



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

# **Geologische und geotechnische Terminologie der Schweizer Molasse**

**Terminologie géologique et géotechnique des formations  
de la Molasse suisse**

**Geological and Geotechnical Rock Terminology of the  
Swiss Molasse formation**

**Geotest AG**  
**Dr. R. Hänni, Geologe**  
**H. Ris, dipl. Ing. ETH**

**Forschungsprojekt VSS2010/504 auf Antrag des Schweizerischen  
Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

**Mai 2017**

**1605**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC  
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

# **Geologische und geotechnische Terminologie der Schweizer Molasse**

**Terminologie géologique et géotechnique des formations  
de la Molasse suisse**

**Geological and Geotechnical Rock Terminology of the  
Swiss Molasse formation**

**Geotest AG**  
**Dr. R. Hänni, Geologe**  
**H. Ris, dipl. Ing. ETH**

**Forschungsprojekt VSS2010/504 auf Antrag des Schweizerischen  
Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

**Mai 2017**

**1605**

# Impressum

## **Forschungsstelle und Projektteam**

### **Projektleitung**

Dr. Reto Hänni

### **Mitglieder**

Hanspeter Ris

Dr. Michael Soom

Dr. Robert Ottiger

Dr. Kaspar Graf

## **Federführende Fachkommission**

Fachkommission 5: Bau- und Geotechnik

## **Begleitkommission**

### **Präsident**

Dr. Walter Steiner

### **Mitglieder**

Dr. Sara Montani

Dr. Alain Morard

Dr. Oliver Kempf

Dr. Markus Caprez

Jean-François Mathier

Christoph Gassmann

## **KO-Finanzierung des Forschungsprojekts**

Bundesamt Landestopographie swisstopo

Bundesamt für Verkehr BAV

## **Antragsteller**

Schweizerischer

Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

## **Bezugsquelle**

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Impressum</b> .....	<b>4</b>
	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>7</b>
	<b>Résumé</b> .....	<b>9</b>
	<b>Summary</b> .....	<b>11</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>13</b>
1.1	Ausgangslage.....	13
1.2	Aufgabenstellung .....	14
1.3	Zielsetzung .....	14
<b>2</b>	<b>Die Sedimente der Molasse in der Schweiz</b> .....	<b>15</b>
2.1	Das Molassebecken .....	15
2.1.1	Definition .....	15
2.1.2	Entstehung .....	15
2.2	Die Gesteine der Molasse.....	15
2.2.1	Petrographie .....	15
2.2.2	Lockergesteinsbedeckung und Felsrelief .....	19
2.2.3	Die Unterlage der Molasse.....	19
2.2.4	Tektonik.....	20
2.3	Lithostratigraphische Gruppen .....	22
2.3.1	UMM .....	24
2.3.2	USM .....	24
2.3.3	OMM.....	27
2.3.4	OSM .....	29
2.3.5	Schüttungen .....	30
<b>3</b>	<b>Die lithostratigraphische Nomenklatur der Molasse</b> .....	<b>31</b>
3.1	Das Konzept der lithostratigraphischen Einheiten .....	31
3.2	Heutiger Stand der lithostratigraphischen Nomenklatur .....	32
3.3	Glossar (Anhang 1) .....	32
3.4	Stratigraphische Sammelprofile .....	33
3.4.1	Querschnitt 1 „Léman“ .....	34
3.4.2	Querschnitt 2 „Bern“ .....	35
3.4.3	Querschnitt 3 „Luzern“ .....	36
3.4.4	Querschnitt 4 „St. Gallen“.....	37
<b>4</b>	<b>Die lithologische Nomenklatur</b> .....	<b>39</b>
4.1	Vorbemerkung.....	39
4.2	Feldansprache.....	39
4.2.1	Schichtmächtigkeit/Bankung .....	39
4.2.2	Lithologie/Korngrösse .....	40
4.2.3	Verwitterung .....	41
4.2.4	Entnahme von Gesteinsproben.....	41
<b>5</b>	<b>Gesteinsfestigkeit</b> .....	<b>43</b>
5.1	Ausgangslage.....	43
5.1.1	Feldbeschreibung der Gesteinsfestigkeit .....	45
<b>6</b>	<b>Gebirgsbeschreibung</b> .....	<b>49</b>
6.1	Grundlagen.....	49
6.2	Erkundung .....	49
6.3	Trennflächen .....	49

6.4	Abbaubarkeit.....	50
6.5	Quellen.....	50
<b>7</b>	<b>Charakteristische Lithotypen .....</b>	<b>53</b>
7.1	Lithotyp K, KS .....	54
7.2	Lithotyp S .....	56
7.3	Lithotyp SM .....	59
7.4	Lithotyp M.....	62
<b>8</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>65</b>
<b>9</b>	<b>Verdankungen .....</b>	<b>67</b>
	<b>Glossar.....</b>	<b>69</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>103</b>
	<b>Projektabschluss .....</b>	<b>107</b>
	<b>Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen.....</b>	<b>111</b>

## Zusammenfassung

Die Sedimente der Molasse bilden den Felsuntergrund im Grossteil des Schweizerischen Mittellandes, wo sich zahlreiche Städte und Infrastrukturen befinden. Aus bautechnischer Sicht ist die Molasse deshalb von grossem Interesse.

Molassesedimente wurden in geologisch relativ junger Zeit (vor ca. 30 – 5 Mio. Jahre) im Vorland der entstehenden Alpen abgelagert. Die Sedimentation fand in unterschiedlichen Bildungsbereichen statt. Zur gleichen Zeit sind deshalb, je nach Ort, verschiedene Gesteine entstanden. Im Laufe der Zeit haben sich diese Bildungsbereiche verlagert. Durch die Wechsel von marinem zu kontinentalem Milieu kann eine Unterteilung in Untere Meeresmolasse (UMM), Untere Süsswassermolasse (USM), Obere Meeresmolasse (OMM) und Obere Süsswassermolasse (OSM) vorgenommen werden. Während der Sedimentation waren ausserdem verschiedene Schuttfächersysteme aktiv, die Gerölle in das Sedimentbecken lieferten. Die daraus entstandenen Konglomerate sind mit den feinkörnigeren Beckensedimenten seitlich verfingerter. Schliesslich wurde der Molasse-Sedimentkörper von der Alpenfaltung erfasst und insbesondere am Alpenrand und im Jura gebirge steilgestellt und verfault bzw. übereinander geschoben.

Die geologische Nomenklatur von lithologischen Einheiten in der Molasse hat sich im Laufe der langen Erforschungsgeschichte entwickelt. Heute ist die Sedimentabfolge der Molasse in Formationen unterteilt, die vom Schweizerischen Komitee für Stratigraphie nach dem Konzept der lithostratigraphischen Einheiten definiert sind. Diese Bezeichnungen sollten auch in der Praxis konsequent angewandt werden. Insbesondere bei älteren Kartenwerken und geologischen Grundlagendokumenten entspricht die Nomenklatur aber oft nicht den heute gültigen Standards, was zu Unklarheiten führen kann. Zur Erleichterung der korrekten Benennung werden im Bericht über 500 stratigraphische Begriffe einer gültigen lithostratigraphischen Formation zugeordnet. Mit der Verwendung der offiziellen lithostratigraphischen Nomenklatur, wie sie im Bericht dargestellt wird, ergibt sich eine Kohärenz mit dem im Aufbau begriffenen digitalen geologischen Kartenwerk der Schweiz, das auf einer harmonisierten Legende beruht. Die Begrifflichkeit ist auf ein Minimum reduziert und vereinfacht den Austausch unter Fachleuten.

Es werden vier Lithotypen mit den entsprechenden technischen Eigenschaften beschreiben. Die Formationen werden modellhaft einem Lithotypen zugeordnet. Dies ermöglicht eine grobe geotechnische Charakterisierung der jeweiligen Formation.

Die mechanischen Eigenschaften von Molassefels sind in hohem Masse vom Verwitterungszustand abhängig. Sie sind mit lithostratigraphischen Bezeichnungen kaum korrelierbar. Für die Feldansprache von Molassefels für geotechnische Zwecke sind die lithologische Beschaffenheit und der Verwitterungszustand von entscheidender Bedeutung. Im Bericht wird das Vorgehen für eine einheitliche Feldbeschreibung von Molassegesteinen aufgrund bestehender Regelwerke und erdwissenschaftlichen Standards zusammengefasst. Für die vergleichsweise weichen Molassegesteine wird eine gegenüber der Norm verfeinerte Skala zur Bestimmung der Gesteinshärte vorgestellt.

Mit einer einheitlichen Ansprache der Lithologie und Lithostratigraphie wird eine wichtige Voraussetzung geschaffen für den Vergleich von Gesteinskennwerten mit Raumbezug.





## Résumé

Les sédiments de la Molasse constituent la majeure partie du sous-sol du Plateau suisse où de nombreuses villes et infrastructures sont situées. Du point de vue du génie civil, la Molasse est donc d'un intérêt primordial.

Les sédiments qui constituent la Molasse se sont accumulés au cours des temps géologiques relativement récents dans l'avant-pays de la chaîne alpine en formation. La sédimentation a eu lieu dans différents environnements. Au cours de la même période différentes roches ont donc été formées selon leur emplacement. Ces environnements ont évolué ou se sont déplacés au cours du temps. Selon la nature du milieu de dépôt, marine ou continentale, la Molasse est subdivisée en 4 groupes principaux: Molasse Marine Inférieure (Untere Meeresmolasse, UMM), Molasse d'Eau Douce Inférieure (Untere Süswassermolasse, USM), Molasse Marine Supérieure (Obere Meeresmolasse, OMM) et Molasse d'Eau Douce Supérieure (Obere Süswassermolasse, OSM). En parallèle à cette sédimentation, différents cônes d'épandage actifs ont en outre généré des accumulations de galets en bordure du bassin molassique. Les conglomérats qui en sont issus se sont latéralement imbriqués avec les sédiments du bassin. Finalement, l'ensemble des dépôts a été affecté par la compression alpine et est aujourd'hui localement fortement incliné et plissé, notamment le long de la bordure alpine et dans la chaîne du Jura.

La nomenclature géologique des unités lithologiques de la molasse a évolué au cours du temps. Aujourd'hui la succession stratigraphique de la molasse est subdivisée en formations, qui ont été définies par le Comité Suisse de Stratigraphie sur la base du concept d'unités lithostratigraphiques. Cette terminologie devrait être utilisée dans la pratique. Dans d'anciennes cartes ou documents géologiques en particulier, la nomenclature ne correspond souvent pas aux standards actuels, ce qui peut occasionner certaines confusions. Pour faciliter la nomenclature correcte, plus de 500 termes stratigraphiques sont associés aux formations adéquates. La nomenclature lithostratigraphique officielle décrite dans ce rapport est cohérente avec les cartes géologiques numériques, basées sur une légende harmonisée, dont l'élaboration est en cours. Le nombre de termes est réduit à son minimum, facilitant ainsi la communication entre spécialistes.

Quatre lithotypes sont décrits en ce qui concerne leurs qualités techniques. Sur la base du modèle, un lithotype est attribué à chaque formation, ce qui permet une caractérisation géotechnique grossière de chacune d'entre elles.

Les propriétés mécaniques de la molasse sont en grande partie dépendantes du degré d'altération. Celles-ci n'ont pas de lien direct avec la classification lithostratigraphique. Les propriétés lithologiques et l'état d'altération ont une importance capitale pour décrire une roche molassique à des fins géotechniques. Dans le rapport se trouve un résumé concernant le procédé pour une description uniforme sur le terrain, en respectant les normes et standards scientifiques. En outre, une échelle de détermination de dureté de la roche, affinée par rapport à celle de la norme, est proposée afin de permettre la distinction de lithologies molassiques relativement tendres.

Une terminologie lithologique et lithostratigraphique cohérente est la condition préalable à la comparaison spatiale des caractéristiques techniques de la roche.



## Summary

Sediments of the Molasse form the bedrock of a large part of the Swiss Plateau, where numerous cities and infrastructures are located. Therefore, the molasse is of great interest from the engineering point of view.

The relatively young sediments of the Molasse were deposited in the foreland of the emerging Alps. At a given time, the sedimentation took place in various sedimentary environments, which led to the formation of various rock types. In the course of time the sedimentary environments shifted or changed their characteristics. The major subdivision of Molasse sediments is based on changes from marine to continental environment: The Lower Marine Molasse (Untere Meeresmolasse, UMM), the Lower Freshwater Molasse (Untere Süsswassermolasse, USM), the Upper Marine Molasse (Obere Meeresmolasse, OMM) and the Upper Freshwater Molasse (Obere Süsswassermolasse, OSM). Additionally, various alluvial fans were active during sedimentation and brought coarse-grained fan sediments into the basin. These conglomerates are laterally interlaced with fine-grained basin sediments. In a final step, the sediments were affected by the alpine orogeny which led to folding and imbrication mainly along the alpine front and in the Jura Mountains.

The geological nomenclature of the Molasse sediments is the result of both historic and contemporary research. Today, the sedimentary succession of the molasse is subdivided into formations, which are defined by the Swiss Committee on Stratigraphy according to the concept of lithostratigraphic units. The names of these formations should also be used in practice. Unfortunately, especially in older maps and documents, the nomenclature is outdated and often does not comply with current standards, which may lead to misunderstandings. An alphabetic list facilitates the correct nomenclature by assigning more than 500 stratigraphic terms to the corresponding formation names. The use of the official lithostratigraphic terms, as presented in this report, is coherent with the developing digital geologic maps of Switzerland, which are based on a uniform Legend. The terms are thus reduced to a minimum to facilitate the communication among specialists.

Four lithotypes are described relative to their technical properties. In an exemplary fashion, the formations are attributed to one lithotype. This allows for a rough geotechnical characterisation of a formation.

The mechanical properties of Molasse rocks largely depend on the degree of weathering and hardly correlate with specific lithostratigraphic terms. Field descriptions of core samples for geotechnical purposes should therefore particularly take lithology and weathering conditions into account. The methods for a uniform field description, according to norms and scientific standards, are summarized. Specifically for the comparatively weak molasse rocks, a refined scale for the field description of rock hardness is presented.

A uniform nomenclature for lithology and lithostratigraphy is an essential prerequisite for the comparison of spatially referenced rock characteristics.



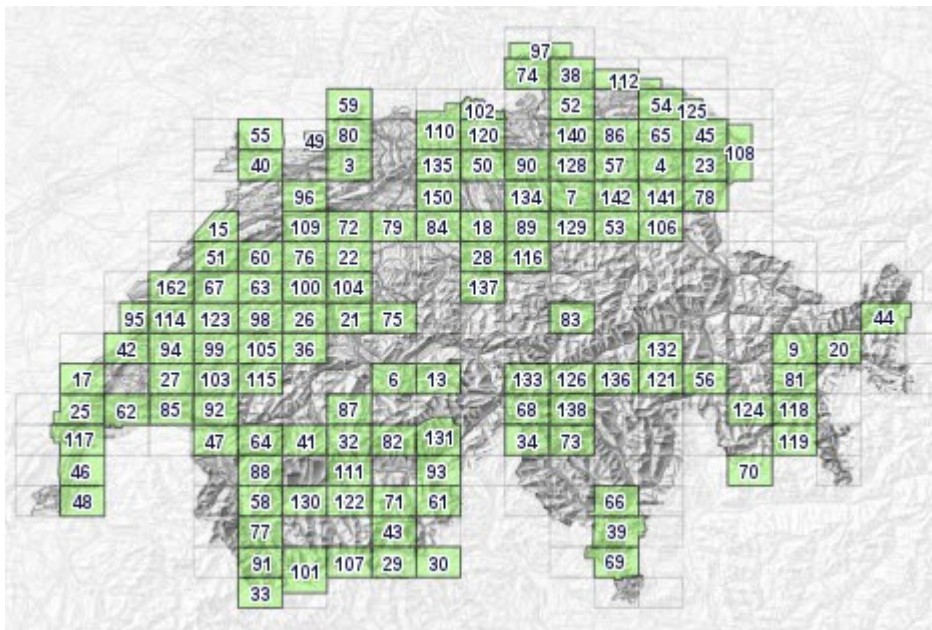
# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage

Das Schweizerische Molassebecken erstreckt sich vom Jurasüdfuss bis an den Alpenrand und reicht von Genf bis an den Bodensee. Weitere Vorkommen befinden sich in Jura-Synklinalen sowie im Oberrheingraben. Das Molassebecken umfasst den grössten Siedlungsraum der Schweiz und die darin abgelagerten Fest- und Lockergesteine bilden den Baugrund zahlreicher Infrastrukturen. Das Interesse am Aufbau und an der Beschaffenheit dieser Gesteine ist daher gross, und das Gebiet blickt auf eine lange Erforschungs- und Erkundungsgeschichte zurück.

Eines der wichtigsten Arbeitsmittel der geologischen Feldforschung ist die Kartierung geologischer Einheiten. Dabei steht es dem Bearbeiter grundsätzlich frei, welche Einheiten definiert und kartiert werden. Diese werden aufgrund der Aufgabenstellung und der lokalen Gegebenheiten festgelegt. Eine geologische Karte gibt Auskunft über die obersten Gesteinsschichten der Erdkruste. Die geologischen Formationen werden nach ihrer stofflichen Beschaffenheit (Lithologie), ihrer Altersabfolge (Stratigraphie) und ihrer Lagerung (Tektonik) beurteilt und mit verschiedenen graphischen Elementen (Symbole, Signaturen und Farben) auf eine Karte eingetragen. Auf diese Weise entsteht ein Abbild der Erdoberfläche, das für viele weitere Fragestellungen zur Verfügung steht.

Seit den 1930-er Jahren bilden die geologischen Karten, die als einzelne Blätter des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25'000 in lockerer Folge publiziert werden, das Rückgrat geologischer Informationen in der Schweiz. Das Schweizerische Molassebecken wird in einer Vielzahl von Kartenblättern abgedeckt. Diese Karten werden jeweils von einem Erläuterungstext begleitet und ermöglichen es dem Geologen, sich ein Bild des Untergrundes und dessen Entstehungsgeschichte zu machen. Diese Informationen werden in geologischen Gutachten zu spezifischen Vorhaben zusammen mit weiteren Untersuchungen ausgewertet und wiedergegeben.



**Abbildung 1:** Geologischer Atlas der Schweiz, verfügbare Blätter (Stand Juni 2016).  
Quelle: [www.swisstopo.admin.ch](http://www.swisstopo.admin.ch).

## 1.2 Aufgabenstellung

Der stete Wissenszuwachs durch die Kartierung und wissenschaftliche Bearbeitung des Molassebeckens führt dazu, dass die Bezeichnungen von geologischen Einheiten revidiert und neuen Erkenntnissen angepasst werden. So findet man beispielsweise auf älteren Kartenwerken Bezeichnungen, die heute nicht mehr verwendet werden sollten, oder eine heute als Einheit aufgefasste Gesteinsabfolge ist auf verschiedenen Kartenblättern unterschiedlich bezeichnet. Die auf den Kartenblättern verwendeten Bezeichnungen entsprechen jeweils dem aktuellen Stand der Nomenklatur zur Zeit der Drucklegung. Dies führt zu einer gewissen Begriffsverwirrung, die den Geologen und letztlich auch den Lesern geologischer Gutachten das Verständnis erschweren.

Durch die digitale Verarbeitung und Verwaltung von Kartendaten mittels geografischer Informationssysteme besteht zudem ein Bedürfnis nach einer möglichst einheitlichen Nomenklatur. Gegenwärtig sind diesbezüglich grosse Anstrengungen im Gange, die Grundlagen für eine einheitliche Terminologie zu erarbeiten.

Die Definition einer geologischen Einheit ist nicht trivial. Eine Gesteinsabfolge ist das Ergebnis von Prozessen, die sich in der geologischen Vergangenheit in einem bestimmten Raum abgespielt haben. Die Art der Prozesse und ihre Räume haben sich im Laufe der Zeit verändert und dabei ihre Spuren in Form unterschiedlicher Gesteine hinterlassen.

Die Frage des Massstabs spielt bei der Definition einer Einheit eine entscheidende Rolle. Es ist beispielsweise nicht falsch, sämtliche „Molassesedimente“ als Einheit zusammenzufassen, aber je nach Fragestellung ist dies zu wenig differenziert und nicht zielführend. Aus praktischer Sicht ist primär der Bohrkernmassstab von Interesse. Aus der Beschreibung des Bohraufschlusses gilt es Rückschlüsse auf das zu erwartende Gebirgsverhalten zu ziehen. Nebst der korrekten lithostratigraphischen Benennung ist deshalb eine praktikable und einheitliche Feldansprache von Molassegesteinen wichtig.

## 1.3 Zielsetzung

In der vorliegenden Arbeit sollen die Prinzipien der aktuell verwendeten lithostratigraphischen Nomenklatur der mittelländischen und subalpinen Molasse aufgezeigt und der geologische Bau vereinfacht dargestellt werden. Dabei wird konsequent die aktuelle Nomenklatur verwendet und das umfangreiche Vokabular, das im Laufe der Forschungsgeschichte entstanden ist, auf das Wesentliche reduziert. Das Instrument dafür ist ein umfassendes Glossar, das gebräuchliche sowie veraltete, aber auch nicht mehr zu verwendende Namen einer gültigen geologischen Einheit zuordnet. Sämtlichen Begriffen wird in stark vereinfachter Weise ein Lithotyp zugeordnet, damit man sich darunter jeweils ein konkretes Material mit entsprechenden Eigenschaften vorstellen kann.

Wichtige Punkte für die Feldansprache und technische Beschreibung von Molassegesteinen werden erörtert und mit praktischen Vorschlägen ergänzt.

## 2 Die Sedimente der Molasse in der Schweiz

### 2.1 Das Molassebecken

#### 2.1.1 Definition

Molassegesteine sind Sedimentgesteine. Mit wenigen Ausnahmen entstehen Sedimentgesteine in Vertiefungen der Erdoberfläche, sogenannten Sedimentbecken, wo sie in der Regel durch gravitative Prozesse schichtweise abgelagert werden. In einer ungestörten Sedimentabfolge liegen die ältesten Schichten somit zuunterst und die jüngsten zuoberst.

Der Begriff „Molasse“ stammt ursprünglich aus dem französischen Sprachraum und wurde dort für Sandsteine verwendet, aus denen Mühlesteine (meules) gefertigt werden konnten. Heute ist der Begriff genetisch definiert und bezeichnet Gesteine, die im Vorland von in Hebung befindlichen Gebirgen in flachen Senken fluvial oder flachmarin abgelagert wurden.

#### 2.1.2 Entstehung

Die Entstehung des Molassebeckens ist eng mit der Entstehung der Alpen, der alpinen Orogenese, verbunden. Dabei wurden zahlreiche Gesteinsdecken von ihrem Untergrund abgeschert und übereinander geschoben. Dadurch wurde die Erdkruste verdickt. Diese Belastung führte im Vorland zu einer Absenkung der Erdkruste und zur Entstehung eines Sedimentbeckens am nördlichen Alpenrand, das von den Geologen auch als das „nordalpine Vorlandbecken“ (NAFB) bezeichnet wird. In diesem Becken gelangten die Verwitterungsprodukte aus den Alpen in Form von klastischen Sedimenten zur Ablagerung. Flüsse transportierten Geröll, Sand und Schwebstoffe in das Becken. In der Nähe des Alpenrandes lagerten sich in Schuttfächern und Deltas Gerölle ab, Sand und Ton wurden durch das Wasser weiter in das Becken hinaus transportiert. Im Molassebecken wurden somit zur gleichen Zeit sehr unterschiedliche Sedimente abgelagert, aus denen dann die heutigen Molassegesteine entstanden sind. Die Gesamtmächtigkeit der Molassesedimente beträgt am Alpenrand bis zu 5 km. Gegen den Jura nimmt die Mächtigkeit auf einige 100 m ab. Dies widerspiegelt die Asymmetrie des Molassebeckens durch die stärkere Absenkung gegen Süden zum Alpenrand hin.

Die Absenkung und Auffüllung des nordalpinen Vorlandbeckens war ein dynamischer Prozess, der während des Vorrückens der alpinen Deckenfront stattfand und mit der Jurafaltung ein vorläufiges Ende fand. Die südlichsten, älteren Gesteinseinheiten der Molasse wurden dabei von den alpinen Gesteinsdecken überfahren, während die Sedimentation weiter entfernt von den Alpen weiterging. Während der Ablagerung der Molassegesteine waren am Alpenrand wechselnde Schuttfächersysteme aktiv, die Gerölle ins Vorlandbecken transportierten.

Die Zusammenhänge zwischen Gebirgsbildung und Sedimentation im Molassebecken sind in Pfiffner (2015) anschaulich dargestellt und in der Spezialliteratur (z. B. Kuhlemann und Kempf 2002) ausführlich diskutiert.

### 2.2 Die Gesteine der Molasse

#### 2.2.1 Petrographie

Die Sedimentgesteine der Molasse können in den allermeisten Fällen in drei Grundtypen unterteilt werden, die über- oder nebeneinander in unterschiedlichster Art kombiniert sein können. Die petrographische Unterscheidung erfolgt für klastische Sedimente primär

aufgrund der Korngrösse und ist unabhängig von Alter, Ort oder Ablagerungsraum; sie ist international in Gebrauch (Füchtbauer et al. 1988).

- Konglomerat ist ein Gestein, das zu mehr als 50% aus Geröllen >2 mm besteht.
- Sandstein besteht überwiegend aus Mineralkörnern von 0.063 – 2 mm Durchmesser
- Ton- und Siltstein bestehen zu über 50% aus Mineralkörnern < 0.063 mm.

**Konglomerat** ist ein verfestigter Kies oder „Schotter“. In der Molasse im Alpenraum hat sich der Begriff „Nagelfluh“ (franz. „poudingue“) als allgemeine Bezeichnung für Konglomerate der Molasse eingebürgert. Die Gesteinskomponenten in einem Konglomerat sind gerundet. Bei eckigen Komponenten würde man von einer Brekzie sprechen. Bei den Komponenten handelt es sich um Extraklasten, d.h. sie wurden von ausserhalb in den Ablagerungsraum transportiert. Das Gesteinsgefüge ist in der Regel korngestützt, d.h. die Geröllkomponenten liegen wie in einem Kieshaufen aneinander und die Kornzwischenräume sind durch feinkörniges Matrixmaterial aus Sandstein aufgefüllt. Durch Verkittung quartärer Kiese können ebenfalls Konglomerate entstehen, wobei diese aufgrund ihres jüngeren Alters nicht als Nagelfluh bezeichnet werden.

Die Rundung der Komponenten entsteht beim rollenden Transport im Flussbett. Harte Komponenten wie z.B Quarzite widerstehen dem Abrasionsprozess beim Transport länger als weiche.

Die Kornform der Komponenten ist ein weiteres wichtiges Merkmal. Sie kann plattig, kugelig oder länglich sein. Die Kornform ist häufig von Anisotropien (z. B. Schieferung) im Ausgangsgestein abhängig. Plattige Gerölle lagern sich häufig dachziegelartig und gegen die Strömung geneigt ab (Imbrikation). Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die Strömungsrichtung während der Ablagerung ziehen.

Bei unterschiedlicher petrographischer Zusammensetzung der Kieskomponenten spricht man von einem polymikten Konglomerat. Ein monomiktes Konglomerat besteht hingegen aus petrographisch einheitlichen Komponenten. Die Geröllzusammensetzung ist ein wichtiges Merkmal von Konglomeraten. Oft ist es möglich, aus deren Zusammensetzung Rückschlüsse auf das (mittlerweile längst erodierte) Liefergebiet zu ziehen. Begriffe wie „granitische Molasse“ oder „bunte Nagelfluh“ gehen auf die petrographische Zusammensetzung der Komponenten zurück.

Je stärker die Strömung, desto grössere Komponenten können vom Wasser bewegt werden. Die Strömungsgeschwindigkeit ist dabei abhängig vom Flussgefälle. Grosse Komponenten sind folglich näher beim Liefergebiet anzutreffen als kleine, die von der Strömung weiter ins Vorland transportiert werden (Transportsortierung). Die Komponentengrösse hängt nicht nur von der Transportdistanz, sondern auch vom Dargebot im Liefergebiet ab. Durch Seitenflüsse können sich unterschiedliche Geröllspektren vermischen und kleinere oder grössere Gerölle in den Hauptfluss gelangen. Bei zwei unterschiedlichen Korngrössenmaxima spricht man von einer bimodalen Korngrössenverteilung. Nach der Korngrösse unterscheidet man Feinkies (2-6.3 mm), Mittelkies (6.3 – 20 mm), und Grobkies (20 – 63 mm Durchmesser). Für gröbere Gerölle werden die Begriffe Blockkies (63 – 200 mm) und Blöcke (>200 mm) verwendet. Gemessen wird jeweils der mittlere Korndurchmesser.

Konglomeratbänke sind häufig horizontal oder schräg geschichtet. Innerhalb einer Bank kann die Komponentengrösse gleich bleiben oder unregelmässig sein. Wenn die Korngrösse der Komponenten innerhalb einer Bank gegen oben systematisch abnimmt, spricht man von einer normalen, im umgekehrten Fall von einer inversen Gradierung. Häufig nimmt die Korngrösse innerhalb mehrerer übereinanderliegender Bänke (Grosszyklus) zu, was als coarsening-upward-Zyklus bezeichnet wird. Dies ist charakteristisch für Schüttungen, die sich in Richtung des Sedimentbeckens vorbauen (Progradation).



**Sandstein** besteht, wie der Name sagt, aus zu Gestein verfestigtem Sand. Die Diagenese geschieht durch das Verkleben der Sandkörner mit einem „Zement“. Locker geschütteter Sand weist einen Porenraum von 30% bis 50% auf. Der in der Regel wassergefüllte Porenraum verringert sich durch Kompaktion sowie durch chemische Lösungs- und Ausfällungsprozesse. Der Zement entsteht durch Kristallwachstum in den Porenräumen.

Je nach vorherrschender Korngrösse unterscheidet man zwischen Feinsandstein (0.063 – 0.2 mm), Mittelsandstein (0.2 – 0.63 mm) und Grobsandstein (0.63 – 2 mm). Je nach Siltanteil (Komponenten kleiner als 0.063 mm) unterscheidet man „Siltsandstein“ (Siltanteil 25% - 50%, „Siltiger Sandstein“ (Siltanteil 10% - 25%) und „schwach siltiger Sandstein“ oder einfach „Sandstein“ (Siltanteil 0% – 10%). Damit kann im Feld ein Sandstein grob beschrieben werden.

Mithilfe von Dünnschliffuntersuchungen und Labormethoden kann eine Vielzahl weiterer Eigenschaften von Sandstein bestimmt werden. Entsprechend vielfältig sind die möglichen Klassierungen. Ein gebräuchliches Klassierungsschema besteht in einer Zuordnung der Gesteinsbestandteile in die drei Endglieder „Sand“, „Ton“ und „Karbonat“, die in einem Dreiecksdiagramm dargestellt werden. Von einem Sandstein spricht man, sobald der Volumenanteil „Sand“ mehr als 50 Volumenprozent beträgt.

