

INTERNATIONALER GEOLOGISCHER LEHRPFAD

Nittel, Machtum, Wellen

Ort + Wappen

Tafel Standort

- 1. Im Naturschutzgebiet „Nitteler Fels“
- 2. Moselknick bei Machtum
- 3. Die Mosel (Furten, Fähren, Kanalisierung)
- 4. Der Bergbruch bei Nittel in den Jahren 1964/65
- 5. Muschelkalk

- 6. Kiese auf dem Berge
- 7. Die geologische Entwicklung der Region
- 8. Der Grabenbruch bei Machtum und ein ehemaliger Wasserfall
- 9. Das Mammut

- 10. Die Rutschung an der Deisermühle 1964/65
- 11. Der Grabenbruch bei Machtum und ein ehemaliger Wasserfall
- 12. Kalköfen
- 13. Dolomitsteinbruch „An den Kallekkaulen“
- 14. Die geologische Entwicklung der Region
- 15. Gipsherkunft - Die Barrentheorie nach Ochsenius

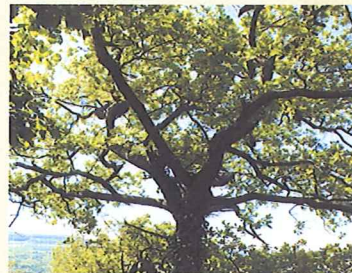
Böden und Pflanzen im Naturschutzgebiet „Nitteler Fels“

Auf den schmalen Felsbändern entlang des Felsenpfades haben zahlreiche seltene Pflanzen eine Heimat gefunden. Die Böden zeichnen sich aufgrund des Dolomits durch einen hohen Nährstoffgehalt aus. Aufgrund der oft nur dünnen Bodendecke trocknen sie jedoch schnell aus.

Das Wimpfern-Perlgras und zahlreiche Farne fühlen sich an den dort extrem trockenen und heißen Standorten sichtlich wohl. Im südlichen Bereich des Weges zieht sich ein schmaler Streifen Kalkmagerrasen, der mehrere Orchideenarten enthält.

Eine sehr alte und stolze Eiche hat ihren Platz auf der Felswand gefunden. Wie alt mag sie wohl sein?

Die Natur besteht aus einem Kommen und Gehen und damit einer ständigen Erneuerung.



Besonders auffällig ist die stattliche Bocksriemenzunge (A), die hier in manchen Jahren in großer Zahl gedeiht.

Die Hummelragwurz (B) ist hier ebenfalls weit verbreitet.

Es lohnt sich nicht, einen Strauß mit nach Hause zu nehmen, denn sie entwickeln dann einen penetranten und unangenehmen Geruch.

Deshalb: Die herrlichen Pflanzen betrachten, bewundern, vielleicht fotografieren und sich einfach an der wunderbaren Natur erfreuen.

Alle Orchideen stehen natürlich unter Naturschutz und dürfen weder gepflückt noch ausgegraben werden.

In the conservation area

Nitteler Fels

On the narrow rock stripes along the rock-trail a variety of rare plants have found their natural habitat. On account of the dolomite the soil is rich in nutrients. Due to the thin soil layer however it tends to dry out quickly. The hairy melic and numerous ferns like the extremely dry and warm sites. In the southern part of the trail a narrow band of calcareous grassland extends that contains several species of orchids.

A very old and proud Oak tree found his place on top of the cliff.

How old do you think it is?

All nature exists here in a permanent state of rejuvenation, as a result of the many natural changes in the local environment.

Especially conspicuous is the imposing lizard orchid (A), that has flourished in greater numbers over the recent years.

The late spider-orchid (B) is also widespread in this region.

All orchids are under conservation and it is illegal to pick them up or dig them

out. It is also worth noting that they produce a penetrating and particularly unpleasant smell. For these reasons, you are encouraged to appreciate these marvellous plants by admiring them in the natural environment in which they so readily flourish.

If you want to keep a memory of these magnificent plants, a photograph will last longer and smell much nicer in your house!

Dans la réserve naturelle

Nitteler Fels

Sur les minces bandes rocheuses ans la falaise qui longe le chemin dans la falaise, de nombreuses plantes rares ont trouvé un refuge. Grâce à la dolomie, le sol est riche en nutriments, mais vu sa faible épaisseur, il se dessèche assez vite.

La Mélisque ciliée et de nombreuses fougères se sentent visiblement à l'aise dans ces situations extrêmement sèches et chaudes. Sur la partie sud du chemin se trouve une bande étroite de pelouse calcaire, qui contient plusieurs

espèces d'orchidées.

Un chêne très vieux et fier a trouvé sa place sur la falaise. Quel peut bien être son âge?

La nature constitue un va-et-vient permanent et se renouvelle donc en permanence.

L'Orchis bouc (A), présent en grand nombre durant certaines années, se fait bien remarquer par sa taille.

L'Ophrys bourdon (B) est également très répandu.

Toutes les orchidées sont évidemment protégées et il est interdit de les cueillir ou déterrer. En ramener un bouquet à la maison ne vaudrait d'ailleurs pas à la peine, car elles développent une odeur pénétrante et désagréable.

Donc observez et admirez ces belles plantes, prenez éventuellement des photos et réjouissez-vous simplement de la nature.

Wenn Sie von hier aus die Mosel abwärts blicken, können Sie erkennen, dass der Fluss einen Haken schlägt. Grund hierfür ist der Schmalgraben von Mondorf, ein tektonischer Grabenbruch, der sich von Grevenmacher bis nach Mondorf erstreckt.

Armand Hary, ein ehemaliger Mathematik- lehrer aus Grevenmacher, hat sich in seiner Freizeit viel mit Geologie befasst und zum Moselknick folgendes geschrieben:

„...Die Einmündung zwischen Machtum und Niederdonven ist demnach bedingt durch eine abgesunkene Bruchscholle, durch den sogenannten tektonischen Graben. [...] Am deutlichsten wird jedoch die Lage, wenn man vom oberen Weinbergsweg auf deutschem Ufer aus gegen Machtum schaut. Sehr deutlich sieht man die Steilwände des „Hangebiert“ und die etwas weniger steile Böschung des „Kalebiert“. Dazwischen liegt

die Einmündung des „Donvener Keupergrabens“.



(1) Die Bruchlinien des Schmalgrabens von Mondorf

The bend of the Mosel in the „Mondorfer Schmalgraben“

When you look downstream the Mosel, you can see that the river bends twice. The reason is the „Schmalgraben von Mondorf“, a tectonic graben, that goes from Grevenmacher to Mondorf.

Armand Hary, a former teacher of mathematics in Grevenmacher, was very interested in geology and he wrote the following about the bending of the mosel: „...The hollow between Machtum and Niederdonven is therefore caused by a subsided fragment of the earth crust, the so called tectonic graben ... This can be easily seen if you are looking at Machtum from the top of the vineyards on the German side. Very clearly you can see the steep slopes of the „Hangebiert“

and the not so steep embankment of the „Kalebiert“. In between them lies the hollow of the „Donvener Keupergraben“. On the German side this graben continues and causes the majestic bend of the Mosel at Machtum. Normally the dolomite rocks on the German side lie in the upper level of the valley, as seen at Nittel and at „Rheinbüsch“ near Wellen. But sometimes faults can move the hard rock masses down into the valley. This happens on the opposite of Machtum, at the entrance to the railway tunnel. This hard rock layer, in the lower part of the valley, blocked the Mosel on its hundred of thousands of years journey and forced it to take a detour. The hard rocks are also responsible for the valley to narrow...“

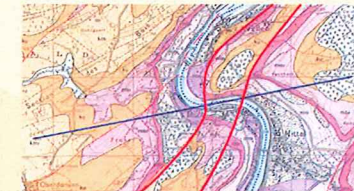
In the photo the faults of the graben are shown as red lines, they can also be seen on the geological map.

(1) The faults of the „Schmalgraben von Mondorf“.

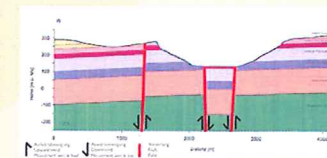
(2) Extract of the geological map (© Service géologique du Luxembourg) The blue line shown in the geological map corresponds to the profile cut, where the graben can be easily recognized.

(3) Profile cut through the „Mondorfer Schmalgraben“.

Am deutschen Ufer setzt sich diese Grabenkonstruktor fort und bedingt so die majestätische Moselkrümmung bei Machtum. Normalerweise liegen die Dolomitfelsen auf deutschem Ufer in der Höhe des oberen Talhangs, so bei Nittel und auf „Reinbüsch“ bei Wellen. Verwerfungen bringen diese harten Felsmassen jedoch manchmal ins Tal herunter. Dies geschieht gegenüber Machtum, am Tunnelausgang der Eisenbahn. Diese harte Felspartie im unteren Teil des Tales stellte sich der Mosel in den Weg bei ihrer hunderttausende von Jahren dauernden Wanderung und zwang sie zu einem Umweg. Die harten Gesteine bewirken ebenfalls das viel engere Tal...“. Auf dem Foto links erkennen Sie die Bruchlinien des Grabenbruchs als rote Linien, so wie sie auch in der geologischen Karte dargestellt sind.



(2) Ausschnitt aus der geologischen Karte von Luxemburg, Blatt Nr. 11 Grevenmacher (© Service géologique du Luxembourg). Die auf der geologischen Karte blau dargestellte Linie entspricht dem unten abgebildeten Profilschnitt, auf dem man den Grabenbruch deutlich erkennen kann.



(3) Schnitt durch den Mondorfer Schmalgraben bei Machtum

Le méandre double de la Moselle et le „Fossé de Mondorf“

En tournant le regard sur la Moselle du côté aval, vous voyez qu'elle fait un double méandre. La raison en est la présence d'un fossé tectonique, allant de Grevenmacher à Mondorf, appelé „Fossé de Mondorf“.

Armand Hary, un ancien professeur de mathématiques de Grevenmacher et très intéressé par la géologie, a écrit au sujet de ces méandres de la Moselle : „... La dépression entre Machtum et Niederdonven est donc causée par un fragment abaissé de la croûte terrestre, un „fossé tectonique“. Cette situation peut être appréciée en observant la région de Machtum depuis le haut des vignobles du côté allemand. On peut y voir très clairement les pentes raides du

„Hangebiert“ et le versant, moins raide, du „Kalebiert“. Entre les deux se trouve la dépression du „Fossé tectonique keupérien de Donven“.

Ce fossé continue du côté allemand et est à l'origine du méandre majestueux de la Moselle à Machtum. Normalement, les dolomies se trouvent dans la partie supérieure du versant, comme on peut le voir à Nittel ou au „Rheinbüsch“ près de Wellen. Mais par endroits, des failles peuvent les déplacer vers la partie basse du versant, comme c'est le cas en face de Machtum, à l'entrée du tunnel ferroviaire. Cette barre rocheuse dans le fond de vallée a bloqué le chemin à la Moselle sur son parcours de centaines de milliers d'années et l'a forcée de faire un détour. Les roches dures sont également responsables du rétrécissement de la

vallée...“
Sur la photo, les failles limitant le fossé tectonique sont marquées par des lignes rouges. Elles se voient également sur la carte géologique.

(1) Les failles limitant le „Fossé de Mondorf“.

(2) Extrait de la carte géologique (© Service géologique du Luxembourg) Le trait bleu sur la carte géologique correspond au tracé de la coupe, sur laquelle le fossé peut facilement être identifié.

(3) Coupe géologique à travers le „Fossé de Mondorf“.

Die Mosel (Furten, Fähren, Kanalisierung)

Die Mosel formte und prägte über viele Jahrtausende hinweg maßgeblich das Bild der Landschaft. Dieses wurde auch durch die besonderen geologischen Verhältnisse in der Region beeinflusst. Die Menschen lebten an und mit der Mosel, wobei die Überquerung des Flusses immer ein Problem darstellte.

