

## Auf schmalem roten Grat: Pfälzer Felsformationen durch die Geologenbrille betrachtet

Gebirge. Man sollte meinen, dass dieser Begriff vollkommen selbsterklärend ist: Hoch, steil, felsig und Schnee drauf. So weit, so klar. Und doch kann es passieren, dass Menschen total aneinander vorbei reden, wenn sie über Gebirge sprechen. Und zwar dann, wenn einer der beiden Menschen ein Geologe ist. Wir haben nämlich eine völlig andere Definition dieses Begriffs, und für uns gibt es auf der Erde weit mehr davon als für Ottonormal-*Homo sapiens*.

Worauf will er denn hinaus, mag man sich jetzt fragen. Nun, die schönen Luftaufnahmen, die Thomas im letzten Jahrbuch gezeigt hat, haben mich inspiriert, über ein paar kleine Besonderheiten der Pfälzer Felsen zu schreiben. Sicher ist es jedem schon aufgefallen der in der Pfalz geklettert ist: Auf so manchem Grat sollte man sich beim Ausstieg nicht allzu schwungvoll wuchten, sonst läuft man Gefahr, versehentlich auf der anderen Seite wieder herunter zu fliegen. Punktuell geht die Breite vieler Pfälzer Felsen sogar gegen Null, was zu äußerst filigranen Felsgebilden führen kann (Abb. 1). Für den klettergartenverwechlichten Fels-User wie ich einer bin, wird so auch ein 3er mal spannend (Retschelfels, Du bist gemeint). Aber wir wollen hier ja nicht über geisteszustandabhängiges Inkontinenzrisiko reden, sondern über Geologie. Und zwar über *Grundgebirge* und *Deckgebirge*. Und ein bisschen über Störungen und Klüfte.

Aber immer schön eins nach dem anderen. Dieser kleine Beitrag soll drei Fragen beantworten: Wieso sind die Pfälzer Felsen so auffallend schmal? Wieso sind sie so orientiert wie sie sind? Und wie entstehen überhaupt die senkrechten Wände? Die letzte Frage ist gar nicht so trivial, wie sie sich zunächst anhört. Immerhin liegen die Schichten im Pfälzer Sandstein mehr oder weniger horizontal. Warum entstehen daraus überhaupt so steile Felsen? Kurz gesagt: wir stellen die Kletterfelsen der Südpfalz mal in einen etwas grö-

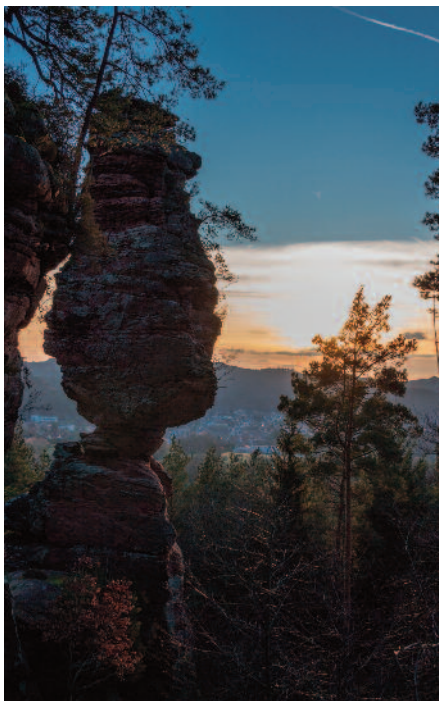


Abbildung 1: "Schwerkraft ist überbewertet": der Otto-Wendel-Turm

Beren regionalen Kontext und schauen uns an, was mit ihnen so alles passiert ist, bevor sie sich so einladend (oder furchterregend) vor uns Kletterern erheben konnten.

**Abbildung 2:** Zwei Paradebeispiele für die vorherrschenden Orientierungen der Pfälzer Felsen. Links scharf und gerade wie eine Klinge: der Asselstein. Rechts die Reihe der Bindersbacher Felsen. Unten: Nicht nur die Felsen, sondern die gesamte Landschaft zeigt diese beiden vorherrschenden Richtungen. Beispiel: die Ortschaft Dahn (Quelle: Google Maps).



