Jahren,** führen die Meeresspiegelschwankungen am Rand des Alpenmeeres in der Westschweiz und im Pariserbecken zu wechselnden Kalk- und Mergelablagerungen. Der Jura und das Mittelland östlich einer Linie Bern – Besançon werden durch die erste Annäherung von Afrika und Europa als Vorzeichen der Alpenfaltung leicht herausgehoben. Diese Kontinentalverschiebungen hängen mit der Öffnung des Südatlantik zusammen. Aus dieser Zeit finden sich im Aargauer Jura keine Zeugnisse.
- **Im Paläogen und Neogen** (Beginn vor 65 Millionen Jahren) ist die Juraplattform zuerst am Trocken. Eisenerz (sogenannter «Bulus», Verwitterungsrelikte tropischer Böden unter dichter Vegetation) findet sich in Taschen und Felsrissen. Der Aufstieg der Alpenketten ab ca. 30 Mio Jahren (Zeit des Oligozäns) führt zu starker Erosion und zur Ablagerung von riesigen Schuttfächern im Alpenvorland. Die Mächtigkeiten (bis etwa 4 km) sind am grössten am Alpenrand. (Abbildung 3). Das Gebiet des Jura liegt am Nordrand dieser Ablagerungen, die dann entweder auf

Flussterrassen und in Seen (Süßwassermolasse), oder in Armen eines Meeres abgelagert werden (Meeresmolasse), welches von Südfrankreich den Alpen entlang bis nach Österreich und Ungarn vorstösst. Die Mächtigkeit dieser Ablagerungen ist im Jura gering, ein paar Dutzende bis 200 oder maximal 300 m.

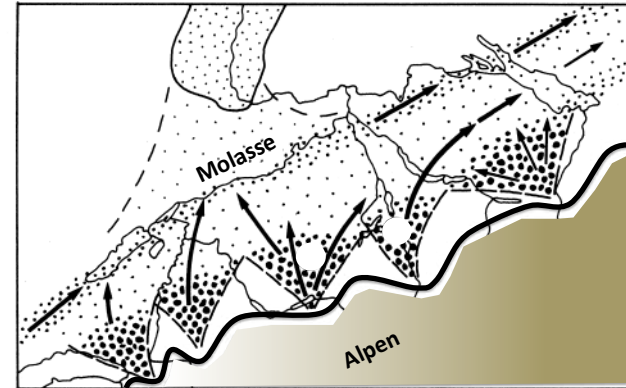


Abbildung 3: Paläogeographie von der Alpenfront zum Rheintalgraben im Paläogen (nach R. Trümpy 1980). Mächtige Schuttfächer schütten das in den Alpenabgetragene Material ins Molassebecken.

Die Faltung des Jura beginnt langsam in der Oligozänzeit (30 Mio Jahre) mit leichten Diskordanzen zwischen den Kalkgesteinen aus der Jurazeit einerseits und den Schichten der Molasse andererseits. Ein Grossteil der Verfaltung geschieht aber erst im Pliozän, ab etwa 5 Mio Jahren. Zum Beweis: Sedimente aus dieser Periode werden in der Bresse (Frankreich) von Jurakalken tektonisch überfahren. In dieser späten Phase der Alpenfaltung wird die Sedimentbedeckung von der Trias bis zum Neogen, welche das Mittelland bedeckt, auf dem Salzhorizont der Trias abgeschert und gegen Norden geschoben. Die Gesteinsschichten im Jura sind von geringerer Mächtigkeit als im Mittelland: sie werden durch den Druck von Süden verfaltet, zerbrechen und werden übereinander geschoben. So entsteht der Faltenjura.

Die **grossen Eiszeiten** haben im Kanton Aargau tiefe Spuren hinterlassen, sei dies durch die tiefe Erosion der Haupttäler (Abbildung 4), oder die Bildung von Schotterterrassen durch die Schmelzwasserströme. Während