Daher wurden vor der Einmündung des Gipfelbaches und am „Block“, südlich der heutigen Kläranlage, **Furten** in den Fluss eingebracht. Durch das Flussbett wurde eine Erhöhung, wie ein Weg, aufgeschüttet und mehr oder weniger befestigt. Der Kamm der Furt lag unter der Wasseroberfläche. Über diesen Streifen konnten dann auch Fuhrwerke die Mosel durchqueren. Die Furten hatten den Nachteil, dass sie bei Niedrigwasser von den Schiffen nicht passiert und bei Hochwasser von den Fuhrwerken und Personen nicht genutzt werden konnten. Später wurde ein **Fährverkehr** zwischen Nittel und Machtum eingerichtet. Zwischen den beiden Anlegestellen (Pontenköpfen)

pendelte eine Fähre, die „**Pont**“, und brachte Menschen und Fuhrwerke über die Mosel. Die Pont wurde von der Gemeinde Nittel betrieben und einen Nitteler Bürger, den „Ponteler“ verpachtet. Zur Pont gehörte später auch ein kleines Boot, der „Nachen“, mit dem Personen übergesetzt werden konnten. Der Betrieb der „Pont“ wurde um das Jahr 1910 eingestellt. Danach konnte die Mosel noch bis in die 30er Jahre mit dem „**Nachen**“ überquert werden.



(1) Eine Postkarte aus dem Jahre 1905 zeigt die Mosel und die beiden Pontenköpfe

Zur Mosel gehören auch **Hochwasser** und Zeiten des **Niedrigwassers**. Das höchste in Nittel registrierte Hochwasser ereignete sich in der Silvesternacht 1947/48. Der Pegel der Mosel lag damals höher als die Bahngleise. Nach der Kanalisierung der Mosel 1964 wurde Nittel bis zum Jahre 1983 von Hochwasser verschont. Aber im Frühjahr 1983 wurde das Unterdorf von Nittel gleich zweimal vom Hochwasser heimgesucht. Am 12.04.1983 wurde am Pegel Perl der Höchststand mit 8,51 m und am 28.05.1983 mit 8,33 m gemessen, der Normalpegel liegt etwa bei 2,50 m.

Im Gegensatz zu den Hochwasserphasen konnte die Mosel bei Niedrigwasser oftmals problemlos zu Fuß durchquert werden. In sehr kalten Wintern kam auch vor, dass sich nach langen Frostperioden auf der Mosel eine dicke Eisschicht bildete, die ebenfalls eine Überquerung ermöglichte.



(2) Hochwasser im Jahr 1983

Das Erscheinungsbild der Mosel wurde mit deren **Kanalisierung** in den Jahren 1956 - 1964 grundlegend verändert. Die Einweihung der **Mosel als Schifffahrtsstraße** erfolgte am 26.05.1964. Der Pegel der Mosel wurde durch die Schiffbarmachung bei Nittel um 4,45 m angehoben. Durch verschiedene gleichzeitig durchgeführte Baumaßnahmen und die geologischen Bedingungen kam es zum Jahresende 1964 zeitgleich zu dramatischen **Berggrutschen bei Nittel und Machtum** (siehe Tafeln 4 und 10).

The Mosel (Fords, Ferries, Canalisation)
The Mosel considerably formed and shaped the picture of the landscape over many thousands of years and special geological conditions have also affected the region. People have always lived near to the Mosel but crossing the river was always a problem. Therefore, before the inlet of the „Gipfelbach“ and at „Block“ (South), fords were brought into the river, an elevation, was built into the riverbed and secured. The top of the ford was under the water. Over those fords vehicles could then cross the Mosel. The fords presented a disadvantage though, because boats could not pass when the water levels were low and they could not be used by vehicles or people during floods. Later a ferry shuttle service between Nittel and Machtum was arranged. Between the two ports („Pontenköpfen“)

a ferry (the „Pont“) carried people and vehicles over the Mosel. The „Pont“ was managed by the community of Nittel and leased to a citizen of Nittel, the „Ponteler“. Later a little boat, the „Nachen“, also belonged to the „Pont“ and it was used to ferry over people. In the year 1910 the operation of the „Pont“ was stopped. After this time the Mosel could still be crossed by the „Nachen“ until the thirties. The highest flood registered in Nittel occurred on New Year's Eve 1947/48. The level of the Mosel at that time rose above the railway tracks. After draining the Mosel in 1964 Nittel did not suffer another flood until 1983. In the spring of 1983 the lower village of Nittel was afflicted twice by the flood. On the 12th April of that year Perl had the highest level with 8,51m and until 28th May it's level was 8,33m, the usual level was approximately 2,50m. Except for high water periods the Mosel could often be

crossed at low water level, without problems by foot. In very cold winters, after long cold and frosty periods, a thin sheet of ice formed, that also made crossing possible. This situation changed fundamentally by the canalisation of this river between 1956 and 1964. In 26th May 1964, the Mosel was opened as a shipping route. The level of the Mosel near Nittel was then raised about 4,45 m. At the same time several construction works for a new road and a new railway near the river were made. These activities and the existing geological conditions led to the dramatic mountain slides near Nittel and Machtum in December 1964 (see boards 4 and 10).

(1) A postcard from the year 1905 shows the Mosel and the two „Pontenköpfe“.

(2) Flood in the year 1983.

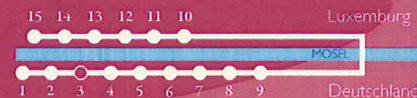
La Moselle (gués, bacs, canalisation)
Pendant des milliers d'années, c'est la Moselle qui a grandement formé et façonné l'aspect du paysage. Ce dernier a également été influencé par les caractéristiques géologiques particulières de la région. Les gens vivaient au bord de la Moselle et avec elle, mais le passage de la rivière a toujours posé un problème. Par conséquent, des gués furent aménagés en amont de l'embarcadere du ruisseau „Gipfelbach“ et au lieu dit „Block“, au sud de la station d'épuration actuelle. A travers le lit du fleuve on parvenait à surélever un peu ou moins stabilisé, tel un chemin. La crue du gué ainsi formé était en dessous de la surface de l'eau. Les chariots pouvaient franchir pour franchir la Moselle. Les gués prévenaient le double inconvénient de ne pas permettre le passage des bateaux à eau basse et d'être inutilisables par les chariots quand il y avait des crues. Plus tard, un service de bac, entre Nittel et Machtum fut

mis en place. Un bac, appelé „le Pont“, faisait des aller-retour entre les deux embarcadères et permettait ainsi le passage de personnes et de véhicules. Le bac fut opéré par la commune de Nittel et donné en location à un citoyen de Nittel qui en surnomma le „Ponteler“. Plus tard, parallèlement au bac, une petite barque (Nachen) servait également au transport des personnes. L'exploitation de „le Pont“ fut arrêtée en 1910 tandis que la barque continua son service jusqu'à dans les années trente. Les crues et les fortes inondations d'eau font aussi partie de la Moselle. A Nittel, la crue la plus élevée a été enregistrée à la Saint-Sylvestre 1947/48. Le niveau dépassa même celui des rails de chemin de fer. Après la canalisation de la Moselle, Nittel ne subit plus aucune inondation jusqu'en 1983. Au printemps 1983, la partie basse de Nittel fut à subir des crues deux fois de suite. Le 12.04.1983 le niveau de la Moselle atteignit 8,51 m, le 28.05.1983 il monta jusqu'à 8,33 m, le niveau normal se situant vers les 2,50 m.

Par contre, à plusieurs reprises lors des périodes d'étiage, on pouvait aisément traverser la Moselle à pied. Pendant des hivers très froids il arrivait aussi qu'une épaisse couche de glace se forma sur la Moselle, ce qui facilita la traversée également. Finalement, l'aspect de la Moselle fut profondément modifié à cause de sa canalisation pendant les années 1956-64. L'inauguration du canal de la Moselle eut lieu le 26.05.1964. A cause de la canalisation, le niveau de la Moselle fut par être relevé d'environ 4,45 m. En 1964, divers chantages simultanés ainsi que les conditions géologiques ont provoqué des glissements de terrain dramatiques au voisinage de Nittel et de Machtum (parmesus 4 et 10).

(1) Cette carte postale de 1905 montre la Moselle et les deux têtes de pont.

(2) La crue de 1983.



Der Bergrutsch bei Nittel in den Jahren 1964/65

Die 60er Jahre brachten große Veränderungen und enorme Erdbe-
wegungen im Moseltal mit sich. Die Mosel wurde kanalisiert und die
Bundesstraße wurde neu gebaut. Dies führte beiderseits der Mosel zu
Rutschungen.

Im Jahre 1964 zeigten sich leichte
Verformungen des Geländes an der Bahn-
strecke und in den Weinbergen unterhalb
der Felswand. Zum Jahresende hin verstärk-
ten sich diese Verformungen, der Berg
bewegte sich in Richtung Mosel. Die **Rut-
schungen** verstärkten sich in den ersten
Januartagen und nahmen dramatische
Ausmaße an. Es wurde befürchtet, dass der
Berg in den Flusslauf abrutschen könnte.
Dieses hätte eine Aufstauung der Mosel und
damit verheerende Überschwemmungen
für Nittel und Machtum bedeuten können.
Die Bahnstrecke und die Bundesstraße
mussten komplett gesperrt werden.



Innerhalb von zwei Tagen rutschte der Hang
um 1,20 m zur Mosel hin. In dem Wein-
bergsgelände zeigten sich immer tiefere Risse
und Absenkungen.

Katastrophenpläne für eine Evakuierung des
Unterdorfes von Nittel wurden aufgestellt.
Schließlich kam am 14. Januar 1965 die
erlösende Nachricht. Die Bewegungen im
Hang waren zum Stillstand gekommen.

Untersuchungen des Geologischen Landes-
amtes zeigten, dass die Standfestigkeit des
Berges bei der **Kanalisierung der Mosel** und
dem **Bau der Bundesstraße** durch massive
Erdbewegungen extrem beeinflusst wurde.
Massive **Erdabgrabungen am Fuße des
Berges** und der gleichzeitige **Aufstau des
Pegels der Mosel** um 4,45 m machten das
Gelände instabil. Durch die Baumaßnahmen
wurde der natürliche Wasserabfluss unter-
brochen, so dass sich das Wasser unter der
Erdoberfläche aufstauen und den Boden
aufweichen konnte. Das Geologische
Landesamt stellte später fest, dass mehrere
negative Faktoren in Verbindung mit der spe-



ziellen Geologie des Geländes dazu geführt
haben, dass der Hang ins Rutschen geriet.
Eine vergleichbare Rutschung entstand zeit-
gleich bei der Deisermühle zwischen Mach-
tum und Grevenmacher (Tafel 10).

The mountain-slide at Nittel in 1964/65

The 60s brought big changes and huge
earth movements to the Moselle valley.
The Moselle was canalized and the new
road was built. This led to landslides on
both sides of the Moselle.

In 1964, there was a slight deformation
of the ground on the railway line and in
the vineyards below the cliff.

At year-end down these deformations
were reinforced, the mountain was
moving towards the Moselle. The
landslides increased during the first
few days of January 1964 and took on
dramatic proportions. It was feared that
the mountain could slide into the river;

so that the river could be dammed up,
resulting in disastrous floods in Nittel
and Machtum. The railway line and the
highway had to be completely closed.
Within two days the slope slid 1.20
m down to the Moselle. The vineyard
area displayed even deeper cracks and
subsidence.

Contingency plans for an evacuation of
the lower town of Nittel were set up.
Finally on 14 January 1965 the redeeming
message arrived. The movements in the
slope had come to a standstill.

Investigations of the Geological Survey
showed that the stability of the
mountain was extremely influenced by
the canalization of the Moselle and the

construction of the highway that resulted
in huge movements of earth and soil. The
massive digging away of earth at the foot
of the mountain and the simultaneous
impoundment of the Moselle's level up
to 4.45 m made the ground unstable.
Because of the construction work,
the natural drainage flow lines were
interrupted, so that the water impounded
the earth's surface and soaked the ground.
The Geological Survey later stated, that
several negative factors associated with
the specific geology of the site resulted
in the slope's sliding. At the same time a
similar landslide occurred in Luxembourg
at the Deisermühle between Machtum
and Grevenmacher (board 10).

Le glissement de terrain près de Nittel en 1964/65

Les années 1960 ont apporté des
changements majeurs et énormes
mouvements de terrain dans la vallée de
la Moselle. La Moselle a été canalisée et
la route fédérale a été remise à neuf. Cela
a conduit aux glissements de terrain les
deux côtés de la Moselle.

En 1964, de légères déformations de
terrain se sont manifestées au niveau
de la ligne ferroviaire ainsi que dans
les vignobles en-dessous des falaises.
En fin d'année, ces déformations se
renforcèrent, la montagne se mit en
mouvement en direction de la Moselle.
Début janvier, les mouvements de
terrain s'amplifièrent encore et prirent
des proportions dramatiques. On avait

peur que la montagne ne glisse dans le
lit de la rivière. Cela aurait provoqué
des inondations désastreuses à Nittel et
Machtum. La ligne ferroviaire et la route
ont dues être barrées complètement.
Endéans deux jours la montagne glissa
de 1,20 m vers la Moselle. Dans la zone
viticole se manifestèrent des fissures
et des effondrements de plus en plus
profonds.