Die Landschaft, die wir heute sehen, ist immer das Abbild des geologischen Untergrunds und vor allem der geologischen Geschichte. Dass die Pfälzer Felsen genau so stehen, wie sie stehen, hat System. Viele Felsen sind Nordost-Südwest orientiert: Büttelfels, Lämmerfelsen, Durstigfelsen, Asselstein, Bavariafels, Pferchfeldfelsen, Eilöchelfelsen, die Reihe der Altschlossfelsen bei Eppenbrunn, um nur einige zu nennen (Abb. 2). Quer dazu, also etwa Nordwest-Südost gestreckt verlaufen zum Beispiel die Bindersbacher Felsen, der Rötzensteinpfeiler, die Kette Dimturm-Dimfels-Dimbergpfeiler, der Retschelfels und andere. Manche Felsen verlaufen streng Nord-Süd (z.B. Klosterfels und Nonnenfels) oder Ost-West, wie zum Beispiel Bruchweiler Geiersteine oder Birkelfels. Auch wenn sich nicht alle Felsen der Pfalz strikt an diese Regelmäßigkeit halten - es ist schon auffallend, dass es offenbar vorherrschende Richtungen gibt, entlang derer die Wände verlaufen. Warum ist das aber so?

Dazu zunächst einmal eine sehr triviale Feststellung: Die Felsen hängen nicht in der Luft, sondern es liegt was darunter. Schauen wir uns einmal an, was es rund um die Pfalz so alles gibt. Auf einer Reliefkarte von Südwestdeutschland (Abb. 3 oben) lassen sich eine Menge Strukturen erkennen. Die große, alles dominierende Struktur ist sicher der Oberrheingraben. Er wird hier noch eine Rolle spielen, aber die nehmen wir uns später vor. Nördlich des Pfälzer Waldes liegt ein Gebirge. Nein, keines mit Gletschern und eisigen Höhen, aber es ist ein Gebirge, das mit seinem gut 300 Millionen Jahren locker fünf- bis sechsmal so alt ist wie die Alpen. Sicher, es ist eher unscheinbar, aber so ist es halt, wenn

300 Millionen Jahre Abtragung ihr Werk getan haben. Das *Rheinische Schiefergebirge* ist aber nur ein Teil eines riesigen Gebirgszugs, der vor ungefähr 300 Millionen Jahren das schuf, was wir heute Europa nennen. Praktisch alle Mittelgebirge - Eifel, Sauerland, Harz Spessart, Odenwald, Schwarzwald, bis herüber nach England und Tschechien - dies alles sind Reste des sogenannten „*Variszischen Gebirges*“, die an der Oberfläche heraus-schauen (Abb. 3 unten). Und wenn man sich nun das Relief des Rheinischen Schiefergebirges genauer an, fällt auf, dass der Verlauf der dortigen Höhenrücken dem vieler Pfälzer Felsen verdächtig ähnlich ist (Abb 3 oben). Man muss sich fragen, ob das Zufall ist oder ob es irgendeinen Zusammenhang zwischen diesen eigentlich so unterschiedlichen geologischen Strukturen gibt.



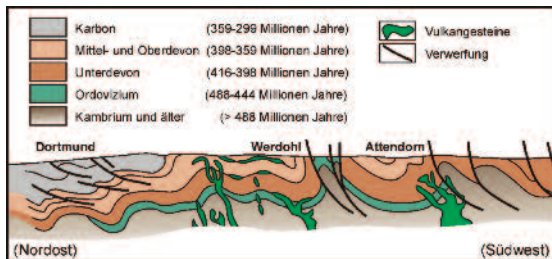
**Abbildung 3:** Oben: Die nähere Umgebung des Pfälzer Waldes von oben betrachtet. Im Osten der Oberrheingraben, im Norden das Rheinische Schiefergebirge mit dem Hunsrück. Man beachte den Verlauf der Höhenrücken. (Quelle: <http://www.maps-for-free.com>)



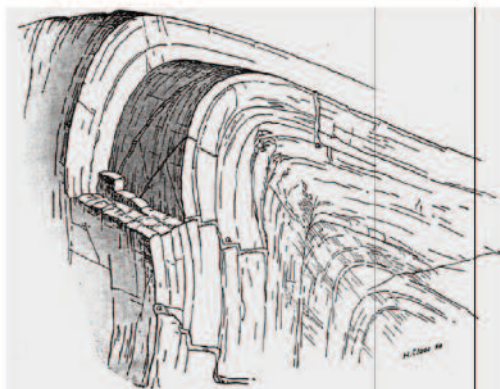
Unten: Überall in Europa schauen Reste des einst riesigen Variszischen Gebirges an der Oberfläche heraus. Große Teile sind allerdings im Laufe der Jahrmillionen von jüngeren Gesteinsschichten überdeckt worden - so auch in der Pfalz (Zeichnung: Mark Keiter).