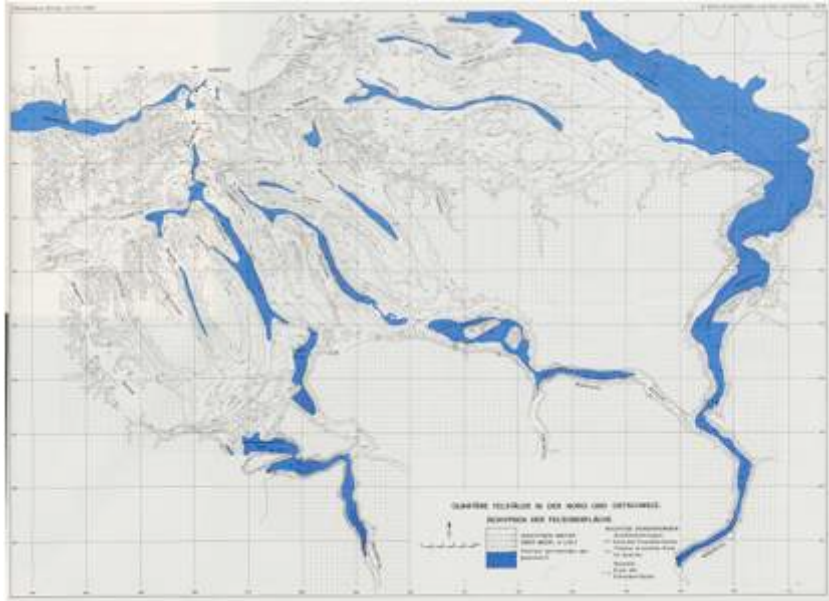


Abbildung 4: Durch Gletschererosion übertiefte Täler in der Nordostschweiz (Wildi 1984).

der „grossen Eiszeit“, der Risseiszeit, fliessen die alpinen Eisströme über die Jurahöhen (z.B. den Staffeleggpass) und erreichen Rheinfelden, bzw. Möhlin, 15 km vor den Toren von Basel. In der letzten Eiszeit (Würmeiszeit) bleiben die Gletscher dagegen bei zwei Hauptvorstössen im Süden der Juraketten stehen (Abbildung 5).

Als sich der Mensch vor etwa 13'000 Jahren installiert, sind die Landschaften noch karg. Dies wird sich aber am Ende der Eiszeiten und dem vollständigen Rückzug der Gletscher vor ca. 10'800 Jahren ändern, und schon ab 8'000 bis etwa 6'000 Jahren sind die besten klimatischen Bedingungen erreicht.



Abbildung 5: Maximale Ausdehnung der alpinen Gletscher in der letzten Eiszeit (Bini et al. 2009, © 2017 swisstopo (BA17013)).

Geologische Landschaftslektüre

Die Zusammensetzung, Struktur und Textur der Gesteine erlauben die Rekonstruktion der Entstehungsbedingungen und damit der Entwicklung der Landschaft in der geologischen Vergangenheit. Die Abbildung 6 zeigt eine sehr detaillierte Darstellung der Schichtabfolgen im Osten des Juragebirges. Diese zeugt von starken Klimaschwankungen, von Meeresspiegelschwankungen zwischen etwa dem heutigen Meeresspiegel und Meeresspiegeln die bis zu 200 m höher standen als heute, von der Erosion der auftauchenden Reliefs, namentlich anlässlich der Alpenfaltung. Und schlussendlich zeugen die Lockergesteine und die Landschaftsformen von Eiszeiten deren Gletscher vor allem im Verlaufe der letzten 800'000 Jahre weit ins nördliche Mittelland und selbst einmal über die Juraketten bis ins Rheintal zwischen dem Fricktal und dem Schwarzwald vorstiessen.

In der Landschaft drücken sich die verschiedenen Gesteinsformationen durch unterschiedliche Morphologien (Landschaftsformen) aus. Massive Kalksteine bilden Geländerippen und Felswände, Dolomitgesteine drücken sich durch Dolinen aus, Gips, Ton und Mergel bilden weiche Geländeformen mit Rutschungen.