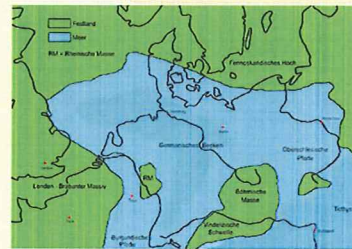
Des plans d'urgence pour l'évacuation
de la partie basse de Nittel ont été
établis. Enfin, le 14 janvier 1965, on
pouvait respirer. La montagne s'était enfin
immobilisée.

Des études de l'Office Géologique
de Rhénanie-Palatinat ont montré
que la stabilité de la montagne a été
extrêmement influencée, lors de la

canalisation de la Moselle et de la
construction de la route, par des
mouvements de terrain massifs. Des
déblaiements massifs au pied de la
montagne et la montée simultanée du
niveau de la Moselle de quelque 4,45 m
ont rendu le terrain instable. Ces travaux
ont fini par interrompre l'écoulement
naturel des eaux, de sorte que l'eau
souterraine s'est accumulée et pu
détréper le sol. L'Office Géologique
a ultérieurement établi que plusieurs
facteurs négatifs en combinaison avec
la géologie particulière du terrain ont
conduit au glissement de la montagne.
Un glissement semblable s'est manifesté
simultanément à la Deisermühle entre
Machtum et Grevenmacher (panneau
10).

Zur Zeit des Muschelkalks, vor 235 – 243 Mio. Jahren, war dieses Gebiet hier von einem flachen, tropischen Meer überflutet und gehörte zum Randbereich des Germanischen Beckens.

Im **Unteren Muschelkalk** drang das Meer dabei von Südosten über die Oberschlesische Pforte in dieses Becken ein. Während des **Mittleren Muschelkalks** wurde diese Verbindung zeitweise unterbrochen und es kam zur **Übersalzung und Eindampfung des Meeres**. Dabei bildeten sich Evaporite (Salz, Gips und Anhydrit). Da die Gesteine des Mittleren Muschelkalkes relativ weich und verwitterungsanfällig sind, bilden sie im Moseltal in der Regel relativ flache Talhänge, die oft von Hangschutt überdeckt sind. Zwischen Nittel und Rehlingen sowie am Nordportal des Nitteler Tunnels in Wellen gibt es **salzhaltige Quellen**, da das Grundwasser die Evaporite aus diesen Schichten und den Schichten des Buntsandsteins wieder auslaugt.



(1) Paläogeographische Karte des Oberen Muschelkalks (Karte nach: Walter, R. (1995): Geologie von Mitteleuropa. - Stuttgart.)

„Ich sah selber ois Meer, was fester und trockener Boden vormals war; ich sah aus Wogen gewordene Länder. Fern ab lagen vom Meer in der See einheimische Muscheln“
Ovid, 43 v. Chr – 18 n. Chr.

Muschelkalk
235-243 million years ago, during the "Muschelkalk", this region was covered by a shallow tropical sea that belonged to the rim of the Germanic Basin. In the Lower Muschelkalk the sea expanded from the southeast over the Upper Silesian gate into this basin. During the Middle Muschelkalk, this connection was temporarily interrupted which resulted in salinization and evaporation of the sea. This created evaporites (salt, gypsum and anhydrite). Since the rocks of the Middle Muschelkalk are relatively soft and susceptible to weathering, they usually form flat slopes in the Mosel valley which are often covered by slope debris. Between Nittel and Rehlingen and also at the northern

entrance of the railway tunnel at Wellen are saline springs because the groundwater is leaching the evaporites from these layers and the layers of the Buntsandstein again. In the Upper Muschelkalk the sea advanced again in the Germanic Basin, but this time not from the southeast but from the southwest through the Burgundy gate. You can see the deposits left by the sea on the escarpment above Nittel and between Machtum and Grevenmacher. Since they are made of very hard dolomite benches, they built very steep rock walls in the Moselle valley. The block you're seeing here on the left is a "Trochitendolomit" from the Upper Muschelkalk. The small discs, that the block contains, have given

them this name. Trochites are the stem limbs of the sea lily *Encrinurus liliiformis*. This is not a plant though but an animal. *Encrinurus liliiformis* is in the category of the echinoderms (Echinodermata) and is related to sea urchins and the starfish. This animal needed a solid base on which it could anchor his stem, and normal salinity of the water. In the Middle Muschelkalk you don't find this fossil because the salinity there was too high at that time. The living conditions at the time of the Upper Muschelkalk, however, must have been so favorable that these animals created whole grass fields on the ocean floor.

(1) Palaeogeographic map of the Muschelkalk-period.

Im **Oberen Muschelkalk** drang das Meer dann erneut in das Germanische Becken vor; diesmal allerdings von Südwesten, durch die Burgundische Pforte. Die Ablagerungen, die dieses Meer hinterließ, sehen Sie an der Felswand oberhalb von Nittel und zwischen Machtum und Grevenmacher. Da es sich um sehr harte **Dolomitbänke** handelt, bilden sie im Moseltal steile Felswände.



Encrinurus liliiformis

Der **Gesteinsblock, den Sie hier sehen, ist ein Trochitendolomit aus dem Oberen Muschelkalk**. Die kleinen Scheiben, die der Block enthält, haben ihm diese Namen gegeben. Trochiten sind die **Stielglieder der Seellilie *Encrinurus liliiformis***. Dabei handelt es sich aber nicht um eine Pflanze, sondern um ein Tier. *Encrinurus liliiformis* gehört zu den Stachelhäutern (Echinodermen) und ist mit den Seeigeln und Seesternen verwandt. Dieses Tier benötigte einen festen Untergrund, auf dem es seinen Stiel verankern konnte, und einen normalen Salzgehalt des Meerwassers. Im Mittleren Muschelkalk findet man dieses Fossil wegen des damals zu hohen Salzgehaltes deshalb nicht. Die Lebensbedingungen zur Zeit des Oberen Muschelkalks müssen jedoch so günstig gewesen sein, dass diese Tiere ganze Rasen auf dem Meeresboden bildeten.

Le Muschelkalk
A l'époque du Muschelkalk, il y a 235-243 millions d'années, notre région était inondée par une mer marginale peu profonde et faisait partie de la périphérie du Bassin Germanique. Pendant le Muschelkalk inférieur, la mer pénétra ce bassin, à partir du Sud-Est via la «Porte de Haute-Silésie». Plus tard, dans le Muschelkalk moyen, cette liaison fut interrompue par moments. Il en résulta une forte salinisation et évaporation de la mer. Ainsi se formaient des évaporites (sel, gypse et anhydrite). Comme les roches du Muschelkalk moyen sont relativement tendres et facilement érodées, elles forment dans la vallée de la Moselle normalement des pentes relativement peu escarpées et souvent couvertes par des éboulis. Entre Nittel

et Rehlingen ainsi qu'au portail Nord du tunnel de Nittel, il existent des sources salées, émergences naturelles d'eaux souterraines ayant parcouru et dissout ces évaporites ainsi que les couches du Buntsandstein sous-jacent. Pendant le Muschelkalk supérieur, la mer pénétra de nouveau dans le Bassin Germanique, mais cette fois à partir du sud-ouest via la "Porte Bourguignonne". Les dépôts laissés par cette mer peuvent être vus sur la falaise au-dessus de Nittel ainsi qu'entre Machtum et Grevenmacher. Comme il s'agit de bancs durs de dolomie, ils forment des parois rocheuses escarpées dans la vallée de la Moselle. Le bloc que vous voyez ici sur votre gauche est une dolomie à entroques originaire du Muschelkalk supérieur. Les petites rondelles visibles sur le

block lui ont donné ce nom. Les entroques sont les segments de la tige du Cronoïde *Encrinurus liliiformis*. Il ne s'agit pourtant pas d'une plante, mais d'un animal. *Encrinurus liliiformis* appartient aux échinodermes et est apparenté aux oursins et étoiles de mer. Cet animal a besoin d'un fond solide pour fixer sa tige ainsi que d'une salinité normale de l'eau de mer. On ne retrouve pas ce fossile au Muschelkalk moyen, à cause de la salinité trop élevée du moment. Au Muschelkalk supérieur, les conditions de vie doivent cependant avoir été tellement favorables que cet animal formait des pelouses entières au fond de la mer.
(1) Carte paléogéographique du Muschelkalk.

Schauen Sie sich in der Umgebung der Tafel einmal die Oberfläche der Felder an. Sie sehen eine Vielzahl von gerundeten Kieseln, wie man sie gewöhnlich in einem Flussbett erwartet.

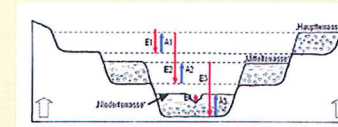
Auch unten im Moseltal in Machtum, Nittel und Wellen sowie südöstlich von hier, oberhalb der Nitteler Felswand, sind solche Kiesvorkommen zu beobachten. Die Vorkommen sind auf den klimatischen **Wechsel von längeren Kaltzeiten und kürzeren Warmzeiten** in den letzten etwa 2 Mio. Jahren sowie die gleichzeitige Hebung der Landschaft (um etwa 150 m) zurückzuführen. Während der **Kaltzeiten** bildete sich im Untergrund Dauerfrostboden. Die Hänge waren nur spärlich mit Vegetation bewachsen. Die Gesteine an den Hängen wurden durch **Frostspaltung** zerkleinert. Das so entstandene Lockermaterial wurde insbesondere in den Sommermonaten durch **Bodenfließen** in die Flusstäler transportiert, wenn der obere Meter

des Dauerfrostbodens auftaute. Dabei fiel im Tal so viel Material an, dass die Mosel es wohl mit dem sommerlichen Schmelzwasser transportieren und dabei rundschieben, nicht jedoch vollständig ausräumen konnte. Das Material blieb in den Tälern liegen und akkumulierte zu mehrere Meter hohen kiesig-sandigen Ablagerungen. Diese bildeten Kies- und Sandbänke, um die der Fluss in viele Einzelarme aufgespalten herumfloss, er „verwilderte“.

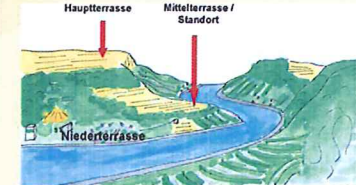
Während der **Warmzeiten** dominierten chemische Verwitterungsprozesse. Das Material der Hänge war durch Vegetation vor Abtragung geschützt, das Abflussverhalten der Flüsse war wie heute relativ ausgeglichen. Während des **Übergangs zwischen**

den **Warm- und Kaltzeiten** fiel durch die Abnahme der wasserspeichernden Vegetation bzw. während des Übergangs zwischen den Kalt- und Warmzeiten durch den auftauenden Dauerfrostboden in kurzer Zeit sehr viel Wasser an, dessen Energie in Tiefenerosion umgesetzt werden konnte. Die Mosel schnitt sich zunächst in ihre eigenen Ablagerungen, dann in die älteren geologischen Schichten ein. Da die **Tiefenerosion** nicht das gesamte ehemalige Flussbett abtragen konnte, blieben am Hang Reste der ehemaligen Talböden in Form von Kie-

sen und Sanden als **Flussterrassen** zurück. Im Gelände gut zu erkennen sind die Reste der letzten 3 großen Kaltzeiten, denen Terrassenbildungen zugewiesen werden. Diese werden oberhalb der Nitteler Felswand als „Hauptterrasse“ (Elster-Kaltzeit: 400.000 – 320.000 Jahre vor heute), hier am Standort als „Mittelterrasse“ (Saale-Kaltzeit: 300.000 – 127.000 Jahre vor heute) und unten im Tal als „Niederterrasse“ (Weichsel-Kaltzeit: 115.000 – 11.700 Jahre vor heute) bezeichnet.