Ich schreibe hier ja nichts einfach so umsonst. Natürlich ist es kein Zufall. Wenn so ein Gebirge sich bildet, ist ordentlich was los: Gesteine werden durch die immensen Kräfte gegeneinander und übereinander verschoben, gequetscht und verfaultet; regelrecht durchgewalkt (Abb. 4). Unterhalb der Pfälzer Buntsandsteinschichten liegen ebenfalls Gesteine, die an der variszischen Gebirgsbildung beteiligt waren. Diese Gesteine steckten einst tief im Kern des riesigen Gebirges und waren dort extremem Druck (mehrere tausend bar) und hohen Temperaturen (mehrere hundert Grad) ausgesetzt. Dabei wurden

**Abbildung 4:** Oben: Nur als kleines Beispiel, wie es im Untergrund der meisten europäischen Mittelgebirge aussieht: ein Querschnitt durch das östliche Rheinische Schieferengebirge. Die geologischen Schichten sind intensiv verfault und von vielen großen und kleinen Verwerfungen durchzogen, die den Gesteinsverband stark zerstört haben. Unterhalb der Pfälzer Buntsandsteinschichten ist dies nicht anders (Zeichnung: Mark Keiter).



Unten: In dieser wunderschönen Zeichnung des großen Geologen Hans Cloos (1885-1951) erkennt man die Geometrie der Rissbildung in stark tektonisch beanspruchten Gesteinen: Brüche sind systematisch angeordnet: quer zur Richtung des stärksten Druckes, längs dazu und diagonal. Genau diese Winkelverhältnisse finden wir auch bei den Felsen der Pfalz, obwohl sie offenkundig nicht verfault sind.



sie stark verformt, plattgewalzt, zerbrochen. Kurz gesagt: es entstanden unzählige Sollbruchstellen im Gestein und diese Sollbruchstellen folgen bestimmten Richtungen, abhängig von der Richtung des Druckes bei der Bildung des Gebirges.

Die Schichten des Buntsandsteins, an denen wir in der Pfalz klettern, werden von uns Geologen *Deckgebirge* genannt, weil sie auf älteren, strukturell sehr unterschiedlichen Gesteinseinheiten (dem *Grundgebirge*) zur Ablagerung kamen. Die streng orientierten Brüche im Untergrund waren aber natürlich noch vorhanden (sie sind es heute noch), und die darauf abgelagerten Schichten spüren etwas davon. Und zwar jedes Mal, wenn die Erdkruste erneut Spannungen ausgesetzt ist und sich bewegt. Wie wir wissen, passiert das auf der Erde pausenlos; mal stärker, mal weniger stark. Eine dieser Phasen starker Spannungen in der südwestdeutschen Erdkruste liegt gar nicht mal so lange zurück: Innerhalb des Rheingrabens hat sich die Kruste im Laufe der letzten 50 Millionen Jahre beinahe 4 km tief abgesenkt. Dass man davon nicht mehr viel sieht, liegt an der Unmenge an Sedimenten, die Vater Rhein aus den Alpen mitgebracht und in die sich absenkende Grabenstruktur gekippt hat.

4000 Meter Absenkung - das ist eine Menge Holz. Man kann sich leicht vorstellen, dass es bei so einem Prozess ordentlich knackt und knirscht im Gebälk. Nicht umsonst ist der Oberrheingraben auch heute noch eine Region erhöhter Erdbebengefahr, auch wenn sich die Absenkung erheblich verlangsamt hat. Die Zerrspannungen während der Grabenbildung suchten sich, wo immer es ging, den Weg des geringsten Widerstands, um sich zu entladen. Und der musste nicht zwangsläufig parallel zum Rheingraben verlaufen. Direkt am Rand des Oberrheingrabens gibt es schon eine Menge grabenparallele Verwerfungen, einfach deshalb weil nahe an der Hauptbewegungsfläche die größten Kräfte wirkten. Aber tiefer im Pfälzer Wald war der Weg des geringsten Widerstandes häufig durch die Strukturen des Variszischen Grundgebirges vorgegeben, da die vielen Klüfte und Verwerfungen tief unter dem Buntsandstein-Deckgebirge schon seit 300 Millionen Jahren vorhanden waren. Die Schichten des Buntsandsteins blieben davon nicht unberührt: sie reagierten ebenfalls mit der Bildung von Rissen. Die Strukturen viele Hundert Meter tief im Untergrund haben sich buchstäblich bis an die Erdoberfläche durchgepaust. Das Ergebnis ist ein Sandstein-Deckgebirge, das in ein komplexes Mosaik von kleinen und größeren Blöcken zerlegt ist. Und überall dort, wo die Gesteinsschichten zerbrochen sind, kann die Abtragung ihr Werk tun, so dass am Ende nur die intakten Felsbereiche übrig bleiben.