Die Sandkörner können im Gesteinsdünnschliff mineralogisch bestimmt und in die drei Klasse, „Quarz“, „Feldspat“ und „Gesteinsbruchstücke“ eingeteilt werden. Als Gesteinsbruchstücke gelten Körner, die aus mehr als einem Mineral bestehen. Gesteinsbruchstücke und Feldspäte sind weniger resistent als Quarzkörner. Ihr Anteil ist ein Mass für die Reife eines Sandsteins. Je reifer ein Sandstein, desto höher ist der Anteil an Quarzkörnern. Ein Sandstein mit einem hohen Feldspatanteil wird als Arkose bezeichnet, ein Sandstein mit einem hohen Anteil an Gesteinsbruchstücken heisst Grauwacke. Die Gesteinsnamen im Quarz-Feldspat-Gesteinsbruchstücke-Dreiecksdiagramm können je nach Klassierungsschema etwas variieren.

Die Kornform von Sandkörnern in einem Sandstein gibt Hinweise auf die „texturale Reife“ des Sediments. Je länger der Transport eines Quarzkorns, desto runder wird es. Sehr gut gerundete Sandkörner entstehen beispielsweise im Waschbereich eines Strandes. Die Rundung wird anhand einer Skala von „sehr angular“ bis gut „gerundet“ klassiert. Bei genauer Betrachtung der Kornoberfläche mit dem Raster-Elektronenmikroskop lassen sich weitere Merkmale feststellen, die für gewisse Transportmilieus charakteristisch sind.

Je genauer die Petrographie von Sandsteinkörnern bestimmt wird, desto vielfältiger sind die Möglichkeiten weiterer Unterscheidungen. So können z. B. Quarzkörner mithilfe des Lichtmikroskops oder der Kathodenlumineszenz-Methode aufgrund ihrer Kristallstruktur in weitere Gruppen unterteilt werden.

Eine wichtige Methode zur Gliederung der Molasse stellt die Untersuchung der Schwermineralspektren dar. Schwermineralien sind schwerer als Quarz und Feldspat und lassen sich in einem aufwändigen Laborverfahren von diesen trennen. Wichtige Schwermineralien sind z. B. Zirkon, Turmalin, Apatit, Granat und Epidot. Das Schwermineralspektrum ist für viele Liefergebiete oder sogar für einzelne Schüttungen charakteristisch. Aus diesem Grund sind diese nur akzessorisch vorhandenen Mineralien in Sandsteinen von grosser Bedeutung.

Sandsteine wurden im Molassebecken sowohl von Flüssen terrestrisch oder aber im Meer abgelagert. Daher stammen auch die Begriffe „Süsswassermolasse“ und „Meeresmolasse“. In welchem Milieu ein Sandstein abgelagert wurde, lässt sich anhand des Schichtprofils oder durch Fossilfunde bestimmen. Geringmächtige Kohlehorizonte, Süsswasserschnecken und Zähne von an Land lebenden Säugetieren sind Hinweise auf terrestrische Ablagerungsbedingungen. Haifischzähne und Meeresmuscheln, wie z. B. Austern, sind Anzeichen mariner Bedingungen und in den OMM-Sandsteinen verschiedentlich vorhanden. Ein weiteres Merkmal mariner Sandsteine ist das Mineral Glaukonit, das sich in Sandsteinen unter marinen Bedingungen diagenetisch bildet. Das

Schichtsilikat hat eine auffällig grüne Farbe und kann im Dünnschliff und z.T. auch von Auge identifiziert werden. Die charakteristische grüne Färbung des Berner Sandsteins geht auf dieses Mineral zurück.

Eine der wichtigsten und intensiv untersuchte Eigenschaft von Sandstein ist die Porosität. Poröser Sandstein bildet örtlich Grundwasserträger und hat als Speichergesteine von Öl und Gas global eine immense wirtschaftliche Bedeutung.

Ein wichtiges Merkmal von Sandstein sind Sedimentstrukturen. Je nach Partikelgrösse, Fliessgeschwindigkeit und –richtung des Wassers und dem Sedimenteintrag bilden sich wellen-, rippel- oder dünenförmige Muster der Sedimentoberfläche, die in Sandstein fossil erhalten bleiben. Aus Sedimentstrukturen lassen sich Rückschlüsse auf die Strömungsgeschwindigkeit und die Ablagerungsbedingungen ziehen. Fossile Lebensspuren von Bodenlebewesen, die sich auf oder im Sediment bewegten, sind ebenfalls in Sandsteinen anzutreffen.

**Silt- und Tonstein** sind klastische Sedimente, deren Korngrössen bei Silt (auch: „Schluff“) zwischen 0.063 – 0.002 mm und bei Ton < 0.002 mm liegen. Im Gegensatz zu Sand, der im Fluss vorwiegend als Bodenfracht transportiert wird, bleiben Silt und Ton im fliessenden Wasser mehrheitlich in Suspension und werden als Schwebefracht transportiert. Einzelne Mineralkörner sind von Auge nicht sichtbar. Im Feldgebrauch ist Silt zwischen den Zähnen am leichten Knirschen erkennbar. Die Korngrössenanalyse im Labor geschieht an aufbereiteten Proben mittels Schlämmlung.

Der Begriff „Schlammstein“, vom englischen „mudstone“ abgeleitet, beschreibt eine Mischung aus Tonstein, Siltstein und feinem Sandstein und wird deshalb oft für die feinkörnigen Molasse-Intervalle verwendet.

Mergel sind Tonsteine mit einem Karbonatgehalt von 25% - 75% und zeigen eine Reaktion mit 10%iger Salzsäure. Tonsteine werden in der Molasse häufig als „Mergel“ bezeichnet, obwohl dies nicht immer korrekt ist.

Mit der Korngrösse ändert sich auch die mineralogische Zusammensetzung der Komponenten. In Tonsteinen bestehen die Komponenten zum grössten Teil aus Tonmineralien. Tonmineralien sind Schichtsilikate, deren Kristalle die Form von mikroskopisch kleinen Plättchen aufweisen. Ihre Mineralogie ist im Zusammenhang mit der Verwendung von Molassemergeln als Ziegeleirohstoff von besonderer Bedeutung (Peters 1969, Peters et al. 1972). Als Ziegeleirohstoffe verwendete Molassegesteine weisen typischerweise einen Tonmineralgehalt von 25-30 Gewichtsprozenten auf. Diese setzen sich aus 14-18% Illit, 4-9% Smektit/Montmorillonit und 5-7% Chlorit/mixed-layer Tonmineralien zusammen. Das Tonmineral Kaolinit ist in der Molasse kaum vorhanden. Tonmineralien der Smektitgruppe sind bei Kontakt mit Wasser ausgesprochen quellfähig. Nebst den Tonmineralien sind die in der Industrie als „Magerungsmineralien“ bezeichneten Mineralien Quarz (24-28%), Kalzit (19-20%), Dolomit (3-5%) und Feldspat (18-20%) als wichtigste Anteile vertreten (Kündig et al. 1997).

Silt- und Tonsteinabfolgen der Molasse, die in der Schweiz zur Herstellung grobkeramischer Produkte genutzt werden, weisen im Rohgemisch einen Sandanteil von bis zu 50% auf. Die feinkörnigen Sedimente in der Molasse treten also nicht in reiner Form auf, sondern sind stets mit Sandanteilen durchsetzt.

**Süsswasserkalk** ist in der OSM im Zürcher Gebiet lokal über mehrere Quadratkilometer verbreitet. Es handelt sich dabei um Dezimeter-mächtige, limnische Bildungen. Diese treten z.T. zusammen mit Kohle auf. Sie werden in mehrere Niveaus unterteilt, die als regionale Leithorizonte herangezogen werden (z. B. Atlasblatt 134 Albis). Aufgrund des auffälligen Geruchs wird Süsswasserkalk bisweilen auch als „Stinkkalk“ bezeichnet.

Die als „Wetterkalk“ bezeichneten, knolligen Kalkschichten treten auf verschiedenen Niveaus der Hörnli-Schüttung auf. Beim „Wetterkalk“ handelt es sich nicht um limnisch gebildeten Süsswasserkalk, sondern um fossile Bodenbildungen (Caliche).

## 2.2.2 Lockergesteinsbedeckung und Felsrelief

Vielerorts im Schweizerischen Mittelland liegt der Molassefels unter einer unterschiedlich mächtigen Lockergesteinsbedeckung. Besonders im Bereich der heutigen Haupttäler liegt die Felsoberfläche teilweise mehrere hundert Meter unter der Geländeoberfläche. Diese übertiefen und mit Lockergestein gefüllten Täler stehen in einem engen Zusammenhang mit der mehrfachen glazialen Überprägung des Alpenvorlandes.

Die Lockergesteinsbedeckung der Molasse besteht meistens aus Moränen und Schottern der Eiszeiten, die als „quartäre Lockergesteine“ zusammengefasst werden können. Nacheiszeitliche, von Flüssen abgelagerte Lockergesteine werden als „Alluvionen“ bezeichnet. Eher lokaler Natur sind „Gehängelehme“, die häufig aus Verwitterungsprodukten von Felsaufschlüssen in der unmittelbaren Umgebung bestehen.

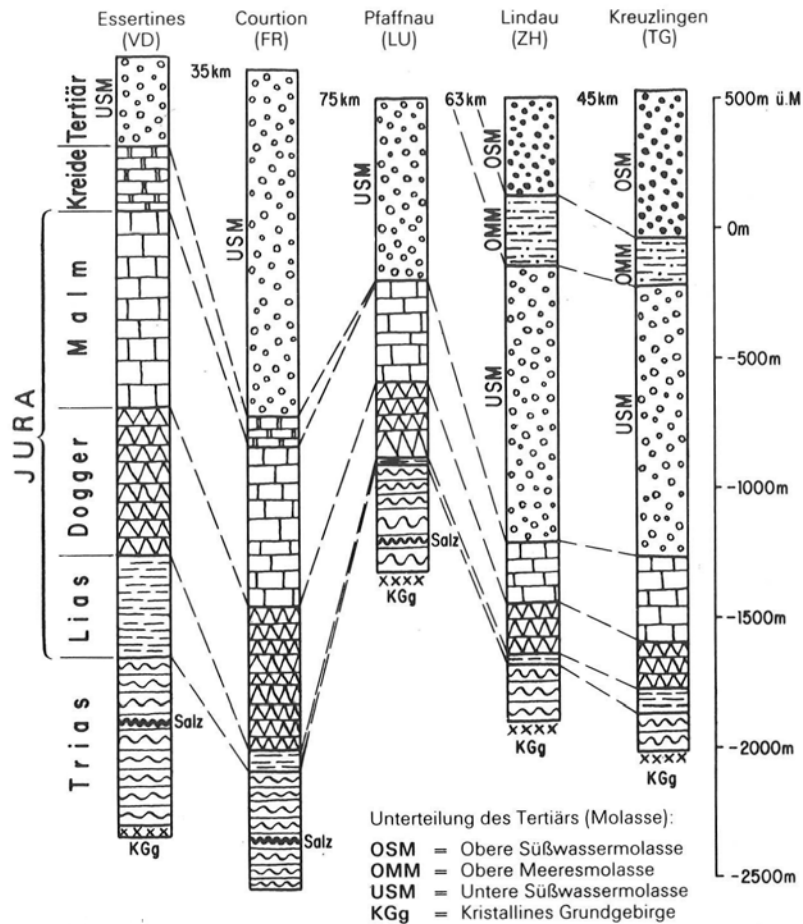
Die Tiefenlage der Felsoberfläche ist für geologische und geotechnische Fragestellungen von grosser Bedeutung. So befinden sich z. B. die wichtigsten Grundwasservorkommen im Mittelland in Schotterfüllungen übertiefer Täler. Die Felsoberfläche übernimmt dabei, oft zusammen mit feinkörnigen Seeablagerungen, die Rolle des basalen Grundwasserstauers.

Durch Auswertung von Bohrungsdaten und geologischer Interpretation kann das Felsrelief im Untergrund modellhaft rekonstruiert werden (z.B. Jordan 2007). Heute geschieht dies mit GIS-Anwendungen, die die Verarbeitung von grossen Datenmengen erlauben. Im Rahmen des swisstopo-Projektes GeoMol werden diese Daten schweizweit gesammelt und im Internet zugänglich gemacht (<https://viewer.geomol.ch> layer „Top Bedrock“).

## 2.2.3 Die Unterlage der Molasse

Das Substrat, auf dem die Sedimente der Molasse abgelagert wurden, besteht aus mesozoischen Kalksteinen, insbesondere aus Malmkalk (Jura). In der Westschweiz, ungefähr ab der Linie Thun-Biel, reicht die mesozoische Schichtreihe bis in die Kreide. Die mesozoischen Kalksteinabfolgen sind mit ca. 150 Millionen Jahren deutlich älter als die Molasse (jünger als 30 Ma). Bevor die Molasse abgelagert wurde, waren diese Kalke an der Erdoberfläche der Erosion ausgesetzt. In dieser Phase bildeten sich Karststrukturen und die charakteristischen Bolustone, die als Verwitterungsprodukte (sog. Siderolithikum) in Karstspalten erhalten geblieben sind.

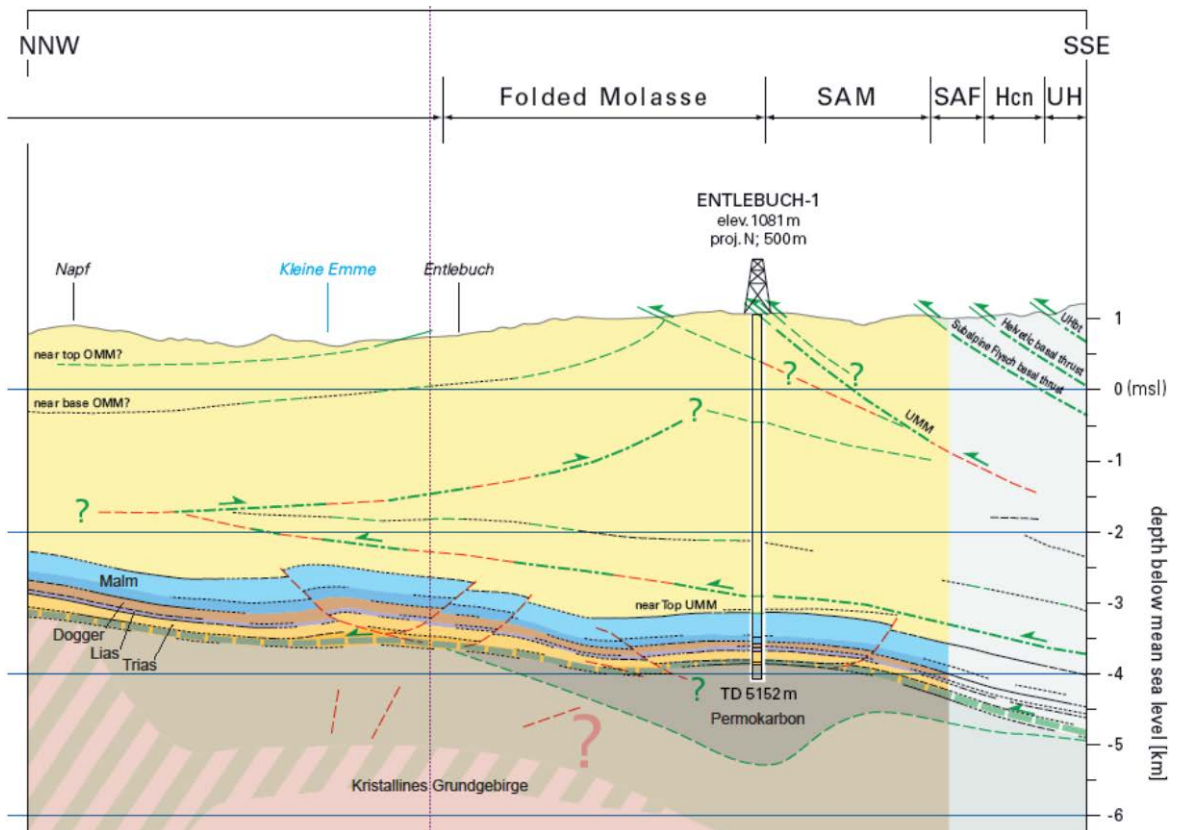
Die dem kristallinen Grundgebirge aufliegende mesozoische Schichtreihe unter dem Schweizerischen Mittelland wurde mit Erdöl-Tiefbohrungen aufgeschlossen und ist relativ gut bekannt. Die Gesamtmächtigkeit des Mesozoikums nimmt gegen Westen markant zu.



**Abbildung 2:** Die mesozoische Unterlage der mittelländischen Molasse, dargestellt anhand von fünf Bohrprofilen (aus Labhart 1995).

## 2.2.4 Tektonik

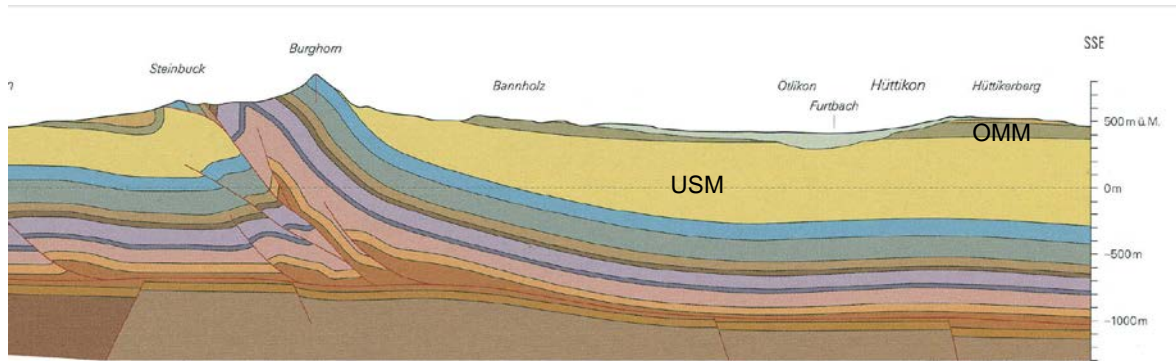
Die Molassesedimente bilden eine keilförmige Einheit, deren Mächtigkeit gegen den Alpenrand zunimmt. Bei der alpinen Gebirgsbildung wurde dieses Sedimentpaket in unterschiedlicher Art deformiert. Entlang des Alpenrandes wurden die Molassesedimente an Überschiebungen schuppenförmig in Richtung des Vorlandes übereinander geschoben. Durch diesen Prozess gelangten die ältesten Molasseeinheiten an die Oberfläche, indem sie auf jüngere Einheiten aufgeschoben und durch anschließende Erosion freigelegt wurden. Der verschuppte, südliche Teil der Molasse wird als **Subalpine Molasse** bezeichnet. Die Subalpine Molasse zieht sich entlang des Alpenbogens auf einer Breite 5-20 km quer durch die Schweiz (*Abbildung 6*). Durch die Überschiebung fallen die Schichten in der subalpinen Molasse mehrheitlich in südliche bis südöstliche Richtung ein.



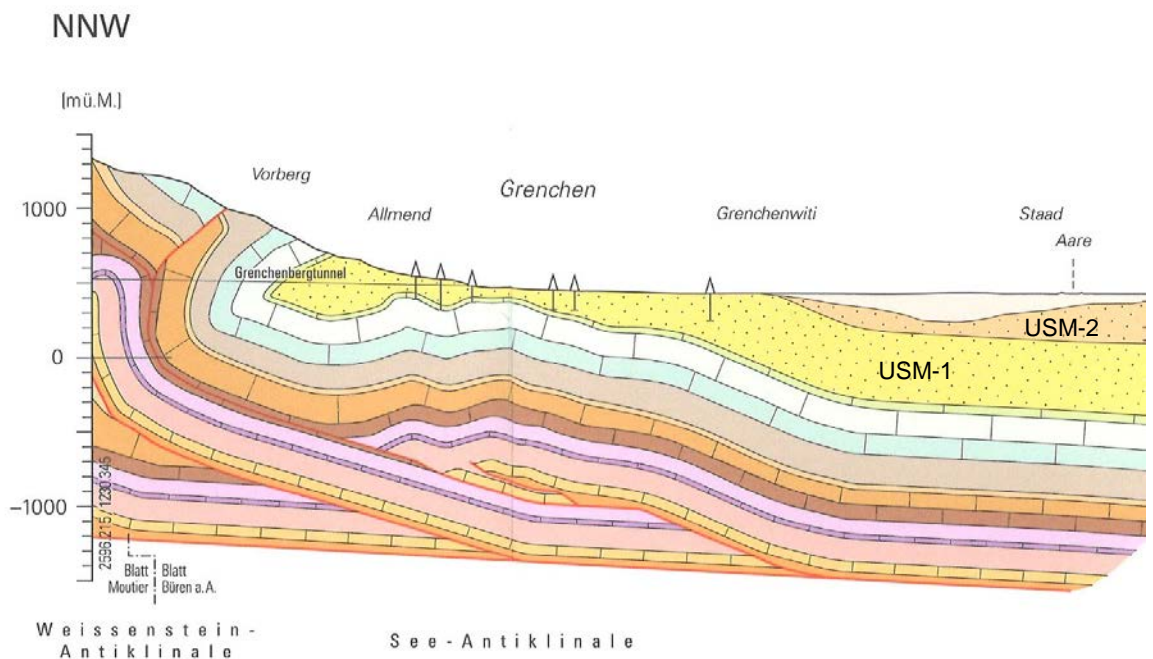
**Abbildung 3:** Tektonik der Molasse (gelb) am Alpenrand bei der Bohrung Entlebuch-1. Überschiebungen sind als grüne Linien dargestellt. Südlich der Bohrung fallen die Schichten gegen SSE. Das Einschieben eines Keils in 2 km Tiefe, der bis zur Kleinen Emme reicht, bewirkt eine Kippung der Schichten nördlich der Bohrung in Richtung NNW. Dieser Bereich wird als „aufgerichtete Molasse“ („folded Molasse“) bezeichnet (ergänzt nach Sommaruga et al. 2012).

Die **Plateaumolasse** macht die grösste Fläche der mittelländischen Molasse aus. Sie ist an der Oberfläche durch überwiegend flache Schichtlagerung gekennzeichnet. Die mesozoische Unterlage fällt mit etwa 5° gegen die Alpen ein, wodurch die Molasse die Form eines gegen Süden dicker werdenden Keils erhält. In der Plateaumolasse sind einzelne, schwach ausgeprägte Faltenstrukturen vorhanden, wobei die Faltenschenkel nur wenige Grad unterschiedlich einfallen. Derartige Antiklinalstrukturen stellen potentielle Kohlenwasserstofflager dar und wurden aus diesem Grund mit verschiedenen Erdölbohrungen erkundet. Die Faltenscheitel verlaufen mehrheitlich ungefähr parallel zum Alpenbogen. Nebst Faltenstrukturen treten in der Plateau-Molasse auch mehrheitlich steilstehende Brüche auf. Die wichtigsten Falten und Brüche sind auf der tektonischen Karte 1:500'000 dargestellt ([www.map.geo.admin.ch](http://www.map.geo.admin.ch)). Gegen die subalpine Molasse hin sind die Schichten durch südvergente Rückaufschiebungen zunehmend steilgestellt und fallen in Richtung Vorland. Dieser Bereich wird auch als **aufgerichtete Molasse** bezeichnet. Durch seismische Untersuchungen sind zahlreiche Falten- und Bruchstrukturen in der Plateaumolasse bekannt (Sommaruga et al. 2012, Dupuy et al. 2014).

Im **Juragebirge** und in der **subjurassischen Zone** (Jura-Südfuss) sind die Molasseschichten von der Jurafaltung erfasst und steilgestellt worden.



**Abbildung 4:** Steilstellung der Molasse (USM: gelb, OMM: grün) durch die Jurafaltung bei der Lägern (Atlasblatt Baden, Graf et al. 2006).



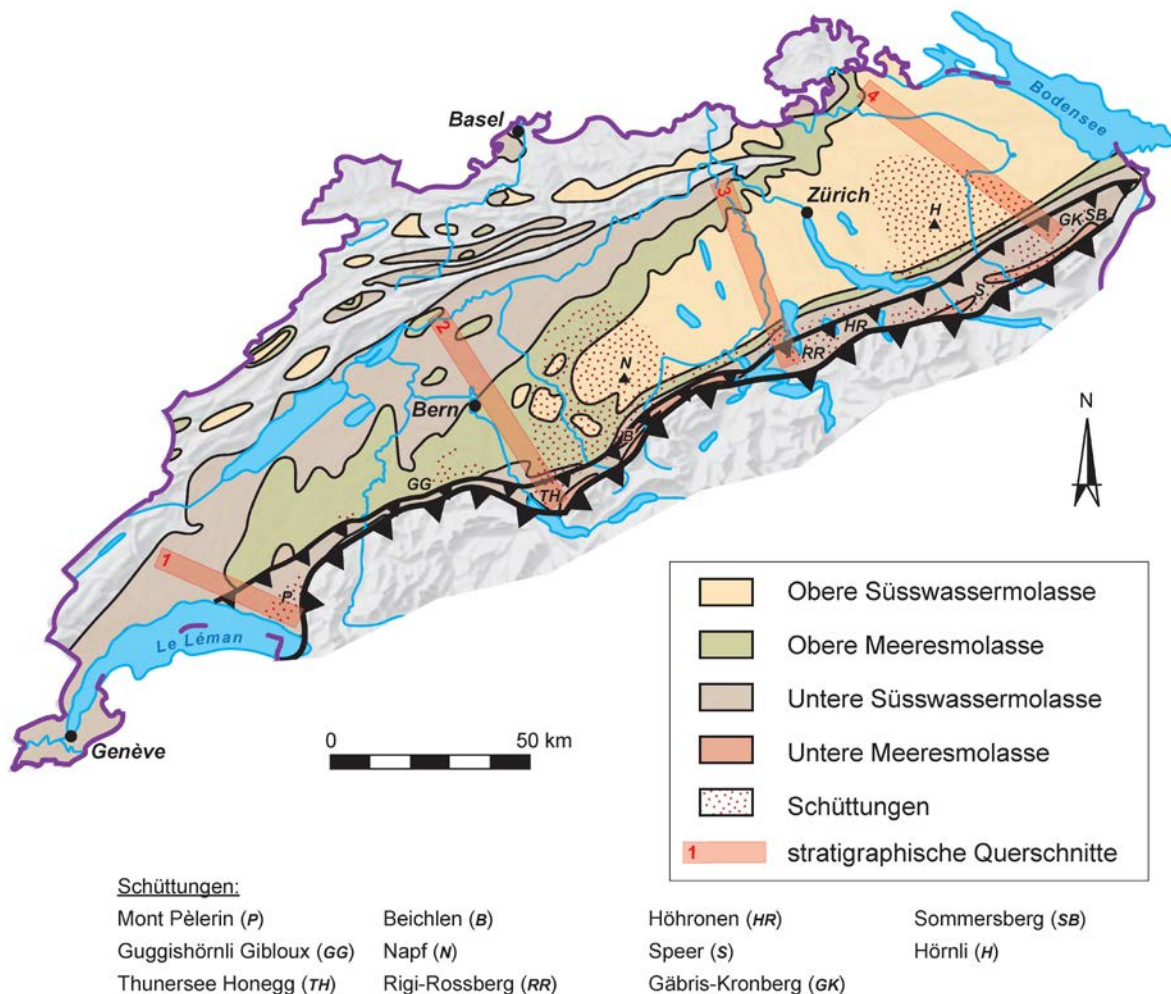
**Abbildung 5:** Eingefaltete Molasse (USM: gelb, mit Punktsignatur) am Jurasüdfuss beim Grenchenbergtunnel auf Atlasblatt Büren a. Aare (Gruner et al. 2013).

Bei der Jurafaltung wurde das gesamte Molassebecken zusammen mit der mesozoischen Unterlage vom Grundgebirge abgeschert und gegen Norden verschoben. Weil der Verkürzungsbetrag im Juragebirge von Ost nach West zunimmt, resultiert daraus eine Rotationsbewegung (Kempf et al. 1998).

## 2.3 Lithostratigraphische Gruppen

Die Molasse besteht vorwiegend aus detritischen Formationen, die von unten nach oben in vier Haupteinheiten (lithostratigraphische Gruppen) eingeteilt werden: die **Untere Meeresmolasse** (UMM, „Lower Marine Molasse“), die **Untere Süßwassermolasse** (USM, „Lower Freshwater Molasse“), die **Obere Meeresmolasse** (OMM, „Upper Marine Molasse“) und die **Obere Süßwassermolasse** (OSM, „Upper Freshwater Molasse“).

Ihrem Namen entsprechend wurden die dazugehörigen Formationen entweder in einem kontinentalen oder marinen Milieu in einem warmen, subtropischen Klima abgelagert.



**Abbildung 6:** Die Verbreitung der lithostratigraphischen Gruppen und Schüttungen im schweizerischen Molassebecken. Die Linie mit kleiner Dreiecksignatur bezeichnet die Überschiebung der Subalpinen Molasse. Die grosse Dreiecksignatur stellt die Grenze zwischen der Molasse und den Alpen dar (umgezeichnet nach Keller et al. 1990).

Im terrestrischen Milieu waren am Alpenrand Schuttfächer vorhanden, die gegen das Becken in flache Überflutungsebenen übergingen, die ihrerseits von zahlreichen Flüssen, Seen und Kohlesümpfen durchzogen waren.

Das marine Milieu war durch ein untiefes Meer mit Brackwasserbereichen und Gezeitebenen charakterisiert. Durch Strömungen wurde Sand im ganzen Meeresbecken verteilt. Die marine Makrofauna war relativ artenarm, aber Haifischzähne und Muschelschalen sind an zahlreichen Stellen gefunden worden.

In den 60-er und 70-er Jahren lag der wissenschaftliche Fokus bei der Erforschung der Molasse in petrographischen Untersuchungen, namentlich in Schwermineralanalysen (Büchi et al. 1965). Später folgten umfangreiche Faziesanalysen (Keller 1989, Keller et al 1990, Schlunegger et al. 1993) und die Erarbeitung einer Biostratigraphie aufgrund von Säugetierzähnen (z. B. Engesser 1990), wodurch die zeitliche Auflösung (Chronostratigraphie) immer genauer bekannt wurde. Die zeitliche Korrelation zwischen den sehr unterschiedlichen Ablagerungsmilieus in der Molasse war eines der Hauptprobleme, das mit der Methode der Magnetostratigraphie gelöst werden konnte. Mit dieser Methode wird die Orientierung des Erdmagnetfeldes zur Zeit der Ablagerung in Gesteinsproben gemessen und kann so zeitlich hoch aufgelöst werden (Schlunegger et

al. 1996). Die Methode wurde im Molassebecken erfolgreich angewendet (Schlunegger et al. 1996, Kempf und Matter 1999, Strunck 1998) und brachte viele wichtige neue Erkenntnisse, die letztlich eine detaillierte Rekonstruktion des Molassebeckens im Laufe der Zeit ermöglichten (Kuhlemann und Kempf 2002).