(1) Das Prinzip der Terrassenbildung (E: Erosion, A: Akkumulation)



(2) Das Moseltal heute

🇬🇧 Pebbles on the mountain

If you look at the fields surrounding this board you can see a lot of pebbles just like they are usually found in a riverbed today. Such river pebbles also occur down in the Moselle at Machtum, Nittel and Wellen as well as southeast from here, on the escarpment above Nittel. During the interglacial periods, chemical weathering processes dominated and the material of these slopes was protected by vegetation against erosion, the drainage of the rivers was relatively balanced like it is today. In the transition period between the warm and cold times the water-saturated vegetation decreased and the permafrost soil thawed. The result was that a lot of water occurred in short time and its energy contributed to depth erosion. First the Mosel cut itself into its own deposits, then into the older geological layers. Since the depth erosion could not remove the entire former riverbed, remnants of the

former valley grounds stayed as gravel and sand deposits, also above the level of the actual river basin. In the area the reminders of the last three ice ages can be easily recognized, and a terrace formation can be assigned to each period. At the top the escarpment above Nittel the formation is called "Main terrace". Before cold period 400,000 – 320,000 year before today, here at this location the formation is called the "Middle terrace" (Saale cold period 300,000 - 127,000 years before today) and down in the valley it is the "Lower terrace" (Weichsel cold period: 115,000 - 11,700 years before today).

water was only able to transport and rounding-off the material with the summer meltwater, however the river was not able to remove it completely. The material that remained in the valleys accumulated to gravel and sand deposits of several meters height. These gravel and sand banks forced the river to split up in several arms flowing around them, the river "runs wild". During the interglacial periods, chemical weathering processes dominated and the material of these slopes was protected by vegetation against erosion, the drainage of the rivers was relatively balanced like it is today. In the transition period between the warm and cold times the water-saturated vegetation decreased and the permafrost soil thawed. The result was that a lot of water occurred in short time and its energy contributed to depth erosion. First the Mosel cut itself into its own deposits, then into the older geological layers. Since the depth erosion could not remove the entire former riverbed, remnants of the

- (1) The principle of the terrace formation.
- (2) The Moseltal today

🇩🇪 Gravier sur la montagne

Dans le voisinage immédiat de ce panneau, examinez un peu le sol des champs. Vous y verrez une multitude de graviers arrondis comme ceux auxquels on pourrait s'attendre à trouver dans un lit de rivière habituel. On peut observer de tels graviers de gravier également dans la partie basse de la vallée de la Moselle à Machtum, à Nittel et à Wellen ainsi qu'au-dessus des parois rocheuses de Nittel. Ce sont les changements climatiques (alternance de périodes froides longues et de périodes chaudes plus courtes des dernières 2 millions d'années, ainsi que le soulèvement du paysage de quelque 150 m qui ont conduit au dépôt de ces graviers. Au cours des périodes glaciaires, il s'est formé du pergélisol dans le sous-sol. Les pentes furent couvertes par une végétation peu abondante. Les roches de ces pentes furent fragmentées par gel-dégel. Le matériau rocheux ainsi formé fut transporté par ruissellement vers le fond de la vallée, surtout en été quand la couche du pergélisol proche de la surface fondait. Dans la vallée, ces matériaux

se sont tellement accumulés que la Moselle était à même, à l'aide des eaux de fonte, de les transporter et de les pointer, mais pas de les évacuer complètement. Les matériaux accumulés finirent par former des dépôts de graviers/sables épais de plusieurs mètres. Ceux-ci formèrent finalement des bancs de graviers et de sables, que le fleuve, divisé en de nombreux bras, était obligé de contourner. On dit que la rivière "retourne à l'état sauvage". Pendant les périodes chaudes, dominées par des processus de décomposition chimique, les matériaux des pentes étaient protégés contre l'érosion par la végétation et l'isolement des rivières était relativement équilibré comme aujourd'hui. Au cours de la transition périodes chaudes-périodes froides, la diminution de la végétation réduisit ce d'eau libéra en très peu de temps de grandes quantités d'eau dont l'énergie put servir au creusement de la vallée. Pendant la transition périodes froides-périodes chaudes le dégel du pergélisol eut le même effet. La Moselle s'entalla ainsi d'abord dans ses propres sédiments avant de s'attaquer aux couches géologiques plus anciennes.

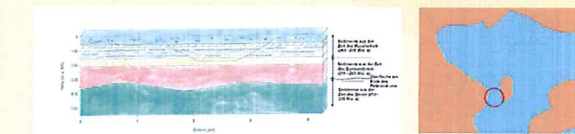
Etant donné que l'érosion en profondeur ne pouvait pas évacuer le lit du fleuve dans son entièreté, des restes des anciens sols de la vallée, sous la forme graviers/sables, subsistaient dans les pentes, même au-dessus du niveau actuel des prairies, sous forme de terrasses fluviales. Sur le terrain, on peut facilement reconnaître les restes des 3 dernières périodes glaciaires. Le charriage des graviers on attribue une certaine forme de terrasse. Au-dessus de la falaise de Nittel on les appelle "terrasse principale" (glaciation elstérienne il y a 320 000 - 100 000 années), ici au niveau de votre position actuelle, on les désigne par "terrasse moyenne" (glaciation saalienne" il y a 300 000 - 127 000 années) et en bas de la vallée en parle de la "terrasse basse" (glaciation weichsélienne" il y a 115 000 - 11 700 années).

- (1) Le principe de la formation des terrasses.
- (2) La vallée de la Moselle aujourd'hui.

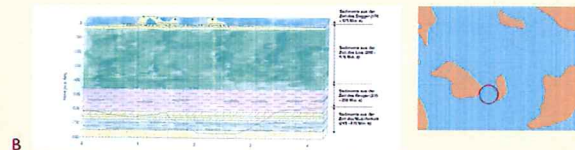
Die geologische Entwicklung der Region

Das Aussehen der heutigen Landschaft ist von der geologischen Geschichte und den formenbildenden Prozessen abhängig.

Trias



Jura

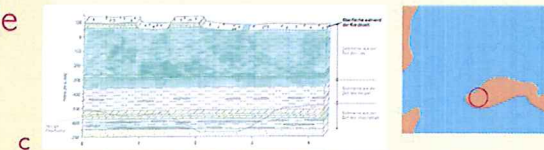


In der **Trias** und im **Jura** war die Region von **Meeren bedeckt**, in denen unterschiedliche Gesteine abgelagert wurden: Sandsteine, Mergel (tw. mit Gipseinlagerungen) sowie Dolomite (A, B). Seit dem **Ende des Jura** wird die Region gehoben. Seither befinden sich die Gesteinsmassen über dem Meeresspiegel und werden durch **Verwitterungs- und Erosionsprozesse** zerkleinert und abgetragen (C-E). Im Tertiär war die Abtragung so weit fortgeschritten, dass

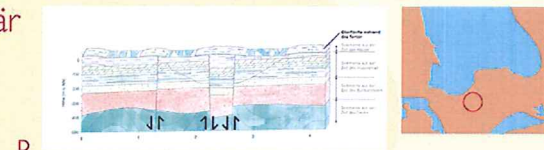
die Landschaft wieder nur wenig über dem Meeresspiegel lag (D).

Durch erneute Hebungsprozesse und das **Einschneiden der Mosel** wurden seit dem mittleren Tertiär die Gesteine freigelegt, die die heutige Landschaft prägen (E). Gleichzeitig wurden entlang tieferreichender Risse im Untergrund Gesteinspakete gegeneinander verschoben, so dass heute gleichalte Schichten in unterschiedlicher Höhenla-

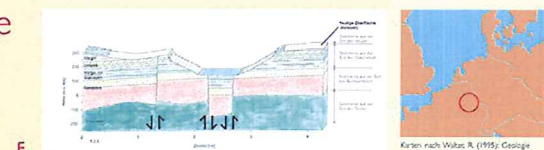
Kreide



Tertiär



Heute



(1) Geologische Zeittafel

E	Quartär	Bahn, Verwitterungsmantel, Alluvium
D	Ende Tertiär	
C	Middle Tertiär	Gebirgsbildung
B	Jura	
A	Trias	Kulturn
	Prem	
	Karbon	Gebirgsbildung
	Stein	
	Silur	Mercur, Ekt., Osting
	Ordovizium	Gebirgsbildung
	Kambrium	
	Neoproterozoikum	

The geological development of the region

The appearance of the landscape today results from the geological history and the forming processes. In the triassic and the jurassic period the region was covered by sea, in which different rocks were deposited: sandstones, marls (partly with gypsum occurrences) as well as dolomites (A,B). Since the end of Jura the region's level rose. Since this time the rock layers that were ex-

posed above the sea level were being destroyed and leveled by the weathering and erosion processes (C-E). In the Tertiary period the erosion had progressed so far that the land was again only a little above sea level (D). With new elevation processes beginning in the middle tertiary period and the cutting of the Mosel, the rock layers were exposed that now shape today's landscape (E). At the same time deep underground fissures of the rock layers rubbed against each other, so that now layers of the same age can be seen at different levels. The dif-

ferent weathering resistance of each of the rock layers led to the crests of today. Dolomites and sandstones form escarpments because they are a harder rocks, but marls form flat and wavy slope sections because they are made of softer material. On the palaeogeographic maps the distribution of dry land and sea at different geological times is shown.

(1) The geological time board.

L'Evolution géologique de la région

L'aspect du paysage actuel résulte de son histoire géologique et des processus géomorphologiques. Pendant le Trias et le Jurassique, la région est couverte de mers, dans lesquelles diverses roches, telles que grès, marls (certains avec des gisements de gypse) et dolomites ont été déposés (A,B). Depuis la fin du Jurassique, la région s'élève au-dessus du niveau de la

mer. Depuis lors, des processus d'érosion et d'érosion entraînent l'élevation de masses rocheuses (C-E). Au Tertiaire, l'érosion avait de nouveau réduit le paysage à l'état d'une plaine (D). Depuis le Tertiaire moyen, des processus de soulèvement et le creusement de la Moselle ont exposé les roches qui façonnent le paysage actuel (E). En même temps, le long de profondes fractures, des compartiments de roche se sont décalés les uns par rapport aux autres, ce qui explique que des couches

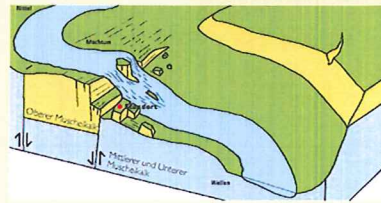
rocheuses de même âge peuvent se trouver aujourd'hui à des altitudes différentes. La présence de roches présentant diverses résistances à l'érosion a conduit à la formation du paysage d'escarpements (crista) d'aujourd'hui. Les cartes paléogéographiques montrent la distribution de terres et mers à différentes époques.

(1) L'échelle des temps géologiques.

Der Grabenbruch bei Machtum und ein ehemaliger Wasserfall

Die steile Felswand oberhalb von Nittel besteht aus hartem Dolomit, der im Oberen Muschelkalk vor etwa 238 Millionen Jahren entstanden ist.

Diese Wand endet aber abrupt auf der linken Seite und ist plötzlich verschwunden. Sie setzt sich dafür weiter unten an der Mosel fort. Sehr schön erkennt man dies, wenn man unten in Machtum an der Mosel steht. Der Grund hierfür ist ein **Grabenbruch**, bei dem sich die Gesteinsschichten innerhalb des Grabens um etwa 90 bis 100 m abgesenkt haben. Der Auslöser dieser Bewegung ist die Auffaltung der Alpen, die vor etwa 65 Millionen Jahren begann und heute noch anhält. Dies hatte auch Auswirkungen auf die weitere Entwicklung des Moseltales in diesem Bereich.



(1) Der Wasserfall bei Nittel während der Eem-Warmzeit.

↑ Ausläufer des Mittel- und Unterer Muschelkalks
↓ Ausläufer des Oberer Muschelkalks

The Graben at Machtum and an ancient cataract

The escarpment above Nittel consists of hard dolomite, a sediment that was deposited in the "Oberer Muschelkalk", approximately 238 million years ago. The escarpment however abruptly ends on the left side and seems to be missing. But it continues further down at the Mosel. You can see this very clearly when you are standing in Machtum looking over the Mosel. The reason for this topography is a graben, in which the rock formations lowered themselves about 90 to 100 m. The cause of this movement is the lifting of the Alps, which began approximately 65 million years ago and is still going on today. This also had effects on the further development of the Moselvalley in this region. During the Saale ice age approximately

300,000 to 127,000 years ago, the Mosel was flowing right below the escarpment above Nittel in the relatively soft layers of the "Mittlerer und Unterer Muschelkalk" (grey colour in the picture). This is proved by numerous pebbles, that can be found on the hilltop above you. When the Saale cold period ended, the Eem interglacial period began, which took about 12,000 years and in this time the Mosel cut deeper into the bedrock than its current level. In the graben the river rubbed against the hard "Oberer Muschelkalk", that crosses the valley like a bar. Behind and in front of this bar the bedrock is marl from the "Mittlerer Muschelkalk", a comparatively soft rock that was eroded very easily and quickly by the Mosel. In the range of the graben however, at the same level, the bedrock consists of the hard dolomite rock of the "Oberer Muschelkalk"

which is substantially more resistant. Consequently this forces the Mosel to narrow its valley here. The Mosel overcame this bar by retreating erosion, which means that the river currently broke off blocks at the bar until the hard dolomite of the "Oberer Muschelkalk" in the graben was completely broken through. It is very likely that during the Eem interglacial period rapids or a cataract existed here in this area. (see the picture).