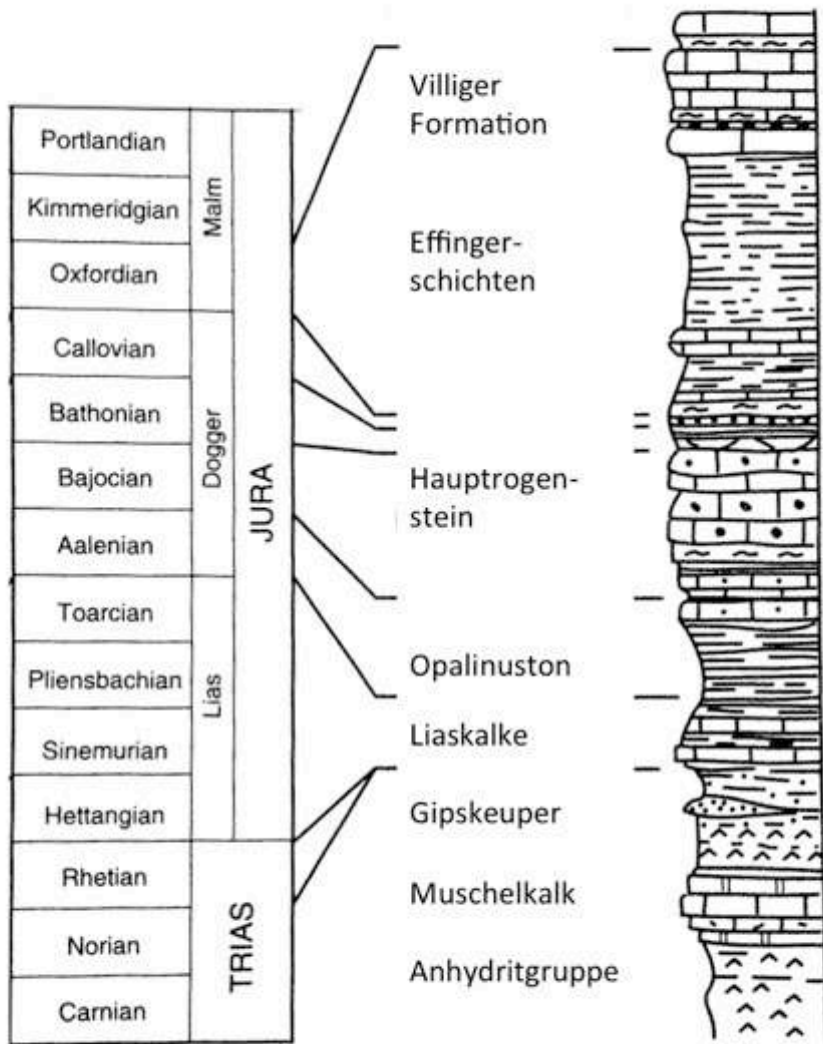


Abbildung 6: Schichtabfolge der Gesteine im Aargauer Jura, vereinfacht (Decrouez et al. 1997)

Bibliographie

Bini A., Buoncristiani J.-F., Coutterand S., Ellwanger D., Felber M., Florineth D., Graf H.R., Keller O., Kelly M., Schlüchter C. & Schoeneich P. 2009: La Suisse durant le dernier maximum glaciaire. Swisstopo, Wabern.

Decrouez, D., Furrer, H., Weissert, H. & Wildi, W. 1997: Geologie und Zeit. vdf Hochschulverlag AG, ETH, 62 p.

Diebold, P., Naef, H. & Ammann, M. 1991 : Zur Tektonik der zentralen Nordschweiz. NAGRA, NTB 90-04, Wettingen.

Trümpy, R. 1980: Geology of Switzerland: a Guide Book. Part A: An outline of the Geology of Switzerland. Schweiz. Geol. Komm. Wepf & Co. Publishers. Basel, New York.

Wildi, W. 1983: Erdgeschichte und Landschaften im Kanton Aargau. Sauerländer, Aarau, 147 S.

Wildi, W. 1984: Isohypsenkarte der quartären Felstäler in der Nord- und Ostschweiz mit kurzen Erläuterungen. - Eclogae geol. Helv. 77/3, 541-551.

Wildi, W. 2020 : Auf den Spuren der Erdgeschichte in der Schweiz. <https://erlebnis-geologie.ch/fr/geothemen/auf-den-spuren-der-erdgeschichte-in-der-schweiz/>.

Wildi, W. & Lambert, A. 2019: Erdgeschichte und Landschaften im Kanton Aargau, 2. revidierte Ausgabe. Aarg. Natf. Ges. Aarau.