### 2.3.1 UMM

Die Untere Meeresmolasse UMM wurde in einem schmalen Meeresbecken, das sich entlang der entstehenden Alpen erstreckte, abgelagert. Ein weiterer, nicht genau zeitgleicher Meeresarm erstreckte sich durch den Rheingraben und reichte im Süden bis nach Laufen und Delémont. Aufschlüsse der UMM findet man heute ausschliesslich in der Subalpinen Molasse, wo die Molasse in den weichen Grisigen-Mergeln abgeschert und verschuppt ist. Im Untergrund reicht die UMM ungefähr bis zur Linie Lausanne-Luzern-St. Gallen. Die Abfolge besteht im Wesentlichen aus dunkelgrauen Mergeln mit dünnen Sandsteinlagen. Gegen oben sind dann vermehrt Sandsteine vorhanden. Die UMM-Abfolge entwickelte sich lückenlos aus dem turbiditischen Nordhelvetischen Flysch bei gleichzeitiger Verlagerung der Beckenachse in Richtung des Vorlandes. Der Übergang von Flysch (tiefes Becken, Trübestrome) zu Molasse (seichtes Becken) stützt sich auf Beobachtungen an einzelnen Aufschlüssen und ist zudem tektonisch erschwert (Matter et al. 1980). Umfassende sedimentologische Untersuchungen zeigen für die UMM durchwegs eine Faziesentwicklung von turbiditdominierten Ablagerungsbedingungen in tiefem Wasser hin zu flachmarinem Milieu und schliesslich den Übergang zum kontinentalen Milieu der USM (Diem 1986).

### 2.3.2 USM

Die Untere Süsswassermolasse ist im Bereich der gefalteten Molasse und in der subalpinen Molasse in proximaler Fazies entlang des Alpenbogens aufgeschlossen. In der Plateau-Molasse ist die USM entlang des Genfersees anstehend. Sie erstreckt sich im nördlichen Teil des Mittellandes in einem immer schmaler werdenden Streifen bis zur Lägern. Die östlichsten Aufschlüsse in der Schweiz befinden sich im Gebiet zwischen Rafz und Schaffhausen (*Abbildung 6*).

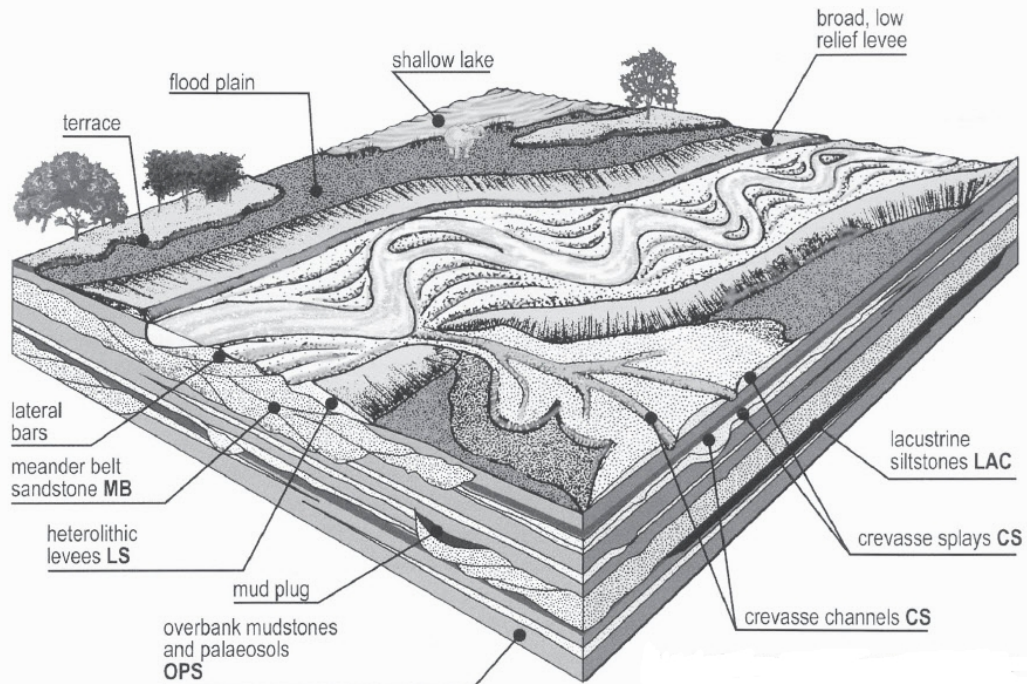
Die Untere Süsswassermolasse stellt den ersten terrestrischen Zyklus in der Geschichte des Molassebeckens dar. Sedimente aus dem Alpenraum wurden von Flüssen in das Vorland transportiert. In der proximalen Fazies am Alpenrand entstanden Schuttfächer, in welchen mächtige Kiesbänke abgelagert wurden. In Richtung Vorland sind die Kiesbänke mit feineren Sedimenten verzahnt, die von Flüssen weiter weg vom Gebirge in eine weite Überschwemmungsebene transportiert wurden.

Die kontinentale Fazies der distalen Molasse wurde an Aufschlüssen und den Tiefbohrungen Weiach, Schafisheim und Langenthal eingehend untersucht (Keller et al. 1990). In einem Faziesmodell können die im Aufschluss konservierten Sedimente unterschiedlichen Faziestypen („Architekturelemente“ nach Keller et al. 1990) zugeordnet werden, was sich auch in der Praxis als sehr nützlich erweist.

Die fünf Faziestypen bzw. Architekturelemente (nach Keller et al. 1990) sind:

**MB (meander belt, Rinnengürtel):** Mittel- bis grobsandige Intervalle von mehr als 2 m Mächtigkeit, die an der Basis eine scharfe, erosive Grenze aufweisen und nach oben durch einen bioturbirten, graduellen Übergang zum Hangenden charakterisiert sind. Die Sandsteine zeigen häufig trogförmige Schrägschichtung von Grossrippeln und interne Erosionsdiskordanzen. Die Sandsteine unterscheiden sich von Sandsteinen aus Durchbruchsfächern und –Rinnen primär durch ihre gröbere Korngrösse. Besonders in Bohrkernen ist die Unterscheidung aber nicht immer klar ersichtlich.





**Abbildung 7:** Ablagerungsmilieus zur Zeit der Unteren Süsswassermolasse im distalen Bereich. Mäandrierende Flüsse hinterlassen charakteristische Sedimentabfolgen, die sechs Faziestypen zugeordnet werden können (Keller 2012).

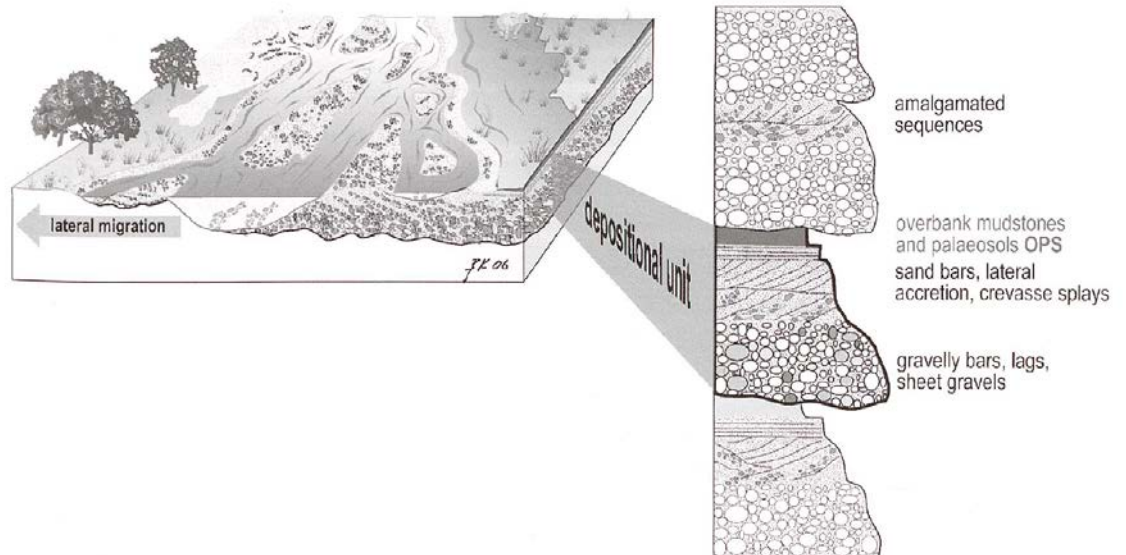
**CS (crevasse splays and –channels, Durchbruchsfächer und –rinnen):** Diese Sandsteine sind in der Regel feinkörniger als die Sandsteine aus Rinnengürteln und bestehen aus feinem bis mittelfeinem Sand. Sie können insgesamt recht unterschiedlich ausgebildet sein. Im Aufschluss präsentieren sie sich häufig als 0.5 – 2 m mächtige isolierte Sandsteinbänke oder als mächtigere, gestapelte Sandsteineinheiten, die durch dm-mächtige Schlammsteinschichten voneinander getrennt sind. Die Unter- und Obergrenzen können je nach Situation scharf oder graduell ausgebildet sein. Schichtinterne Erosionsdiskordanzen sind relativ häufig zu beobachten.

**LS (heterolithic levées, Uferwälle und distale Überschwemmungssande):** Die Ablagerungen dieses Faziestyps bilden repetitive Abfolgen aus dünnen, 10-20 cm dicken Feinsand- oder Siltsteinbänken und dünnen Zwischenlagen aus schwach marmorierten Schlammsteinlagen. Die einzelnen Sandsteinbänke beginnen meist über einer scharfen Basis und sind intern vielfach rippellaminiert oder parallel laminiert. Im Dach der Bänke können häufig Kletterrippeln beobachtet werden, die zusammen mit den ebenfalls verbreiteten Wulstschichtungen und Belastungsmarken für eine rasche Sedimentation charakteristisch sind. Der Übergang nach oben zum Faziestyp OPS (Überschwemmungsebene) ist infolge der Pedo- und Bioturbation meist fließend.

**OPS (overbank mudstones and paleosoils, Überschwemmungsebene mit Paläoböden und Sümpfen):** Der Faziestyp OPS ist aufgrund der auffallend bunten pedogenen Horizonte leicht erkennbar. Der Übergang aus dem Liegenden ist in der Regel graduell, während die Grenze zum Hangenden generell scharf und erosiv ist. Ein OPS-Zyklus ist typischerweise 10-100 cm mächtig und zeigt gegen das Hangende eine Zunahme der Fleckung bis hin zu roten oder schwarzen Horizonten mit scharfer Obergrenze.

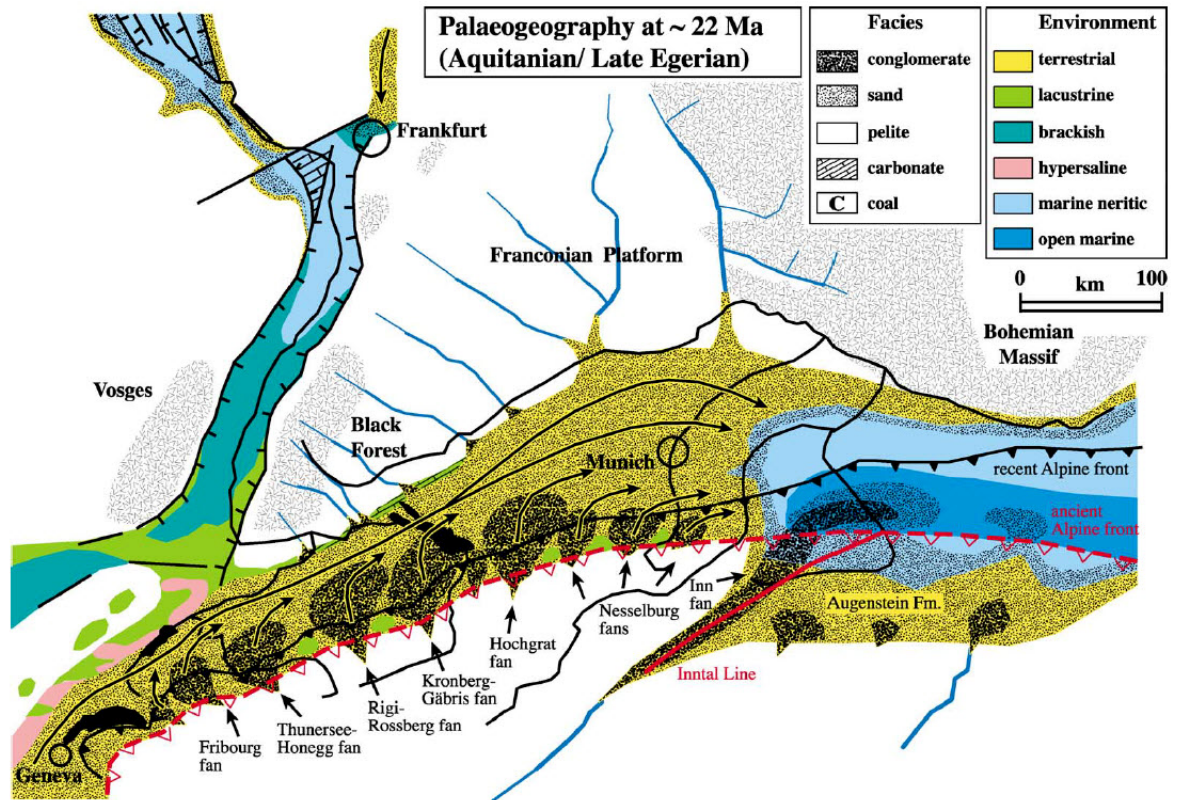
**LAC (lacustrine siltstones, Seeablagerungen):** Dieser Faziestyp tritt in der USM relativ selten auf. Er ist durch laminierte lakustrische Siltsteine charakterisiert. Die Laminiierung entstand durch den jahreszeitlich unterschiedlichen Sedimenteintrag in den See.

Im proximalen Teil des Ablagerungsraumes (gegen den Alpenrand sowie lokal am Jura-Südfuss) ist das Gefälle der Flüsse grösser. Es bilden sich dort breite, verzweigte („verwilderte“) Flüsse, die durch Kies- und Sandbänke charakterisiert sind. Feinkörniger Detritus wird durch die relativ hohe Schleppkraft der Flüsse vorbeigespült und gelangt erst im distalen Bereich zur Ablagerung.



**Abbildung 8:** Faziesmodell für den proximalen Ablagerungsraum (Keller 2012). Kiesbänke zeigen eine charakteristische Abnahme der Korngrösse nach oben hin zu Sandsteinen mit Schrägschichtung. Die Sequenz beginnt jeweils mit einer scharfen, erosiven Basis. Durch Überlagerung mehrerer Sequenzen entstehen mächtige, „amalgamierte“ Nagelfluhabfolgen.

Die verschiedenen Faziestypen treten innerhalb der USM in äusserst unterschiedlicher Zusammensetzung auf und reichen von mehreren hundert Meter mächtigen Nagelfluhabfolgen im proximalen Bereich bis hin zu Schlammsteinen im distalen Bereich mit relativ wenig Sandsteinbänken.



**Abbildung 9:** Faziesverteilung im Molassebecken im Aquitan (Kuhlemann und Kempf 2002). Mehrere Schuttfächersysteme haben sich vom Alpenrand in das Molassebecken vorgebaut. Das Becken entwässert nach Osten in einen schmalen Meeresarm östlich von München.

Eine umfassende sedimentologische und stratigraphische Bearbeitung der USM in der Westschweiz, wo die USM besonders verbreitet ist, erfolgte durch Strunck und Matter (2002).

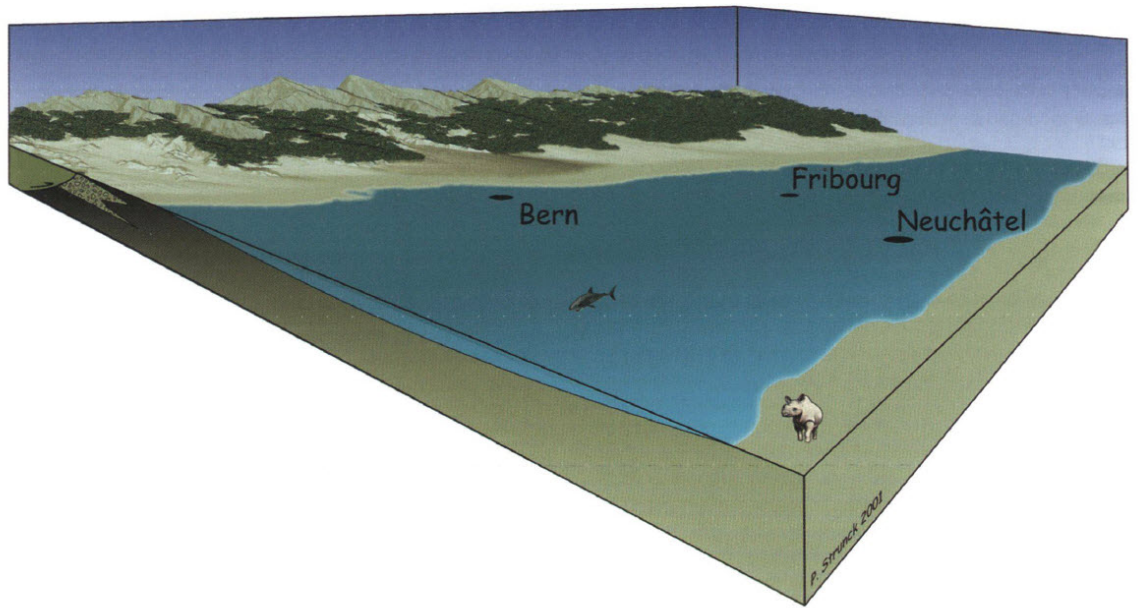
### 2.3.3 OMM

Die Sedimente der Oberen Meeresmolasse findet man zwischen Lausanne und Bern in der südlichen Hälfte des Molassebeckens. Zwischen Bern und Schaffhausen steht die OMM in einem schmalen Streifen an, südlich von diesem Streifen ist sie mehrheitlich durch die jüngere OSM bedeckt und tritt nur im südlichen Teil nochmals zu Tage, wo die Schichten tektonisch steil gestellt sind.

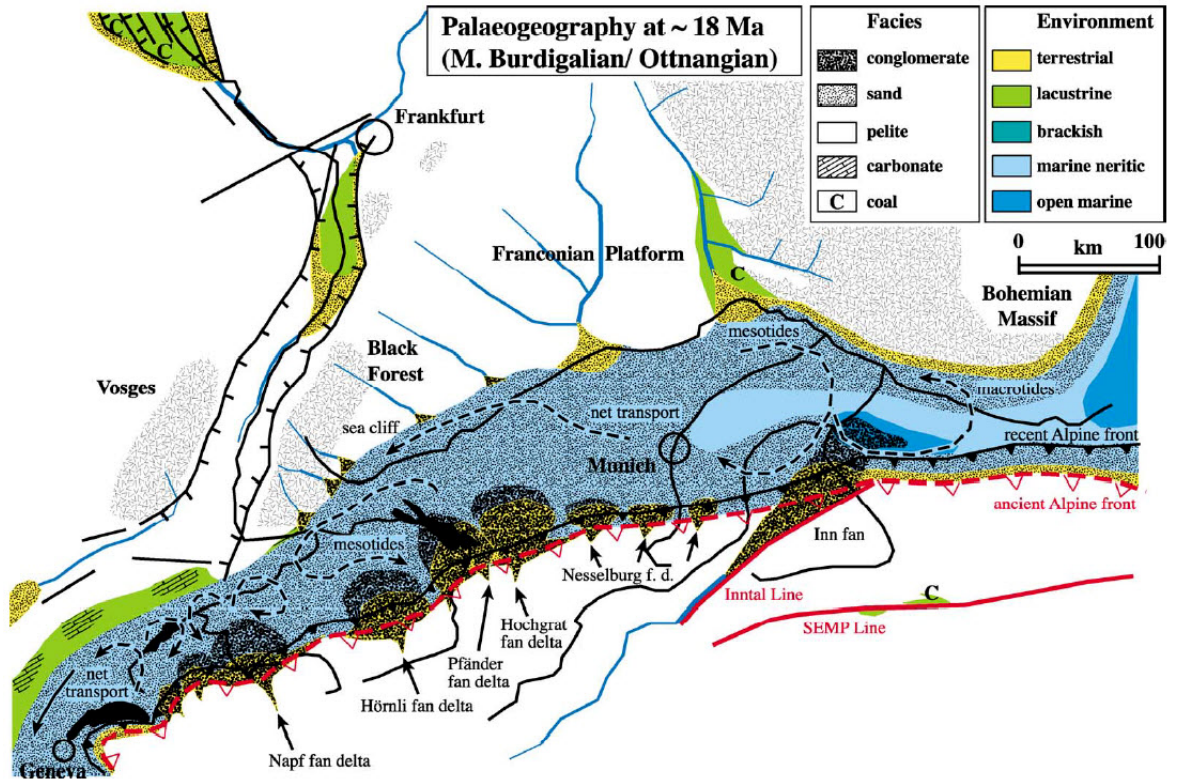
Zur Zeit der Ablagerung der Oberen Meeresmolasse war das Alpenvorland durch ein flaches Meer bedeckt, das mit dem Rhonebecken im Westen und dem Meeresbecken von Wien im Osten in Verbindung stand. Die Hörnli- und Napf-Schüttungen bauten sich als Deltas in das Becken vor. Im Becken wurden Sedimente durch Strömungen und Gezeiten verfrachtet, in der Art, wie dies in einem Wattenmeer der Fall ist.

Die Sandsteine weisen häufig Schrägschichtung und Rippelstrukturen auf. Einzelne Bänke sind oft von dünnen Mergellagen getrennt. Einzelne Geröllschnüre und Nagelfluhbänke lassen sich z.T. über grössere Strecken verfolgen und sind wichtige Markerhorizonte. Besonders massige Sandsteinvorkommen wurden in zahlreichen Steinbrüchen bis in die 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts vielerorts als Bausteine abgebaut und haben daher auch eine gewisse wirtschaftliche, vor allem aber kulturhistorische Bedeutung (z. B. „Berner Sandstein“).

Eine umfassende fazielle und stratigraphische Bearbeitung der OMM erfolgte durch Keller (1989).



**Abbildung 10:** Rekonstruktion des Molassemeeres zur Zeit der Ablagerung der oberen Meeresmolasse (Strunck und Matter 2002).

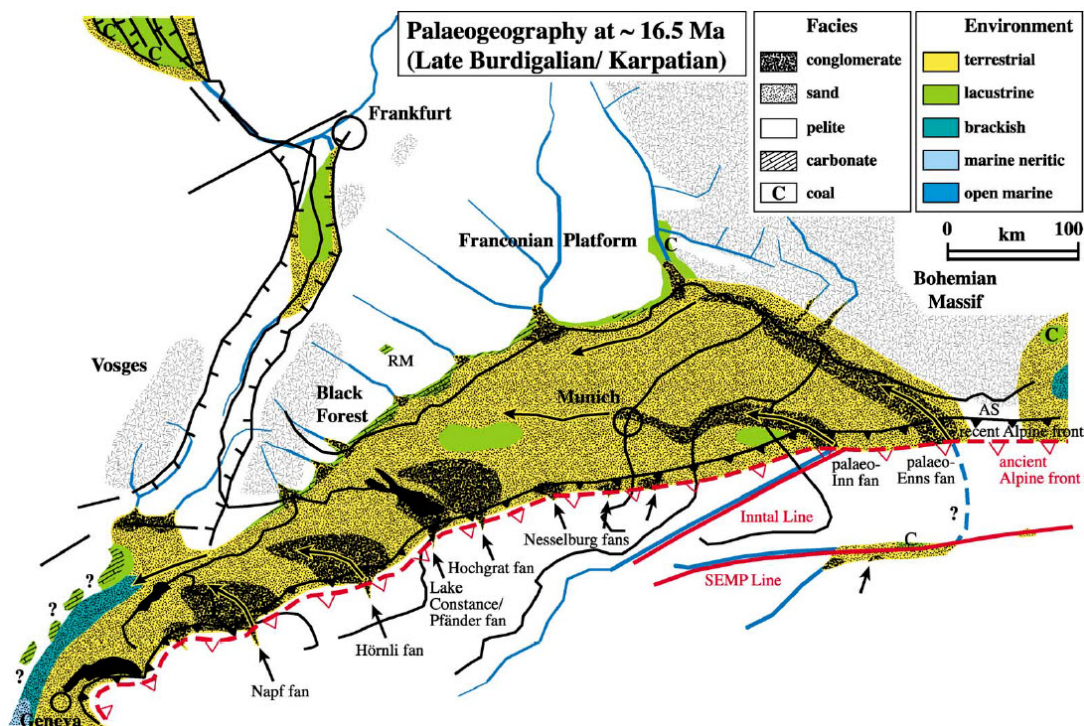


**Abbildung 11:** Rekonstruktion des Ablagerungsraumes zur Zeit der Oberen Meeresmolasse (Kuhlemann und Kempf 2002).

### 2.3.4 OSM

Das Verbreitungsgebiet der Mittelländischen OSM reicht von den westlichsten Aufschlüssen im Gebiet südlich von Bern über den Napf, das Seetal bis an den Bodensee (*Abbildung 6*). Die bereits während der UMM aktiven Schüttungen Napf und Hörnli blieben während der Ablagerung der OSM aktiv. Die grösste Mächtigkeit erreicht die OSM im Hörnligebiet (ca. 1500 m). Gegen Norden nimmt die Mächtigkeit auf wenige 100 m ab.

Ausserhalb der Schüttungszentren war das Molassebecken durch ausgedehnte Delta- und Flusslandschaften mit zahlreichen Teichen und Mooren geprägt. Die Entwässerung des OSM-Beckens erfolgte in Richtung Westen gegen die Ur-Rhone. In diesem axialen Entwässerungssystem gelangten schlecht verfestigte, glimmerführende Sande aus dem östlichen Einzugsgebiet zur Ablagerung. Diese als „Glimmersandrinne“ bezeichneten Sedimente sind im Gebiet des Untersees und Irchels verbreitet und reichen gegen Süden bis nach Winterthur und Zürich. Gegen Westen sind Relikte bis nach Le Locle vorhanden.



**Abbildung 12:** Rekonstruktion des Ablagerungsraums der OSM (Kuhlemann und Kempf 2002).

Eine bemerkenswerte Schicht der OSM entstand durch ein katastrophales Ereignis, bei dem auf einer Fläche zwischen St. Gallen und Zürich gewaltige Kiesmengen abgelagert wurden. Diese Konglomeratschicht bildet das Apenzellergranit-Leitniveau (auch: Hüllistein- oder Degersheim-Konglomerat), und ist ein wichtiger Leithorizont in der OSM. Im distalen Bereich geht dieser Leithorizont in den Meilener-Sandstein bzw. Meilener-Kalk über.

Durch aktiven Vulkanismus im Hegau gelangten in der OSM grossflächig Lagen vulkanischer Asche zur Ablagerung. Diese Aschelagen haben sich durch Verwitterung in Bentonite (Tonmineralien) umgewandelt und bilden heute ebenfalls wichtige Leithorizonte (Pavoni und Schindler 1981).

Wo Leithorizonte fehlen, ist eine Unterteilung der OSM schwierig. Auf vielen älteren Kartenblättern wird die OSM deshalb unter dem Zeitbegriff „Tortonien“ zusammengefasst.

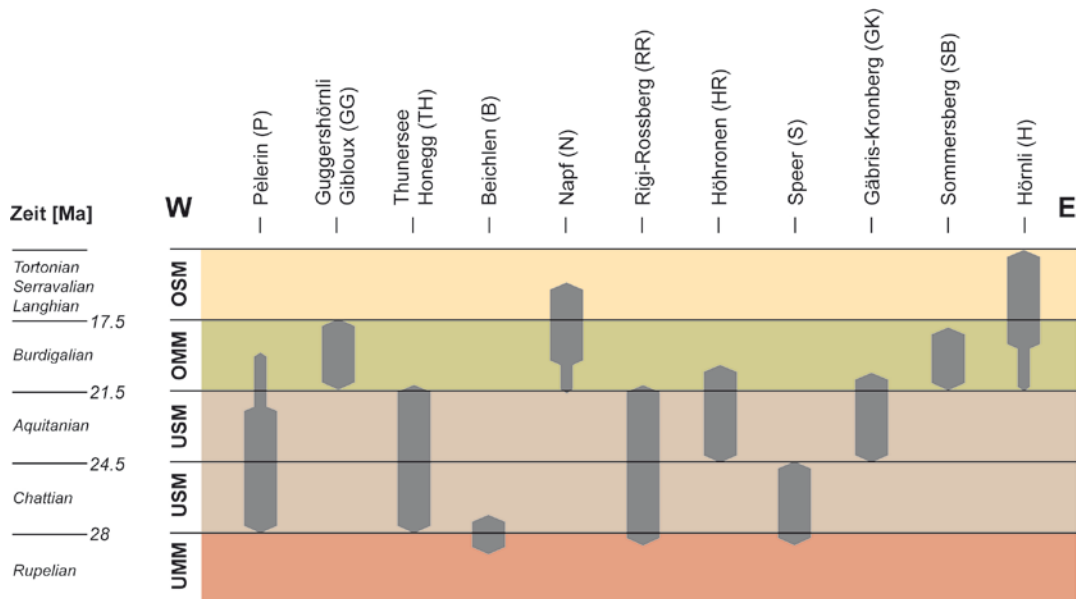
Das bei der USM beschriebene Konzept der Architekturelemente (Keller et al. 1990) gilt sinngemäss auch für die OSM.

Magnetostratigraphische Untersuchungen (Kempf und Matter 1999) ergaben insbesondere im proximalen Bereich ein genaues Bild der Sedimentationsprozesse in der OSM. Einen Überblick des aktuellen Wissensstandes mit Verweisen auf die umfangreiche Literatur geben Gander (2004) und Loepfe et al. (2012).

### 2.3.5 Schüttungen

Während der Ablagerung der gesamten Molasseabfolge waren am Alpenrand Schutfächersysteme vorhanden. Diese lieferten Sand und Schotter in das Molassebecken, die in Schutfächern oder Deltas abgelagert wurden und seitlich mit den feinkörnigeren Sedimenten des Alpenvorlandes verzahnt sind und unterschiedlich weit in diese hinein reichen. Es ist deshalb sinnvoll, diese Schüttungen als individuelle Ablagerungsräume zu behandeln, in denen eigenständige Formationen entstanden sind.

Durch das räumliche und zeitliche Nebeneinander von Geröllschüttung am Alpenrand und Sedimentation im Vorland sind im Molassebecken sehr unterschiedliche Sedimente entstanden. Im Laufe der Zeit wurden Schüttungen durch tektonische Prozesse inaktiv und von anderen Schüttungen abgelöst. Die Schüttungen sind nach der Lage ihres Schüttungszentrums benannt und befinden sich stets nahe am Alpenrand (*Abbildung 6*).



**Abbildung 13:** Die Aktivität der wichtigsten Schüttungen im Laufe der Zeit. Die Abgrenzungen der Gruppen UMM, USM, OMM und OSM sind diachron. Die Zeitskala ist nur als Hinweis zu verstehen.

Einen Spezialfall bilden die reliktsch in der OSM der Jura-Molasse erhaltenen Konglomerate der Jura(J)- und Vogesen(V)-Schüttungen, deren Liefergebiete im südlichen Schwarzwald bzw. den Vogesen lagen (Becker 2003).