(1) The cataract near Nittel during the Eem interglacial period.

La Faille près de Machtum et une ancienne chute d'eau.

La parois rocheuse escarpée au-dessus de Nittel se compose d'une dolomie dure et a apparue dans le Muschelkalk supérieur il y a environ 238 millions d'années. Cette paroi se termine brusquement sur le côté gauche et disparaît tout à coup. Elle continue cependant plus loin près de la Moselle. On observe ceci très bien si on se trouve en bas à Machtum au bord de la Moselle. La raison en est une faille, où les couches rocheuses se sont décalées de 90 à 100 m. Ce mouvement a été déclenché par l'orogénèse des Alpes qui a débuté il y a environ 65 millions d'années et qui persiste encore aujourd'hui. Cela a eu des répercussions sur le développement ultérieur de la vallée de la Moselle dans notre région. Lors de l'avant-dernière glaciation (glaciation "saalienne") il y a entre

300.000 et 127.000 années, la Moselle coulait encore tout juste en-dessous de la falaise de Nittel, dans les couches relativement molles du Muschelkalk moyen et inférieur (en gris dans la figure). Cette hypothèse est étayée par les nombreux graviers de rivière qu'on peut trouver sur la colline au-dessus de vous.

A la fin de la glaciation saalienne, a commencé la période interglaciaire éémienne, qui a duré environ 12.000 ans et au bout de laquelle la Moselle s'était même enfouie au-dessous de son niveau actuel. Pendant cette opération, au voisinage du fossé, elle a fini par entrer de nouveau en contact avec le Muschelkalk supérieur dur qui traverse la vallée comme un verrou. A l'avant et à l'arrière de ce verrou se trouve la marne, roche provenant de l'époque du Muschelkalk moyen, relativement molle et rapidement évacuée par la Moselle.

Mais à même altitude, la zone du fossé se compose de roches dolomitiques dures et présente donc une résistance bien plus importante. Il s'ensuit que la vallée de la Moselle se rétrécit fortement en cet endroit.

La Moselle a surmonté ce verrou transversal moyennant une érosion régressive, c.à.d. que la Moselle a constamment libéré des blocs au verrou, jusqu'à ce que le Muschelkalk supérieur dur était complètement transpercé, dans la zone de la cassure. Il est très probable que, pendant la période interglaciaire éémienne, des rapides ou une chute d'eau aient existé dans cette zone (voir figure).

(1) La chute à Nittel pendant l'interglaciaire éémien.

Das Mammut ist das Tier, welches am stärksten die Eiszeit charakterisiert. Es lebte in der ausgehenden vorletzten und während der gesamten letzten Kaltzeit in Mitteleuropa.

Sein Lebensraum, eine tundrenartige Steppe, konnte mit seiner artenreichen Pflanzenwelt aus niedrigen Bäumen, Sträuchern und Kräutern große Tierherden ernähren. Ein Mammut konnte 50 – 70 Jahre alt werden, erreichte eine Schulterhöhe von bis zu 3,50 m und ein Gewicht von bis zu 5 Tonnen.

Das Mammut und die heutigen Elefanten hatten gemeinsame Vorfahren.

Nach der letzten großen Eiszeit in Mitteleuropa, vor etwa 15.000 Jahren, erwärmte sich das Klima zunehmend. Die Tiere, die an die ausgedehnte Tundrensteppe und kaltes Klima gewöhnt waren, verloren ihren Lebensraum und fanden keine geeigneten Rückzugsgebiete. Vor etwa 10.000 Jahren

starb das Mammut, zusammen mit zahlreichen weiteren Groß- und Kleinsäugetieren, in Mitteleuropa aus.



(1) Mammut mit jungem
© Mammut-Museum Niederweningen, Schweiz

The Mammoth

The mammoth is the animal that mostly characterizes the Ice Age. It lived during the last two ice ages in Central Europe. Its habitat: a tundra-like steppe, with its great variety of low trees, shrubs and herbs supplied large herds of animals. A mammoth could reach an age of 50-70 years, a shoulder height of up to 3.50 metres and a weight of up to five tons. The mammoth and the modern elephant have common ancestors. After the last great ice age in Central Europe around 15,000 years ago, the climate was warming up increasingly. The animals that were used to the vast steppe tundra and cold air lost their habitat and did not find any suitable refuges. About 10,000 years ago the mammoth became extinct along with numerous other large and small mammals in central Europe.

Today numerous fossils can be found that prove the mammoth also lived in our region. During the construction of the railway tunnel between Nittel and Wullen on June the 15th in 1875, a well preserved mammoth skull (see photo) and seven mammoth tusks were found here in the gravel terrace of the Moselle. During the reconstruction of the tunnel in 2009, two other mammoth tusks were found in the same gravel terrace. Carbon dating of one of the tusks, carried out by the University of Erlangen in 2010, prove an age of approximately 42,000 years (BC). The skull that was found in 1875 is expected to have the same age as it was found in the same gravel terrace. At this time probably only Neanderthal man lived in Central Europe. The Neanderthal man found at Düsseldorf has the same age and it is assumed that the Neanderthal man

hunted mammoths. About 40,000 years ago modern man immigrated into Central Europe from Africa and Asia Minor and displaced the Neanderthal man. In 1875 other bones of other large mammals (woolly rhinos, megaceros, wild horses, aurochs, reindeers and big cats) were also found in this gravel terrace.

- (1) Mammoth with young animal.
- (2) The skull, found 1875.
- (3) One of the tusks found 2009.

Zahlreiche Bodenfunde zeugen heute noch davon, dass das Mammut auch in unserer Heimat lebte. Beim Bau des Eisenbahntunnels zwischen Nittel und Wullen wurden am 15. Juni 1875 hier in dieser Schotterterrasse der Mosel ein sehr gut erhaltener Mammutschädel (siehe Foto) und sieben Mammutstoßzähne gefunden.

Beim Ausbau des Tunnels im Jahre 2009 kamen, aus der gleichen Schotterterrasse, zwei weitere Mammutstoßzähne ans Tageslicht. Eine Altersbestimmung nach der Radiokarbonmethode durch die Universität Erlangen ergab ein Alter von ca. 42.000 Jahren (BC). Der Schädel, der 1875 gefunden wurde, dürfte etwa das gleiche Alter haben, da er in der gleichen Schotterterrasse gefunden wurde. Zu dieser Zeit lebte in Mitteleuropa wahrscheinlich nur der Neanderthaler. Der bei Düsseldorf gefundene Neanderta-



(2) Der 1875 gefundene Mammutschädel



(3) Einer der 2009 gefundenen Mammutstoßzähne

Le Mammoth

Le mammoth était l'animal le plus typique de la période glaciaire. Il vivait en Europe Centrale, pendant la fin de l'avant-dernière ainsi que pendant la dernière glaciation. L'habitat des mammoths: une steppe du type toundra, à cause de son monde végétal riche en espèces, avec des arbres, des arbustes et des herbes, était bien capable de nourrir d'importants troupeaux d' animaux. Un mammoth pouvait atteindre un âge compris entre 50 et 70 ans, sa hauteur d'épaule mesurant jusque 3,50 m et son poids allant jusqu'à 5 tonnes. Le mammoth et les éléphants actuels ont des ancêtres communs. En Europe Centrale, après la dernière période glaciaire, il y a environ 15,000 ans, le climat se réchauffa de plus en plus. Les animaux habitués à la toundra et au climat froid perdirent leur habitat et ne trouvant plus de zones de retrait appropriées. Il y a quelque 10,000 ans, ensemble avec de nombreux mammifères de grande et petite taille,

le mammoth s'est éteint en Europe Centrale. De nombreuses découvertes archéologiques témoignent encore aujourd'hui de l'existence du mammoth dans notre région. Le 15 juin 1875, lors de la construction du tunnel ferroviaire entre Nittel et Wullen, on a trouvé ici, dans cette terrasse de gravier, un crâne de mammoth très bien conservé ainsi que sept défenses de mammoth (voir figure). En 2009, lors de la réfection du tunnel, et sur la même terrasse de gravier, deux défenses supplémentaires ont été découvertes. Une datation au radiocarbone de l'Université de Erlangen a fourni un âge d'environ 42,000 ans. Le crâne, qui fut découvert en 1875, devrait avoir la même âge, vu qu'il a été mis à jour sur la même endroit. A cette époque, l'Europe Centrale n'était probablement habitée que par les Néandertaliens. Le Néandertalien trouvé près de Düsseldorf a la même âge et on sait que les Néandertaliens pratiquaient la

chasse aux mammoths. L'homme moderne, à partir de l'Afrique et de l'Asie Mineure, a immigré en Europe Centrale seulement depuis 40,000 ans et a fini par remplacer les Néandertaliens. En 1875, ici dans cette terrasse, on a mis à jour également des restes d'ossements d'autres mammifères de grande taille, comme les minicéros laineux, les cerfs géants, les chevaux sauvages, les rennes et les félins prédateurs.

- (1) Mammoth avec jeune
- (2) Le crâne de mammoth trouvé en 1875.
- (3) Une des défenses de mammoth trouvées en 2009.

Die Rutschung an der Deisermühle 1964/65

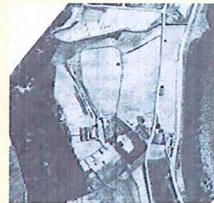
Ein Waldstück zwischen Weinbergen!? Zwischen Grevenmacher und Machtum liegt in Weinberge eingebettet das Waldstück der Deisermühle, mit seinen Quellen ein kleines Naherholungsgebiet.



Zustand 2012

Bis 1964 wurde das Gebiet wie die umgebenden Flächen weinbaulich genutzt. Im Winter 1964/1965 ereignete sich hier eine der größten rezenten Rutschungen Luxemburgs: der Hang rutschte auf einer Länge von 300 m und einer Breite von 280 m zu Tal. Es entstanden Risse und neue Geländestufen von bis zu 15 m Höhe. Das größte zusammenhängende Weingut

der luxemburgischen Mosel wurde dabei zerstört. Eine vergleichbare Rutschung fand fast zeitgleich auf der deutschen Seite bei Nittel statt (Tafel 4). Nach der Rutschung wurde das Gelände der Natur überlassen.



vor 1964



nach 1965

The landslide at Deisermühle 1964/65

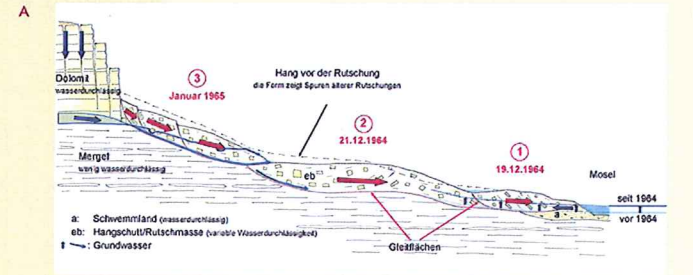
Between Grevenmacher and Machtum is a little wood, called Deisermühle, which is located in the middle of the vineyards and with its fontaines it is a small local recreation area.

Until 1964 the area was used like the surrounding areas as a vineyard. At the end of November 1964 until January 1965 one of the biggest landslides in Luxembourg took place here: the slope slid along a length of 300 meters and had a width of 280 metres down the valley. It created fissures and new ground levels of up to 15 meters in height. The largest vineyard in the Luxembourg Moselle region was destroyed. A similar landslide took place almost simultaneously on the German side near Nittel (Plate 4). After the landslide, the area was left to nature.

On November the 20th in 1964 the streets leading through the area and the houses standing there showed cracks. Shortly before christmas 1964 a large part of the slope slipped along with buildings and streets into the Moselle (1 and 2). In January 1965 several post-slides occurred that reached even up to the escarpment (3). The causes of the landslides were as a result of the natural conditions and human influence: the slope consists of clayey marl which are covered by slope dolines. At the base of the dolomites on the upper slope groundwater is

flowing out that especially moistens the area of contact between marl and slope debris, so that slide faces can develop. With the construction of the lock at Grevenmacher in 1964 the water level of the Moselle rose up about 4-4,5 meters. As a result, the water level rose in the slope debris which led to a lifting of the slope surface which was additional intensified by the entry of the surface water. During the widening of the national road, material was removed and as a result the slope base was further relieved.