Wildi, W., Corboud, P., Girardclos, S., & Gorin, G.E. 2014: Visite géologique et archéologique de Genève = Geological and archaeological visit of Geneva: Section des sciences de la Terre et de l'environnement. <http://archive-ouverte.unige.ch/unige:37233>. 6

2. Geo-Wanderung von der Staffelegg nach Densbüren

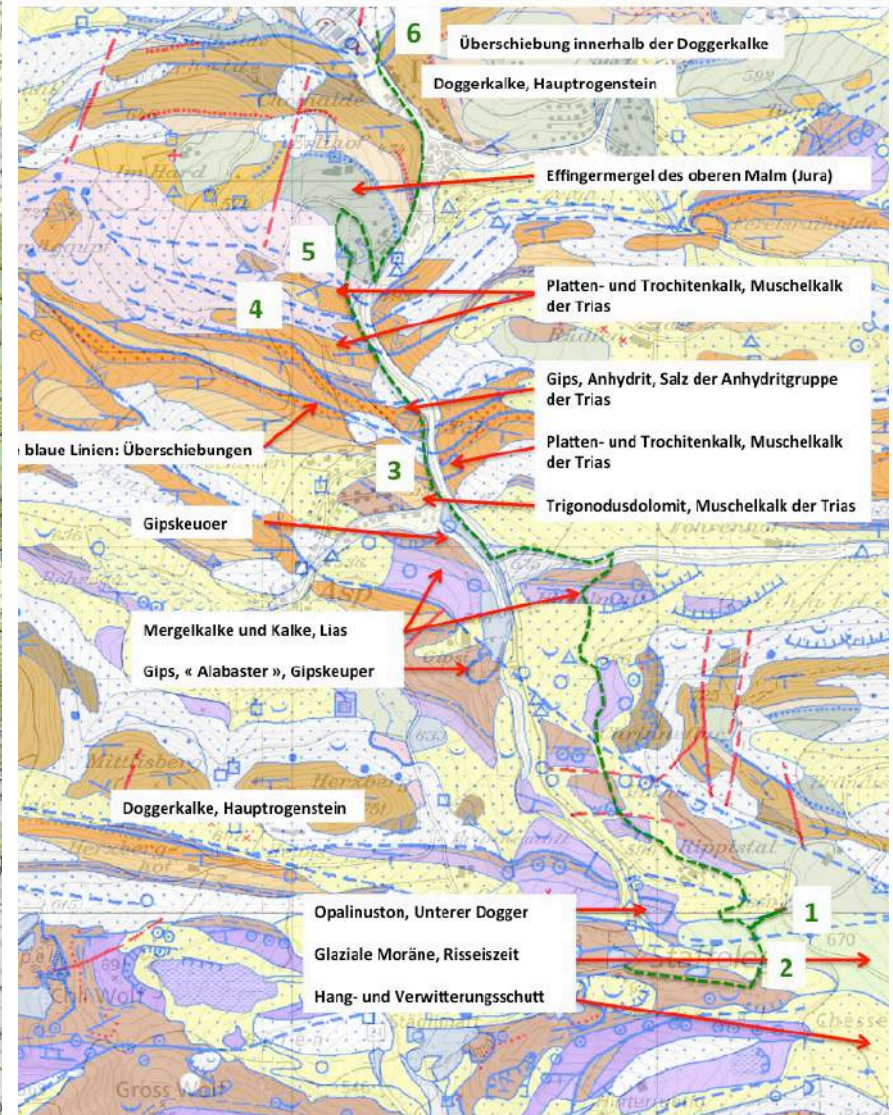
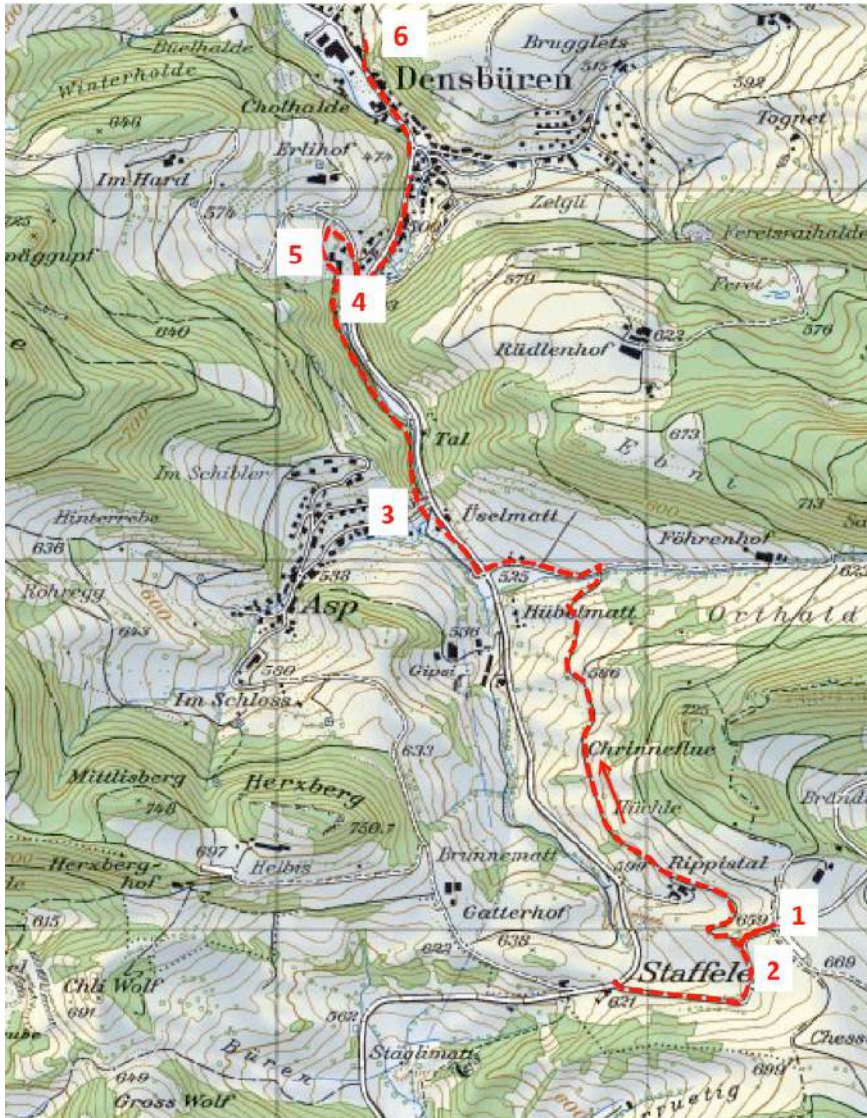


