

## Die Landschaften der Region (Geomorphologie)

Der Natur- & UNESCO Global Geopark Mëllerdall ist durch den kleinräumigen Wechsel verschiedener Landschaftsformen gekennzeichnet. Auf den Plateaus des Sandsteins und des Dolomits sowie in der Mergellandschaft hat man eine herrliche Weitsicht. In die Plateaus haben sich Bachtäler tief eingeschnitten. An den Talhängen sind steil aufragende Felswände aus Sandstein oder Dolomit typisch. Häufig liegen zahlreiche größere und kleinere Gesteinsblöcke vor den Felswänden. Flachere Hangabschnitte und leicht hügelige weitflächige Landschaften wechseln sich mit den Plateaus und den engen Tälern ab. Sie sind an das Vorkommen des Gesteins Mergel gebunden. Die Landschaftsformen sind das Resultat der Oberflächenformung. Die ältesten Spuren dieser Formung sind etwa 20 Millionen Jahre alt.

Aus dem ehemaligen Meeresboden der geologischen Entwicklung ist in der Zeit des Lias durch ("tektonische") Hebungsprozesse festes Land geworden. Durch Verwitterungsprozesse wird das Gestein zerkleinert und es entsteht auf den Oberflächen Lockermaterial (das sich an Ort und Stelle zu einem "Boden" weiterentwickelt). Wenn es regnet, fließt Wasser an der Oberfläche ab und es bilden sich Flüsse, die einen Teil des Lockermaterials abtragen und sich so in den Untergrund einschneiden. Neben den Gesteinseigenschaften spielt bei der Oberflächenformung das Klima eine wichtige Rolle, da Gesteine in unterschiedlichen Klimaten unterschiedlich verwittern und abgetragen werden. Über das Aussehen der Landschaften, die sich direkt nach der Hebung im späten Jura und der Kreidezeit gebildet haben, wissen wir nichts.

Im Tertiär\* (vor 65 - 2 Millionen Jahren) war das Klima warm und feucht. Dies führte zur Ausbildung einer weitläufigen relativ flache Ebene mit schwachem Relief, die nur wenig über dem Meeresspiegel lag. Diese flache Ebene schnitt die verschiedenen Gesteinsschichten im Untergrund, die im Natur- & UNESCO Global Geopark wie in einer Schüssel ("Mulde") liegen. Auf dieser Ebene gab es bereits den Vorläufer unseres heutigen Flusssystemes.



*Die rote Linie über dem Schnitt durch den Natur- & UNESCO Global Geopark zeigt die ungefähre Höhenlage der tertiären Oberfläche, die als flache Ebene ursprünglich nur wenig über dem Meeresspiegel lag und deren Reste heute in etwa 400 m Höhe zu finden sind.*

\*eigentlich veralteter Begriff, der hier jedoch beibehalten wird, weil genauere Angaben fehlen.

Im warm-feuchten Klima dieser Zeit wurde auch Eisen von Sickerwasser aus dem Untergrund gelöst, vom Grundwasser transportiert und in Senken wieder als Raseneisenerz verfestigt.

Reste dieser Ebene liegen heute auf den hochliegenden Plateaus in etwa 400 m Höhe. Seit etwa 20 Millionen Jahren, und verstärkt seit etwa 800.000 Jahren, hebt sich das Land wieder. In dieser Zeit entstanden die heutigen Täler. Die Sauer, die Schwarze und die Weiße Ernz sowie ihre Nebenbäche gruben sich in die Tiefe, erodieren und schleppen Gesteinsmaterial fort und legten so die geologischen Schichten der ehemaligen Meeresböden im Untergrund an den Talhängen frei.