## 3 Die lithostratigraphische Nomenklatur der Molasse

### 3.1 Das Konzept der lithostratigraphischen Einheiten

Die Benennung von geologischen Schichten oder Einheiten ist eine schwierige Aufgabe. Zunächst müssen die im Feld gefundenen Schichten beschrieben und anschliessend in sinnvolle Einheiten zusammengefasst werden. Dazu bedarf es gewisser Regeln, die für die stratigraphische Nomenklatur in der Schweiz festgelegt sind (Remane et al. 2005). Dabei sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

- Die **lithostratigraphische Einheit** ist ein dreidimensionaler Körper, der eine Unter- und eine Obergrenze aufweist und der mit einer benachbarten Einheit seitlich verzahnt ist. Unter- und Obergrenzen können isochron oder heterochron sein.
- Die **Lithostratigraphie** dient der lagerungsmässigen und räumlichen Gliederung von Gesteinsfolgen in unterscheidbare Gesteinseinheiten, unabhängig von deren Alter. Das Alter ist eine Eigenschaft, die mit verschiedenen Methoden bestimmt werden kann.
- Zweck der **lithostratigraphischen Klassifikation** ist es, für alle möglichen stratigraphischen Untersuchungen einen allgemeinen Rahmen zu liefern, d.h. ein möglichst objektives Bezugssystem, das andere methodische Ansätze nicht präjudiziert.
- Die lithostratigraphische Grundeinheit ist die **Formation**. Eine Formation ist ein Gesteinskörper, der sich durch bestimmte lithologische Eigenschaften und/oder kartierbare Diskontinuitäten bzw. Übergänge von den angrenzenden Formationen unterscheidet. Bezüglich der Mächtigkeit gibt es keine Regeln. Entscheidend ist ihre Kartierbarkeit, in der Regel im Massstab 1:25'000. Eine Formation soll anhand eines Typusprofils definiert sein. Die Formation wird nach einer Typuslokalität benannt.

Lithostratigraphische Einheiten sind hierarchisch gegliedert. Mehrere *Formationen* können zu *Gruppen* oder *Supergruppen* zusammengefasst werden. Eine *Formation* kann aus mehreren *Members* bestehen. Die kleinste Einheit ist die *Bank*.

**Tab. 1** Hierarchie der lithostratigraphischen Einheiten

Deutsch	Französisch	Italienisch	Englisch
Supergruppe	Super-Groupe	Super-Gruppo	Super Group
Gruppe	Groupe	Gruppo	Group
Formation	Formation	Formazione	Formation
Member	Membre	Membro	Member
Bank	Banc	Strato	Bed

Lithostratigraphische Einheiten haben ein Alter, das mit der international festgelegten geochronologischen Standardskala verglichen werden kann. In chronostratigraphischen Profilschnitten kann so die fazielle Entwicklung in einem Sedimentationsraum im Laufe der Zeit dargestellt werden. Da lithostratigraphische Einheiten nicht isochron begrenzt sein müssen, ist die Verwendung von Zeitstufen in deren Namen unbedingt zu vermeiden.

## 3.2 Heutiger Stand der lithostratigraphischen Nomenklatur

In der Schweiz ist das Schweizerische Komitee für Stratigraphie, eine Arbeitsgruppe der Plattform Geosciences der Akademie der Naturwissenschaften SCNAT, zuständig für die Validierung von neuen lithostratigraphischen Formationen. Die Kommission ergänzt und aktualisiert das lithostratigraphische Lexikon der Schweiz unter Berücksichtigung der oben genannten Regeln. Dieses Lexikon enthält die gültigen Namen der lithostratigraphischen Einheiten in verschiedenen Sprachen sowie eine Vielzahl informeller Begriffe und zusätzlicher Angaben. Das Lexikon steht unter [www.strati.ch](http://www.strati.ch) öffentlich zur Verfügung und definiert den aktuell gültigen Standard.

Die an swisstopo angegliederte Landesgeologie hat als erdwissenschaftliche Fachstelle des Bundes die Aufgabe der Produktion des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25'000 und damit die Umsetzung der aktuellen stratigraphischen Nomenklatur in analoge und digitale Kartenwerke. Da die Kartierung geologischer Einheiten flächendeckend und längst nicht mehr beschränkt auf einzelne Kartenblätter erfolgt, stellt die Vereinheitlichung der stratigraphischen Nomenklatur eine besondere Herausforderung dar.

Im Praxisalltag zeigt sich, dass sich die korrekte lithostratigraphische Nomenklatur nur sehr bedingt durchsetzt. In den allermeisten Fällen werden Bezeichnungen aus geologischen Karten oder Monographien von den Bearbeitern übernommen und verwendet, auch wenn diese nicht mehr korrekt sind. Etliche ältere, unkorrekte Namen sind ausserdem derart geläufig, dass es schwer fällt, einen neuen, besseren Namen dafür zu verwenden. Schliesslich wird auch argumentiert, dass der Name einer Einheit bei der Bearbeitung eines bestimmten Projekts letztlich unerheblich sei.

Zum heutigen Zeitpunkt ist man somit mit einer Vielzahl von alten und neuen Namen konfrontiert und es fällt selbst Fachleuten manchmal schwer, dabei den Überblick zu behalten.

## 3.3 Glossar (Anhang 1)

Das Glossar in Anhang 1 enthält eine alphabetisch geordnete Liste mit stratigraphischen Bezeichnungen, die in der Molasse verwendet wurden. Die Liste ist so aufgebaut, dass eine rasche Zuordnung der Begriffe zu einem gültigen Formationsnamen möglich ist:

- In fetter Schrift sind **gültige Formationsnamen** dargestellt. Dazu ist zu bemerken, dass längst nicht alle Formationen stratigraphisch (z. B. mittels Typusprofil) korrekt definiert und formell bestätigt sind. Der Begriff „Formation“ ist in diesem Sinne als eine kartierbare Einheit zu verstehen.
- In kursiver Schrift sind *Bezeichnungen, die nicht mehr verwendet werden sollten* dargestellt. Diese sind entweder falsch oder irreführend.
- In grauer Schrift sind *unsichere oder unklare Angaben* dargestellt
- Alle übrigen Namen sind in normaler Schrift dargestellt und kurz erläutert. Auch diese werden einer gültigen Formation zugeordnet. In vielen Fällen handelt es sich dabei um rein formell nicht korrekte Bezeichnungen, deren Verwendung als informelle Begriffe aber weiterhin sinnvoll ist.

In der Tabellenspalte „Rang/Erläuterung“ wird die Bedeutung des Begriffs präzisiert.

Die Spalte „Formation“ enthält den gültigen Formationsnamen, dem der Begriff entspricht oder zugeordnet werden kann.

Die Spalte „Schüttung“ enthält das Kürzel der Schüttung, sofern der Begriff eine Einheit beschreibt, die Teil einer Schüttung ist. Die Kürzel entsprechen dabei den in *Abbildung 13* dargestellten Schüttungen.



Die letzte Spalte enthält das Kürzel eines Lithotyps, dem die Einheit am ehesten entspricht.

Die vier wichtigsten Lithotypen K und KS, S, SM und M sind in Kapitel 7 beschrieben. Die Typen L und B wurden ausgeschieden, weil sie sich keinem der vier Haupttypen zuordnen lassen. Es handelt sich bei diesen um vergleichsweise geringmächtige und relativ seltene Typen.

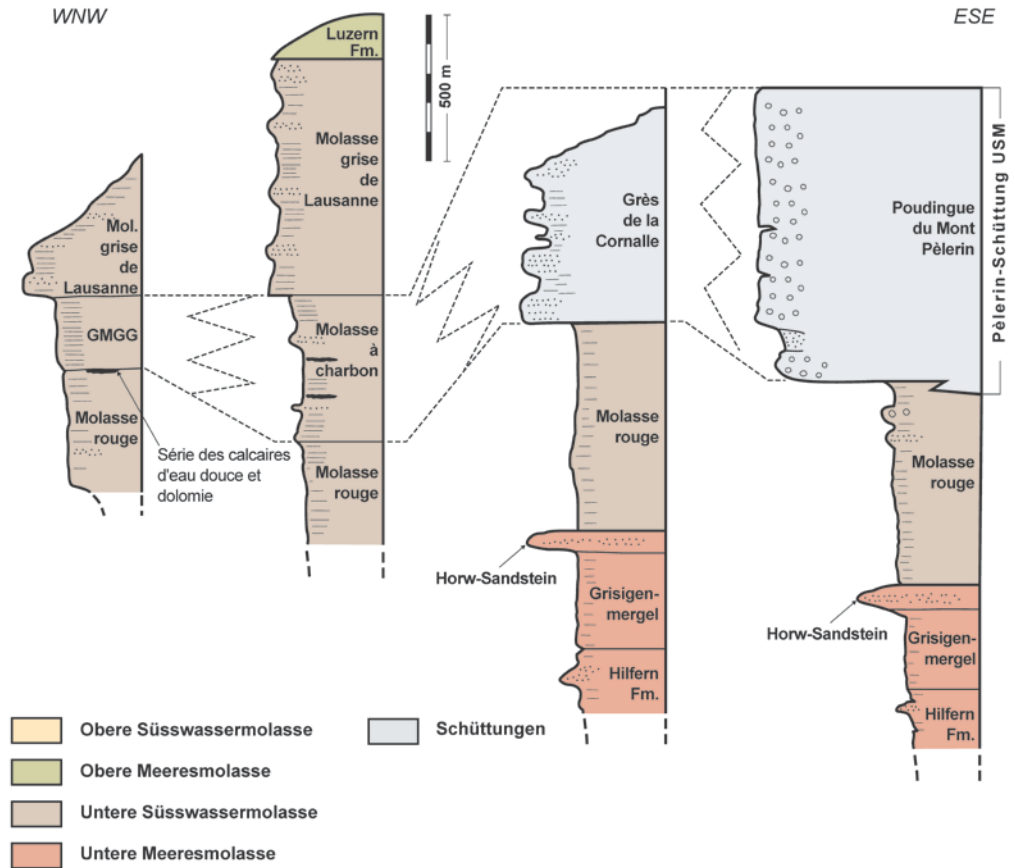
Für weiterführende Informationen sei hier ausdrücklich auf das stratigraphische Lexikon [www.strati.ch](http://www.strati.ch) und die entsprechende Fachliteratur verwiesen.

### 3.4 Stratigraphische Sammelprofile

Vier Querschnitte mit stratigraphischen Sammelprofilen sollen die stratigraphischen Verhältnisse in der Molasse unter Verwendung der aktuellen Nomenklatur veranschaulichen. Die Lage der Querschnitte ist in *Abbildung 6* ersichtlich. Die stratigraphischen Profile wurden jeweils den ungefähren Mächtigkeiten entsprechend dargestellt.

Nicht alle gültigen Formationen, die im Glossar aufgeführt sind, sind in den Querschnitten zu finden. Insbesondere in der Subalpinen Molasse und in den Schüttungen sind die Verhältnisse dafür zu kleinräumig und komplex.

## 3.4.1 Querschnitt 1 „Léman“

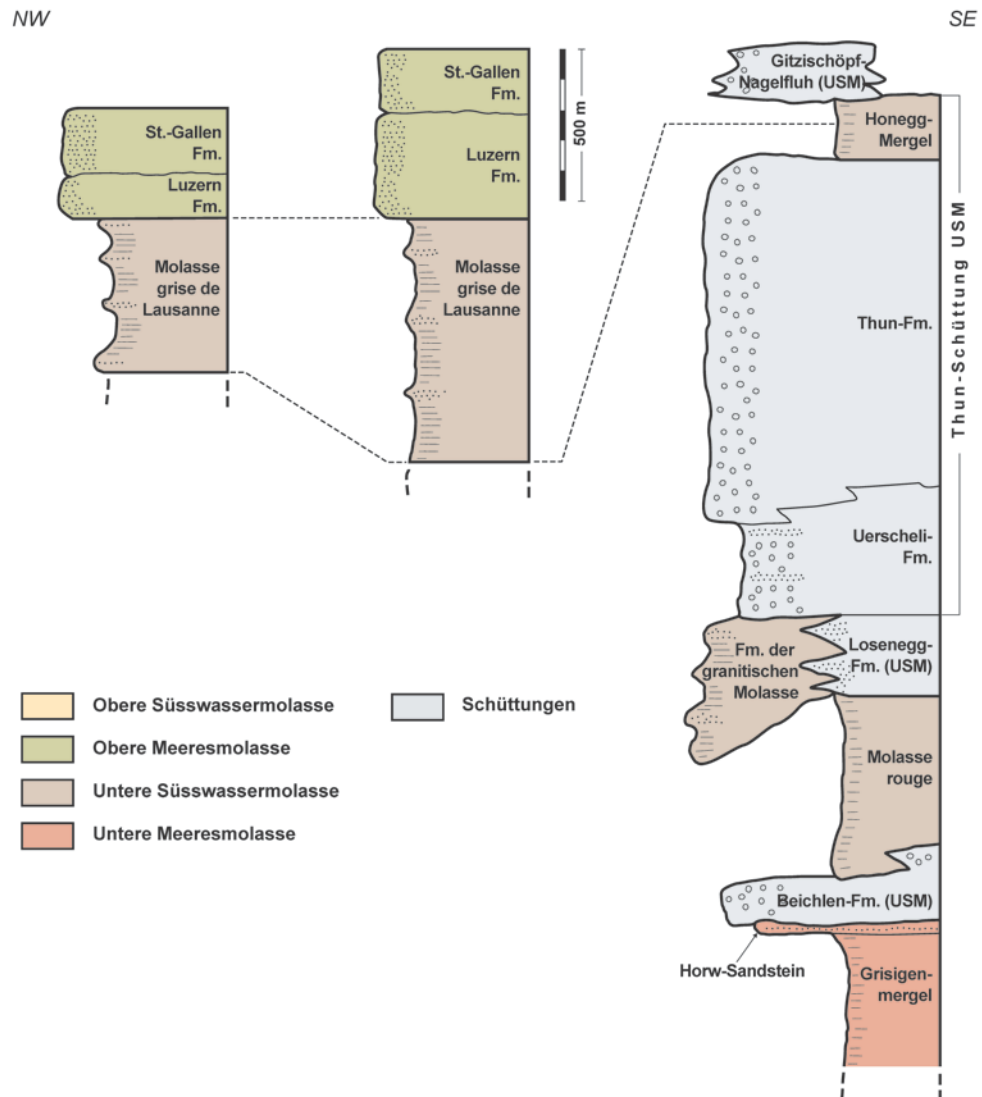


**Abbildung 14:** Lithostratigraphische Formationen im Querschnitt Vevey-Echallens.

Die beiden Sammelpunkte rechts zeigen die stratigraphischen Verhältnisse in der ungefähr bis zur Stadtrand von Lausanne reichenden Subalpinen Molasse (Atlasblatt 92 „Châtel-St-Denis“ und Atlasblatt 85 „Lausanne“). Auf Atlasblatt 85 „Lausanne“ ist ebenfalls eine hilfreiche lithostratigraphische Übersicht dargestellt.

Die beiden westlichen Profile zeigen die lithostratigraphischen Formationen auf Atlasblatt 27 „Jorat“, wo die Erosion in NE-Richtung immer tiefere Einheiten freigelegt hat. An der NE-Ecke von Atlasblatt 27 „Jorat“, in der Nähe von La Sarraz, ist der Kontakt der Molasse rouge auf Kreidekalk aufgeschlossen. Dort wurde zuunterst in der Molasse auch ein glaukonitischer (= mariner) Kalksandstein beschrieben. Die Schichten der Plateau-Molasse sind leicht nach SW geneigt und in den Erläuterungen zu Atlasblatt „Jorat“ sind verschiedene Rutschphänomene, die in der USM auftreten, beschrieben.

## 3.4.2 Querschnitt 2 „Bern“

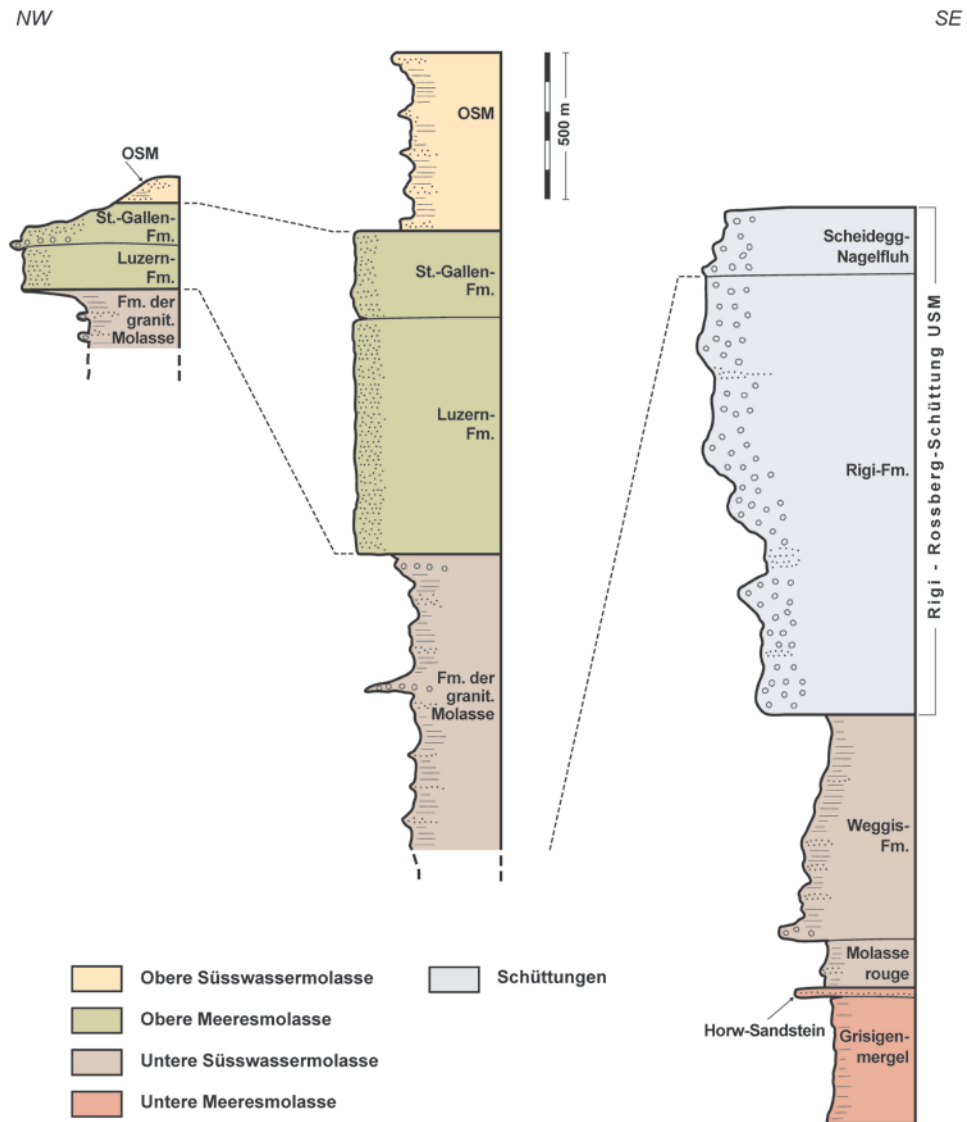


**Abbildung 15:** Lithostratigraphische Formationen im Querschnitt Thun-Worb-Büren a.A.

Die ältesten Schichten sind in den Schuppen der Subalpinen Molasse in der Gegend von Thun aufgeschlossen (Profil rechts). In der Region Bern (mittleres Profil, Atlasblatt 100 „Bern“ und Atlasblatt 104 „Worb“) ist die USM als *Gümmenen-Schichten* bezeichnet. Die Sense-Fm. ist das Äquivalent der Luzern-Fm. und die Belpberg-Fm. ist das Äquivalent der St.-Gallen-Fm. Im Osten von Atlasblatt 104 „Worb“ steht oberhalb von 800-900 m.ü.M. ausserdem auch OSM (Konglomerate der Napf-Fm.) an.

Im distalen Bereich (Profil links) werden die Abfolgen tendenziell feinkörniger und geringmächtiger (z. B. „*Graue Mergel*“ in der Belpberg-Fm. auf Atlasblatt 76 „Lyss“). Auf Atlasblatt 109 „Büren a. A.“ werden die Namen *Jensberg-Schichten* (Belpberg-Fm.), *Chnebelburg-Schichten* (Sense-Fm.) und *Zinshölzli-Schichten* (Molasse grise de Lausanne) verwendet. Die sog. *oberen Jensberg-Schichten* sind wahrscheinlich der OSM zuzuordnen.

### 3.4.3 Querschnitt 3 „Luzern“



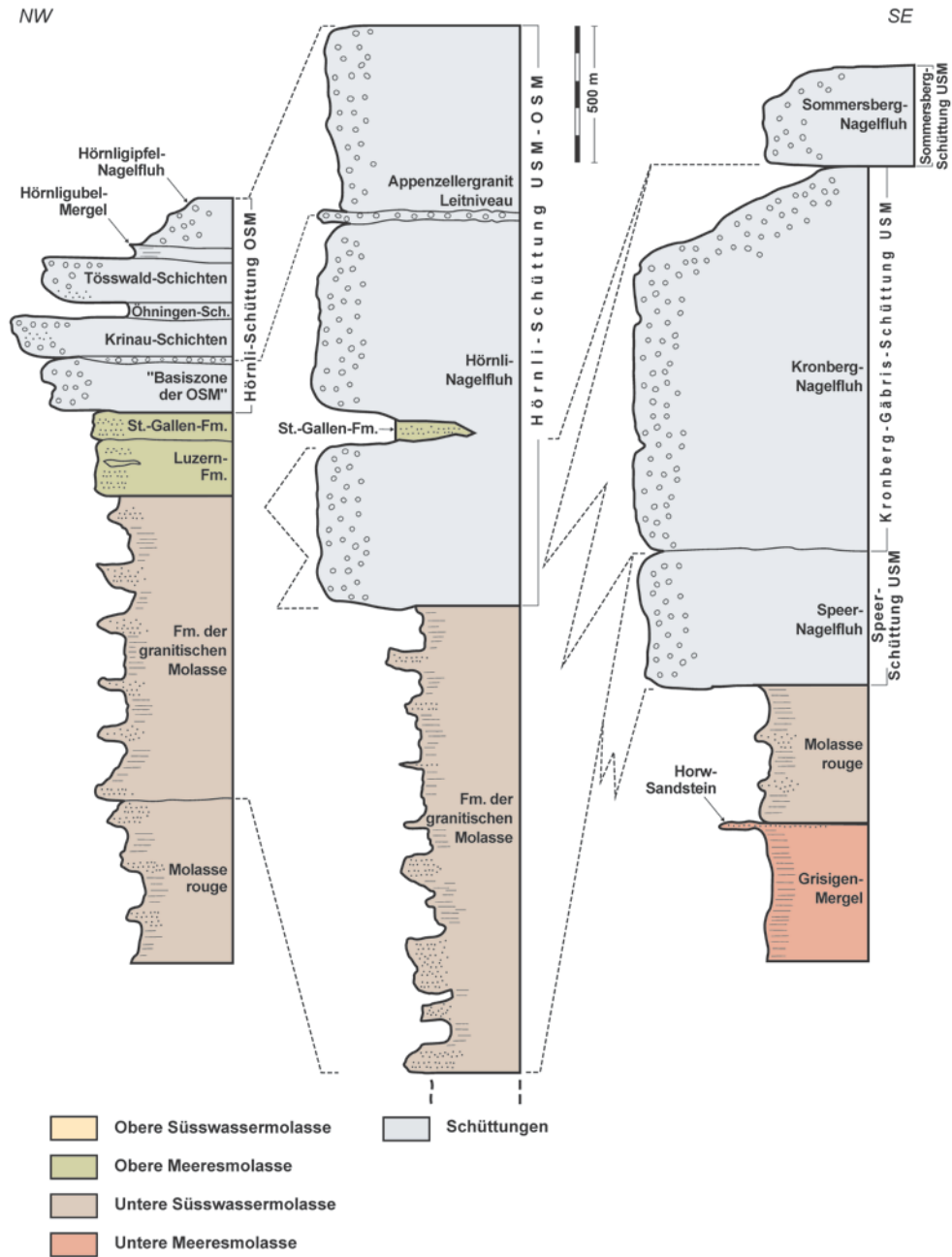
**Abbildung 16:** Lithostratigraphische Formationen im Querschnitt Rigi-Zug-Wohlen.

In der Subalpinen Molasse (Profil rechts) sind in der Rigi-Schuppe UMM entlang des Küssnachersees aufgeschlossen. Die USM wird dominiert durch mächtige Schuttfächerablagerungen der Rigi-Rossberg-Schüttung (Atlasblatt 116 „Rigi“). Die kristallarme Scheidegg-Nagelfluh kommt südlich und östlich der Rigi vor.

Auf dem mittleren Profil ist der Übergangsbereich von der gefalteten Molasse zur Plateau-Molasse dargestellt (Atlasblatt 28 „Luzern“ und Atlasblatt 89 „Zug“). Die steilgestellte Schichtreihe reicht dort bis in die USM und die nördlich davon aufgeschlossenen, flach liegenden Schichten bestehen aus OSM (*Tortonien* auf Atlasblatt 28 „Luzern“).

Das Profil links zeigt die Formationen im distalen Bereich. Auf Atlasblatt 50 „Wohlen“ liegt die rund 100 m mächtige USM auf verkarstem Malmkalk.

### 3.4.4 Querschnitt 4 „St. Gallen“



**Abbildung 17:** Lithostratigraphische Formationen im Querschnitt Nesslau/Ricken-Hörnli-Wil.

Das Profil rechts zeigt die Formationen in der Subalpinen Molasse, die von verschuppten Schuttfächerablagerungen der USM geprägt ist (Atlasblatt 141 „Nesslau“). Bei der jüngsten Schüttung handelt es sich um die Sommersberg-Nagelfluh, die weiter östlich auf Atlasblatt 23 „Gais“ vorkommt.

Das mittlere Profil stellt die Formationen in der aufgerichteten mittelländischen Molasse (Atlasblatt 142 „Ricken“) dar. Die OMM-Sandsteine werden lateral von Schuttfächerablagerungen der Hörnli-Schüttung abgelöst. Das „Appenzellergranit“-Leitniveau bildet dabei die Basis der OSM-II. Dieser wichtige Leithorizont wird weiter unterteilt in Meilener-Kalk, Degersheim-, Hüllistein- und Abtwil-Konglomerat (Atlasblatt 57 „Hörnli“). Die Konglomerate der Hörnli-Schüttung gehen lateral bzw. distal in OSM-Mergel und Sandsteine über, die bei Vorhandensein von Leithorizonten wie Süßwasserkalken oder Bentonithorizonten weiter unterteilt werden können (Atlasblatt 86 „Wil“, Atlasblatt 140 „Winterthur“). USM und OMM sind aus Tiefbohrungen bekannt und nicht aufgeschlossen.

## 4 Die lithologische Nomenklatur

### 4.1 Vorbemerkung

Die lithologische Beschreibung eines Gesteins bezieht sich auf den Handstückmassstab. Eine einheitliche Terminologie ist eine wichtige Voraussetzung, damit z. B. Gesteinsproben, die im Labor untersucht werden, mit anderen Proben der gleichen Lithologie verglichen werden können.

In diesem Kapitel wird gezeigt, welche Eigenschaften von Molassegesteinen im Feld erhoben und nach welchen Kriterien diese beschrieben werden sollen. Es handelt sich dabei um minimale Anforderungen, die aus praktischer Sicht mit einfachen Feldmethoden überall anwendbar sind. Diese können und sollen je nach Projektanforderungen um weitere Eigenschaften ergänzt werden.

### 4.2 Feldansprache

Bei der geotechnischen Feldbeschreibung von Molassegesteinen, wie sie häufig anhand von Kernbohrungen gemacht wird, gilt es, mit einfachen Feldmethoden rasch ein aussagekräftiges Schichtprofil zu erstellen. Zu diesem Zweck muss die Schichtreihe in einzelne Schichten unterteilt und jede Schicht lithologisch beschrieben werden. Die Feldansprache am Geländeaufschluss ist häufig durch Vegetation oder schlechte Zugänglichkeit erschwert, funktioniert aber nach demselben Prinzip. Ziel der Feldansprache ist es, das sedimentologische Erscheinungsbild der Abfolge, die lithologische Beschaffenheit und die mechanischen Eigenschaften (Gesteinshärten) zu charakterisieren.

In einem ersten Schritt müssen die zu beschreibenden Schichten gegeneinander abgegrenzt werden. Hier besteht die Schwierigkeit, dass wir es in Molassefels besonders häufig mit Übergängen und unscharfen Grenzen, wie sie z. B. durch die Verwitterung entstehen, zu tun haben. In diesem Fall soll versucht werden, Bohrkernabschnitte mit ähnlichen zu erwartenden Eigenschaften als „Homogenbereiche“ in einer Schicht zusammenzufassen. Innerhalb einer sedimentär klar begrenzten Schicht können aber durchaus unterschiedliche Lithologien auftreten, die dann entsprechend zu beschreiben sind. Dies wäre beispielsweise in einer m-mächtigen Konglomeratbank der Fall, in der die Komponentengrösse gegen oben abnimmt. Andererseits ist es je nach Fragestellung oft sinnvoll, aus unterschiedlichen Lithologien bestehende Gesteinsabfolgen (z. B. eine dm-bankige Sandstein/Mergel-Wechselagerung), als Einheit zusammenzufassen. Die verschiedenen Lithologien in der Wechselagerung sollten dabei aber separat beschrieben werden.

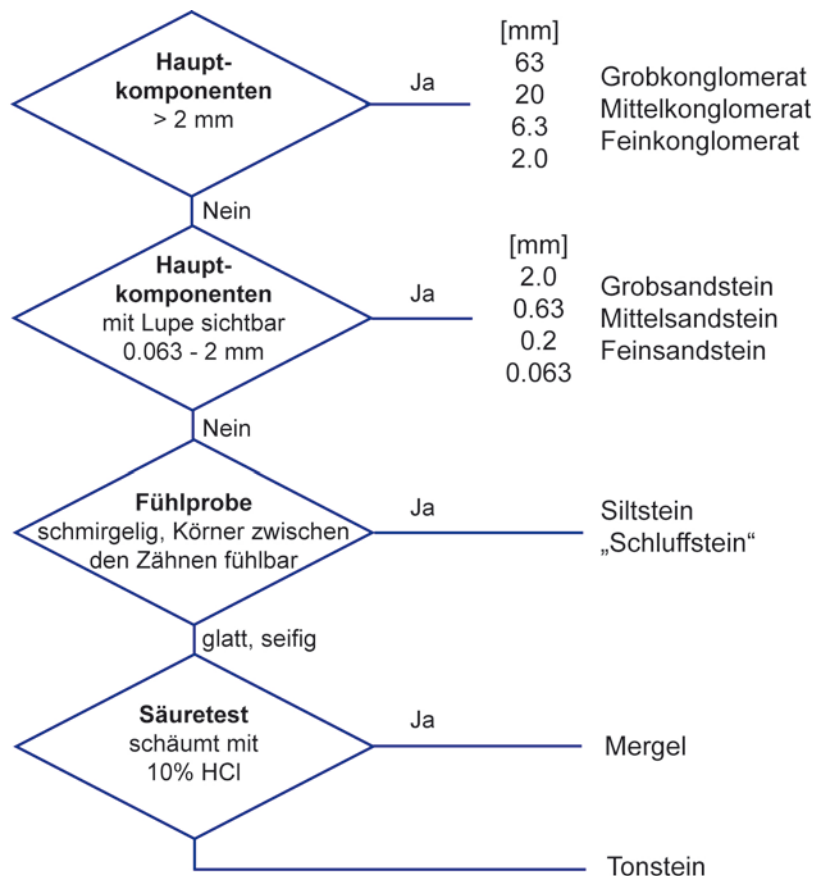
#### 4.2.1 Schichtmächtigkeit/Bankung

Die Schichtmächtigkeit beschreibt die bei der Ablagerung entstandenen Mächtigkeiten von Schichten innerhalb der Abfolge. Die Beschreibung kann entsprechend den Definitionen in SN 670 006-1 (EN ISO 14689-1 2003) erfolgen:

> 2m	sehr dickbankig
0.6 – 2 m	dickbankig
0.6 – 0.2 m	mittelbankig
6 – 20 cm	dünnbankig
2 – 6 cm	sehr dünnbankig
0.6 – 2 cm	grob laminiert
< 6 mm	fein laminiert

## 4.2.2 Lithologie/Korngrösse

Die lithologische Beschreibung basiert in erster Linie auf der mittleren Korngrösse der Hauptkomponenten. Bei Sandsteinen und Konglomeraten ist eine Abschätzung dieser Grösse in der Regel möglich. Die Unterteilung nach Korngrösse entspricht SN 670 004-1b. Bei den feinkörnigen Sedimenten ist mit Feldmethoden nur eine grobe Klassierung möglich. Dies ist häufig ausreichend bzw. kann bei Bedarf mit Laboruntersuchungen an Gesteinsproben genauer untersucht werden.