(1) Geological cross-section through the slide area.



(1) Geologischer Schnitt durch das Rutschgebiet.

Am 20. November 1964 zeigten sich Risse auf den durch das Gelände führenden Straßen und an den Häusern. Kurz vor Weihnachten 1964 rutschte ein Großteil des Hanges mitsamt Gebäuden und Moselstraße in die Mosel (2). Im Januar 1965 fanden weitere Nachrutschungen statt, die bis hinauf an die Felswand reichten (3).

Ursachen für die Rutschung sind die natürlichen Gegebenheiten und der Einfluss des Menschen:

Der Hang besteht aus tonhaltigen Mergeln, die von Hangschutt bedeckt sind. An der Basis des Dolomits am Oberhang

tritt Grundwasser aus, das insbesondere den Kontaktbereich zwischen Mergel und Hangschutt aufweicht, so dass der Hangschutt über dem Mergel abrutschen kann.

Durch den Bau der Staustufe bei Grevenmacher 1964 wurde der **Wasserspiegel der Mosel** um 4,45 m angehoben. In der Folge stieg der Wasserstand im Hangschutt, was einen **Auftrieb des Hangfußes** bewirkte, der durch den Eintrag von Oberflächenwasser noch verstärkt wurde. Durch die **Verbreiterung der Nationalstraße** wurde zudem Material entfernt und damit der Hangfuß weiter entlastet.

L'Éboulement de la Deisermühle 1964/65

Une zone boisée au milieu des vignes! Entre Grevenmacher et Machtum se trouve le domaine boisé Deisermühle. Avec ses nombreuses sources, il sert de zone récréative de proximité. Avant 1964, le domaine faisait partie de la zone viticole, tout comme les terrains environnants. En février 1964/65 eut lieu ici l'un des plus importants éboulements récents du Luxembourg sur une longueur de 300 m et une largeur de 280 m le coteau glissa vers la vallée. Des fissures se produisirent ainsi que de nouveaux étages de terrain jusqu'à 15 m de hauteur. Le plus grand domaine viticole d'un seul tenant de la

Moselle luxembourgeoise a ainsi été détruit. Un glissement similaire a eu lieu presque simultanément du côté allemand à Nittel. Après le glissement, le terrain a été abandonné. Le 20 novembre, des fissures se manifestèrent dans les chaussées traversant le domaine, ainsi que dans les façades de maisons. Peu de temps avant Noël 1964, une grosse partie du versant, bâtiments et route longeant la Moselle inclus, glissèrent dans la rivière (1 et 2). En janvier 1965, eurent lieu des éboulements supplémentaires qui allèrent jusqu'à la paroi rocheuse (3). Les origines du glissement sont la configuration géologique naturelle des lieux d'une part et l'influence de l'homme d'autre part. La pente est composée de marnes recouvertes par des

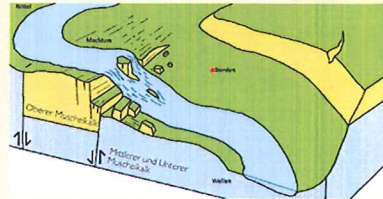
éboulis. A la base de la couche de dolomite située au-dessus, il y a des écoulements d'eau qui débrentent partiellement les éboulis et les marnes, de sorte qu'il peut y avoir formation de surfaces de glissement. La construction de l'écluse de Grevenmacher/Wüllen en 1964 a donné lieu à une hausse du niveau de la Moselle de quelque 4,45 m et par conséquent à une élévation du niveau d'eau dans les éboulis de pente. Ceci a provoqué, en bas de la pente, une poussée vers l'aval, qui, en plus était amplifiée par l'introduction d'eau de surface. L'élargissement de la route nationale nécessita l'évacuation de matériaux, ce qui causa un délestage supplémentaire de la partie basse de la pente.

(1) Coupe géologique dans la zone de glissement.

Der Grabenbruch bei Machtum und ein ehemaliger Wasserfall

Wenn Sie von hier aus über die Mosel blicken, sehen Sie die steile Felswand oberhalb von Nittel. Sie besteht aus hartem Dolomit und ist im Oberen Muschelkalk vor etwa 238 Millionen Jahren entstanden.

Diese Wand endet aber abrupt auf der linken Seite und ist plötzlich verschwunden. Sie setzt sich dafür weiter unten an der Mosel fort. Sehr schön erkennt man dies, wenn man unten in Machtum an der Mosel steht. Der Grund hierfür ist ein **Grabenbruch**, bei dem sich die Gesteinsschichten innerhalb des Grabens um etwa 90 bis 100 m abgesenkt haben. Der Auslöser dieser Bewegung ist die Auffaltung der Alpen, die vor etwa 65 Millionen Jahren begann und heute noch anhält. Dies hatte auch Auswirkungen



(1) Der Wasserfall bei Nittel während der Eem-Warmzeit.

auf die weitere Entwicklung des Moseltales in diesem Bereich.

■ The Graben at Machtum and an ancient cataract

If you look at the Mosel from this side, you can see the escarpment above Nittel. It consists of hard dolomite, a sediment that was deposited in the "Oberer Muschelkalk" approximately 238 million years ago.

The escarpment however abruptly ends on the left side and seems to be missing. But it continues further down at the Mosel. You can see this very clearly when you are standing in Machtum looking over the Mosel. The reason for this topography is a graben, in which the rock formations lowered themselves about 90 to 100 m. The cause of this movement is the lifting of the Alps, which began approximately 65 million years ago and is still going on today. This also had effects on the further development of

the Mosel valley in this region.

During the Saale ice age approximately 300,000 to 127,000 years ago, the Mosel was flowing right below the escarpment above Nittel in the relatively soft layers of the "Mittlerer und Unterer Muschelkalk" (grey colour in the picture). This is proved by numerous pebbles, that can be found on the hilltop you can see on the other side of the Mosel valley.

When the Saale cold period ended, the Eem interglacial period began, which took about 12,000 years and in this time the Mosel cut deeper into the bedrock than its current level. In the graben the river rubbed against the hard "Oberer Muschelkalk", that crosses the valley like a bar. Behind and in front of this bar the bedrock is marl from the "Mittlerer Muschelkalk", a comparatively soft rock

that was eroded very easily and quickly by the Mosel. In the range of the graben however, at the same level, the bedrock consists of the hard dolomite rock of the "Oberer Muschelkalk" which is substantially more resistant. Consequently this forces the Mosel to narrow its valley here.

The Mosel overwhelmed this bar by re-creating erosion, which means that the river currently broke off blocks at the bar until the hard dolomite of the "Oberer Muschelkalk" in the graben was completely broken through. It is very likely that during the Eem interglacial period rapids or a cataract existed here in this area. (see the picture).

(1) The cataract near Nittel during the Eem interglacial period.

In der vorletzten Eiszeit (Saale-Eiszeit) vor etwa 300.000 bis 127.000 Jahren floss die Mosel noch knapp unterhalb der Nitteler Felswand in den relativ weichen Schichten des Mittleren und Unteren Muschelkalkes (im Blockbild grau dargestellt). Dies belegen zahlreiche Flussgerölle, die man auf der von Ihnen aus zu sehenden Kuppe gegenüber auf der anderen Moselseite finden kann. Als die Saale-Eiszeit beendet war, begann die Eem-Warmzeit, die etwa 12.000 Jahre dauerte und nach der sich die Mosel sogar bis unter ihr heutiges Niveau in das Gebirge eingrub. Dabei stieß sie im Bereich des Grabenbruchs wieder auf den harten Oberen Muschelkalk, der wie ein Riegel das Tal durchquert. Vor und hinter diesem Riegel ist der Mergel, das Gestein aus der Zeit des Mittele-

ren Muschelkalks, relativ weich und wurde von der Mosel sehr schnell ausgeräumt. Der Bereich des Grabenbruchs besteht aber in gleicher Höhe aus hartem Dolomitgestein und ist wesentlich widerstandsfähiger. Das hat zur Folge, dass sich das Moseltal an dieser Stelle stark verengt.

Überwunden hat die Mosel diesen quer liegenden Riegel durch **rückschreitende Erosion**, d. h. dass die Mosel an der Kante des Riegels immer wieder Blöcke gelöst hat, bis der harte Obere Muschelkalk im Grabenbereich vollständig durchbrochen war. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sich **während der Eem-Warmzeit Stromschnellen oder ein Wasserfall** in diesem Bereich befunden haben, wie im Blockbild dargestellt.

■ La Faille près de Machtum et une ancienne chute d'eau.

Si d'ici vous portez votre regard vers l'autre rive de la Moselle, vous verrez la paroi rocheuse escarpée au-dessus de Nittel. Elle se compose d'une dolomie dure et a apparu dans le Muschelkalk supérieur il y a environ 238 millions d'années. Cette paroi se termine brusquement sur le côté gauche et disparaît tout à coup. Elle continue cependant plus loin près de la Moselle. On observe ceci très bien si on se trouve en bas à Machtum au bord de la Moselle. La raison en est une faille, où les couches rocheuses se sont décalées de 90 à 100 m. Ce mouvement a été déclenché par l'orogénèse des Alpes qui a débuté il y a environ 65 millions d'années et qui persiste encore aujourd'hui. Cela a eu des répercussions sur le développement ultérieur de la vallée de la Moselle dans notre région.

Lors de l'avant-dernière glaciation (glaciation "saalienne") il y a entre 300.000 et 127.000 années, la Moselle coulait encore tout juste en-dessous de la faille de Nittel, dans les couches relativement molles du Muschelkalk moyen et inférieur (en gris dans la figure). Cette hypothèse est étayée par les nombreux graviers de rivière qu'on peut trouver sur la colline en face, de l'autre côté de la Moselle.

À la fin de la glaciation saalienne, a commencé la période interglaciaire éémienne, qui a duré environ 12.000 ans et au bout de laquelle la Moselle s'était même enfoncée au-dessous de son niveau actuel. Pendant cette opération, au voisinage du fossé, elle a fini par entrer de nouveau en contact avec le Muschelkalk supérieur dur qui traverse la vallée comme un verrou. À l'avant et à l'arrière de ce verrou se trouve la marne, roche provenant de l'époque du

Muschelkalk moyen, relativement molle et rapidement évacuée par la Moselle. Mais à même altitude, la zone du fossé se compose de roches dolomitiques dures et présente donc une résistance bien plus importante. Il s'ensuit que la vallée de la Moselle se rétrécit fortement en cet endroit.

La Moselle a surmonté ce verrou transversal moyennant une érosion régressive, c.à.d. que la Moselle a constamment libéré des blocs au verrou, jusqu'à ce que le Muschelkalk supérieur dur était complètement transpercé, dans la zone de la cassure. Il est très probable que, pendant la période interglaciaire éémienne, des rapides ou une chute d'eau aient existé dans cette zone (voir figure).

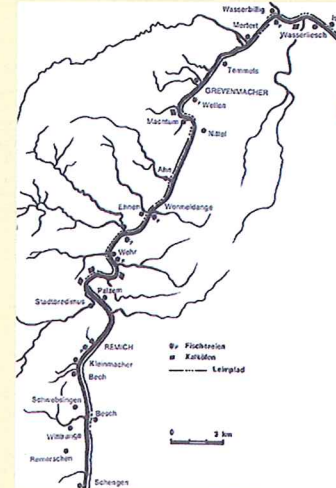
(1) La chute à Nittel pendant l'interglaciaire éémien.

Sie stehen hier vor einer Kalkbrennofen-Anlage, welche um 1850 von Jean Pleimling dem Älteren und seiner Frau Eva Eischen erbaut wurde.

Der nur historisch überlieferte, älteste Ofen dieser Anlage war ein sog. „Brennert“ von gut 2,5 m Durchmesser und ca. 5 m Höhe. Damit sich die Hitze gleichmäßig im Raum verteilen konnte befand sich entlang der Innenwände ein kleiner Steinsockel. Er diente als Auflager für das zur Kuppel gestapelte Brandgut aus dem nahe gelegenen Dolomitbruch. Darüber wurde weiteres Material bis zur Decke des Ofens aufgeschichtet. Um die nötige Temperatur zu erhalten, wurde er während 3 Tagen alle zwei Stunden mit Holz resp. Kohle beschickt. Die später errichteten Öfen dieser Anlage, zu denen wohl auch der hier zu sehende Ofen gehört, waren sog. „Dämperten“, d.h. hier wurde Brenngut und Dolomitstein im Wechsel aufgeschichtet und der Brennvorgang nach dem Entzündet sich selbst überlassen. Allerdings war das Resultat von minderer Qualität.