Die Landschaftsentstehung kann an dem Modell der geologischen Schichten nachvollzogen werden:

Das Meer, in dem die Schichten gebildet wurden, zieht sich zurück und ein Fluss schneidet sich ein: im Mergel bildet er zunächst ein sehr breites Tal, weil der Mergel keine steilen Felswände bilden kann. Schneidet sich der Fluss in den unterlagernden Sandstein oder Dolomit, entsteht dort ein schmales Tal, weil diese Gesteine sehr stabil sind. Von den Wänden können sich Felsblöcke lösen. Wenn der Fluss sich weiter einschneidet und die unterlagernden Mergel anschneidet, verbreitert sich das Tal schneller, weil dann ganze Felsblöcke auf und mit dem durchfeuchteten Mergel abrutschen.



*Aus den im Meer abgelagerten Schichten...*



*... wird durch das Einschneiden eines Baches ein Tal gebildet bzw. ...*



*... entsteht durch das Abtragen eines ganzen Teils einer Schicht eine Schichtstufe*

Die Eigenschaften der Gesteine im Untergrund sind dabei für die Entstehung der Landschaftsformen sehr wichtig. Insbesondere die Art, wie die Gesteine zerfallen (der Prozess der Verwitterung) ist wichtig. Dabei spielt immer das Klima eine wichtige Rolle. In der heutigen Zeit und unter dem aktuellen Klima finden die Prozesse nur sehr langsam statt. Viele Formen entstanden vor allem in den Übergängen von den Kaltzeiten in Warmzeiten (und umgekehrt) im gegenwärtigen Eiszeitalter der letzten 2 Millionen Jahre („Quartär“).

Grundsätzlich gruppiert man die Gesteine in zwei Klassen, die unterschiedlich verwittern:

- "harte" Gesteine sind geklüftet und wasserdurchlässig, ihre Schichten verwittern nur langsam und
- "weiche" Gesteine, die tonhaltig, nicht geklüftet, schlecht wasserdurchlässig sind und rasch verwittern.

Zu den „harten“ Gesteinen gehören Sandsteine und Dolomit. Sie sind sehr stabil und zerfallen nur sehr langsam. Sie bilden steile Felswände, von denen Steine und Blöcke herabfallen können. Ein Felsmassiv aus Sandstein oder Dolomit ist im Abstand von einigen Metern durch von oben bis unten reichende mehr oder weniger senkrechte Risse (Klüfte) in einzelne Felstürme zerlegt. Wenn am Rand des Massivs ganze Wände kollabieren, dienen diese Klüfte als "Sollbruchstellen": hinter der umgefallenen Wand wird dann die nächste Kluft freigelegt, somit ist also die nächste steile Felswand im Massiv bereits vorbereitet. Schneidet sich ein Bach in ein solches Gestein ein, wird das Tal zunächst eng und steil. Schneidet sich der Bach weiter ein, fallen immer mehr Felsblöcke ins Tal. Sie werden vom Bach abtransportiert (wenn sie nicht zu groß sind) oder bleiben am Hang als Hangschutt liegen (wenn sie nicht bis in den Bach gelangen). So wird das Tal langsam breiter und die Oberkanten der beiden Talseiten entfernen sich immer weiter voneinander.



*Ein Bach hat sein Bett in den "harten" Dolomit gegraben. Der Dolomit bildet eine steile Wand, die Blöcke, die von der Felswand herunterfallen, werden vom Bach abtransportiert.*





*Am Talrand erhebt sich die steile Felswand aus "hartem" Sandstein. Von der Wand sind im Laufe der Zeit viele größere und kleinere Blöcke abgebrochen. Ein Teil wurde vom Bach wegtransportiert, ein Teil bildet als Hangschutt vor der Felswand den geneigten Hang.*