Abbildung 7a und b: Topographische und geologische Karte der Exkursion, von der Staffelegg nach Densbüren (© 2017 swisstopo (BA17013)).

Zufahrt:

Individuell: Hauptstrasse bis zur Passhöhe der Staffelegg, sodann Abzweigung Richtung Thalheim und ca. 500 m bis Parkplatz auf der Passhöhe.

Öffentliche Verkehrsmittel: Postauto Aarau – Frick – Laufenburg, bis Staffelegg Passhöhe. Zu Fuss auf der Strasse Richtung Thalheim bis Parkplatz auf Passhöhe (Abbildung 9a, Punkt 659).

Der vorliegende kleine Führer schlägt eine etwa halbtägige Exkursion durch den nördlichen Teil des aargauische Faltenjuras, von der Staffelegg bis Densbüren, zu den Überschiebungen der sogenannten Vorfalten im Tafeljura vor (leichter Fussmarsch). Sie gibt einen Einblick in die nördlichsten Bergketten der alpinen Decken. Die Aufschlüsse, welche die Erkennung der Gesteinsformationen erlauben, sind auf wenige Gruben, Steinbrüche, Geländerippen und Strassenböschungen beschränkt. Die typischen Geländeformen erlauben es aber, die Formationen in der Landschaft weiter zu verfolgen. Auf diese Weise entstehen auch die Geologischen Karten.

Die Exkursion schliesst an den Geopfad der Gemeinde Küttigen, entlang der südlichen Zufahrt zum Staffeleggpass an (<http://www.erlebnis-geologie.ch/geoweg/geowanderweg-kuettigen-staffelegg/>).

Halt 1: Landschaftslektüre, Morphologie und Tektonik, Panorama von der Staffelegg Höhe, Blick gegen Westen

Parkplatz auf Passhöhe (Abbildung 9a, Punkt 659)

Der Blick von der Staffelegghöhe gegen Westen (Abbildung 8) zeigt den geologischen Bau des Faltenjura von den südlichsten Bergketten zum Tafeljura im Norden. Die im Panorama dargestellte Schichtabfolge entspricht jener der Abbildung 6. Die Wiederholung der Schichten im Querprofil erklärt sich durch die tektonischen Überschiebungen. Die harten, abrupten Geländeformen werden