**Abbildung 18:** Feldmethode für die lithologische Beschreibung nach Korngrösse.

Bei Konglomeraten und z.T. auch bei Sandsteinen können weitere Eigenschaften der Komponenten wie dem Rundungsgrad, der Kornform (Analog zu den Lockergesteinen, vgl. SN 670 004-1b) und die Petrografie, der Abstufung/Sortierung sowie von Sedimentstrukturen beschrieben werden.

Bei feinkörnigen Lithologien können Eigenschaften wie die oft auffällige Farbe, allenfalls vorhandener Glimmer und in aufgeweichten Lagen die Konsistenz beschrieben werden. Die Konsistenz aufgeweichter Lagen erfolgt wie bei Lockergestein nach dem manuellen Versuch 2 gemäss SN 670 004-2b, Tabelle 7a, oder mit dem Taschenpenetrometer nach SN 670 350.

Mischformen sind relativ häufig und werden anhand der Nebenbestandteile adjektivisch beschrieben, z. B. als „mergeliger Siltstein“ oder „sandiges Feinkonglomerat“. Für die Darstellung der Lithologien sind entsprechende Signaturen in SN 640 034 definiert.



### 4.2.3 Verwitterung

In klastischen Sedimenten sind von der Verwitterung sowohl der Zement als auch die Komponenten betroffen. Durch Verwitterung verändern sich die mechanischen Eigenschaften des Gesteins erheblich. Die Gesteinsfestigkeit hängt nicht nur von der Verwitterung, sondern auch vom primären Grad der Zementation ab.

In Bohrungen liefert die Kernqualität häufig Hinweise auf den Verwitterungszustand im Bereich der Felsoberfläche. An Hangkanten können Verwitterungserscheinungen bis in mehrere Meter Tiefe reichen und die Felsstabilität entscheidend beeinflussen.

Die Beurteilung der Verwitterung ist subjektiven Kriterien unterworfen. In der Praxis ist es häufig ausreichend, folgende Verwitterungsintensitäten zu unterscheiden:

- Unverwittert: Der Fels ist frisch und ohne erkennbare Verwitterungsspuren
- Angewittert: Der Fels zeigt Verfärbungen und Anzeichen von Entfestigung
- Verwittert: Der Fels ist deutlich entfestigt aber noch im Verband
- Zersetzt: Der Fels ist weitgehend entfestigt und lockergesteinsähnlich

Die Unterteilung entspricht dem Vorschlag ISRM (1978) bzw. SN 670 006-1, mit dem Unterschied, dass die Stufen IV (highly weathered), V (completely weathered) und VI (residual soil) nach ISRM (1978) unter dem Begriff „zersetzt“ zusammengefasst werden. Im Fall von Molassegesteinen lassen sich diese Verwitterungsgrade in einer Bohrung kaum unterscheiden, weil die Struktur beim Bohren in der Regel zerstört wird.

Der Grad der Verwitterung ist objektiv nicht messbar und wird deshalb nur qualitativ beschrieben. Aussagekräftigere Werte werden durch Bestimmung der Gesteinsfestigkeit gemäss Kapitel 5 ermittelt.

### 4.2.4 Entnahme von Gesteinsproben

Bei der Entnahme von Gesteinsproben für Laboruntersuchungen sollte drauf geachtet werden, dass diese mit zusätzlichen Informationen versehen sind. Damit werden die Möglichkeiten für spätere Auswertungen und Vergleiche verbessert.

Die Angaben sollten insbesondere enthalten:

- Landeskoordinaten
- Meereshöhe
- Entnahmetiefe
- lithologische Beschreibung
- lithostratigraphische Zuordnung (Formationsname)



## 5 Gesteinsfestigkeit

### 5.1 Ausgangslage

Die einaxiale Druckfestigkeit nach SN 670 353a ist ein bei Bohrkernen von Molassegesteinen häufig durchgeführter Laborversuch. Im speziellen Fall der Molasse haben schwer quantifizierbare Parameter wie der primäre Grad der Zementation, die Verwitterung und die Wasserführung einen entscheidenden Einfluss auf die Druckfestigkeit des Gesteins. Diese Einflussgrößen sind weder mit lithologischen noch mit lithostratigraphischen Begriffen korrelierbar. Aus diesem Grund müssen Druckfestigkeiten im Einzelfall im Labor untersucht werden. Ein Sandstein aus der Subalpinen Molasse, der im Laufe seiner Entstehungsgeschichte einer hohen Überlagerung ausgesetzt war, ist in der Regel sehr viel stärker kompaktiert als ein lithologisch vergleichbarer Sandstein aus der Plateaumolasse. So tritt beispielsweise in der OSM im Bodenseegebiet Sandstein in Glimmersand-Fazies auch in frischem Zustand als schwach zementierter Sand auf.

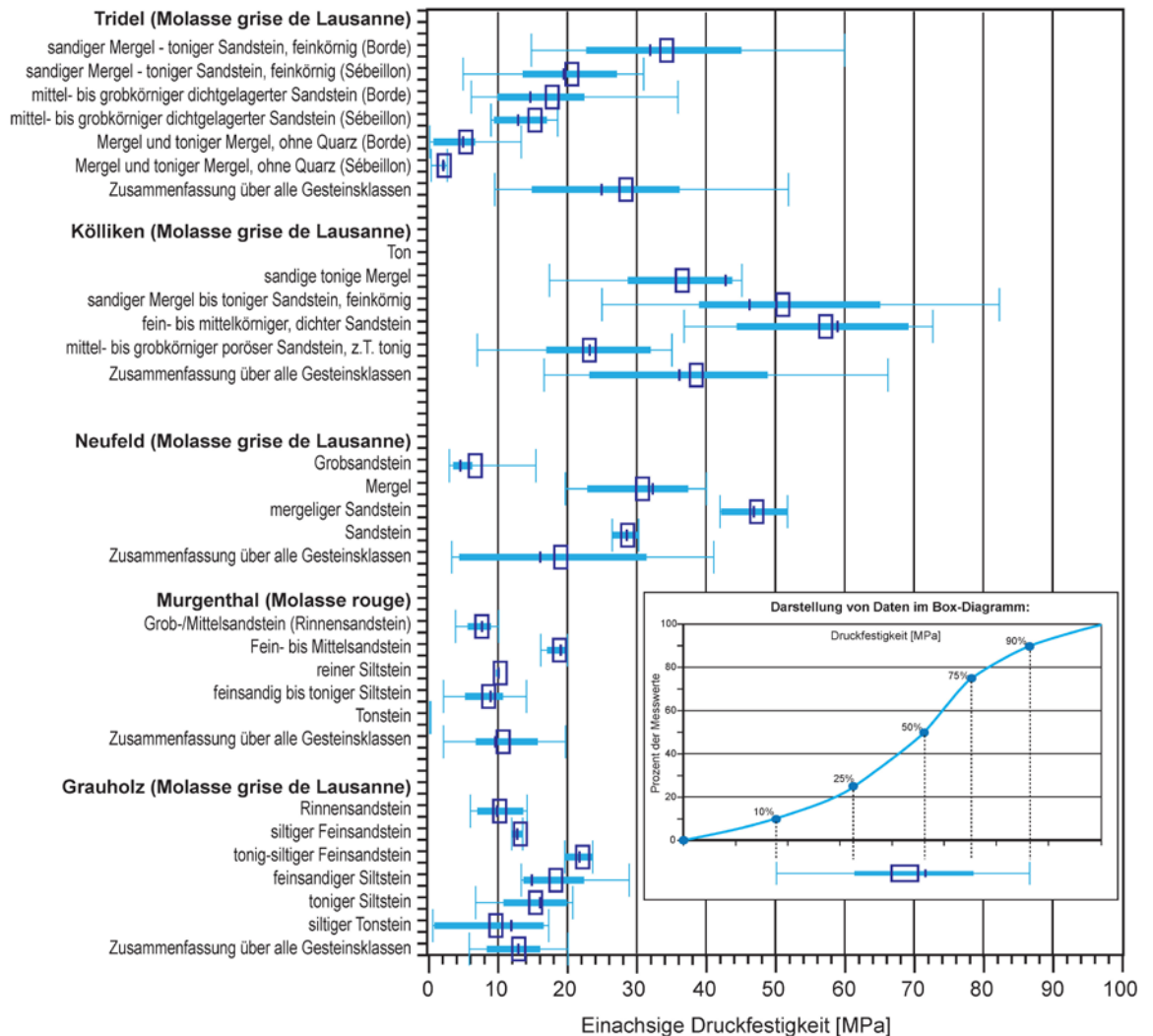
Bohrkerne von geringer Festigkeit sind oft zerbrochen und es ist vielfach nicht möglich, daraus Proben zu entnehmen und im Labor zu prüfen. Diese Einschränkung muss bei der Verwendung von Laborwerten z. B. im Baugrundmodell berücksichtigt werden.

Die Bandbreiten von gemessenen Druckfestigkeiten wurden von Steiner et al. (2007) anhand einer vergleichenden Auswertung umfangreicher Labordaten von Molassegesteinen anschaulich dargestellt. Die Daten wurden im Rahmen verschiedener Grossprojekte erhoben. Besonders zahlreiche und daher aussagekräftige Daten gibt es zu den einachsigen Druckfestigkeiten der verschiedenen Lithologien der USM, genauer gesagt der Molasse grise de Lausanne bzw. Molasse rouge. Im untenstehenden Diagramm sind Labordaten von folgenden Projekten dargestellt:

**Tab.2 Einachsige Druckversuche aus der Unteren Süsswassermolasse USM**

Name	Anzahl Versuche	Beschreibung
Tridel	192	3.6 km eingleisiger Normalspurtunnel vom Güterbahnhof Lausanne-Sébeillon zur 160 m höher gelegenen Kehrlichtverbrennungsanlage. Molasse grise de Lausanne, Versuche 2004 – 2005.
Kölliken	152	Sondermülldeponie Kölliken, Kanton Aargau. Molasse grise de Lausanne, Versuche 1993-1999.
Neufeld	20	Stadt Bern, dreispuriger Autobahnzubringer im Tagbau zwischen Bern-Neufeld und Tiefenau. Molasse grise de Lausanne, Versuche 1999 und 2005.
Murgenthal	30	4.75 km langer, doppelspuriger SBB-Bahntunnel südwestlich von Rothrist. Molasse rouge, Versuche 1994.
Grauholz	47	6.3 km langer, doppelspuriger SBB-Bahntunnel südwestlich von Mattstetten, Kt. Bern. Molasse grise de Lausanne, Versuche 1985.

Die Labordaten wurden für jedes Projekt nach Gesteinstyp gruppiert und die Streubreiten und Mittelwerte der Messwerte in Box-Diagrammen dargestellt.



**Abbildung 19:** Zusammenstellung von Druckfestigkeitswerten, die bei verschiedenen Bauprojekten in der USM ermittelt wurden (nach Steiner et al. 2007). Das dunkle Rechteck bezeichnet den arithmetischen Mittelwert, der dunkle Strich den Medianwert. Ein Viertel der Messwerte liegt unterhalb und ein Viertel der Messwerte liegt oberhalb des blauen Balkens (Quartile), bei der feinen Linie sind es jeweils 10% der Messwerte.

Es zeigt sich, dass der Vergleich gleicher Gesteinstypen von verschiedenen Orten schwierig ist, weil die Gesteinstypen je nach Projekt z. T. unterschiedlich benannt wurden. Eine einheitliche lithologische Ansprache der Gesteine wäre für den Vergleich der Labordaten hilfreich.

Erwartungsgemäss weisen die unterschiedlichen Lithologien auch unterschiedliche einachsige Druckfestigkeiten auf. Gemäss dem Diagramm werden die höchsten Druckfestigkeiten jeweils von „sandigen Mergeln“, „mergeligen Sandsteinen“ bzw. „Siltsteinen“ erreicht, während Grobsandsteine praktisch immer geringere Festigkeiten aufweisen. Das Diagramm zeigt aber auch deutlich die häufig breiten Streubereiche innerhalb derselben Lithologie. So wurden beispielsweise in Kölliken in der Gesteinsgruppe „sandiger Mergel bis toniger Sandstein, feinkörnig“ ausserordentlich hohe einachsige Druckfestigkeiten von 25 bis über 83 MPa gemessen.

Interessanterweise sind z. B. beim Grauholz die Streubereiche trotz grösserer Probenzahl kleiner als im Neufeld. Des Weiteren liegen die Mittelwerte bei Kölliken generell höher als in den anderen Beispielen. Aber auch an praktisch derselben Lokalität können bei derselben Lithologie systematische Unterschiede auftreten, so waren die Proben bei Tridel-Borde im Mittel härter als vergleichbare Proben von Tridel-Sébeillon.

Die unterschiedlichen Streubreiten scheinen also nicht bloss von der Probenanzahl, sondern auch von weiteren, schwer fassbaren genetischen Einflussfaktoren abhängig zu sein.

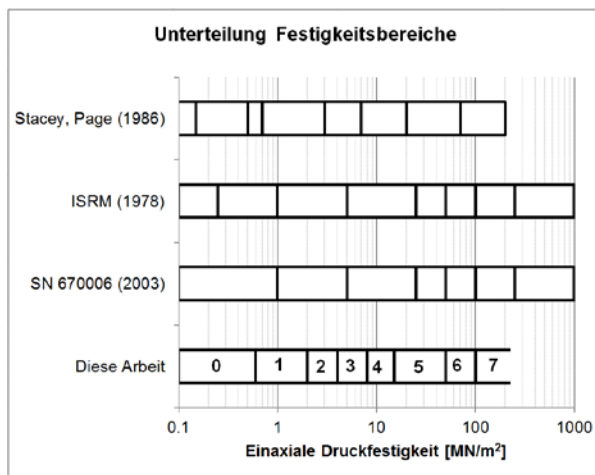
Auch andere in der Studie von Steiner et al. (2007) untersuchte felsmechanische Parameter wie der E-Modul zeigen bedeutende Unterschiede je nach Lithologie und Lokalität, woraus die Autoren schliessen, dass keine verallgemeinernde Schlüsse auf felsmechanische Kennwerte der inhomogenen Molasse gezogen werden können. Literaturwerte können demnach höchstens den Rahmen der zu erwartenden Werte liefern. Die Darstellung der Ergebnisse in Box-Diagrammen eignet sich gut zur anschaulichen Darstellung der ermittelten Kennwerte und kann auch bei Soll-Ist Vergleichen verwendet werden.

### 5.1.1 Feldbeschreibung der Gesteinsfestigkeit

Die in Molasseauschlüssen häufig variablen Gesteinsfestigkeiten lassen sich durch Laborversuche wegen der meistens beschränkten Probenzahl nur teilweise abbilden. Aus diesem Grund ist es hilfreich, die Gesteinsfestigkeit bei der Bohrkernaufnahme zumindest qualitativ zu beschreiben.

Die Festigkeitsklassen nach ISRM (1978) bzw. SN 670 006-1 weisen im weichen bis mittleren Festigkeitsbereich eine relativ grobe Einteilung auf. Dadurch wird dieser in der Molasse oft vorhandene Bereich nur grob klassifiziert. Für die Beschreibung der Gesteinsfestigkeit anhand von Bohrkernen im Molassefels wird von Geotest deshalb eine feinere Unterteilung des Festigkeitsbereiches von 0.1-15 MPa verwendet. Diese wurde während der letzten Jahre bei zahlreichen Bohrkampagnen in der USM erfolgreich angewendet.

Die Abgrenzung der Festigkeitsbereiche sowie der zu jeder Klasse gehörige Beschrieb der Feld-Klassifizierungsmethoden erfolgten in Anlehnung an ISRM (1978) und Stacey and Page (1986). Die Abgrenzung der beiden oberen Festigkeitsbereiche 6+7 entsprechen der ISRM-Klassifikation (Abbildung 20).



**Abbildung 20:** Vergleich der Festigkeitsbereiche verschiedener Quellen.

Der Nutzen dieser Skala besteht darin, dass die Gesteinsfestigkeiten mit einfachen Mitteln im Feld über die gesamte Bohrstrecke ermittelt und im Bohrprofil dargestellt werden können (Abbildung 22). Es handelt sich um eine semi-quantitative Feldmethode, deren Ergebnisse jeweils mit Druckfestigkeitsprüfungen von Gesteinsproben abgeglichen werden müssen. Die bisherigen Erfahrungen bei Bohrungen in der USM waren diesbezüglich positiv und man kann davon ausgehen, dass die Einteilung auch auf andere Sand- Silt- und Tonsteine der Molasse übertragbar ist. Die oberen Härtestufen 6 und 7 kommen in der USM der Plateau-Molasse indes kaum vor und auch bei konglomeratischen Lithologien, wie sie in der OSM verbreitet sind, liegt wenig praktische

Erfahrung vor. Es wäre deshalb nützlich, eine systematische Validierung dieser Feld-Klassifizierung mit den zugehörigen Druckfestigkeiten an einer grösseren Anzahl von Proben aus verschiedenen Formationen und unterschiedlichen Lokalitäten durchzuführen.

Härtestufe	Beschreibung	Druckfestigkeit (UCS)
0	Bodenartig (weicher bis harter Boden), vollständig verwittert	< 0.6 MPa
1	Zwischen den Fingern zerdrückbar (Sandstein) Mergel schneidbar, mit Daumnagel ritzbar Äusserst schwacher Fels (äusserst weicher Fels), entspricht hartem bis sehr hartem Boden. Erschwert baggerbar.	0.6 - 2 MPa
2	Gestein mit Maurerkelle abschälbar, mit Messer knapp schneidbar sehr schwacher Fels (sehr weicher Fels)	2 - 4 MPa
3	Hammerschlag hinterlässt Abdruck, mit Messer knapp schälbar sehr schwacher Fels (sehr weicher Fels)	4 - 8 MPa
4	Hammerschlag stumpf, Hammerspitze dringt ca. 5 mm ein Schwacher Fels (weicher Fels)	8 - 15 MPa
5	Probe zerbricht bei leichtem Schlag mit Hammer	15 - 50 MPa
6	Probe zerbricht nach mehr als einem starken Hammerschlag	50 - 100 MPa
7	Probe zerbricht erst nach mehreren starken Hammer-schlägen, Probe splittert bei starken Hammerschlägen	> 100 MPa

**Abbildung 21:** Feldklassifikation der Gesteinshärte für Molassegesteine (Methode Geotest).

Genauere Druckfestigkeitswerte sind im Labor mit Serien von Druckversuchen zu ermitteln. Die Versuchsergebnisse sind abhängig vom Wassergehalt der Proben. Der Wassergehalt der Proben ist deshalb immer anzugeben.

Ab Härtestufe 5-6 kann eine Prüfung mit dem Rückprallhammer nach SN EN 12504-2 weitere Rückschlüsse auf die Gesteinshärten am Bohrkern liefern. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass die Feldmessungen an Bohrkernen häufig stark streuen. Die Messungen dürfen auf keinen Fall in der Kernkiste erfolgen. Der Probenkörper muss für die Messung auf einer festen Unterlage fixiert werden, was am Bohrplatz häufig schwierig ist. Damit Messungen von Rückprallwerten aussagekräftig sind, müssen diese fallweise mit Laborversuchen verglichen und kalibriert werden.

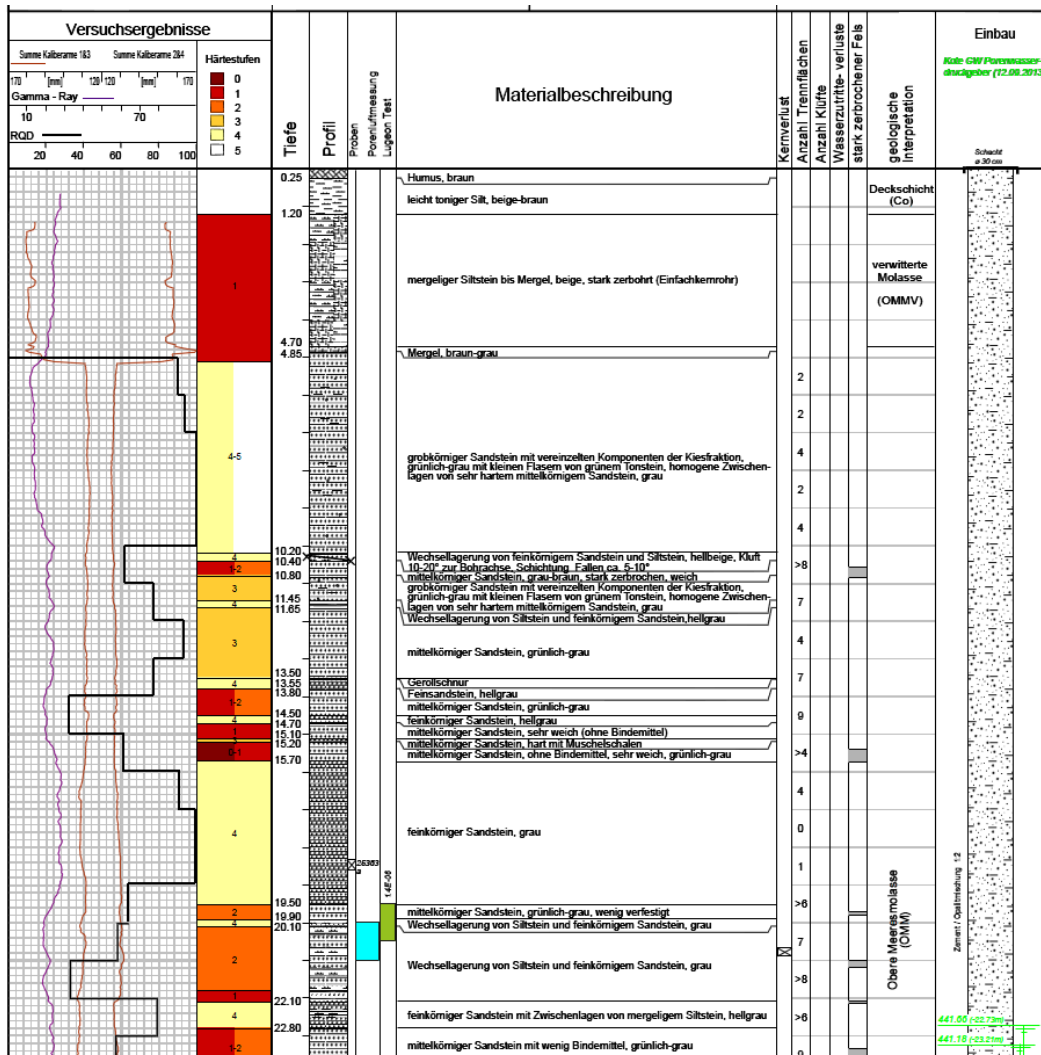


Abbildung 22: Ausschnitt aus einem Bohrprofil der USM mit der Darstellung der Härtestufen neben den Bohrlogs.





## 6 Gebirgsbeschreibung

### 6.1 Grundlagen

Die Gebirgsbeschreibung ist in SN 670 006-1 im Allgemeinen und SIA 199 speziell für Tunnelbau geregelt.

Im Folgenden sind dazu einige molassespezifischen Ergänzungen aufgeführt.

### 6.2 Erkundung

Häufig wird durch die Deckschicht mit Einfachkernrohr bis zum Erreichen der Felsoberfläche gebohrt. Dies führt in der Regel dazu, dass der Bohrkern im obersten, verwitterten Felsbereich beim Bohren zerstört wird. Bei Sondierbohrungen ist deshalb darauf zu achten, dass im Molassefels mit Doppelkernrohr gebohrt wird. Die Kernqualität ist somit nicht nur von der Felsqualität, sondern auch vom Geschick des Bohrmeisters abhängig. Eine gute Bohrkernqualität ist Voraussetzung für die Ermittlung aussagekräftiger RQD-Werte und für die Gewinnung von Probenmaterial in schlecht zementierten Abschnitten.

Bei Bauvorhaben, wo die felsmechanischen Eigenschaften der Molasse wesentlich sind, sollten die Parameter an vor Ort entnommenen Proben oder durch in-situ Versuche ermittelt werden. Es genügt nicht, dafür Werte aus der Literatur von anderen Orten zu übernehmen. Eine Auswertung der Messergebnisse nach geologischen und mineralogischen Kriterien ist dabei sinnvoll und hilft bei der Interpretation. Je nach Fragestellung sollten die Streubreiten mit Probserien ermittelt werden.

### 6.3 Trennflächen

Die Eigenschaften eines Gebirges werden durch die Gesteinseigenschaften und die das Gebirge durchtrennenden Trennflächen bestimmt. Die Beschreibung der Trennflächen ist somit ein integraler Teil der Gebirgsbeschreibung. Trennflächen können Schichtgrenzen, Klüfte oder Brüche sein. Schieferungen sind in Molasseformationen, mit wenigen Ausnahmen, von untergeordneter Bedeutung.

Trennflächensysteme werden idealerweise am Aufschluss ermittelt und beschrieben. Die häufig flache Schichtlagerung in der Plateaumolasse erschwert die räumliche Orientierung von Bohrkernen. Hier ist der Einsatz eines Bohrlochscanners u.U. sinnvoll. Bei der Erfassung des Trennflächengefüges soll zwischen Schichten und Klüften unterschieden werden.

Klassierung von Kluftabständen, Rauigkeit und Öffnungsweite und Kluftfüllung ist in SN 670 006-1 beschrieben. Bezüglich der Ausdehnung von Trennflächen ist SIA 199 präziser, dort ist folgende Abstufung definiert:

- Ausdehnung oder lineare Erstreckung (< 1 m, 1-3 m, 3-6 m, >6 m)

Diese Beurteilung kann praktisch nur an grösseren Aufschlüssen oder aufgrund von Erfahrung in ähnlichem Gebirge erfolgen.

Speziell für den Untertagebau werden nach SIA 199 ausserdem der Reibungswinkel und die Kohäsion von Trennflächen beschrieben.

## 6.4 Abbaubarkeit

In der Norm SN 640 575 sind sieben Abbaubarkeitsklassen definiert. Molassefels liegt im Bereich der Abbaubarkeitsklassen 4 bis 7. Dabei entspricht der vollständig verwitterte Fels mit bodenartigen Eigenschaften (Härtestufe 0 gemäss Abbildung 21) der Abbaubarkeitsklasse 4

Die Grundlage zur Unterscheidung der Abbaubarkeitsklasse 5-7 bilden die einaxiale Druckfestigkeit UCS und der Abstand der Trennflächen. Zur Abschätzung der Druckfestigkeit UCS wird hier auch der Point Load Test mit dem Widerstandswert  $I_s$  eingesetzt (nach SN 670 355). In der Norm SN 640 575 wird ein Umrechnungsfaktor zur Druckfestigkeit wie folgt angenommen:  $UCS = 23.5 \cdot I_s$ .

Die Norm SN 670 360a gibt einen Versuch mit einem Rammversuch (Zeindler-Penetrometer) an, mit dem zwischen *normal* und *schwer abbaubarem* Boden unterschieden werden kann. Dieser Versuch ist auch für Molassefels der Härtestufen 1-2 gemäss Abbildung 21 geeignet

## 6.5 Quellen

Mergel und Tonsteine können bei Wasserzufuhr und bei Entlastung quellen. Dadurch können an Bauwerken Hebungen entstehen und bei behinderter Verformung (z. B. auf Tunneleinbauten) Quelldrücke. Erste Hinweise auf das Quellverhalten des Gebirges geben der Tongehalt und die Tonmineralogie. Diese muss in Relation zu dem effektiven Anteil an Tonschichten in der Gesteinsabfolge gesetzt werden. Hohe Tongehalte und hohe Gehalte an Tonmineralien der Smektit/Montmorillonit-Gruppe fördern die Quellfähigkeit. Die Tonmineralogie wird mittels Röntgen-Diffraktometrie bestimmt.

Zur Bestimmung der Quelldrücke und Quellmasse sind Quellversuche an frischen Bohrproben im Labor erforderlich.

Eine Analyse von 175 Mergelproben aus der aus der Mittelländischen OSM zwischen Bern und Bregenz (Madsen und Kahr 1985) zeigt einen Zusammenhang zwischen der mineralogischen Zusammensetzung und der Quellfähigkeit von Molassemergeln. Der Quelldruck wurde in einer Art Oedometer mit behinderter Längsausdehnung gemessen. Das Quellmass wurde bei unbehindertem Quellen der Probe bestimmt. Die mineralische Zusammensetzung wurde auf die drei Phasen Quarz, Karbonat und Ton projiziert ohne nähere Analyse der Tonmineralogie. Der Anteil Smektit der Tonfraktion wird mit 10% - 40% angegeben. Trotz dieser Vereinfachung war folgender Zusammenhang ersichtlich:

Tab.3: Zusammenhang zwischen Tongehalt und Quellverhalten (Madsen und Kahr 1985)

Tongehalt [%]	Quelldruck [N/mm <sup>2</sup> ]	Quellmass [%]	Quellfähigkeit
im System Karbonat/Quarz/Ton			
0 – 25	0 - 1	0 – 3.5	klein
25 - 50	0.6 - 2	2 – 7	mittel
>50 (- 100)	1.5 – 3.5	5 - 12	gross

Ein systematischer Vergleich der Tonmineralogie mit Quellversuchen von Gesteinsproben insbesondere auch aus der USM könnte als Grundlage dienen, das Quellpotenzial nicht nur anhand des Tongehaltes, sondern auch anhand der Tonmineralogie genauer einzustufen. Entsprechende Untersuchungen wurden an Mergelproben aus der UMM/OSM vom Pfändertunnel ausgeführt (Czurda und Ginther

1983) aber es wurde keine Klassierung vorgenommen. Bei diesen Versuchen wurden Längenänderungen von Proben bei unterschiedlichen Belastungen gemessen und daraus Quelldrücke extrapoliert. Die z.T. sehr hohen extrapolierten Quelldrücke wurden von den Autoren aber in Frage gestellt.