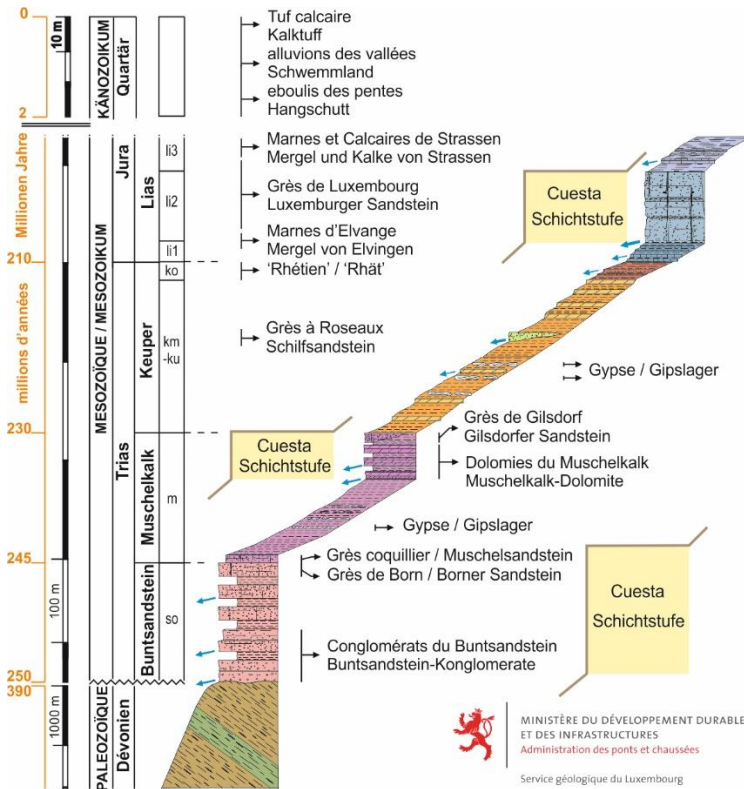
Der tonhaltige "weiche" Mergel, ebenfalls ein häufiges Gestein im Natur- & UNESCO Global Geopark, zeigt an der Oberfläche ein anderes Verhalten: er zerfällt sehr rasch und ist deshalb nicht in der Lage, steile Felswände aufzubauen. Man sieht ihn in der Natur deshalb auch nur sehr selten als Stein. Dass er den Untergrund bildet erkennt man aber an den flachen Hangformen und der generell flachwelligen Landschaft.

Zerfall eines Mergelblocks in 8 Wochen.



*Landschaft in "weichen" Mergeln (Photo: Uli Fielitz).*

Da sich im Untergrund "harte" und "weiche" Gesteine abwechseln, entstanden abwechselnd steile Felswände (im Sandstein oder Dolomit) und flachwellige Landschaften (in Mergeln). Diese Stufen werden "Schichtstufen" genannt, weil sie eben an die Schichten des geologischen Untergrundes gebunden sind.



*Die Graphik zeigt die regelhafte Abfolge der geologischen Schichten mit ihren geomorphologischen Formen. Der Wechsel flacher und steiler Hänge führte zur Ausbildung einer Schichtstufenlandschaft (copyright: Service Géologique de l'Etat, [www.geologie.lu](http://www.geologie.lu)).*

Im Zentrum der Region, entlang einer SW-NE gerichteten Achse ("Weilerbacher Mulde"), finden sich die Plateaus aus Luxemburger Sandstein mit seinen tief eingeschnittenen Tälern. Sie werden nach außen durch die steilen Schichtstufen begrenzt, die sich als bewaldeter Rücken hoch über den flachwelligen Landschaften aus Mergeln aus der Zeit des Keuper erhebt. Sie findet sich im Natur- & UNESCO Global Geopark in den südöstlichen Gemeinden Bech, Rosport und Echternach. Im Nordwesten zeigt sie sich in den Gemeinden Larochette, Nommern und Reisdorf. Die sanft geschwungenen Flächen vor der Stufe sind besonders im Südosten und im Nordwesten des Natur- & UNESCO Global Geoparks ausgeprägt (ku-km der geologischen Karte). Die Mergelflächen leiten wiederum in die Hochflächen aus Dolomit im Osten und Westen über, in die sich wiederum Täler tief eingeschnitten haben. Im Tal der Sauer im Osten des Natur- & UNESCO Global Geoparks sind diese Dolomittfelswände besonders schön zu beobachten. Die finale Schichtstufe des Dolomits findet sich nördlich der Region im Sauerthal bei Diekirch/Ettelbrück bzw. im Südosten, noch jenseits des Moseltales.