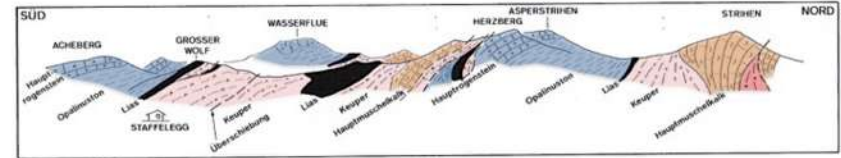


Abbildung 8: Panorama des Faltenjuras von der Staffelegghöhe. Blick gegen Westen (aus Wildi & Lambert 2019).

durch den Hauptrogenstein (Dogger), die Kalke des Lias, z.T. durch geringmächtigen Gansinger Dolomit im Keuper (Obere Trias) und den Hauptmuschelkalk (Mittlere Trias) gebildet. Weiche Geländeformen weisen auf Opalinuston oder Gipskeuper hin.

Halt 2: Findling unter einem Baum, ca. 100 m westlich von Halt 1

Die flache Steinplatte besteht aus einem grauen Kieselkalk aus den Helvetischen Decken, die sich dem Nordrand der Alpen entlang hinziehen (Abbildung 9). Der Findling wurde während der „Grossen Eiszeit“ durch den vereinten Rhône – Aaregletscher (ev. Reuss?) oder einen Seitenarm bis auf die Jurahöhen getragen und vor mehr als etwa 130'000 Jahren hier abgelagert. Der Gletscher reichte im Rheintal bis nach Möhlin, vor den Toren Basels.



Abbildung 9: Kieselkalk aus den Helvetischen Decken der Alpen. Der Gesteinsblock wurde während der Risseiszeit durch die vereinten Rhône- und Aaregletscher bis auf die Staffelegg Höhe verfrachtet.

Von Halt 2 zu Halt 3: Wanderung durch eine Landschaft von Gipskeuper und Lias

Im Süden der Staffelegg, gleich nördlich der Kettenbrücke, sind die Gesteinsformationen an der Basis des Opalinuston abgesichert und tektonisch übereinander geschoben. Weiter nördlich wandert die Abscherung in tiefere Schichten, innerhalb der Trias.

Von Halt 2 zu Halt 3 quert der Geo-Wanderer zwei sich überlagernde tektonische Einheiten, mit Liaskalken und Keupergips. Seitlich zum durchwanderten Geländequerschnitt können sich auch jüngere oder ältere Gesteinsschichten hinzugesellen. Die geologische Karte in Abbildung 7b, zeigt diese geologische Organisation. Die Liaskalke können an der Strassenböschung beobachtet und angeschlagen werden. Weisslicher und rötlicher Gips und sogenannter „Alabaster“ (körnige Variante von Gips) erscheinen in

der „Gipsi“ (Abbildung 7a) am Gegenhang an der Oberfläche. Die auf der geologischen Karte eingezeichnete Überschiebung (blaue Linie) ist im Gelände nicht direkt erkennbar, sondern aus der räumlichen Verteilung der Gesteinsformationen abgeleitet.

Von Halt 3 zu Halt 4: Trigonodusdolomit, Plattenkalk und Trochitenkalk

Abzweigung Hauptstrasse Küttingen-Densbüren / Zufahrtstrasse Asp

Am Halt 3, an der Böschung des Strässchens nach Asp, steht der gelbliche, etwas zuckerig verwitternde, Trigonodusdolomit an. Das Gestein ist nach einer dreieckigen Muschel benannt, welche man mit etwas Glück als Hohlform, d.h. nach der Herauslösung der Schale als kleine Höhlung erkennt. Diese Dolomitformation markiert den Übergang von der Meeresplattform des Platten- und Trochitenkalkes zu den Keupergipsen, welche am Ende der Trias in einer ausgedehnten Salzwüste, einer Sebkhia abgelagert wurden.

Im Steinbruch auf der Ostseite der Kantonsstrasse, sowie entlang der kleinen Waldstrasse welche vom Halt 3 auf der orographisch linken Seite dem Asper Bach folgt, beobachtet man Plattenkalk und Trochitenkalk. Meist sind die Schichten steil gegen Süden geneigt (Abbildung 10a), z.T. aber auch verfaultet (Abbildung 10b). Dabei handelt es sich allerdings nicht um richtige duktile Falten, sondern um in Falten gebrochenes Gestein.