## 7 Charakteristische Lithotypen

Ein stratigraphisch-formell korrekter Name sagt relativ wenig über die mögliche Beschaffenheit dieser Einheit aus. Mit der Digitalisierung geologischer Grundlagen (swisstopo 2012) eröffnen sich neue Möglichkeiten betreffend deren Attributierung mit GIS-Anwendungen. Dazu ist eine einfache Typisierung der geologischen Verhältnisse erforderlich, wie sie beispielsweise bei Baugrunderkarten verwendet wird.

In der Absicht, dass sich auch mit den lokalen Gegebenheiten wenig vertraute Fachleute ein ungefähres Bild über die zu erwartenden Verhältnisse machen können, sind die lithostratigraphischen Begriffe im Glossar (Anhang 1) jeweils auch einem (oder teilweise auch mehreren) Lithotypen zugeordnet. Dieses Konzept erlaubt eine grobe qualitative Charakterisierung der Gebirgsverhältnisse. Die Zuordnung erfolgte rein qualitativ zu demjenigen Lithotyp, der der jeweiligen Formation „am ehesten“ entspricht. Dabei sollen besonders die im praktischen Alltag gewonnenen Erfahrungen einfließen und auf speziell zu beachtende Eigenschaften hingewiesen werden.

Die vier hier beschriebenen Lithotypen sollen die wichtigsten Endglieder der Molasseformationen beschreiben. Sie können in fast beliebiger Kombination miteinander auftreten.

K, KS: Konglomerat, Konglomerat mit Sandstein

S: Sandsteine

SM: Sandsteine und Mergel in Wechsellagerung

M: Silt- und Tonsteine mit oder ohne Sandsteinlagen

Bei den Lithotypen L und B im Glossar handelt es sich um vergleichsweise seltene (Süsswasser-)Kalke bzw. Bentonite. Diese Lithologien haben eine lokale Bedeutung, sie sind aber meist geringmächtig und werden hier nicht explizit beschrieben.

Die hier beschriebenen Lithotypen fügen sich gut in das von Parriaux et al. (2015) für den Kanton Waadt vorgeschlagene Konzept der Geotypen ein. Geotypen sollen „geologische Informationen aus Karten und Bohrungen in für die angewandte Geologie nützliche Eigenschaften (...) übersetzen“. Von den insgesamt 20 Festgesteins-Geotypen können deren vier unseren Lithotypen ungefähr zugeordnet werden:

Lithotyp	Geotyp Code (Parriaux et al 2015)	
K, KS	COM	Konglomerate mit Mergeln
S	GR	Sandstein
SM	GRM	Sandsteine mit Mergeln
M	MGR	Mergel mit Sandsteinen

## 7.1 Lithotyp K, KS



Geologische Beschreibung	Häufig über 1 m mächtige, z. T. lückenlos übereinander folgende Nagelfluhbänke. Bankfugen als Sandstein oder Mergellagen. Einzelne Sandlinsen und -Bänke. Die Gesamtmächtigkeit kann am Alpenrand überaus gross sein (> 100 m; Pèlerin, Napf, Rigi, Speer).
Ablagerungsmilieu	Schutfächer und Deltas sowie verwilderte Flüsse mit hoher Fließgeschwindigkeit, hohe Sedimentfracht, hohe Akkumulation.
Auftreten und Verbreitung	In allen Schüttungen entlang des Alpenrandes, insbesondere in der Subalpinen Molasse. Zunehmender Anteil Sandsteinbänke gegen das Mittelland hin.
Verwitterung	Bei der Verwitterung lösen sich oberflächlich Geröllkomponenten aus der Gesteinsmatrix, daraus entsteht ein Gemenge aus losem Sand und Geröllen.
Rohstoff	In zahlreichen zumeist kleineren Kiesgruben und Schürfstellen wird aus den Verwitterungsprodukten Kies zur lokalen Verwendung gewonnen.
Wasserführung	Kluftgrundwasserleiter, in Klüften ist eine hohe Wasserführung möglich. Abgesehen von den Klüften ist die Wasserdurchlässigkeit eher gering. Vereinzelt sind Wasseraustritte entlang von Bankfugen vorhanden.
Abbaubarkeit	Sprengefels, mechanischer Abbau nur mit schwerem Gerät möglich. Konglomerate sind beim Abbau oft zäh und schlecht spaltbar. Die Abrasivität ist wegen der harten Komponenten sehr hoch. Gesteinseigenschaften können mit Laborversuchen nur bedingt ermittelt werden. Beim Abbau entsteht Quarzstaub.

Verhalten beim Vortrieb	Für den Tunnelvortrieb abgesehen von der hohen Abrasivität in kleineren Querschnitten in der Regel unproblematisch. Bergwasser führt zu Versinterungen.
Böschungen, Sturz	Bei günstiger Klüftung sind hohe, steile Böschungen stabil. Wegen hoher Steinschlaggefahr bei zunehmender Verwitterung werden häufig Netzabdeckungen oder Schutznetze erstellt.
Gründung	Auf der ungestörten Felsoberfläche sind hohe Pressungen über 1.5 MPa (Gebrauchsniveau) möglich.
Wiederverwertung Aushub	Aushubmaterial eignet sich für anspruchsvolle Schüttungen und lässt sich gut verdichten bei guter Frostbeständigkeit. Je nach Abbaumethode muss das Material vor einem Wiedereinbau gebrochen werden, um eine für den Einbau geeignete Körnung zu erhalten. Der Verwertung als Betonzuschlagstoff sind wegen ungeeigneter Matrixanteile Grenzen gesetzt.
Geothermische Nutzung	Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 2.5 - 3.1 \text{ W/(m}^*\text{K)}$ Spez. Wärmekapazität $\rho c = 1.8 - 2.6 \text{ MJ/(m}^3\text{*K)}$ (Schätzwerte nach SIA 384/6)
Geophysik	Spezifischer elektrischer Widerstand $\rho = 200 - 800 \text{ }\Omega\text{m}$ P-Wellengeschwindigkeit $v_p = 1500 - 3500 \text{ m/s}$
Projektbeispiele	Parkhaus Thun Schlossberg, Parkhaus Thun AG (Thun-Fm.)

## 7.2 Lithotyp S



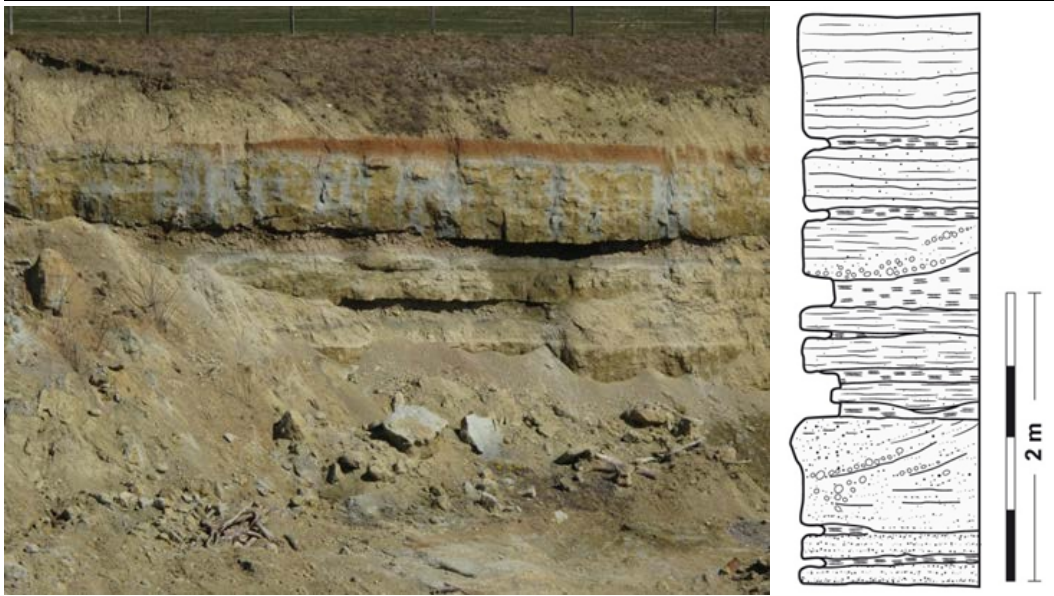
Geologische Beschreibung	Sandsteindominierte Abfolge von mehreren Metern mächtigen Sandsteinbänken mit häufiger Kreuzschichtung. Die Bankfugen sind mergelig. Vereinzelt können Geröllhorizonte auftreten.
Ablagerungsmilieu	Sowohl kontinental in Flussrinnen als auch marin durch Strömungstransport (Wellen- und Strömungsrippeln)
Auftreten und Verbreitung	Sandsteindominierte Abfolgen sind besonders bedeutsam in der OMM (Luzern- und St. Gallen-Fm) aber auch Abschnitte in der USM (Molasse grise de Lausanne).
Verwitterung	Dieser Lithotyp bildet morphologisch kleinere Felswände und ist häufig an steilen Strassenanschnitten aufgeschlossen. Typische Verwitterungserscheinungen sind das Absanden und oberflächliche Abschalungen. Zirkulierendes Bergwasser oder Sickerwasser kann den Kalzizement angreifen und Gesteinsbereiche, häufig entlang von Mergelhorizonten, schwächen. Diese Gesteine tönen beim Anschlagen hohl und mürbe. Der Grad der Verwitterung reicht von Fels bis zu reinem Sand. Sandsteine der OMM können bis in grössere Tiefen schichtweise schlecht zementiert sein.
Rohstoff	Als wichtiger Baustein früher in zahlreichen Steinbrüchen abgebaut. Heute existieren noch wenige Steinbrüche, die das Rohmaterial für Gebäudeunterhalts- und Steinmetzarbeiten liefern. Frisch gebrochene Quader sind anfällig für Frostschäden (hoher Wassergehalt).



Wasserführung	Die Wasserdurchlässigkeit ist stark von der Porosität (in schlecht zementierten Sandsteinen bis 30%) bzw. dem Zementationsgrad abhängig. Schichtwasser tritt besonders in schlecht zementierten Grobsandsteinen über stauenden Schichten auf. Die Durchlässigkeit nimmt mit zunehmender Tiefe in der Regel ab. Poröse Sandsteine sind speicherfähig. Durch Kapillarkräfte kann Feuchtigkeit aufsteigen und zu Ausblühungen führen. Bausteine sind daher vor aufsteigender Feuchtigkeit zu schützen. Entlang von Klüften ist die Wasserführung bedeutend höher als im Gestein.
Abbaubarkeit	Ein sprengtechnischer Abbau ist möglich, in der Praxis üblich ist aber der mechanische Abbau mit Hydraulikhammer und Felslöffel. Der Fels ist gut fräsbar, aber kaum ripperbar. Beim Abbau entsteht Quarzstaub. Die Druckfestigkeiten von unverwittertem, qualitativ gutem Bernersandstein liegen zwischen UCS = 20-35 MPa. Beim Gletschergarten Luzern wurden Druckfestigkeiten zwischen UCS = 35 - 75 MPa gemessen. Da beim Cerchar-Versuch Quarzkörner aus der Matrix gelöst werden, streuen die Werte stark und die Abrasivität wird tendenziell unterschätzt. In gut zementiertem Sandstein liegt der CAI typischerweise zwischen 1-2.
Verhalten beim Vortrieb	Der Vortrieb ist in der Regel problemlos. Über der Decke verlaufende, unsichtbare Mergelhorizonte können besonders bei ungünstigem Verschnitt mit Talklüften problematisch sein. Im Altbergbau sind häufig übermässige Spannweiten vorhanden. Langsam zufließendes Bergwasser führt zu Versinterung.
Böschungen, Sturz	Böschungssicherungen sollten das natürliche und unbedenkliche Absanden der Felsoberfläche nicht behindern. Sturzprozesse werden häufig von Talklüften begünstigt. Stumme Zeugen verwittern relativ rasch.
Gründung	Auf unverwittertem und gut zementiertem Sandstein können relativ hohe Pressungen abgetragen werden. Auflockerungen durch den Abbau sind zu beachten. Ein Fräsabbau ist unter Fundamenten günstig. Schlecht zementierter Sandstein verhält sich im Extremfall ähnlich einem Lockergestein.
Wiederverwertung Aushub	Aushubmaterial ist für anspruchsvolle Schüttungen und Hinterfüllungen geeignet aber nur wenig frostbeständig. Beim Einbau ist auf eine dichte Packung ohne Hohlräume zu achten, da grössere Gesteinsbrocken mit der Zeit zerfallen. Je nach Abbau muss ein zu grobes Korngemisch zerkleinert werden (Brecher, Befahren mit sehr schwerem Gerät).

Geothermische Nutzung	<p>Wärmeleitfähigkeit</p> <p>OSM: <math>\lambda = 2.3 - 2.8 \text{ W/(m}^*\text{K)}</math></p> <p>OMM: <math>\lambda = 2.7 - 3.3 \text{ W/(m}^*\text{K)}</math></p> <p>USM: <math>\lambda = 2.4 - 3.2 \text{ W/(m}^*\text{K)}</math></p> <p>Spez. Wärmekapazität <math>\rho c = 1.8 - 2.6 \text{ MJ/(m}^3\text{*K)}</math></p> <p>(Schätzwerte nach SIA 384/6)</p>
Geophysik	<p>Spezifischer elektrischer Widerstand <math>\rho = 100 - 800 \text{ } \Omega\text{m}</math></p> <p>P-Wellengeschwindigkeit <math>v_p = 900 - 1800 \text{ m/s}</math> (weich)</p> <p>P-Wellengeschwindigkeit <math>v_p = 1500 - 3000 \text{ m/s}</math> (hart)</p>
Projektbeispiele	<p>Steinbruch Ostermundigen, Carlo Bernasconi AG</p> <p>Gletschergarten Luzern, Stiftung GGL</p> <p>Zubringer Neufeld, Kanton Bern</p>

### 7.3 Lithotyp SM



Geologische Beschreibung	Dieser Typ umfasst ein breites Spektrum sandsteindominierter Abfolgen mit bedeutenden Anteilen an Silt-, Mergel- und Tonsteinen. Mächtigere Sandsteinbänke zeigen häufig Schrägschichtung. Mergellagen keilen seitlich oft aus und können vielfach nicht über grössere Distanzen korreliert werden. Vereinzelt können Geröllhorizonte auftreten.
Ablagerungsmilieu	Kontinental als Ablagerungen von mäandrierenden Flüssen (Flussrinnen, Durchbruchsrinnen, Uferwälle und Überschwemmungsebenen), marin in Bereichen mit Sedimentzufuhr vom Kontinent und wechselndem Strömungseinfluss.
Auftreten und Verbreitung	Durch das häufige Auftreten in verschiedenen Niveaus von USM und OSM weit verbreitet.
Verwitterung	Mergellagen weichen bei Wasserzutritt auf. Die Zementation einzelner Sandsteinlagen ist vielfach sehr unterschiedlich. Auf Mergeln gestaute Schichtwässer können den Kalzitcement der Sandsteine bis zur Kohäsionslosigkeit auflösen. Am Fuss von Felsaufschlüssen Bildung von Gehängelehm (verschwemmte Verwitterungsprodukte). Am Aufschluss wittern Mergellagen zurück und lassen die Sandsteinbänke hervortreten.
Rohstoff	Historisch wurden aus geeigneten Sandsteinbänken Mauersteine gewonnen. Die Vorkommen sind relativ klein und von eher geringer Qualität.

Wasserführung	Die hydraulische Durchlässigkeit des Gebirges ist sehr anisotrop. Bergwasser zirkuliert entlang von porösen oder geklüfteten Sandsteinen über stauenden Mergellagen. Die vertikale Zirkulation konzentriert sich auf Klüfte und auskeilende Mergellagen.
Abbaubarkeit	Der frische Fels ist kaum baggerbar und nur mit schwerem Gerät ripperbar. Der Fels ist fräsbar und in der Regel mit dem Hydraulikhammer gut abbaubar. Beim Abbau entsteht Quarzstaub. Druckfestigkeiten weisen eine extrem grosse Streuung auf. Besonders Siltsteine können gegenüber den restlichen Lithologien deutlich erhöhte Druckfestigkeiten aufweisen.
Verhalten beim Vortrieb	Die bisweilen ausgesprochene Heterogenität des Gebirges stellt Tunnelbauer vor grosse Herausforderungen. Durch den Verschnitt von Klüften mit weichen Mergellagen können grosse, schwierig prognostizierbare Klufkörper entstehen. Die Gefahr von Niederbrüchen ist besonders bei grossen Querschnitten beträchtlich. Es können praktisch kohäsionslose Gebirgsbereiche auftreten. Instabile Bohrlöcher und Wasserzutritte können die Ladearbeit erschweren. Nachfliessendes Bergwasser im entspannten Gebirge kann plattige Ablösungen provozieren. Die Sohle reagiert empfindlich auf Wasseraufnahme und ist für die Befahrung zu schützen. Je nach Tonmineralogie können Zwischenlagen von Mergeln und Tonsteinen zu teilweise markanten Quellerscheinungen führen. Mergelige und tonige Zwischenlagen können durch einsickerndes Wasser aufgeweicht sein und Probleme mit der Verspannung der Gripper verursachen. Alte, mit Lockergestein gefüllte Rinnen stellen generell ein Gefährdungsbild dar.
Böschungen, Sturz	Die Böschungsgestaltung sollte den angetroffenen Verhältnissen angepasst werden (Talklüfte, Mergellagen). Dem Abgleiten auf geneigten, aufgeweichten Mergellagen muss Beachtung geschenkt werden. Wasserzutritte sind häufig entlang der Schichtung angeordnet und können zu Eisbildung führen.
Gründung	Je nach Verwitterungsgrad und Zementierung können mittlere bis hohe Lasten abgetragen werden. Es besteht die Schwierigkeit, aufgeweichte und schlecht zementierte Bereiche unter der Fundationssohle zu erkennen. Mergelige Bereiche müssen rasch nach dem Aushub vor Wasserzutritt geschützt werden.

---

Wiederverwertung Aushub	Das Aushubmaterial eignet sich in der Regel für anspruchsvolle Schüttungen und Hinterfüllungen und kann gut verdichtet werden. Die Frostbeständigkeit ist gering. Beim Einbau ist auf eine dichte Packung ohne Hohlräume zu achten, da grössere Gesteinsbrocken mit der Zeit zerfallen. Je nach Abbau muss ein zu grobes Korngemisch zerkleinert werden (Brecher, Befahren mit sehr schwerem Gerät).
Geothermische Nutzung	Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 2.3 - 3.2 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ Spez. Wärmekapazität $\rho c = 1.8 - 2.6 \text{ MJ/(m}^3\cdot\text{K)}$  (Schätzwerte nach SIA 384/6)
Geophysik	Spezifischer elektrischer Widerstand $\rho = 70 - 200 \text{ }\Omega\text{m}$  P-Wellengeschwindigkeit $v_p = 900 - 2500 \text{ m/s}$
Projektbeispiele	Rosshäuserntunnel, BLS AG.  Sanierung Einschnitt Hagneck, BVE Kanton Bern  Birchitunnel SO, Kanton Solothurn/Astra

---

## 7.4 Lithotyp M



Geologische Beschreibung	Deutlich gebankte Wechselfolge von häufig bunten Silt- und Tonsteinen, Mergeln und Sandsteinlagen.
Ablagerungsmilieu	Ablagerungen der Überschwemmungsebenen im kontinentalen Bereich mit Bodenbildungen. Im marinen Bereich landferne Deltaablagerungen.
Auftreten und Verbreitung	Primär in der USM innerhalb der Molasse grise de Lausanne (im Zentralen Mittelland auch als "Gümnenen-" oder "Zinshölzli-Schichten" bezeichnet) und Molasse rouge, untergeordnet in der UMM der subalpinen Molasse (Grisigen-Mergel, Hilfren-Fm.).
Verwitterung	Dieser Lithotyp ist häufig durch Vegetation bedeckt und am besten in künstlichen Aufschlüssen sichtbar. Bildet runde Geländeformen. Die tonigen Schichten nehmen rasch Feuchtigkeit auf und verwittern durch oberflächliches Aufquellen, Aufblättern und Ausspülen. Erosionsempfindlich.
Rohstoff	Wichtiger Rohstoff für die Ziegeleiindustrie.
Wasserführung	Das Gebirge ist in der Regel kaum wasserdurchlässig. Schichtwasser tritt vorwiegend entlang von Sandsteinbänken auf. Klüfte sind selten. Sie sind verlehmt und schlecht durchlässig.
Abbaubarkeit	Das Gebirge ist bagger- und ripperbar, je nach Sandsteinanteil ist dafür schweres Gerät erforderlich. Wegen des Tonanteils können Bohr- und Fräswerkzeuge verkleben.

Verhalten beim Vortrieb	Die bisweilen äusserst geringe Zugfestigkeit erlaubt nur kurze Abschläge. Je nach Verwitterung sind vorausseilende Sicherungsmassnahmen erforderlich. Abschalungen an den Paramenten durch Feuchtigkeitsaufnahme. Je nach Tonanteil und Tonmineralogie besteht ein erhebliches Quellpotenzial. Die Sohle ist nicht befahrbar und muss vor Wasser geschützt werden. Die Gebirgseigenschaften verschlechtern sich rapide mit zunehmender Verwitterung/Wassergehalt. Aufgeweichte Mergel und Tonsteine können die Verspannung von Gripper-TBM stark erschweren.
Böschungen, Sturz	Natürliche Hänge zeigen bei entsprechender Disposition (Schichtung, Verwitterung, Nässe) Rutschbewegungen. Felsböschungen müssen flach erstellt und vor Erosion geschützt werden. Verwitterter Fels weist äusserst tiefe Reibungswerte auf. Abgleiten auf weichen Horizonten. Ankerkräfte sind oft sehr beschränkt ( $R_{a,k} < 400 \text{ kN}$ ).
Gründung	Nach dem Aushub ist die Fundationssohle rasch vor Wasserzutritt zu schützen, z. B. durch die direkte Auflage von Beton. Je nach Tonmineralogie und Entlastung können Quellerscheinungen auftreten.
Wiederverwertung Aushub	Das Aushubmaterial ist sehr wasserempfindlich. Verdichtung und Einbau sind bei optimalem Proctor-Wassergehalt möglich, wobei keine hohen Zusammendrückungswerte erreicht werden können. Eingebautes Material ist schlecht wasserdurchlässig. Das Material ist nicht frostbeständig. Verwendung als Sekundärrohstoff für Grobkeramik ist u.U. möglich.
Geothermische Nutzung	Wärmeleitfähigkeit OSM: $\lambda = 2.3 - 2.4 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ OMM: $\lambda = 2.6 - 2.9 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ USM: $\lambda = 2.2 - 2.7 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ Spez. Wärmekapazität $p_c = 1.8 - 2.5 \text{ MJ/(m}^3\cdot\text{K)}$ (Schätzwerte nach SIA 384/6)
Geophysik	Spezifischer elektrischer Widerstand $\rho = 20 - 70 \Omega\text{m}$ P-Wellengeschwindigkeit $v_p = 900 - 2000 \text{ m/s}$
Projektbeispiele	Lysbachstollen, Tiefbauamt Kanton Bern Tongrube Ziegelei Rapperswil, Louis Gasser AG





## 8 Ausblick

Mit der harmonisierten lithostratigraphischen Definition von Molasseeinheiten steht neu ein belastbares geowissenschaftliches Gerüst zur Verfügung. Dabei handelt es sich um weit mehr als um die blosse Nomenklatur. Zumindest für die Mittelländische Molasse stehen mit den harmonisierten Formationsnamen heute räumlich und zeitlich definierte Gefässe bereit, denen z. B. Aufschlüsse, Bohrloch- und Labordaten zugeordnet werden können. Mit den sich rasch entwickelnden GIS-Anwendungen und geologischen 3D-Modellen werden diese in Zukunft eine wichtige Rolle spielen und neue Möglichkeiten zur Auswertung und Visualisierung eröffnen. Aus diesem Grund ist es wünschenswert, dass die lithostratigraphischen Standards nun auch bei Berufsleuten bekannt gemacht und angewendet werden.

Die in Ergänzung zur Norm vorgeschlagenen zusätzlichen Angaben und Verfeinerungen für die lithologische Feldansprache für Molassegesteine könnten z. B. in Form eines Praxis-Leitfadens einem breiteren Publikum zugänglich gemacht werden. Mit einer einheitlichen Ansprache der Molassegesteine werden Aufnahmen besser vergleichbar und die in der Praxis erhobenen Daten erhalten einen zusätzlichen Wert. Die Vorschläge beruhen auf viel praktischer Erfahrung, sollen unseres Erachtens aber nicht als Vorschriften verstanden werden. Die Einteilung der Härtestufen beispielsweise hat sich zwar in der Praxis gut bewährt, ist aber nicht durch systematische Tests belegt. Weitere Felderfahrungen oder Praxistests sind wünschenswert.



## 9 Verdankungen

Die Autoren bedanken sich für die engagierte Unterstützung des Präsidenten des Schweizerischen Komitees für Stratigraphie, Dr. Alain Morard. Mit der Prüfung und Ergänzung des Schichtenverzeichnisses und der kritischen Durchsicht des Manuskripts hat er viel zur inhaltlichen Qualität des Berichtes beigetragen. Als ausgewiesener Fachmann wäre er bereit gewesen, als Mitverfasser dieses Berichts zu erscheinen, was aufgrund seiner Tätigkeit im Expertengremium und als Mitarbeiter bei swisstopo leider nicht möglich war.

Ein grosser Dank gilt ebenfalls Dr. Oliver Kempf und Dr. Daniel Kälin (swisstopo) für ihre fachliche Unterstützung bei der Erarbeitung des Schichtenverzeichnisses.

Zahlreiche nicht namentlich erwähnte Geologen haben als Kartenautoren oder Feldforscher die Molasse untersucht und so die Inhalte für die von Prof. Jean-Pierre Berger entwickelte stratigraphische Datenbank erarbeitet.

Dank geht auch an die Kollegen der Geotest AG für ihre fachlichen Beiträge:

Dr. Michael Soom, Dr. Kaspar Graf, Dr. Robert Ottiger, Dr. Hakon Fischer, Jeanne Mercier und Dr. Luzia Fischer.



## Glossar

Die in der ersten Spalte alphabetisch aufgelisteten stratigraphischen Namen werden je nach formellem Status in unterschiedlicher Schrift dargestellt (**fette Schrift**: anerkannte Formationsnamen; Normalschrift: Gebräuchliche Namen. *Kursivschrift*: Diese Namen sollten nicht mehr verwendet werden weil sie falsch oder missverständlich sind).

In der zweiten Spalte ist beschrieben, um welche Art von Begriff es sich handelt bzw. was der Begriff bezeichnet.

In der Spalte „Formation“ ist dem Begriff eine anerkannte Formation zugeordnet. **Diese Formationsnamen sollten verwendet werden.** In einigen Fällen, wo kein Formationsname aufgeführt ist, empfehlen wir die Verwendung der Gruppenbezeichnung in der Spalte „Gruppe“.

In der Spalte „Schüttung“ ist das Kürzel der Schüttung gemäss Kapitel 2.3.5 aufgeführt, sofern es sich beim Begriff um eine Einheit einer Schüttung handelt. In der letzten Spalte „Lithotyp“ wird dem Begriff ein Lithotyp gemäss Kapitel 7 zugeordnet, der die jeweilige Einheit am ehesten charakterisiert.