Nach Abschluss des Brennvorgangs dauerte es noch einmal zwei Tage, bis sich die Temperatur so abgekühlt hatte, dass der sog. Brandkalk entnommen werden konnte. Brandkalk entsteht, wenn Dolomit oder Kalkstein bei Temperaturen zwischen 800 und 1200 °C Kohlendioxid entzogen wird. Der stark ätzende Brandkalk wird anschließend mit Wasser gelöscht, bevor er in den verschiedensten Bereichen Anwendung findet: so z.B. als Zusatz von Mörtel, Putz und Kalkfarben. Mit der Entwicklung der modernen Eisenindustrie im 19. Jh. wird Kalk aber auch zur Entschwefelung von Roheisen genutzt. Aus Rentabilitätsgründen wurde diese Ofenanlage, wie viele weitere entlang von Mosel und Sauer, zu Beginn des 20. Jahrhunderts aufgegeben. Dennoch erinnern manche Hausnamen heute noch an diese Zeit: in Machtum z.B. das Haus „A Kallek“,

früher Café Fischer; an die Kalkbrennerei der Familie Eischen. Der dazugehörige Steinbruch „An der Kallekkaulen“ befindet sich nur wenige Meter rechts von Ihnen (Tafel 13).



(2) historische Ansicht der Anlage, die aus praktischen und statischen Gründen in die Hanglage eingebaut worden ist (Foto Entente des Sociétés, Machtum, 1982, 158).



(3) Ansicht des Kalkbrennofens während der Grabung (Foto M. Pauke, CNRA).

(1) Karte mit den im späten 18. Jh. und 19. Jh. bestehenden Kalköfen entlang der Mosel (Marque, Paul, Moselschiffahrt Anno 1772, im Verkehrswege im Moselraum, Les publications Mosellanes 1968, S. 134).

The limekiln at the limestone quarry

You are standing in front of a limekiln-complex which has been built around 1850 by Jean Pleimling Senior and his wife Eva Eischen. The oldest limekiln of the complex, which is only conveyed historically, was a "Brennert" with a diameter of 2.5m (=8.2 ft) and a height of about 5m (=16.4 ft). Along the inner surface was a small stone pier which served as a support for the combustible piled to a dome. That way the heat could spread evenly in the cavity. After that, the material from the near dolomite stone quarry was stacked up to the top of the kiln. In order to attain and to keep the needed temperature, the kiln had to be fuelled with wood or coal every two hours for 3 days. The limekilns built later here, among which the one that

is visible in front of you, were "Dämperten", i.e. combustible and dolomite stone were alternately stacked. The combustion itself did not have to be supervised once fire set. However, the result was of a lower quality.

After the combustion, it took another two days until the temperature had cooled down so the quodlime could be removed. Quodlime is the result of the calcination of limestone between 800 and 1200 °C (= 1922 °F) liberating a molecule of carbon dioxide and has to be mixed with water before ready to use like additive in mortar, plaster or colours. Beside, lime is even used to desulphurise the pig-iron since the evolution of non-iron industry during the 19th century.

This limekiln-complex is abandoned -like many others

along the rivers of Mosel and Sauer in the 20th century because of inefficiency; nevertheless, some house names are still reminiscent of those times. The house "A Kallek" in Machtum, the previous Café Fischer for example reminds one of the limekilns of the Eischen family. The associated quarry is situated just a small distance to your right (board 13).

(1) Map depicting the limekilns on the Moselle in the late 18th and 19th century.

(2) Historical view of the complex which, for practical and static reasons, has been built on the hillside.

(3) View of the limekiln during the excavation.

Les fours à chaux près des carrières de chaux

Vous vous trouvez en face d'une installation des fours à chaux qui a été érigée par Jean Pleimling Senior et son épouse Eva Eischen vers 1850.

Le plus ancien de ces fours à chaux connu que par des sources écrites, était un « Brennert » d'un diamètre de 2,5 m et d'une hauteur d'environ 5 m. Le long des parois intérieures se trouvait un petit socle en pierre qui servait de support pour le combustible empilé sous forme de coupole pour que la chaleur se répartisse régulièrement dans la pièce. Les pierres dolomitiques provenant de la carrière avoisinante étaient ensuite empilées au-dessus jusqu'au bout du fourneau. Pour obtenir et garder la température, il fallait alimenter le fourneau pendant 3 jours tous les deux heures de bois ou de charbon. Les fours construits plus tard, dont font probablement

celui que vous voyez ici, étaient des « Dämperten », c'est-à-dire en fait, alternés des couches de combustible et des pierres dolomitiques. Une fois mis en feu, il ne fallait plus surveiller le processus. Or le résultat était de qualité inférieure.

Le processus de combustion terminé, il fallait encore attendre deux jours jusqu'à ce que la température fût assez basse pour pouvoir retirer la chaux vive. La chaux vive (oxyde de calcium) est le produit direct de la calcination du calcaire entre 800 et 1200 °C et un fort dégagement de dioxyde de carbone. La chaux vive est très acide et doit être délayée (éteindre) avec de l'eau avant l'emploi. On l'utilise souvent en tant qu'ajout au mortier ou à la peinture à la chaux, mais également pour désulfurer le fer brut depuis l'invention de l'industrie de fer au XIXe siècle.

Au début du XXe siècle, ces fours à chaux -comme

nombreux d'autres le long de la Moselle et de la Sauer - ont été abandonnés pour des raisons de rentabilité. Cependant, l'un ou l'autre nom de maison rappelle encore aujourd'hui cette époque. Ainsi, la maison « A Kallek » à Machtum, l'ancien Café Fischer évoque le four à chaux de la famille Eischen. La carrière y appartenant se trouve à quelques mètres à votre droite (panneau 13).

(1) Carte illustrant les fours à chaux le long de la Moselle à la fin du 18e et au 19e siècle.

(2) Vue historique du site, qui a été bâti sur un terrain en pente pour des raisons pratiques et statiques.

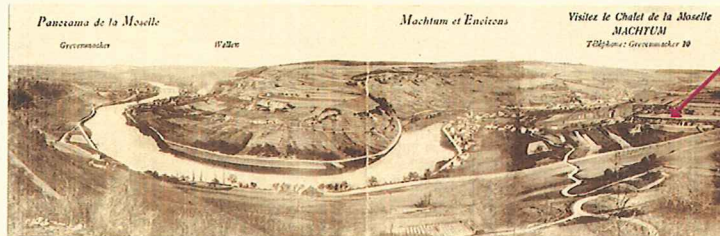
(3) Vue du four à chaux pendant les fouilles.

Dolomitsteinbruch „An de Kallekkaulen“

An dieser Stelle befand sich ein riesiger Steinbruch, aus dem Dolomit aus dem Oberen Muschelkalk abgebaut wurde. Das Steinmaterial diente sowohl als Baustoff als auch zur Herstellung von Brandkalk (siehe Tafel 12).

Aufgrund des z.T. leicht zugänglichen Vorkommens wurde an vielen Stellen entlang von Mosel und Sauer Dolomit abgebaut und über die Flüsse verschifft. Archäologische Funde aus Wasserbillig und anderen Orten belegen, dass dies schon in römischer Zeit im großem Stil stattfand. Steinbruchar-

beiten und Kalkbrennereien prägten denn auch - neben Weinbau und Fischerei - das Landschaftsbild der Mosel, die zeitweilig so stark entwaldet war, dass Brennholz von weit her geliefert werden musste. Ausserdem war die Luft oft so verdreckt, dass man kaum „die Hand vor Augen“ sehen konnte.



(1) Historische Ansicht der Mosel ganz rechts im Bild (Pfeil) ist der ehemals riesige Steinbruch zu erkennen. „Kallekkaulen, Douseschtel, Bouchegruet“.

The dolomite quarry “An der Kallekkaulen”

At this place a huge quarry was located, where dolomite from the “Oberer Muschelkalk” was mined. The rock was used as building material as well as producing quick lime (see board 12). Due to numerous deposits easily accessible, dolomite has been extracted and exploit on many places along the Moselle and Sûre. Archaeological find from Wasserbillig and other places prove that such activities took already place since Roman times. Quarries and kilns – along viticulture and fishing – lent the landscape its character: hardly one tree was spared and firewood had to be provided

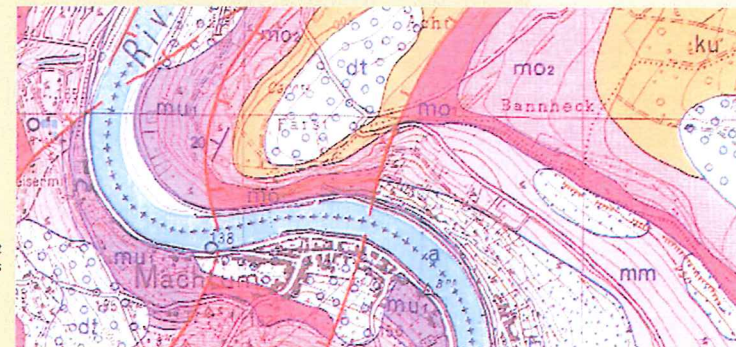
from other regions. Besides, the air was so polluted that “you often couldn’t see your hand in front of your face”. As Machtum was not connected to the railway and the deposits in the upper shell lime of this quarry started to come to an end, resp. a big technical effort would have been necessary in order to continue the excavations, the business has stopped at the beginning of the 20th century. On the opposite side of the Moselle, on the eastern border of the rift valley (the place is also called “the end of the world”) is located another former quarry in the upper shell lime that is well visible from here.

(1) Historical view of the Moselle: on the very right (arrow), the ancient quarry is visible. „Kallekkaulen, Douseschtel, Bouchegruet“.

(2) Extract of the geological map (© Service géologique du Luxembourg): the parts in lilac represent the deposits of upper shell lime that can be easily accessed and mined due to the rift valley.

Da Machtum nicht mit der Eisenbahn verbunden war und sich das Vorkommen des Oberen Muschelkalks in diesem Steinbruch dem Ende näherte, resp. nur unter grösserem technischen Aufwand hätte weiterhin abgebaut werden können, wurde der Betrieb Anfang des 20. Jahrhunderts eingestellt.

Auf der gegenüberliegenden Seite der Mosel, am östlichen Rand des Grabenbruchs (dieser Ort, südlich von Wellen, wird auch als „Ende der Welt“ bezeichnet), befindet sich ebenfalls ein ehemaliger Steinbruch, der im Oberen Muschelkalk liegt.



(2) Ausschnitt aus der Geologischen Karte (© Service géologique du Luxembourg): In Lila ist das Vorkommen des Oberen Muschelkalks dargestellt, welcher aufgrund des Grabenbruchs an dieser Stelle gut zugänglich ist und daher leicht abgebaut werden konnte.

La carrière « An der Kallekkaulen »

En face se trouvait jadis une énorme carrière livrant de la dolomite du calcaire coquillier supérieur. La matière rocheuse pouvait être utilisée comme matériau de construction ou pour la production de la chaux vive (voir également panneau 12).

Le long de la Moselle et de la Sûre, les gisements de calcaire coquillier supérieur sont souvent facilement accessibles et il s’en suit qu’on y trouve nombreux carrières et fours à chaux. Les trouvailles archéologiques faites à Wasserbillig et d’autres localités prouvent l’existence de ces commerces depuis les temps rom-

ains. Les carrières et les fours à chaux ont ainsi marqué – à côté de la viticulture et de la pêche – ce paysage si déboisé que le bois nécessaire pour la production de chaux a du être apporté d’autres régions. L’air était souvent tellement pollué qu’on n’y voyait « que dalle ».

La distribution de la chaux se faisait de préférence par bateaux, mais ça change avec la construction des lignes ferroviaires. Etant donné que Machtum n’était pas connecté au système ferroviaire et que le gisement arrivait à son bout, resp. nécessitait un effort technique afin de continuer l’extraction, son exploitation a cessé au début du 20e siècle.

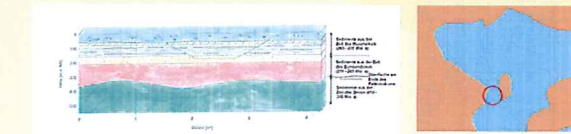
À l’autre côté de la Moselle et bien visible d’ici, se trouve au bout est de la faille une autre carrière ancienne du calcaire coquillier supérieur (le lieu est parfois désigné comme « la fin du monde »).

(1) Vue historique de la Moselle avec la carrière à droite (flèche). „Kallekkaulen, Douseschtel, Bouchegruet“.