Plattenkalke sind, wie dies der Name ausdrückt, regelmässig etwa im 10 cm – Bereich geschichtet. An Schichtgrenzen geht die braune Farbe oft ins beige-gelbliche über, da diese Zonen teilweise dolomitisiert (in Dolomit umgewandelt) sind. Im Bruch, aber auch an den Schichtflächen erkennt man oft Spuren von Sediment durchwühlenden Organismen. Es kann sich dabei z.B. um Krabben gehandelt haben.

Trochitenkalke bestehen teilweise zu fast 100% aus „Kalkbatzen“ von

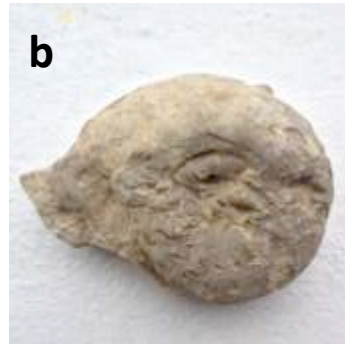


Abbildung 10: Halt 3 bis 4: a) Gegen Süden geneigter Plattenkalk an der Böschung der schmalen Waldstrasse auf der orographisch linken Seite des Asper Baches. b) Ceratit (Ammoniten der Trias) aus dem Muschelkalk. Das vorliegende Exemplar ist als Steinkern erhalten. Die ursprüngliche kalzitische Schale ist weggelöst. c) Falte (in Falte gebrochene Gesteinsschichten) im Plattenkalk an der Strassenböschung. d) Trochitenkalk; die Stielglieder der Seelilien erscheinen als etwas dunklere „Bätzchen“ an der Schichtoberfläche.

etwa 5 bis 10 mm Durchmesser. In Lebendposition waren diese zu Seelilien zusammengefügt. Heute zerfallen sie beim Anschlag zu kalzitischen Prismen.

Etwa 200 m nachdem man die Strasse nach Asp verlassen hat, beobachtet man an der Böschung des Strässchen auf der linken Seite des Asperbachs, im Gehängeschutt löcherige („vakuolöse“) Gesteinsbrocken. Es handelt sich um sogenannte „Cornieule“ oder Rauhwaacke. Dies weist darauf hin, dass im nahen Untergrund einst Gips ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) und Dolomit (CaMgCO_3) vorhanden waren (und vielleicht auch heute noch sind). Durch Ionentausch ging das Sulfat mit dem Magnesium des Dolomits in Lösung. Zurück blieb ein Skelett aus Kalzit (CaCO_3) stehen. Platten- und Trochitenkalk schleppten folglich bei ihrer tektonische Verschiebung noch Teile der sie unterlagernden Schichten, der sogenannten „Sulfatzone“ mit. Örtlich schliesst die Sulfatzone auch Steinsalz ein, welches heute in Schweizerhalle ausgebeutet wird.

Halt 4: Überschiebung des Faltenjura auf die Vorfalten und den Tafeljura

An der Stelle wo das Strässchen bei Densbüren aus dem Walde tritt, sticht das starke, bewaldete Relief ins Auge, welches die weiche Landschaft des Dorfes mit ihren Wiesen überragt. Das Relief wird durch die letzten tektonischen Schuppen von Muschelkalk gebildet, welche hier auf die sogenannte „Vorfaltenzone“ aufgeschoben sind (Abbildung 11a). Diese Vorfalten gehören eigentlich dem Tafeljura an. Die Schichten wurden aber bei der Bildung des Faltenjura noch sanft gefaltet und kleinräumig tektonisch verschuppt. Die Schichten des Muschelkalkes sind hier auf die etwa 100 Millionen Jahre jüngeren Mergel und Mergelkalke der Effinger-Schichten des Malm überschoben (Abbildungen 6 und 11).



Abbildung 11: Überschiebung der frontalen Muschelkalkschuppe (waldiges Relief links) des Faltenjura über die weichen Reliefs der Effinger-Schichten in der Vorfaltenzone.