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<i>Aabach-Mergel</i>	Lithostratigraphische Einheit der USM-II, Äquivalent der Oberaquitane Mergelzone (ursprünglich als Basis der OMM-I betrachtet)	Formation der Granitischen Molasse	USM-II		M
<i>Aarau-Ölsande</i>	Lokale lithostratigraphische Einheit der Untere Bunte Molasse (USM-I), etwa Äquivalent zum Chavornay-Sandstein	Molasse rouge	USM-I		S
<i>Aarau-Sandstein</i>	Lithostratigraphische Einheit der USM-I	USM-I	USM-I		S
<i>Aarwangen-Molasse</i>	Lokaler Begriff, Synonym der Elsässer Molasse	Elsässer Molasse	USM-J		SM, L
<i>Abtwil-Konglomerat</i>	Lithostratigraphische Bank, lokales Äquivalent des "Appenzellergranit"-Leitniveaus	"Appenzellergranit"-Leitniveau	OSM-II		K
<i>Aclens-Sandstein</i>	Basisbank der Molasse Grise de Lausanne, Äquivalent des Cuarny-Sandsteins	Molasse grise de Lausanne	USM-II		S
<i>Aeugstertal-Bentonit</i>	Bentonithorizont der OSM-II (14,29 +/-0,01 Ma)	OSM-II	OSM-II		B

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch	<i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>	grau: Zuordnung unklar		
<i>Ajoie-Cerithienkalk = Elsgau-Cerithienkalk</i>	Lokales Synonym des Meeressandes	Meeressand	UMM-J		S
Ajoie-Gompholit	Lokale lithostratigraphische Einheit der basalen USM-J	Basisbildungen der USM-J	USM-J		K
Ajoie-Member	Oberes Member der Bois-de-Raube-Formation	Bois-de-Raube-Formation	OSM-J	V	K, SM
Albispass-Ophiolithnagelfluh	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	K
<i>Albis-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit (OSM)		OSM		SM
Albis-Süswasserkalk	Lithostratigraphische Bank in den Meilen-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	L
Albstein	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J (terrestrisches Äquivalent der OMM-J)		OSM-J		L
<i>Allberg-Sandstein</i>	Lithostratigraphische Bank der Meilen-Schichten (OSM-II)	OSM-II	OSM-II	H	S
Ältere Juranagelfluh	Formation der oberen USM-J	Ältere Juranagelfluh	USM-J	J	K
<i>Amphisile-Schiefer</i>	Alter Begriff, Synonym des Grisigen-Mergels, ursprünglich als Fazies des Vaulruz-Mergels verwendet	Grisigen-Mergel	UMM-II		M
Äntlisberg-(Doldertobel-) Süswasserkalk	Lithostratigraphische Bank in den Zürich-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	L
<i>Appenzeller Sandstein</i>	Fazies der Ebnat-Schichten (USM-I)	Ebnat-Schichten	USM-I	S	S
<b>"Appenzellergranit"-Leitniveau</b>	Hauptleitniveau der OSM	"Appenzellergranit"-Leitniveau	OSM-II	H	K
<i>Aquitanien</i>	Chronostratigraphische Stufe 24.5 - 21.5 Ma, häufige Bezeichnung für USM-II (Formation der Granitischen Molasse, Molasse grise de Lausanne)		USM-II		
Arbogne-Schichten	Mergelige Fazies der Molasse Grise de Lausanne	Molasse grise de Lausanne	USM-II		SM
<i>Attalens-Sandstein</i>	Lokales Synonym des La-Cornalle-Sandsteins	La-Cornalle-Sandstein	USM-I	P	SM
Aufarbeitungslagen, lokale Muschelsandsteinhorizonte	Lithostratigraphische Bank	Luzern-Formation	OMM-I		KS
Austernnagelfluh	Lithostratigraphische Bank	Belpberg-Formation	OMM-II	N	K
Baarburg-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	K
<i>Bäch-Sandstein</i>	Lithostratigraphische Einheit der OMM-I	Luzern-Formation	OMM-I		S

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<i>Badénien</i>	Regionale Chronostratigraphische Stufe (Paratethys), häufige Bezeichnung für die OSM-II		OSM-II		
<i>Balaniden-Bank</i>	Lithostratigraphische Bank der OMM-II	Belpberg-Formation	OMM-II		S
Baldern-Felsenegg-Sandstein	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	S
<i>Basale Mergel-Sandstein-Zone</i>	Alter Begriff, Synonym der Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		MS
Basisbänke der Luzern-Formation	Lithostratigraphische Einheit der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I		K
Basisbänke der St.-Gallen-Formation	Lithostratigraphische Einheit der St.-Gallen-Formation	St.-Gallen-Formation	OMM-II		KS
Basisbildungen der USM-J	Regionale/Unterste lithostratigraphische Subgruppe der USM (Jurasüdfuss, Synklinale der Juragebirge, Rheingraben)	Basisbildungen der USM-J	USM-J		L
<i>Basismergelzone (Napf)</i>	Member der Napf-Formation	Napf-Formation	OSM-I	N	M
<i>Bavois-Sandstein</i>	Lokales Synonym des Chavornay-Sandsteins	Molasse rouge	USM-I		S
<b>Beichlen-Formation</b>	Formation in der Beichlen-Schüttung	Beichlen-Formation	USM-I	B	K
Belmont-Sandstein	Lokale Bank der Grès et Marnes Gris à Gypse	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		S
<b>Belpberg-Formation</b>	Formationsname	Belpberg-Formation	OMM-II		SM, K
Belpberg-Schichten	alter Formationsname, synonym Belpberg-Formation	Belpberg-Formation	OMM-II		SM, K
<i>Benken-Graupensand</i>	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J (terrestrisches Äquivalent der OMM-J)		OSM-J		S
<i>Berner Sandstein</i>	Fazies der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S
<i>Berner Schichten</i>	Alter Begriff, Synonym der Belpberg-Formation	Belpberg-Formation	OMM-II		SM
<i>Bildhausen-Sandstein</i>	Lokaler Begriff, synonym der Formation der Granitischen Molasse	Formation der Granitischen Molasse	USM-II		SM
<i>Bilten-Mergel</i>	Lokales Synonym des Grisigen-Mergels	Grisigen-Mergel	UMM-II		M

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<i>Bilten-Schichten (sensu Gutzwiller 1877)</i>	Alter Begriff, umfasst die gesamte UMM oder ein Teil davon, je nach Autor.		UMM		SM
Bischofszell-Bentonit	Bentonithorizont der OSM-II (14,6 +/-0,7 Ma), wahrscheinlich lokales Synonym der Aegustertal-Bentonit	OSM-II	OSM-II	H	B
Biserhof-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank	Luzern-Formation	OMM-I		K
<i>Bisig-Muschelsandstein</i>	Synonym Safenwil-Muschelsandstein, Member	Luzern-Formation	OMM-I		S
Blapbach-Kohleflöz	Lithostratigraphische Bank des Eimätteli-Members	Napf-Formation	OSM-I	N	L
<i>Blapbach-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der OSM	Napf-Formation	OSM-I	N	
Blatten-Muschelsandstein ("Seelaffe")	Lithostratigraphische Bank der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I		S
<i>Blättermolasse</i>	Alter Begriff, Synonym der Elsässer Molasse	Elsässer Molasse	USM-J		SM, L
Blockhorizont	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	K
Blüemlisalp-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	K
Bois-d'Amont-Grobsandstein	Lithostratigraphische Einheit der Sense-Formation, ursprünglich als Teil der Mausson-Schichten definiert.	Sense-Formation	OMM-I		S
<b>Bois-de-Raube-Formation</b>	Formation der OSM-J	Bois-de-Raube-Formation	OSM-J	V	
Bois-de-Raube-Member	Mittleres Member der Bois-de-Raube-Formation	Bois-de-Raube-Formation	OSM-J	V	KS, M
<i>Bois-de-Raube-Vogesensande</i>	Synonym des Montchaibeux-Members	Bois-de-Raube-Formation	OSM-J	V	S
Bois-Genoud-Bentonit	Lithostratigraphische Bank der Molasse Grise de Lausanne	Molasse grise de Lausanne	USM-II		B
<i>Bollingen-Sandstein</i>	Lokaler Begriff, synonym der Formation der Granitischen Molasse	Formation der Granitischen Molasse	USM-II		SM
Boningen-Süsswasserkalk	Lokale Bank der Elsässer Molasse	Elsässer Molasse	USM-J		L
<i>Bouveret-Sandstein</i>	Lokales Synonym des Horw-Sandsteins, oder ev. des Cucloz-Sandsteins (UMM-I)	Horw-Sandstein	UMM-III		S



Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<b>Brendenbach-Mergel</b>	Formationsname	Brendenbach-Mergel	USM-III	SB	M
Brenzikofen-Schichten	Lithostratigraphische Einheit der USM-II		USM-II		SM, K
<i>Bresseren-Schichten</i>	Lokales Synonym der Thun-Formation	Thun-Formation	USM	TH	K
<i>Brislach-Kalk</i>	Lokales Synonym des Meeressandes	Meeressand	UMM-J		S
Brüttelen-Muschelnagelfluh	Basisbank der Sense-Schichten	Sense-Formation	OMM-I		K
<i>Buchberg-Sandstein</i>	Lithostratigraphische Einheit der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I		S
<i>Bumbach-Nagelfluh</i>	Lokales Synonym der Uerscheli-Nagelfluh	Uerscheli-Formation	USM-I	TH	K, SM
Bunte Rigi-Nagelfluh	Oberes Member der Rigi-Formation	Rigi-Formation	USM-I	RR	K, S, M
Burdigaler Zwischenkomplex	Lithostratigraphische Einheit der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I		M, L
Burdigales Basiskonglomerat	Lithostratigraphische Bank der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I	H	K
<i>Burdigalien</i>	Chronostratigraphische Stufe 21.5 - 17.5 Ma, häufige Bezeichnung für Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I		S
<i>Burg-Formation</i>	Lokaler Begriff, Äquivalent der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S
Bürglen-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	SM, K
Burgweid-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Üetliberg-Schichten	Üetliberg-Schichten	OSM-II	H	K
Bütschelbach-Nagelfluh	Basisbank der Belpberg-Schichten	Belpberg-Formation	OMM-II		K
Calcaire d'eau douce de Sous-Vélaz	Lithostratigraphische Einheit, syn. Série des calcaires d'eau douce et dolomie	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		L
<i>Cardien-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I		S

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<i>Chaffa-Schichten</i>	Lokales Äquivalent der Molasse rouge de Vevey.	Molasse rouge	USM-I		SM
<i>Champvent-Sandstein</i>	Lokales Synonym des Belmont-Sandsteins	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		S
Charrue-Süsswasserkalk	Lokale lithostratigraphische Einheit der basalen USM-J	Basisbildungen der USM-J	USM-J		L
Châtelard-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank (Nagelfluhhorizont) der Gibloux-Formation	Gibloux-Formation	OMM-II	GG	K
<i>Châtel-St.-Denis-Nagelfluh</i>	Lokales Synonym der Mont-Pèlerin-Nagelfluh	Mont-Pèlerin-Nagelfluh	USM-I	P	K
<i>Chattien</i>	Chronostratigraphische Stufe 28 - 24.5 Ma, häufige Bezeichnung für die USM-I (Molasse rouge, Weggis-Formation)	Molasse rouge	USM-I		
Chavornay-Sandstein	Lokale lithostratigraphische Einheit der Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		S
Chli-Bürglen-Kalk	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	L
<i>Chnebelburg-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit, Äquivalent der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S, M
<i>Citharellen-Kalk</i>	Äquivalent des Randen-Grobkalkes (OMM-J)		OMM-J		K
Clamagnaulaz-Sandstein	Sandige Fazies der Molasse Grise de Lausanne, lokal im oberen Teil dominant	Molasse grise de Lausanne	USM-II		SM
<i>Combe-du-Stand-Bentonit</i>	Bentonithorizont der OSM-J, lokales Synonym des Le-Locle-Bentonits	Öhningen-Schichten	OSM-J		B
<i>Combe-Girard-Bentonite</i>	Bentonithorizont der OSM-J, lokales Synonym des Le-Locle-Bentonits	Öhningen-Schichten	OSM-J		B
Corban-Mergel	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J (terrestrisches Äquivalent der OMM-J).		OSM-J		M, L, K
Couches marno-gréseuses fossilifères	Lithostratigraphische Bank der Gibloux-Formation	Gibloux-Formation	OMM-II	GG	MS

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch	<i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>	grau: Zuordnung unklar		
Cuarny-Sandstein	Basales Member der Molasse Grise de Lausanne	Molasse grise de Lausanne	USM-II		S
<i>Cucloz-Formation</i>	Äquivalent der Hilfern-Formation in der Westschweiz	Hilfern-Formation	UMM-I		M, S
Cucloz-Sandstein	Oberes Member (bzw. sandige Fazies) der Hilfern-Formation	Hilfern-Formation	UMM-I		S, K
<i>Cyathula-Bank</i>	Bank der Elsässer Molasse	Elsässer Molasse	USM-J		
<i>Cyrenen-Mergel (USM-J)</i>	Member der Elsässer Molasse	Elsässer Molasse	USM-J		M
<i>Cyrenen-Mergel(-Schichten)</i>	Alter Begriff, Synonym des Grisigen-Mergels, ursprünglich als Fazies des Vaulruz-Mergels verwendet	Grisigen-Mergel	UMM-II		M
Degersheim-Kalknagelfluh	Lithostratigraphische Bank, lokales Äquivalent des "Appenzellergranit"-Leitniveaus	"Appenzellergranit"-Leitniveau		H	K
Delsberg-Süsswasserkalk	Lokales Member der Elsässer Molasse	Elsässer Molasse	USM-J		L
<i>Dierikon-Sandstein</i>	Lithostratigraphische Einheit der OMM-I	Luzern-Formation	OMM-I		S
<i>Diessbach-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der OMM-II	Schöpferegg-Nagelfluh	OMM	N	KS
Doldertobel-Süsswasserkalk	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	L
Dreilinden-Nagelfluh	Nagelfluhbank der mittleren St.-Gallen-Formation	St.-Gallen-Formation	OMM-II		K
<i>Ebnat-Sandstein</i>	Fazies der Ebnat-Schichten	Ebnat-Schichten	USM-I	S	S
<b>Ebnat-Schichten</b>	Formation der USM-I	Ebnat-Schichten	USM-I	S	SM
<i>Egérien</i>	Regionale chronostratigraphische Stufe (Paratethys), häufige Bezeichnung für die USM		USM		
<i>Eggenburgien</i>	Regionale chronostratigraphische Stufe (Paratethys), häufige Bezeichnung für die USM/OMM		USM OMM		
Eggen-Serie	Lithostratigraphische Einheit der USM-II	Höhronen-Nagelfluh	USM-II	HR	K, SM

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
Eimätteli-Member	Member der Napf-Formation	Napf-Formation	OSM-I	N	M
Elgg-Kohleflöz	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	L
<b>Elsässer Molasse</b>	Formationsname	Elsässer Molasse	USM-J		SM, L
<i>Emme-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit, Äquivalent der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S
Ennetbühl-Schichten	Lithostratigraphisches Member der Kronberg-Nagelfluh	Kronberg-Nagelfluh	USM-II	GK	K, SM
Entlisberg-Gimmersandstein	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	S
Entlisberg-Mergel	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	M
<i>Eriz-Molasse</i>	Alter Begriff, Synonym der Losenegg-Formation	Losenegg-Formation	USM-I	TH	KS, M
Erlenholz-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	K
<i>Etzel-Schichten</i>	Lokaler Begriff, synonym der Formation der Granitischen Molasse	Formation der Granitischen Molasse	USM-II	HR	SM
Falätschen-Mergel	Lithostratigraphische Einheit der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	M
<i>Falkenfluh-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der OMM-II	Schöpferegg-Nagelfluh	OMM	N	KS
Fehli-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Gibelegg-Formation (OMM-II/OSM-I), wird als Basis der OSM betrachtet	Gibelegg-Formation	OMM-II OSM-I	GG	K
<i>Feldbach-Kalknagelfluh</i>	Lithostratigraphische Bank, lokales Äquivalent des "Appenzellergranit"-Leitniveaus	"Appenzellergranit"-Leitniveau	OSM-II	H	K
Fellitobel-Süsswasserkalk	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	L
<b>Fischschiefer</b>	Formationsname	Fischschiefer	UMM-J		M, S
<i>Fischschiefer mit Meletta</i>	Alter Begriff, Synonym der Hilfern-Formation (UMM-I), ursprünglich als Fazies der Cucloz-Formation verwendet	Hilfern-Formation	UMM-I		M

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
Flühli-Nagelfluh	Bank im oberen Teil der Hilfern-Formation (UMM-I) ; ursprünglich Teil der Spirberg-Serie	Hilfern-Formation	UMM-I		K
<i>Flysch bariolé</i>	Alter Begriff, Synonym der Molasse rouge de Monthey	Molasse rouge	USM-I		SM
<i>Flysch noir</i>	Alter, informeller Name der Cucloz-Formation, Synonym der Hilfern-Formation	Hilfern-Formation	UMM-I		SM
<i>Flysch rouge</i>	Alter Begriff, Synonym der Molasse rouge de Monthey	Molasse rouge	USM-I		SM
<i>Flysch subalpin</i>	Alter, informeller Name der Cucloz-Formation, Synonym der Hilfern-Formation	Hilfern-Formation	UMM-I		SM
<i>Flysch subhelvétique</i>	Alter, informeller Name der Cucloz-Formation, Synonym der Hilfern-Formation	Hilfern-Formation	UMM-I		SM
<b>Foraminiferenmergel</b>	Formationsname	Foraminiferenmergel	UMM-J		M
<i>Formation conglomeratique de la MMS</i>	Alter Begriff, Synonym der Gibloux-Formation	Gibloux-Formation	OMM-II	GG	K, S
<b>Formation der Granitischen Molasse</b>	Formationsname	Formation der Granitischen Molasse	USM-II	HR+	SM
<i>Formation gréseuse de la MMS</i>	Alter Begriff, synonym der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S
<i>Forst-Nagelfluh</i>	Lithostratigraphische Formation der USM-II, Äquivalent der Gäbris-Nagelfluh	Gäbris-Nagelfluh	USM-II	GK	K, SM
<i>Freiburg-Molasse = Molasse de Fribourg</i>	Alter Begriff, umfasst die ganze OMM		OMM		
Freudenberg-Nagelfluh	Basisbank der St.-Gallen-Formation	St.-Gallen-Formation	OMM-II		K
Fröhlichsegg-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Oberaquitänen Mergelzone	Formation der Granitischen Molasse	USM-II	H	K
Gabelspitz-Schichten	Oberes Member der Schüpferegg-Nagelfluh	Schüpferegg-Nagelfluh	OMM-II	N	K, SM

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch	<i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>	grau: Zuordnung unklar		
<b>Gäbris-Nagelfluh</b>	Formationsname	Gäbris-Nagelfluh	USM-II	GK	K, SM
<b>Gehrenberg-Schichten</b>	Formationsname im Bodensee-Gebiet	OSM-II	OSM-II		
Gelberde / Terre Jaune	Lokale lithostratigraphische Einheit der basalen USM-J	Basisbildungen der USM-J	USM-J		ML
<i>Gemeine Molasse</i>	Alter Begriff, umfasst verschiedene Sandsteine der Molasse im Allgemeinen		Molasse		S
Gemischtenenergetische Einheit	Lithostratigraphische Einheit der Luzern-Formation (OMM-I)	Luzern-Formation	OMM-I		S
<b>Gérignoz-Formation</b>	Formation der USM-I, laterales Äquivalent der Molasse à charbon	Gérignoz-Formation	USM-I		SM, L
<i>Gerstengraben-Formation</i>	Lokales Synonym der Hilfern-Formation (UMM-I), oder ev. des Grisigen-Mergels (UMM-II), in der nördl. Thunersee-Region	Hilfern-Formation	UMM-I		SM
<b>Gibelegg-Formation</b>	Lithostratigraphische Formation, lokale Nagelfluh-Schüttung an der Grenze OMM-II/OSM-I	Gibelegg-Formation	OMM-II OSM-I	GG	K
<b>Gibloux-Formation</b>	Formationsname	Gibloux-Formation	OMM-II	GG	KS
<b>Gitzischöpf-Nagelfluh</b>	Formationsname in der Thunersee-Schüttung (USM, bis OMM?)	Gitzischöpf-Nagelfluh	USM	TH	K
<i>Glimmersandstein</i>	Fazies der OSM-II im Bodensee-Gebiet	OSM-II	OSM-II		S
<b>GMGG</b>	Formationsname, Abkürzung für Grès et Marnes Gris à Gypse	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		SM, L
<i>Goldach-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der OSM-I (und OMM-II)		OSM-I		
Goldbrunnen Schichten	Dachbank der St.-Gallen-Formation	St.-Gallen-Formation	OMM-II		SM
<i>Goldegg-Sandstein</i>	Lokales Synonym des Cucloz-Sandsteins; ursprünglich Teil des Jordisboden-Mergels	Hilfern-Formation	UMM-I		S
<i>Gönhard-Sandstein</i>	Lokale lithostratigraphische Einheit der Unteren Bunten Molasse, etwa Äquivalent zum Chavornay-Sandstein	Molasse rouge	USM-I		S
Goumoëns-Sandstein	Basisbank der Molasse Rouge du Pied du Jura	Molasse rouge	USM-I		S

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
Graupensande	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J (terrestrisches Äquivalent der OMM-J)		OSM-J		S
Greit-Kohleflöz	Lithostratigraphische Bank der Höhrönen-Nagelfluh	Höhrönen-Nagelfluh	USM-II	Höhrönen	L
<i>Grès à galets</i>	Fazies der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S, K
<i>Grès à galets mous</i>	Fazies der basale Molasse Rouge	Molasse rouge	USM-I		MS
<i>Grès des Carrières</i>	Lokales Synonym des Cucloz-Sandsteins	Hilfern-Formation	UMM-I		S
<i>Grès et marnes bigarrées</i>	Alter Begriff, Synonym der Molasse grise de Lausanne	Molasse grise de Lausanne	USM-II		MS
<b>Grès et Marnes Gris à Gypse (GMGG)</b>	Formationsname	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		SM, L
Grilly-Süswasserkalk	Lokale lithostratigraphische Einheit der basalen USM-J	Basisbildungen der USM-J	USM-J		L
Grimmelfingen-Schichten	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J (terrestrisches Äquivalent der OMM-J); ursprünglich im Bodensee-Gebiet definiert		OSM-J		S
<b>Grindelegg-Serie</b>	Formationsname	Grindelegg-Serie	USM-I		SM, K
<b>Grisigen-Mergel</b>	Formationsname	Grisigen-Mergel	UMM-II		M
Gstaldenbach-Serie	Lithostratigraphische Einheit der USM-II, älteste Hörnli-Schüttung		USM-II	H	K
Gugger-Sandstein	Lithostratigraphische Bank der Meilen-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	S
<b>Guggershorn-Formation</b>	Formationsname	Guggershorn-Formation	OSM-I	GG	KS
<i>Gümmenen-Formation</i>	alter Formationsname, synonym der Molasse grise de Lausanne	Molasse grise de Lausanne	USM-II		SM
Gunten-Nagelfluh	Member	Thun-Formation	USM-I OMM-I	TH	KS

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
Habersaat-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	K
<b>Haldenhof-Mergel</b>	Formationsname der OSM-I im Bodensee-Gebiet	Lichtensteig-Schichten	OSM-I	H	M
<i>Hauptleitniveau (HLN)</i>	Hauptleitniveau der OSM	"Appenzellergranit"-Leitniveau	OSM-II	H	K
Hauteten Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank in der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I	H	K
Hebeisen-Mergel	Lithostratigraphische Bank der Meilen-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	M
Hegau-Juranagelfluh	Formation der OSM-J		OSM-J	J	K
Hegau-Mergel	Member der OSM-J (distale, sandig-mergelige Fazies der Hegau-Juranagelfluh)		OSM-J	J	SM
Heiden-Serie	Lithostratigraphisches Member der Gäbris-Nagelfluh	Gäbris-Nagelfluh	USM-II	GK	S, M
<b>Heiligenberg-Schichten</b>	Formation der OSM-II im Bodensee-Gebiet	OSM-II	OSM-II		
Heliciden-Mergel	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J (terrestrisches Äquivalent der OMM-J)		OSM-J		M, L
<i>Helvétien</i>	Alte chronostratigraphische Stufe, häufige Bezeichnung für St.-Gallen-Formation	St.-Gallen-Formation	OMM-II		S
<b>Herdwangen-Mergel</b>	Formation der OSM-II	OSM-II	OSM-II		M
<b>Heuboden-Aeschitannen-Nagelfluh</b>	Formationsname	Heuboden-Aeschitannen-Nagelfluh		RR	K, SM
<b>Hilfern-Formation</b>	Formationsname	Hilfern-Formation	UMM-I		SM
<i>Hilfern-Schichten (sensu Kaufmann 1886)</i>	Alter Begriff, umfasst die gesamte UMM oder ein Teil davon, je nach Autor (Ortsname heute für die UMM-I verwendet)		UMM		SM
Hobel-Süsswasserkalk	Lokale lithostratigraphische Einheit der basalen USM-J	Basisbildungen der USM-J	USM-J		L
Hochalp-Schichten	Lithostratigraphisches Member der Kronberg-Nagelfluh	Kronberg-Nagelfluh	USM-II	GK	KS, M
Höchegg-Brekzie	Lithostratigraphische Bank	OSM-II	OSM-II	H	K



Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
Hochfläschli-Schichten	Lithostratigraphisches Member der Kronberg-Nagelfluh	Kronberg-Nagelfluh	USM-II	GK	K, SM
Höckleregg-Sandstein	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	S
<b>Höhronen-Nagelfluh</b> (- Schüttung)	Formation der USM-II.	Höhronen-Nagelfluh	USM-II	HR	KS, M
Hombach-Schichten	Lokale lithostratigraphische Einheit in der Thunersee-Schüttung	Thun-Formation	USM-I	TH	KS
<b>Homberg-Schichten</b>	Lokale Formation in der Thunersee-Schüttung	Homberg-Schichten	USM-I	TH	SM
Hombrechtikon-Kalk	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten, Äquivalent des Wehrenbach-Süsswasserkalkes	OSM-II	OSM-II	H	L
<b>Honegg-Mergel</b>	Formationsname in der Thunersee-Schüttung	Honegg-Mergel	USM	TH	M, K
<i>Honegg-Nagelfluh</i>	Lithostratigraphische Einheit, umfasst Thun-Fm. und Losenegg-Fm.	Thun-Formation	USM OMM	TH	K
Horgen-Kämpfnach-Süsswasserkalk	Lithostratigraphische Bank der Kämpfnach-Schichten	Kämpfnach-Schichten	OSM-I	H	L
<b>Hörnligipfel-Nagelfluh</b>	Formationsname	Hörnligipfel-Nagelfluh	OSM-II	H	K
<b>Hörnligubel-Mergel</b>	Formationsname	Hörnligubel-Mergel	OSM-II	H	M
<b>Hörnli-Schichten</b>	Formationsname (umfasst wahrscheinlich die gesamte OSM-II)	Hörnli-Schichten	OSM-II	H	K
<i>Horrenbach-Formation</i>	Lokales Synonym der Hilfern-Formation oder ev. des Grisigen-Mergels, in der nördl. Thunersee-Region	Hilfern-Formation	UMM-I		SM
<b>Horw-Sandstein</b>	Formationsname	Horw-Sandstein	UMM-III		S
<i>Horw-Sandstein (sensu Niggli 1915)</i>	Ungültiger Begriff, Synonym der Formation der Granitischen Molasse (USM-II)	Formation der Granitischen Molasse	USM-II		S
<i>Horw-Schichten (sensu Kaufmann 1872)</i>	Alter Begriff, umfasst die gesamte UMM oder ein Teil davon, je nach Autor (Ortsname heute für die UMM-III verwendet)		UMM		SM

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
Hüllistein-Konglomerat	Lithostratigraphische Bank, lokales Äquivalent des "Appenzellergranit"-Leitniveaus	"Appenzellergranit"-Leitniveau	OSM-II	H	K
Hundschüpfen-Schichten	Lithostratigraphische Einheit der OSM	Napf-Formation	OSM-I	N	KS
Hünibach-Nagelfluh	Member der Thun-Formation	Thun-Formation	USM-I	TH	K
Isenberg-Süsswasserkalk	Lithostratigraphische Bank in den Meilen-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	L
Isliberg-Aesch-Glimmersandstein	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	S
<i>Jensberg-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der OMM-II, Äquivalent der Belpberg-Formation (oder der St.-Gallen-Formation)	Belpberg-Formation	OMM-II		SM
<i>Jonentobel-Bentonit</i>	Bentonithorizont der OSM-II, lokales Synonym des Küssnacht-Bentonits	OSM-II	OSM-II	H	B
Jordisboden-Mergel	Unteres Member (bzw. mergelige Fazies) der Hilfern-Formation; umfasste ursprünglich die gesamte UMM-I, neu auf die untere, mergelige Fazies beschränkt	Hilfern-Formation	UMM-I		M
<i>Jüngere Juranagelfluh</i>	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J		OSM-J	J	K
<i>Juranagelfluh</i>	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J (und USM-J)		OSM-J USM-J	J	K
Juranagelfluh des Aargauer Juras	Formation der OSM-J		OSM-J	J	K
Juranagelfluh des Basler Juras	Formation der OSM-J		OSM-J	J	K
<i>Kalchstätten-Formation</i>	Lithostratigraphische Einheit, lokale Schüttung (umfasst oberen Teil der Belpberg-Formation und unteren Teil der Gibelegg-Formation)	Belpberg-Formation und Gibelegg-Formation	OMM-II OSM-I	GG	KS, M
<i>Kalksandstein-Serie</i>	Alter Begriff, Synonym der Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		SM
Kaltbach-Nagelfluh	Nagelfluhbank im Honegg-Mergel	Honegg-Mergel	USM	TH	K
Kamelenberg-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank in der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I	H	K
Kännelegg-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Weggis-Formation	Weggis-Formation	USM-I	RR	K

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
Käpfnach-Kohleflöz	Lithostratigraphische Bank der Käpfnach-Schichten	Käpfnach-Schichten	OSM-I	H	L
<b>Käpfnach-Schichten</b>	Formationsname	Käpfnach-Schichten	OSM-I	H	M, L
<i>Kappel-Serie</i>	Lithostratigraphische Einheit der USM-I, Äquivalent des Rütiberg-Kalksandsteins	Ebnat-Schichten	USM-I	S	S
<i>Karbonatreiche Molasse</i>	Fazies der USM-I		USM-I		SM, K
<i>Karpatien</i>	Regionale Chronostratigraphische Stufe (Paratethys), häufige Bezeichnung für die OSM-I		OSM-I		
Käshalde-Sandstein	Lithostratigraphische Bank der Meilen-Schichten (OSM-II)	OSM-II	OSM-II	H	S
<i>Kempraten-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der OSM-I	Käpfnach-Schichten	OSM	H	M
<i>Kiscelien</i>	Regionale Chronostratigraphische Stufe (Paratethys), häufige Bezeichnung für die UMM		UMM		
Klusbach-Serie	Lithostratigraphische Einheit der USM-II, älteste Napf-Schüttung	Klusbach-Serie	USM-II	N	
<i>Knauersandstein</i>	Fazies der USM-I		USM-I		
Kollbrunn-Bentonit	Bentonithorizont der OSM-II, wahrscheinlich lokales Synonym der Aegstertal-Bentonit	OSM-II	OSM-II	H	B
<i>Konglomeratstufe</i>	Lithostratigraphische Einheit der OSM-II	Tösswald-Schichten	OSM-II	H	K
<b>Krinau-Schichten</b>	Formationsname	Krinau-Schichten	OSM-II	H	KS, SM
<b>Kronberg-Nagelfluh</b>	Formationsname	Kronberg-Nagelfluh	USM-II	GK	K
Krummenau-Schichten	Lithostratigraphisches Member der Kronberg-Nagelfluh	Kronberg-Nagelfluh	USM-II	GK	KS, M
Küsnacht-Bentonit	Bentonithorizont der OSM-II (14.91 +/-0.09 Ma)	OSM-II	OSM-II	H	B
<b>La-Chaux-Süsswasserkalk</b>	Formationsname, obere USM-J	La-Chaux-Süsswasserkalk	USM-J		L

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<b>La-Cornalle-Sandstein</b>	Formatonsname	La-Cornalle-Sandstein	USM-I	P	SM
Lac-Ter-Süsswasserkalk	Lokale lithostratigraphische Einheit der basalen USM-J	Basisbildungen der USM-J	USM-J		L
<i>La-Feyla-Nagelfluh</i>	Lithostratigraphische Bank (Nagelfluhhorizont) der Gibloux-Formation	Gibloux-Formation	OMM-II	GG	KS
<i>La-Guiga-Sandstein</i>	Alter Begriff, umfasst die gesamte UMM oder ein Teil davon, je nach Autor		UMM		SM
<i>La-Holena-Schichten</i>	Lokales Synonym der Vaulruz-Formation	Grisigen-Mergel, Horw-Sandstein	UMM-II UMM-III		SM
La-Molière-Muschelsandstein	Lokaler Muschelsandstein im unteren Teil der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S
<i>Langhien</i>	Chronostratigraphische Stufe, häufige Bezeichnung für die OMM-II		OMM-II		
Langnau-Kalk	Lithostratigraphische Bank der Meilen-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	L
<i>La-Roche-Schichten</i>	Lokales Synonym der Gégignoz-Formation	Gégignoz-Schichten	USM-I		SM, L
La-Sapallaz-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank (Nagelfluhhorizont) der Gibloux-Formation	Gibloux-Formation	OMM-II	GG	KS
<i>Lavaux-Nagelfluh</i>	Lokales Synonym der Mont-Pèlerin-Nagelfluh	Mont-Pèlerin-Nagelfluh	USM-I	P	K
Leimbach-Bentonit	Bentonithorizont der OSM-II (14,2 +/-0,08 Ma)	OSM-II	OSM-II	H	B
Le-Locle-Bentonit	Bentonithorizont der OSM-J (OSM-II)	OSM-J	OSM-J		B
Le-Locle-Gompholit	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J (terrestrisches Äquivalent der OMM-J)	OSM-J	OSM-J		K, SM
<b>Lichtensteig-Schichten</b>	Formationsname	Lichtensteig-Schichten	OSM-I	H	K
<i>Lienegg-Sandstein</i>	Jüngeres Synonym des Goldegg(= Cucloz-) Sandsteins; nicht zu verwechseln mit <i>Lienegg-Formation</i> (Kalknagelfluh der USM-I)	Hilfern-Formation	UMM-I		S