Oft sind die Abstände zwischen solchen Bruchflächen sehr klein. Wenn zwei parallel verlaufende Bruchflächen sehr dicht nebeneinander liegen, entstehen eben sehr schmale Felsen. Dabei ist es aber wichtig, und im Falle der Pfalz ein Geschenk von Mutter Natur, dass der Pfälzer Sandstein teilweise ausgesprochen hart ist, denn die Erosion ist gnadenlos. Buntsandsteinschichten gibt es überall in Deutschland, aber sie sehen längst nicht alle so aus wie in der Pfalz. So sind zum Beispiel große Teile von Hessen durch Buntsandstein geprägt. Aber dort erscheint die Landschaft meist vollkommen anders: dominiert von sanftem Hügelland und nur selten mit höheren, geschweige denn steilen Felswänden. Der Anteil an weichen tonigen Schichten ist höher, die Sandsteinschichten dünner. Und wenn es Sandsteine gibt, sind diese meist weniger stark verfestigt. Das heißt, der „Kitt“, der die Sandkörner zusammenhält, ist entweder ein weniger beständiges Material oder es gab schlicht nicht genug davon, um aus den losen Sanden einen anständig harten Sandstein zu machen.

Zusammenfassend kann man also sagen, dass in der Südpfalz eine Kombination aus vielen verschiedenen Faktoren zusammen spielten, um ein herausragendes Klettergebiet mit bizarr schmalen Felsen zu schaffen: Stark verkieselter und damit sehr fester Sandstein, sowie ein Grundgebirge mit reichlich Verwerfungen und Klüften. Dazu ordentlich viel Bewegung in der Erdkruste (zum Beispiel bei der Öffnung des Oberrheingrabens), um diese Bruchflächen nach oben durch das Buntsandstein-Deckgebirge durch zu drücken.

Idealerweise entstehen aus diesen Klüften und Verwerfungen nicht nur breite senkrechte Wände, sondern quer oder diagonal dazu noch der eine oder andere kletterbare Riss oder Kamin. Auch Verschneidungen und Rissverschneidungen sind letztlich Ergebnis dieser systematisch angeordneten Brüche im Gestein. Und von all diesen Strukturen haben wir in der Pfalz ja Paradebeispiele für jeden Geschmack. Wie sonst im Leben gilt aber auch hier: Maß halten. Man stelle sich vor, die Klüftung wäre so intensiv, dass alle 30 Zentimeter ein Riss durchs Gestein läuft, und quer dazu ebenfalls. Das Resultat wäre ein Haufen toller Naturbausteine, die man kaum noch behauen muss, um sie zu vermauern. Der Kletterer wird an so einem Gestein aber wenig Freude haben (Abb. 5).



Eine lange und im wahrsten Sinne des Wortes bewegte Geschichte, bis die Felsen so mächtig in der Landschaft stehen und irgendwann auf die Idee kommt, da müsse man doch eigentlich mal hoch. Zugegeben: wenn man sich gerade einen luftigen Grat hoch bewegt oder einen mehr oder weniger eleganten Handklemmer setzt, hat man wenig Muße, über eine Jahrmillionen lange Vorgeschichte nachzudenken - oder gar über geometrische Prinzipien bei Erdbewegungen. Ob dies alles hier nun unter der Kategorie „nutzloses Wissen“ abgelegt werden kann, überlasse ich jedem Leser selbst. Ich finde aber ein wenig Wissen über die Entstehung des Sportgeräts durchaus hilfreich. Mutter Erde hatte immerhin einiges zu tun, um uns dieses Sportgerät herzustellen. Das darf man ruhig mal anerkennen. Auch wenn Mutter Erde es nicht bewusst getan hat, und schon gar nicht mit den Bedürfnissen des kletternden Menschen im Hinterkopf: Manieren hat, wer sich trotzdem von Herzen bedankt.

*Abbildung 5: Wenn die Klüftung engstündiger wird, ergeben sich manchmal interessante Klettereien („Jurassic Park“ am Damoklesschwert bei den Kieneckfelsen). Wesentlich stärker sollte der Gesteinsverband aber nicht zerstört sein, sonst macht es keinen Spaß mehr. Der Übergang von "spaßig" zu "grenzwertig" bleibt dabei jedem selbst überlassen (Foto: Susanne Schaub).*

*Dr. Mark Keiter, Naturkunde-Museum Bielefeld*