Halt 5: Effinger-Schichten der Vorfaltenzone

An der Böschung des Sportplatzes der Schule von Densbüren steht die Wildegge-Formation der Effinger-Schichten an. Es handelt sich um eine regelmässige Wechsellagerung von weichen, stark verwitterten, gelblichen Mergeln und etwas härteren, schlecht definierten Schichten von Mergelkalken (Abbildungen 12a, b). Die Gesteine führen seltene Muschel- und Schneckenversteinerungen und sogar Ammoniten. Obwohl der Aufschluss nördlich der Aufschiebung des Faltenjuras liegt, erscheinen die Gesteine gebrochen. Es handelt sich aber nicht um einen Effekt der tektonischen Beanspruchung, sondern eher um sogenannte Diaklase, ein Phänomen welches auf die Konsolidierung der Gesteine unter der Überlast der darüber gelagerten Gesteine zurück geht.

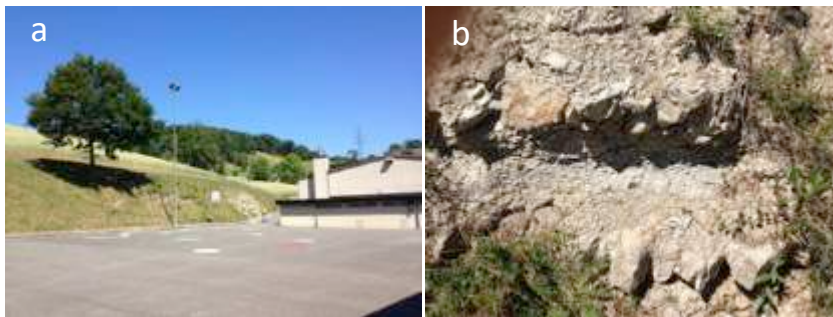


Abbildung 12: a) Aufschluss an der Böschung des Sportplatzes der Schule Densbüren. b) Nahaufnahme der Wechsellagerung von Mergeln und Mergelkalken der Effinger-Schichten (Bildhöhe ca. 40 cm).

Halt 6: Überschiebung in den Vorfalten

Vom Schulhaus Densbüren aus durchquert man den Dorfkern und verlässt die Hauptstrasse kurz nach der Post. Am Strässchen welches vom Gemeindehaus von Densbüren in den Wald aufsteigt, findet sich in Kalken der Doggerzeit (ca. 150 – 155 Mio Jahren) eine kleine aber sehr instruktive Überschiebung: Eine Gesteinsschicht von Haupttrogenstein wurde bei der Jurafaltung über etwas jüngere Spatkalke und rote, Eisen haltige Schichten geschoben (Abbildung 13a). Dabei wurden die untern Schichten durch die Überschiebung verschleppt (Abbildung 13b). Dies ist der typische Stil der Verformungen in der sogenannten Vorfaltenzone, wo die verschiedenen Gesteinsformationen meist in sich selbst verdickt sind, ohne grössere Überschiebungen zu bilden.

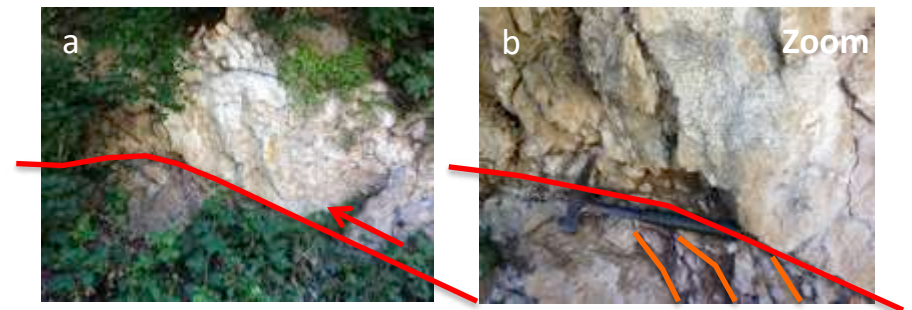


Abbildung 13 : Lokale Überschiebung in den Kalken des Doggers im Dorf Densbüren (Koord. 646 236/256 335).

Damit ist die Exkursion durch den nördlichen Teil des Faltenjuras, bis zu dessen Überschiebung auf den Faltenjura abgeschlossen. Besucher welche einen Einblick in die Geologie des Tafeljuras gewinnen möchten, empfehlen wir einen Besuch im ehemaligen Bergwerk in Herznach (<http://www.erlebnis-geologie.ch/geoevent/von-eisen-erz-und-ammoniten/>) sowie der Tongrube und des Sauriermuseums in Frick (<http://www.erlebnis-geologie.ch/geoevent/sauriermuseum-frick-tongrube-gruhalde-frick/>).