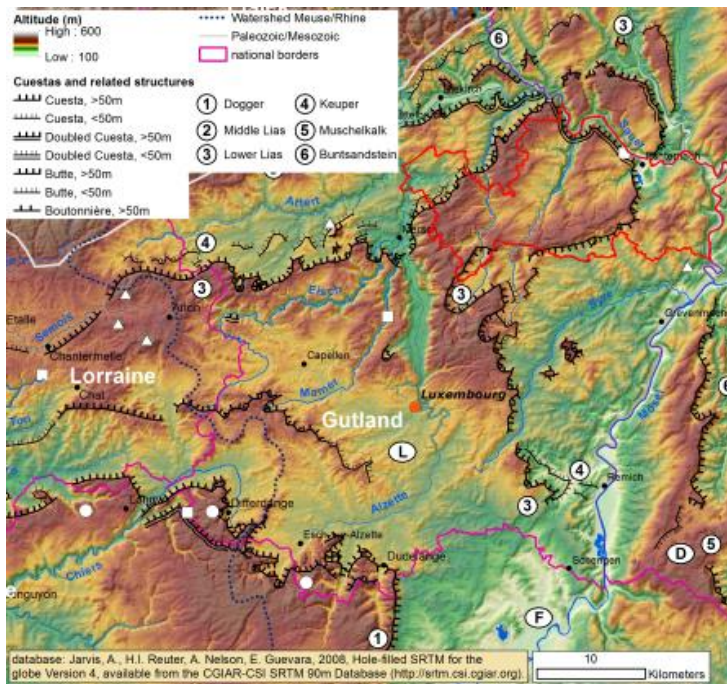
In der Mergellandschaft, in der der "weiche" Mergel den Untergrund bildet, fließt Regenwasser auf dem tonhaltigen Mergel schnell ab und transportiert die feinen Partikel ab. Es bilden sich zahlreiche kleine Tälchen, die der Landschaft ihr typisches Aussehen geben. Da der Mergel aber mal mehr, mal weniger Ton enthält, manchmal auch ein wenig sandig oder steinig sein kann, ist die Landschaft nicht einheitlich geformt.



*Die Schichtstufe des Luxemburger Sandsteins bei Echternach*



*Die Schwarze Ernz hat sich tief in Schichten aus Luxemburger Sandstein und Mergel eingeschnitten und dabei das Plateau von Beaufort und das Plateau von Berdorf voneinander getrennt. Der obere Hangabschnitt im Sandstein ist steil und bewaldet, der untere Hangabschnitt im Mergel ist weniger steil und landwirtschaftlich genutzt.*



*Die Schichtstufen des Luxemburger Gutlandes und seiner benachbarten Gebiete (nach Kausch & Maquil 2018). Rote Linie: Grenze des Natur- & UNESCO Global Geoparks. Das Luxemburger Gutland ist durch den Wechsel steiler Stufen und flachweiliger Landschaften gekennzeichnet. Es setzt sich im Nordwesten im Bitburger Gutland und im Südosten in der Schichtstufenlandschaft des „Pariser Beckens“ mit dem Lothringischen Schichtstufenland fort.*

Wenn an den Talhängen der Übergang von einer wasserdurchlässigen („harten“) Sandstein- oder Dolomitschicht zu den darunter liegenden („weichen“) Mergeln angeschnitten wird, tritt das Grundwasser an Quellen aus. Häufig kann man das beobachten, wenn ein Tal Wasser führt, das weiter oberhalb noch trocken war. In diesen Übergangsbereichen können sich auch besondere Formen bilden. Da der instabile Mergel durch das Grundwasser aufgeweicht wird, wird er plastisch und glitschig (das kennt man vom Töpfeln) und bricht. Am Talhang beginnen die auf dem Mergel stehenden Sandstein- oder Dolomit-Türme durch die Schwerkraft talwärts zu rutschen und zu kippen. Je nachdem, in welche Richtung sie kippen, bilden sich verschiedene Formen: Kippt die Oberkante eines Felsturmes von der Felswand weg oder rutscht ein Block parallel zu seiner ursprünglichen Lage, bilden sich nach oben offene Felsdurchlässe. Rutscht jedoch zuerst der Fuß des Felsturmes nach unten, bilden sich dreieckige Höhlen. Wenn die Felsblöcke ganz umfallen, bleiben vor den Felswänden große Felsbrocken liegen. Die bis ins Tal gefallenen oder gerutschten Massen werden zum Teil durch die Flüsse aufgenommen und abtransportiert. Ein Teil bleibt als Hangschutt vor den Felswänden liegen.