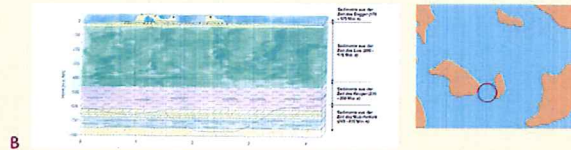
(2) Extrait de la carte géologique (© Service géologique du Luxembourg) : les parties en mauve représentent le Muschelkalk supérieur, qui, à cause de la faille, est facilement accessible à cet endroit.

Das Aussehen der heutigen Landschaft ist von der geologischen Geschichte und den formenbildenden Prozessen abhängig.

Trias



Jura

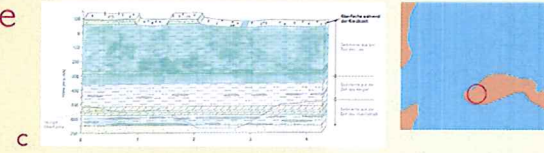


In der **Trias** und im **Jura** war die Region von **Meeren bedeckt**, in denen unterschiedliche Gesteine abgelagert wurden: Sandsteine, Mergel (tw. mit Gipseinlagerungen) sowie Dolomite (A, B). Seit dem **Ende des Jura** wird die Region gehoben. Seither befinden sich die Gesteinsmassen über dem Meeresspiegel und werden durch **Verwitterungs- und Erosionsprozesse** zerkleinert und abgetragen (C-E). Im Tertiär war die Abtragung so weit fortgeschritten, dass

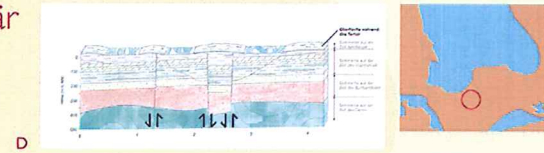
die Landschaft wieder nur wenig über dem Meeresspiegel lag (D).

Durch erneute Hebungsprozesse und das **Einschneiden der Mosel** wurden seit dem mittleren Tertiär die Gesteine freigelegt, die die heutige Landschaft prägen (E). Gleichzeitig wurden entlang tieferreichender Risse im Untergrund Gesteinspakete gegeneinander verschoben, so dass heute gleichalte Schichten in unterschiedlicher Höhenlage

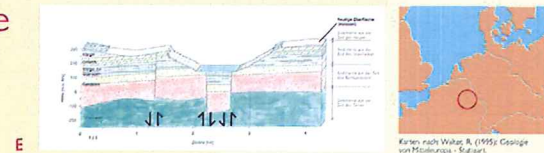
Kreide



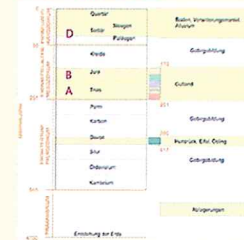
Tertiär



Heute



(1) Geologische Zeittafel



The geological development of the region

The appearance of the landscape today results from the geological history and the forming processes. In the triassic and the jurassic period the region was covered by seas in which different rocks were deposited: sandstones, marls (partly with gypsum occurrences) as well as dolomites (A,B). Since the end of jura the region's level rose. Since this time the rock layers that were exposed above the sea level were being destroyed and leveled by the weathering and erosion processes (C-E). In the Tertiary period the erosion had progressed so far that the land was again only a little above sea level (D). With new elevation processes, beginning in the middle tertiary period and the cutting of the Moselle, the rock layers were exposed that now shape today's landscape (E). At the same time deep underground fissures of the rock layers rubbed against each other so that now layers of different weathering resistance of each of the rock layers led to the crests of today. Dolomites and sandstones form escarpments because they are a harder rocks, but marls form flat and wavy slope sections because they are made of softer material. On the paleogeographic maps the distribution of dry land and sea at different geological times is shown.

(1) The geological time board.

L'Evolution géologique de la région

The aspect of the landscape today results from its geological history and the forming processes. Pendant le Trias et le Jurassique, la région est couverte de mers, dans lesquelles diverses roches, telles que grès, marnes (certains avec des gisements de gypse) et dolomites ont été déposées (A,B). Depuis la fin du Jurassique, la région s'élève au-dessus du niveau de la mer. Depuis lors, des processus d'altération et d'érosion entraînent l'évacuation de masses rocheuses (C-E). Au Tertiaire, l'érosion avait de nouveau réduit le paysage à l'état d'une plaine (D). Depuis le Tertiaire moyen, des processus de soulèvement et le creusement de la Moselle ont exposé les roches qui façonnent le paysage actuel (E). En même temps, le long de profondes fractures, des compartiments de roche se sont décalés les uns par rapport aux autres, ce qui explique que des couches rocheuses de même âge peuvent se trouver aujourd'hui à des altitudes différentes. La présence de roches présentant diverses résistances à l'érosion a conduit à la formation du paysage d'escarpements (cristal) d'aujourd'hui. Les cartes paléogéographiques montrent la répartition de terres et mers à différentes époques.

(1) L'échelle des temps géologiques

Gipsherkunft Die Barrentheorie nach Ochsenius

Im Mittleren Muschelkalk, vor etwa 239 Millionen Jahren, war diese Gegend hier vom Meer überflutet und lag nur wenig nördlich des Äquators.

Es handelte es sich dabei um ein flaches Randmeer der Tethys. Als Tethys bezeichnet man ein Tiefseebecken, das zwischen Afrika und Europa lag und aus dem sich bis heute die Alpen empor gefaltet haben. Ein Rest der Tethys ist das heutige Mittelmeer. Zur Zeit des Mittleren Muschelkalks herrschte hier ein sehr warmes und trockenes Klima, was zu einer erhöhten Verdunstung des Meerwassers führte. Frischwasser von der Tethys konnte dabei nur über die beiden südlich gelegenen Schwellen im Burgund und in Schlesien in dieses flache Becken gelangen. Zeitweise wurde diese Verbindung auch ganz unterbrochen. Das flache Becken des Muschelkalkmeeres

wirkte dabei wie eine riesengroße Pfanne. Frisches Salzwasser gelangte über die Schwellen („Barren“) in das flache Becken und verdunstete in Folge des Klimas, wobei der Salzgehalt durch ständigen Zustrom von frischem Meerwasser immer weiter anstieg. Je höher der Salzgehalt des Wassers, desto schwerer ist es und es sammelt sich in einem solchen Becken in größeren Tiefen. Als Folge dieser erhöhten Salzkonzentration kommt es bei Erreichen der Sättigungsgrenze zur Ausfällung der folgenden Mineralien: Kalk - Gips - Anhydrit - Steinsalz - Kalisalz.

Carl Ochsenius hat 1877 diesen Aufbauprozess erkannt und veröffentlicht.

Hier in Mächtrum, „am Gapproch“, bei Igel und bei Köllig, wurde der Gips aus dem Mittleren Muschelkalk früher in Steinbrüchen abgebaut. Weiter im Südwesten, im tieferen Bereich des Muschelkalkmeeres, bildeten sich mächtige Steinsalzlager, die von der Heilbronner Gegend bis in die nördliche Schweiz reichen und heute noch bei Bad Friedrichshall unter Tage abgebaut werden. Hier ist zwar kein Stein- oder Kalisalz mehr zu finden, aber es muss auch hier Salzablagerungen gegeben haben, denn man findet hier hin und wieder sogenannte „Steinsalz-Pseudomorphosen“ (Steinsalzmarken). Salz kristallisiert würfelförmig. Werden die Salzkristalle vom Wasser aufgelöst und in den Hohlräumen sammelt sich feiner Ton, so bleibt deren Kristallform in den Gesteinschichten in Form von Ton erhalten.



(1) Ein typisches weißes Gipsband (Fasergips) sehen Sie hier am Aufschluss.



(2) Steinsalzmarken („Steinsalz-Pseudomorphose“).

The origin of Gypsum The bar theory by Ochsenius

In the „Mittleren Muschelkalk“, approximately 239 million years ago this area was covered by the sea and was located only little north of the equator. It was a shallow, marginal sea of the Tethys. Tethys is a deep sea basin, which laid between Africa and Europe and which the Alps rose from. A remainder of the Tethys today is the Mediterranean sea. At times of the „Mittleren Muschelkalk“ in this region a very warm and dry climate dominated, which led to an increased evaporation of the sea water. Water from the Tethys was only able to intrude into this flat basin through the two straits in „Burgund“ and „Schlesien“, lying in the south. On occasions this connection was interrupted completely.

The flat basin of the „Mittleren Muschelkalk“ sea thereby behaved like a giant large pan. Seawater with a normal salt concentration came from the south through the straits into the flat basin and evaporated as a result of the climate, and the concentration of salt in the basin increased by the constant inflow of more sea water from the south. The higher the concentration of salt in the water, the heavier it gets and it concentrates itself in the deeper regions of the basin. As a consequence of this increased salt concentration the following mineral precipitate when the saturation-point is reached: Lime - gypsum - anhydrite - rock salt - potash salt. Carl Ochsenius had already recognized this developing process in 1877 and published it. Here in Mächtrum, at the Gapproch, at Igel and at Köllig, the gypsum from the „Mittleren Muschelkalk“ was extracted from quarries in former times. Further to the

southwest, in the deeper region of the „Muschelkalk“ sea, mighty layers of rock salt formed, that range from the area of Heilbronn to northern Switzerland and today are still mined underground at Bad Friedrichshall. In this region salt cannot be found any more, but it must have given salt deposits here because so-called rock salt „Pseudomorphosen“ (rock salt marks) are often found. Salt crystallizes forming a cubic shape; if the salt crystals are dissolved by the water and the cavities are filled by fine claystone, then their crystalline form in the rock formations remains in the form of claystone.

(1) A typical gypsum string (fibre gypsum) you can see at this outcrop.

(2) Rock salt marks („Steinsalz-Pseudomorphose“).

L'origine des gisements de gypse La théorie du seuil selon Ochsenius

Dans le Muschelkalk moyen, il y a 239 millions d'années, la région était inondée par la mer et ne se situait qu'un peu au Nord de l'équateur. Il s'agissait d'une mer peu profonde au bord de la Téthys. Par Téthys, on désigne un bassin marin profond situé entre l'Europe et l'Afrique et à partir duquel se sont développés ultérieurement les Alpes. Le Méditerranée actuelle est un résidu de la Téthys. Au moment du Muschelkalk moyen, le climat il était très chaud et très sec, ce qui a conduit à une évaporation accrue de l'eau de mer. L'eau fraîche et peu salée de la Téthys ne pouvait parvenir dans ce bassin peu profond que via les deux seuils en Bourgogne du sud et en Sicile à l'Est. Par moments, cette liaison fut complètement interrompue.

Le bassin peu profond de la mer du Muschelkalk agissait alors comme une poêle géante. De l'eau salée fraîche acheminée dans le bassin via le seuil s'évaporait à cause du climat et la teneur en sel de l'eau de mer augmentait de façon constante. Comme la densité de l'eau augmente avec la teneur en sel, l'eau finit par s'accumuler à de plus grandes profondeurs. À la suite de cette salinité accrue et lorsque la limite de saturation est atteinte, on assiste à la précipitation successive des minéraux suivants:

Calcaire - Gypse - Anhydrite - Sel gemme - Potasse.

Carl Ochsenius a formulé la théorie du seuil sur l'origine des dépôts de sel dans la zone de climat aride pour lesquels il est encore connu aujourd'hui.

Ici à Mächtrum, au lieu dit „am Gapproch“ (fidèlement: carrière de gypse), à Igel et à Köllig, le gypse du Muschelkalk moyen était autrefois extrait dans les carrières, à ciel

ouvert. Plus loin au sud-ouest, dans les parties plus profondes de la mer, ces dépôts importants de sel gemme se sont formés. Ces dépôts s'étendaient de la région de Heilbronn jusqu'au nord de la Suisse. Près de Friedrichshall, elles sont exploitées, aujourd'hui encore, dans des mines souterraines. Il est vrai qu'on ne trouve ni du sel gemme ni de la potasse chez nous, mais il doit y avoir eu ici aussi des dépôts de sel, car de temps à autre on trouve ce qu'on appelle des pseudomorphoses de sel gemme. Le sel cristallise dans le système cubique. Lorsque les cristaux de sel sont dissous par l'eau et que dans les cavités ainsi formées s'accumule de l'argile fine, la forme cristalline est conservée dans les couches rocheuses sous la forme élargie.

(1) Une bande de filtres (gypse typique) que vous voyez ici sur la digression.

(2) pseudomorphoses de sel gemme.