Ist der Mergel unter dem Dolomit oder Sandstein angeschnitten, verbreitern sich die Täler schneller als wenn das Tal nur in „hartem“ Gestein ausgebildet ist, weil die Felsblöcke auf und mit den aufgeweichten Mergeln zu Tal rutschen. Ein Großteil des Materials wird heute durch die Flüsse bis in die Nordsee transportiert.





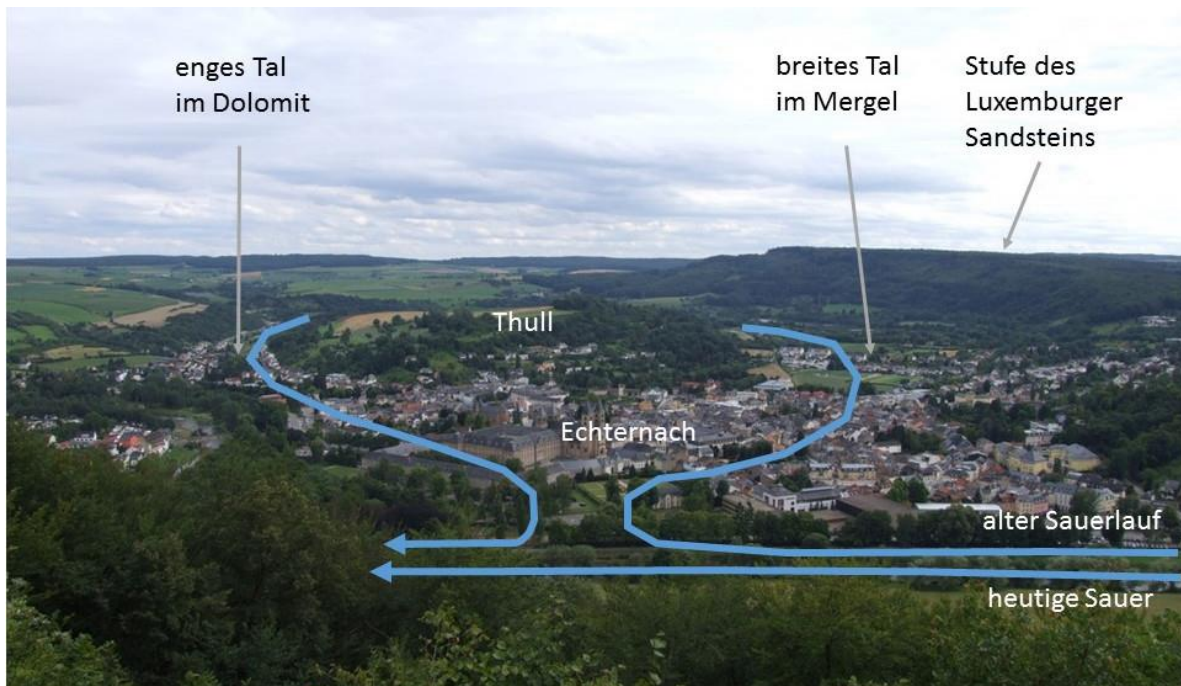
*Kippen von Felsen (Dolomit auf Mergel, Geosite Alkummer bei Rosport)*



*Gleiten von Felsen (Luxemburger Sandstein auf Mergel, Räiberhiel bei Berdorf, Geotop Wanterbaach-Siweschlëff)*

Eine besondere Form der Entwicklung der Täler kann man bei Echternach beobachten. Hier wird der Hügel Thoull von einem großen Tal umschlossen, das heute von sehr kleinen Bächen durchflossen wird. Das Tal wurde nicht von diesen Bächen geschaffen, es ist eine ehemalige Sauer Schleife. Früher floss also die Sauer um den Thoull herum. Dabei hat sie in den "weichen" Mergeln im Westen ein sehr breites Tal geschaffen, im "harten" Dolomit im Osten aber ein enges Tal. Am Ende der letzten Eiszeit haben Erosionsprozesse (ein Mäander-Durchbruch) dazu geführt, dass die Sauer nicht mehr um den Thoull herum fließt, sondern an ihm vorbei.





*Der heutige Sauerlauf und der alte Sauerlauf bis zum Ende der letzten Eiszeit. Bis zu dieser Zeit floss die Sauer um den Hügel Thoull (hier: Thull) herum.*

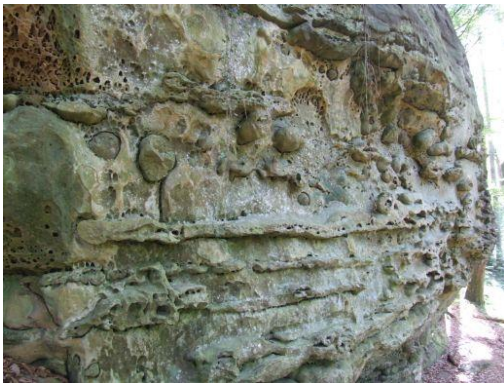
Insbesondere im Luxemburger Sandstein findet man beeindruckende Verwitterungsformen und -strukturen unterschiedlicher Größe. Die Wabenverwitterung fällt besonders auf. Durch das teilweise Herauslösen und Wiederkristallisieren des kalkigen Bindemittels durch Wasser wird ein Teil des Gesteins wieder zu Sand. Der lose Sand kann dann wegrieseln, während harte, kalkhaltige Bereiche stehen bleiben. So entstehen die bizarren, wabenförmigen Strukturen. An anderer Stelle kann man beobachten, dass die kalkhaltigeren Schichten des Sandsteins weniger schnell zerfallen als die weniger kalkhaltigen Schichten. Die kalkhaltigeren Schichten erheben sich als Leisten zwischen den weniger kalkhaltigen Schichten. Sie sind stärker geklüftet und haben so oft das Aussehen von Zahnreihen. Durch das Auflösen des kalkigen Bindemittels entstehen und erweitern sich auch kleine Hohlräume, Risse und Klüfte, bis der Stein vollständig verwittert ist.

Am äußersten nordwestlichen Rand des Sandsteinvorkommens im Natur- & UNESCO Global Geopark ist der „Champignon“ erhalten. Die unterschiedliche Erosionswiderständigkeit des Sockels und des Hutes geben dem Felsen die Form eines Pilzes.

Beispiele für Verwitterungsformen unterschiedlicher Größe im Luxemburger Sandstein im Natur- & UNESCO Global Geopark:



*Wabenverwitterung*



*kalkhaltigere Schichten wurden durch die Verwitterung herauspräpariert*



*der Champignon, ein Erosionsrest des Luxemburger Sandsteins*

Eine typische Kleinform der Region sind Mardellen. Mardellen sind um kleine abflusslose Senken, die häufig mit Wasser gefüllt sind. Sie entstehen, wenn Gips- oder Dolomitlinsen, die sich im Mergel befinden, im Untergrund aufgelöst werden. In der Folge sinkt die darüber liegende Bodenoberfläche ab und die Senke füllt sich zumindest zeitweilig mit Regenwasser.

Über die Jahrzehnte verlanden die Mardellen wieder, da von den Seiten Feststoffe eingetragen werden. Da die dauerhafte Feuchtigkeit auch den Erhalt von in die Mardelle gefallen Pollen begünstigt, sind die Mardellen wertvolle Archive der Vegetations-, Klima- und Landnutzungsgeschichte.



*Eine Mardelle im Hierberbësch.*

Birgit Kausch, 2020