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
Limnischer Horizont	Dachbank der St.-Gallen-Formation	St.-Gallen-Formation	OMM-II		SM
<i>Limnisches Leitniveau (der Zürcher Molasse)</i>	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	Zürich-Schichten	OSM-II	H	L
Lindau-Niveau	Lithostratigraphische Bank in der OSM-II	OSM-II	OSM-II		S
Lissibach-Süsswasserkalk	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	Zürich-Schichten	OSM-II	H	L
Löchli-Kohleflöz	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	Zürich-Schichten	OSM-II	H	L
Loni-Fossilbank	Lithostratigraphische Bank der Kalchstätten-Formation (bzw. Gibelegg-Formation)	Gibelegg-Formation	OMM-II OSM-I	GG	MS
Loorenkopf-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Üetliberg-Schichten	Üetliberg-Schichten	OSM-II	H	K
<b>Losenegg-Formation</b>	Lokale Formation in der Thunersee-Schüttung	Losenegg-Formation	USM-I	TH	KS
<i>Loveresse-Sandstein</i>	Lithostratigraphische Bank der basalen Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		S
<i>Luterbach-Nagelfluh</i>	Dachbank der Belpberg-Formation, Äquivalent der Sädel-Nagelfluh	Belpberg-Formation	OMM-II	GG	K
<b>Luzern-Formation</b>	Formationsname	Luzern-Formation	OMM-I		S
<i>Maladares-Sandstein</i>	Lithostratigraphische Bank der basalen Molasse Rouge	Molasse rouge	USM-I		S
Manegg-Glimmersandstein	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	S
<b>Marbach-Schichten</b>	Formationsname (+/- Äquivalent der Formation der Granitischen Molasse)	Marbach-Schichten	USM-II		SM, K
<i>Marnand-Schichten</i>	Lokales Synonym der Molasse grise de Lausanne	Molasse grise de Lausanne	USM-II		SM
<i>Marnes bariolées s.str.</i>	Molasse rouge du Pied du Jura zwischen Goumoëns- und Method-Sandstein	Molasse rouge	USM-I		M
<i>Marnes bigarrées lie-de-vin</i>	Alter Begriff, Synonym der Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		M

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
Marnes gris-souris	Alter Begriff, Synonym des Jordisboden-Mergels, ursprünglich Teil der Cucloz-Formation	Hilfern-Formation	UMM-I		M
<i>Marnes rouges</i>	Alter Begriff, Synonym der Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		M
Method-Sandstein	Dachbank der Molasse rouge du Pied du Jura	Molasse rouge	USM-I		S
Matzendorf-Süsswasserkalk	Lokale Bank der Elsässer Molasse	Elsässer Molasse	USM-J		L
<i>Mausson-Schichten</i>	Lokaler Begriff, Äquivalent der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S
<b>Meeressand</b>	Formation der UMM-J (Küstenfazies durch die ganze UMM-J)	Meeressand	UMM-J		S, K
Meilen-Kalk	Lithostratigraphische Bank, lokales Äquivalent des "Appenzellergranit"-Leitniveaus	"Appenzellergranit"-Leitniveau	OSM-II	H	M
<b>Meilen-Schichten</b>	Formationsname	Meilen-Schichten	OSM-II	H	SM, L
Meinisberg-Muschelsandstein	Dachbank der Sense-Schichten	Sense-Formation	OMM-I		S
<i>Membre à Galets exotiques</i>	Lithostratigraphisches Member (bzw. Fazies) der <i>Burg-Formation</i>	Sense-Formation	OMM-I		S, K
<i>Membre gréseux à stratification entrecroisée</i>	Lithostratigraphisches Member (bzw. Fazies) der <i>Burg-Formation</i>	Sense-Formation	OMM-I		S
Mitteldiegtgen-Süsswasserkalk	Lokale lithostratigraphische Einheit der basale USM-J	Basisbildungen der USM-J	USM-J		L
Mittlere Juranagelfluh	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J (terrestrisches Äquivalent der OMM-J)	OSM-J	OSM-J	J	K
Mittlere Plattensandsteine	Lithostratigraphische Einheit	Luzern-Formation	OMM-I		S
<i>Mittlerer Komplex</i>	Lithostratigraphische Einheit	Krinau-Schichten	OSM-II	H	K, SM
<b>Molasse à charbon</b>	Formationsname	Molasse à charbon	USM-I		SM, L

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<i>Molasse à faciès Flysch</i>	Alter, informeller Name der Cucloz-Formation, Synonym der Hilfern-Formation	Hilfern-Formation	UMM-I		SM
<i>Molasse calcaro-gypseuse</i>	Alter Begriff, Synonym der Grès et Marnes Gris à Gypse	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		SM, L
<i>Molasse gréseuse inférieure</i>	Alter Begriff, Synonym der Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		SM
<i>Molasse gréseuse supérieure</i>	Alter Begriff, Synonym der Molasse grise de Lausanne	Molasse grise de Lausanne	USM-II		S
<b>Molasse grise de Lausanne</b>	Formationsname	Molasse grise de Lausanne	USM-II		SM
<b>Molasse rouge</b>	Formationsname	Molasse rouge	USM-I		SM
<i>Molasse rouge de la Veveyse</i>	Lokale Fazies der Molasse rouge, Äquivalent der Molasse rouge de Vevey.	Molasse rouge	USM-I		SM
Molasse rouge de Lutry	Lokale Fazies der Molasse Rouge	Molasse rouge	USM-I		SM
Molasse rouge de Monthey	Lokale Fazies der Molasse rouge, gehört tektonisch zum Helvetikum.	Molasse rouge	USM-I		SM
Molasse rouge de Vevey	Lokale Fazies der Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		SM
Molasse rouge du Pied du Jura	Lokale Fazies der Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		MS
<i>Molasse rouge du Val d'Illeiez</i>	Lokales Synonym der Molasse rouge de Monthey	Molasse rouge	USM-I		SM
Montchaibeux-Member	Unteres Member der Bois-de-Raube-Formation	Bois-de-Raube-Formation	OSM-J	V	SM, L, K
Montécu-Schichten	Lithostratigraphische Einheit der Sense-Formation, ursprünglich als Teil der Maussion-Schichten definiert	Sense-Formation	OMM-I		M
Montévraz-La Combert-Schichten	Alter Begriff, Synonym der Gibloux-Formation	Gibloux-Formation	OMM-II	GG	S
Mont-Olivet-Sandstein	Lithostratigraphische Bank der Gibloux-Formation	Gibloux-Formation	OMM-II	GG	S

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch	<i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>	grau: Zuordnung unklar		
<b>Mont-Pèlerin-Nagelfluh</b>	Formationsname	Mont-Pèlerin-Nagelfluh	USM-I	P	K, SM
Moulin-d'Eclagenens-Cyrenenschichten	Lokale Bank der Grès et Marnes Gris à Gypse	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		M
<i>Moulin-de-Clarmont-Sandstein</i>	Lokales Synonym der Molasse Grise de Lausanne	Molasse grise de Lausanne	USM-II		S
Moutier-Süsswasserkalk	Lokale lithostratigraphische Einheit der basalen USM-J	Basisbildungen der USM-J	USM-J		L
<i>Mühlegg-Nagelfluh</i>	Nagelfluhbank der mittleren St.-Gallen-Formation, Äquivalent der Dreilinden-Nagelfluh	St.-Gallen-Formation	OMM-II	H	K
<i>Murgenthal-Ölsande</i>	Lokale lithostratigraphische Einheit der Unteren bunten Molasse, etwa Äquivalent zum Chavornay-Sandstein	Molasse rouge	USM-I		S
Muschelsandstein	Lokale Fazies der OMM	-	OMM-I OMM-II		S
<b>Napf-Formation</b>	Formationsname	Napf-Formation		N	K, KS
Napf-Nagelfluh	Fazies der Napf-Formation	Napf-Formation		N	K
<i>Naters-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der OMM-II	Schüpferegg-Nagelfluh	OMM-II	N	
Niedermatt-Schichten	Oberes, nagelfluhreiches Member der Belpberg-Formation	Belpberg-Formation	OMM-II		SK
Nollen-Ophiolithnagelfluh	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	K
Oberaquitane Mergelzone	Member der Formation der Granitischen Molasse	Formation der Granitischen Molasse	USM-II	HR	M
Obere bunte Molasse	Formation der USM-II, z.T. synonym mit (bzw. Member von) Molasse Grise de Lausanne	Molasse grise de Lausanne	USM-II		MS
Obere Flözgruppe	Lithostratigraphische Bank	Luzern-Formation	OMM-I		L
Obere Gipsmergel	Oberer Teil der Grès et Marnes Gris à Gypse	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		M
Obere Grenznagelfluh (OGN)	Dachbank der St.-Gallen-Formation	St.-Gallen-Formation	OMM-II	H	K
Obere Meersmolasse (OMM)	Zweitoberste lithostratigraphische Gruppe der Molasse		OMM		



Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<i>Obere Plattensandsteine</i>	Lithostratigraphische Einheit in der St.-Gallen-Formation	St.-Gallen-Formation	OMM-II		SM
Obere Süsswassermolasse (OSM)	Oberste lithostratigraphische Gruppe der Molasse		OSM		
Oensingen-Süsswasserkalk	Lokale Bank der Elsässer Molasse	Elsässer Molasse	USM-J		L
<b>Öhningen-Schichten</b>	Formationsname	Öhningen-Schichten	OSM-II	H	M, L
<i>Öligraben-Formation</i>	Lokales Synonym der Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		SM, K
<i>Olten-Ölsande</i>	Lokale lithostratigraphische Einheit der Unteren Bunten Molasse, etwa Äquivalent zum Chavornay-Sandstein	Molasse rouge	USM-I		S
Oltingue-Kalkarenit	Lokale lithostratigraphische Einheit der basalen USM-J	Basisbildungen der USM-J	USM-J		L, M
OMM-I	Untere Subgruppe der OMM		OMM-I		
OMM-II	Obere Subgruppe der OMM		OMM-II		
OMM-J	Regionale Subgruppe der OMM (Jurasüdfuss, Synklinalen des Juragebirges, Rheingraben)		OMM-J		
Ophiolit-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank des Eimätteli-Members	Napf-Formation	OSM-I	N	K
Orbe-Süsswasserkalk	Lokale lithostratigraphische Einheit der basalen USM-J	Basisbildungen der USM-J	USM-J		L
OSM-I	Untere Subgruppe der OSM	OSM-I	OSM-I		
OSM-II	Obere Subgruppe der OSM	OSM-II	OSM-II		SM, K
OSM-J	Regionale Subgruppe der OSM (Jurasüdfuss, Synklinalen des Juragebirges, Rheingraben)		OSM-J		
Ostrea-crassissima-Mergel	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J (terrestrisches Äquivalent der OMM-J).		OMM-J OSM-J		M
<i>Otthagien</i>	Regionale Chronostratigraphische Stufe (Paratethys), häufige Bezeichnung für die OMM.		OMM		

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<i>Pannonien</i>	Regionale Chronostratigraphische Stufe (Paratethys), häufige Bezeichnung für die OSM-II.		OSM-II		
<i>Petersalp-Nagelfluh</i>	Lithostratigraphische Einheit der USM-II, Äquivalent der Kronberg-Nagelfluh.	Kronberg-Nagelfluh	USM-II	GK	K
<i>Petersinsel-Schichten</i>	Lokales Synonym der Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		SM, L
Pfadflüe-Konglomerat	Lithostratigraphisches Member der Kalchstätten-Formation (bzw. Gibelegg-Formation), lokale Schüttung	Gibelegg-Formation	OMM-II OSM-I	GG	K
<i>Pfadflüe-Konglomeratbank</i>	Lithostratigraphische Bank der Kalchstätten-Formation (OMM-II/OSM-I), wahrscheinlich Äquivalent der Fehli-Nagelfluh	Gibelegg-Formation	OMM-II OSM-I	GG	K
Pfadscheuer-Fossilbank	Lithostratigraphische Bank der Kalchstätten-Formation (bzw. Gibelegg-Formation), lokale Schüttung	Gibelegg-Formation	OMM-II OSM-I	GG	MS
<b>Pfannenstiel-Schichten</b>	Formationsname	Pfannenstiel-Schichten	OSM-II	H	KS, M
Pfefferberg-Süsswasserkalk	Lithostratigraphische Bank der Meilen-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	L
<i>Piffeg-Nagelfluh</i>	Lithostratigraphische Bank der Rigi-Formation	Rigi-Formation	USM-I	RR	K
Pfingstboden-Schichten	Lithostratigraphisches Member der Kronberg-Nagelfluh	Kronberg-Nagelfluh	USM-II	GK	K, M
<i>Pontien</i>	Regionale Chronostratigraphische Stufe (Paratethys), häufige Bezeichnung für die OSM-II		OSM-II		
Pont-La-Ville-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank (Nagelfluhhorizont) der Gibloux-Formation	Gibloux-Formation	OMM-II	GG	K
<i>Porrentruy-Cerithienkalk</i>	Lokales Synonym des Meeressandes	Meeressand	UMM-J		S
Porrentruy-Konglomerat	Lokale lithostratigraphische Einheit der basalen USM-J	Basisbildungen der USM-J	USM-J		K

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch	<i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>	grau: Zuordnung unklar		
<i>Poudingue et grès de base</i>	Lithostratigraphische Bank (Nagelfluhorizont) der Gibloux-Formation	Gibloux-Formation	OMM-II	GG	KS
<i>Pratzey-Grobsandstein</i>	Lithostratigraphische Bank der Gibloux-Formation	Gibloux-Formation	OMM-II	GG	S
Quarzitnagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Belpberg-Formation	Belpberg-Formation	OMM-II		K
Radiolaritreiche Nagelfluh	Unteres Member der Rigi-Formation	Rigi-Formation	USM-I	RR	K, SM
Raitsche	Lokale lithostratigraphische Einheit der basalen USM-J	Basisbildungen der USM-J	USM-J		L
<i>Rallig-Sandstein</i>	Lokales Synonym des Cucloz-Sandsteins; ursprünglich Teil der <i>Rallig-Schichten</i>	Hilfern-Formation	UMM-I		S
<i>Rallig-Schichten sensu Kaufmann 1886</i>	Alter Begriff, umfasst die gesamte UMM oder ein Teil davon, je nach Autor		UMM		SM
Ramschwag-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Hörnli-Schichten	Hörnli-Schichten	OSM-II	H	K
<i>Ramsera-Schichten</i>	Lokales Member der Molasse Rouge, Äquivalent der Molasse rouge de Vevey	Molasse rouge	USM-I		SM
Randen-Grobkalk	Lithostratigraphische Einheit der OMM-J		OMM-J		K
Randen-Juranagelfluh	Formation der OSM-J		OSM-J	J	K, M, L
<i>Rehubel-Schichten</i>	Oberer Teil der Jensberg-Schichten	Belpberg-Formation	OMM-II		S, K
Renggerberg-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	K
Riedhof-Süsswasserkalk	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	L
<i>Riesenkonglomerat</i>	Fazies der Kronberg-Nagelfluh	Kronberg-Nagelfluh	USM-II	GK	KS, M

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<i>Rietbad-Formation</i>	Äquivalent der Hilfern-Formation in der Ostschweiz.	Hilfern-Formation	UMM-I		SM, K
<i>Rietbad-Mergel</i>	Lokales Synonym des Jordisboden-Mergels; ursprünglich Teil der Rietbad-Formation	Hilfern-Formation	UMM-I		M
<i>Rietbad-Sandstein</i>	Lokales Synonym des Cucloz-Sandsteins; ursprünglich Teil der Rietbad-Formation	Hilfern-Formation	UMM-I		S
<b>Rigi-Formation</b>	Formationsname	Rigi-Formation	USM-I	RR	K, SM
Ringelsberg-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank in der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I	H	K
Rohrschach-Muschelsandstein	Lithostratigraphische Bank der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I		S
<i>Root-Sandstein</i>	Lithostratigraphische Einheit	Luzern-Formation	OMM-I		S
<i>Rosenberg-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der OSM-I (und OMM-II)	OSM-I	OSM-I		
<i>Rossboden-Formation</i>	Lithostratigraphische Einheit		USM-I		K
<i>Rotsee-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der OMM-II (eher Röthenbach statt Rotsee)	Schüpferegg-Nagelfluh	OMM-II	N	
<i>Rüdigraben-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S
<i>Rüeggershübel-Sandstein</i>	Lokales Synonym des Cucloz-Sandsteins; ursprünglich Teil der Gersterngraben/Horrenbach-Schichten	Hilfern-Formation	UMM-I		S
<i>Rupélien</i>	Chronostratigraphische Stufe 34 - 28 Ma, häufige Bezeichnung für UMM (Hilfern-Formation, Grisigen-Mergel, Horw-Sandstein)		UMM		
Rütiberg-Kalksandstein	Unteres Teil der Ebnat-Schichten	Ebnat-Schichten	USM-I	S	S
<i>Rüti-Kalknagelfluh</i>	Lithostratigraphische Bank, lokales Äquivalent des Appenzellergranit-Leitniveaus	"Appenzellergranit"-Leitniveau	OSM-II	H	K

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
Rütschlibach-Sandstein	Lithostratigraphische Einheit der OSM-II (umfasst den oberen Teil der Zürich-Schichten und den unteren Teil der Pfannenstiel-Schichten)	OSM-II	OSM-II	H	S
Sädel-Kalknagelfluh	Dachbank der Belpberg-Formation	Belpberg-Formation	OMM-II	GG	K
Safenwil-Muschelsandstein	Dachbank der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I		S
<i>Sannoisien</i>	Alte Chronostratigraphische Stufe, häufige Bezeichnung für die basale USM-J		USM-J		
<i>Sarmatien</i>	Regionale Chronostratigraphische Stufe (Paratethys), häufige Bezeichnung für die OSM-II		OSM-II		
Schallenberg-Mergel	Mittleres, mergeliges Member der Schüpferegg-Nagelfluh	Schüpferegg-Nagelfluh	OMM-II	N	M, SM
<b>Scheidegg-Nagelfluh</b>	Formationsname	Scheidegg-Nagelfluh	USM-I	RR	K, SM
Scherli-Nagelfluh	Basisbank der Sense-Schichten	Sense-Formation	OMM-I		K
Schiffli-Sandstein	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	S
<i>Schistes marno-micacés</i>	Alter Begriff, Synonym des Jordisboden-Mergels; ursprünglich Teil der <i>Cucloz-Formation</i>	Hilfern-Formation	UMM-I		M
Schoostobel-Bentonit	Bentonithorizont der OSM-II, wahrscheinlich lokales Synonym des Aegstertal-Bentonits	OSM-II	OSM-II	H	B
Schüppenloch-Sandstein	Lithostratigraphische Bank der Meilen-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	S
<b>Schüpferegg-Nagelfluh</b>	Formationsname	Schüpferegg-Nagelfluh	OMM-II	N	K, SM
<b>Schwändibach-Nagelfluh</b>	Lokale Formation in der Thunersee-Schüttung	Schwändibach-Nagelfluh	USM-I	TH	K
<i>Schwarzflühli-Nagelfluh</i>	Lithostratigraphische Einheit der USM-I, Äquivalent der Heuboden-Aeschitannen-Nagelfluh	Heuboden-Aeschitannen-Nagelfluh	USM-I	RR	K

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<i>Schwendelberg-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der OSM-I (oder OMM-II)	Guggershorn-Formation, ev. Kalchstätten-Formation	OMM-II OSM-I	GG	K
<i>Seftigschwand-Formation</i>	Lokaler Begriff, synonym der Formation der Granitischen Molasse (USM-II)	Formation der Granitischen Molasse	USM-II		SM
Seli-Nagelfluh	Basisbank der Schüpferegg-Nagelfluh	Schüpferegg-Nagelfluh	OMM-I OMM-II	N	K
<b>Sense-Formation</b>	Formationsname (frz. Formation de la Singine)	Sense-Formation	OMM-I		S, M
Sense-Schichten	alter Formationsname, Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S
<b>Septarienton</b>	Formationsname	Septarienton	UMM-J		M, S
<i>Serie der Gipsmergel</i>	Alter Begriff, Synonym der Grès et Marnes Gris à Gypse	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		SM, L
<i>Serie der oberen bunten Mergel</i>	Alter Begriff, Synonym der Molasse grise de Lausanne	Molasse grise de Lausanne	USM-II		SM
<i>Serie der Sandsteine, bunten Tone und Mergel</i>	Alter Begriff, Synonym der Molasse grise de Lausanne	Molasse grise de Lausanne	USM-II		SM
<i>Serie der Süswasserkalke und Dolomite</i>	Alter Begriff, Synonym der Série der calcaires d'eau douce et dolomie	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		L
<i>Serie der unteren bunten Mergel</i>	Synonym der <i>Marnes bariolées s.str.</i>	Molasse rouge	USM-I		M
Série des calcaires d'eau douce et dolomie	Unterer Teil (Member) der Grès et Marnes Gris à Gypse	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		L
<i>Série des Grès à "Méga Flasers"</i>	Fazies der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S
<i>Série des Grès à Lentilles</i>	Fazies der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S
<i>Série des Grès à stratification entrecroisée</i>	Fazies der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S
<i>Série des Grès Coquilliers</i>	Fazies der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<i>Serie massiger grauer Sandsteine</i>	Fazies der Sense-Formation	Sense-Formation	OMM-I		S
<i>Serravalien</i>	Chronostratigraphische Stufe, häufige Bezeichnung für die OSM-I		OSM-I		
<i>Sigriswil-Nagelfluh</i>	Alter Begriff, +/- Synonym der Thun-Formation (USM, bis OMM?)	Thun-Formation	USM	TH	K
Sihlzipf-Ophiolithnagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	K
<i>Solitude-Nagelfluh</i>	Nagelfluhbank der mittlere St.-Gallen-Formation, Äquivalent der Dreilinden-Nagelfluh	St.-Gallen-Formation	OMM-II	H	K
<b>Sommersberg-Nagelfluh</b>	Formationsname	Sommersberg-Nagelfluh	USM-III	SB	K, SM
Soulce-Süswasserkalk	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J	OSM-J	OSM-J		L
Sous-Vélaz-Süswasserkalk	Lokale Bank der Grès et Marnes Gris à Gypse	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		L
<b>Speer-Formation</b>	Formationsname	Speer-Formation	USM-I	S	K
<i>Spirberg-Serie</i>	Lokales Synonym der Hilfern-Formation	Hilfern-Formation	UMM-I		M, SM
<i>St.-Christophe-Sandstein</i>	Lithostratigraphische Bank der basalen Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		S
<b>St.-Gallen-Formation</b>	Formationsname	St.-Gallen-Formation	OMM-II		S
St.-Sulpice-Sandstein	Lithostratigraphische Bank der Grès et Marnes Gris à Gypse	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		S
Stäfa-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Meilen-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	K
Staffelbach-Grobsandstein	Basisbank der St.-Gallen-Formation	St.-Gallen-Formation	OMM-II	H	S
Stägholz-Sandstein	Lithostratigraphische Bank der Meilen-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	S
<i>Stampien</i>	nicht mehr verwendeter Zeitbegriff, etwa verwendet für UMM-II - USM-I		UMM USM		
<b>Steinbalmen-Sand</b>	Formationsname (Bodensee-Gebiet)	OSM-II	OSM-II		S
<i>Steinibach-Serie</i>	Lokales Synonym der Hilfern-Formation; nicht mit das Steinibach-Member der Balsthal-Formation (Malm der Juragebirge) zu verwechseln	Hilfern-Formation	UMM-I		SM

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<i>St-Margreth-Stein</i>	Lithostratigraphische Einheit der USM-II, Äquivalent der Eggen-Serie	Höhronen-Nagelfluh	USM-II	HR	
<i>Studweid-Formation</i>	Lokaler Begriff, synonym der Formation der Granitischen Molasse	Formation der Granitischen Molasse	USM-II		SM
Sulzbach-Nagelfluh	Lithostratigraphische Einheit der USM-II	Gäbris-Nagelfluh	USM-II	GK	K
<i>Suscévoz-Sandstein</i>	Lokales synonym des Mathod-Sandsteins	Molasse rouge	USM-I		S
<i>Süsswasserkalk-Gipsmergel-Serie</i>	Alter Begriff, Synonym der Grès et Marnes Gris à Gypse	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		L
Tannenberggipfel-Schichten	Oberer, mergelig-sandiger Teil der Tannenbergschichten s.l.	Tannenbergschichten	OSM-II		SM
<b>Tannenbergschichten</b>	Formationsname in der Bodensee-Schüttung	Tannenbergschichten	OSM-II		SM
Tannholz-Im Ris-Süsswasserkalk	Lithostratigraphische Bank der Meilen-Schichten	Meilen-Schichten	OSM-II		L
Tenniken-Muschelagglomerat	Lithostratigraphische Einheit der OMM-J		OMM-J		K
<i>Teufen-Serie</i>	Lithostratigraphische Einheit der USM-II, Äquivalent der Heiden-Serie	Gäbris-Nagelfluh	USM-II	GK	S, M
<i>Thuner Nagelfluh</i>	Alter Begriff, +/- Synonym der Thun-Formation (USM, bis OMM?)	Thun-Formation	USM-I OMM-I	TH	K
<b>Thun-Formation</b>	Formation der Thunersee-Schüttung	Thun-Formation	USM-I OMM-I	TH	K
Tillerée-Schichten	Lokale Bank der Grès et Marnes Gris à Gypse	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		M, L
<i>Tortonien</i>	Chronostratigraphische Stufe, häufige Bezeichnung für die OSM		OSM		
<b>Tösswald-Schichten</b>	Formationsname	Tösswald-Schichten	OSM-II	H	K, SM
Tüllingen-Süsswasserkalk	Lokales Member der Elsässer Molasse	Elsässer Molasse	USM-J		L
Türten-Glimmersandstein	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	Zürich-Schichten	OSM-II	H	S
Turritellen-Kalk	Lithostratigraphische Einheit der OMM-J		OMM-J		K



Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch	<i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>	grau: Zuordnung unklar		
<b>Uerscheli-Formation</b>	Formationsname	Uerscheli-Formation	USM-I		KS, SM
<i>Uerscheli-Nagelfluh</i>	Oberes Member der Uerscheli-Formation	Uerscheli-Formation	USM-I		K, SM
<i>Uerscheli-Sandstein</i>	Unteres Member der Uerscheli-Formation	Uerscheli-Formation	USM-I		SM
Uetikon-Ophiolithnagelfluh	Lithostratigraphische Einheit der OSM-I	Käpfnach-Schichten	OSM-I	H	K
Üetliberggipfel-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Üetliberg-Schichten	Üetliberg-Schichten	OSM-II	H	K
Üetliberg-Mergel	Lithostratigraphisches Member der Üetliberg-Schichten	Üetliberg-Schichten	OSM-II	H	M
Üetliberg-Nagelfluh	Lithostratigraphische Bank der Üetliberg-Schichten	Üetliberg-Schichten	OSM-II	H	K
<b>Üetliberg-Schichten</b>	Formationsname	Üetliberg-Schichten	OSM-II	H	K, SM
Ulmiz-Nagelfluh	Quarzitnagelfluhbank der Belpberg-Schichten	Belpberg-Formation	OMM-II		K
UMM-I	Untere, flocschartige Subgruppe der UMM der Subalpinen Molasse	Hilfern-Formation	UMM-I		
UMM-II	Mittlere, mergelige Subgruppe der UMM der Subalpinen Molasse	Grisigen-Mergel	UMM-II		M
UMM-III	Obere, sandige Subgruppe der UMM der Subalpinen Molasse	Horw-Sandstein	UMM-III		S
UMM-J	Regionale Subgruppe der UMM (Synklinalen des Juragebirges, Rheingraben)		UMM-J		
<i>Untere bunte Molasse</i>	Alter Begriff, Synonym der Molasse rouge	Molasse rouge	USM-I		M
Untere Flözgruppe	Lithostratigraphische Bank der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I		L
<i>Untere Gipsmergel</i>	Mittlerer Teil der Grès et Marnes Gris à Gypse	Grès et Marnes Gris à Gypse	USM-I		M
Untere Meersmolasse (UMM)	Unterste Lithostratigraphische Gruppe der Molasse		UMM		
Untere Plattensandsteine	Lithostratigraphische Einheit der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I		S
Untere Süsswassermolasse (USM)	Zweitunterste Lithostratigraphische Gruppe der Molasse		USM		
Unter-Lochsiti-Nagelfluh	Bank im oberen Teil der Hilfern-Formation, ev. synonym der Flühli-Nagelfluh	Hilfern-Formation	UMM-I		K

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
Unterste Plattensandsteine	Lithostratigraphische Einheit der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I		S
Urdorf-Bentonit	Bentonithorizont der OSM-II (15.27 ± 0.12 Ma)	OSM-II	OSM-II	H	B
USM-I	Untere Subgruppe der USM		USM-I		
USM-II	Obere Subgruppe der USM		USM-II		
USM-III	Regionale Subgruppe der USM, terrestrisches Äquivalent der OMM		USM-III		
USM-J	Regionale Subgruppe der USM (Jurasüdfuss, Synklinalen des Juragebirges, Rheingraben)		USM-J		
Utzigen-Muschelsandstein	Lithostratigraphische Bank der Belpberg-Formation	Belpberg-Formation	OMM-II		SM
<b>Vaulruz-Formation</b>	Formationsname; umfasst Grisigen-Mergel und Horw-Sandstein	Grisigen-Mergel, Horw-Sandstein	UMM-II UMM-III		SM
<i>Vaulruz-Mergel</i>	Äquivalent des Grisigen-Mergels in der Westschweiz	Grisigen-Mergel	UMM-II		M
<i>Vaulruz-Sandstein</i>	Äquivalent des Horw-Sandsteins in der Westschweiz	Horw-Sandstein	UMM-III		S
Vermes-Süsswasserkalk	Lithostratigraphische Einheit der OSM-J		OSM-J		L
<i>Villarvold-Schichten</i>	Lokales Synonym der Hilfern-Formation	Hilfern-Formation	UMM-I		SM
<i>Vuavre-Sandstein</i>	Lokales Synonym des Grès de Method	Molasse rouge	USM-I		S
<i>Wachthubel-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der OMM-II, Äquivalent zur Schüpferegg-Nagelfluh, aber nie korrekt definiert worden	Schüpferegg-Nagelfluh	OMM-II	N	K
Wagenburg-Niveau	Lithostratigraphische Bank der OSM-II	OSM-II	OSM-II		S
Waldkirch-Mollen-Bentonit	Bentonithorizont der OSM-II	OSM-II	OSM-II	H	B
Walenus-Konglomeratbank	Lithostratigraphische Bank der Kalchstätten-Formation (bzw. Gibelegg-Formation), lokale Schüttung	Gibelegg-Formation	OMM-II OSM-I	GG	K
<i>Wannenberg-Schichten</i>	Lithostratigraphische Einheit der USM-I, Äquivalent der Ebnat-Schichten.	Ebnat-Schichten	USM-I	S	SM

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
<i>Wattwil-Sandstein</i>	Lokaler Begriff, synonym der Formation der Granitischen Molasse	Formation der Granitischen Molasse	USM-II		SM
<b>Weggis-Formation</b>	Formationsname	Weggis-Formation	USM-I	RR	KS, SM
Wehrenbach-Höckler-Süsswasserkalk	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	OSM-II	OSM-II		L
<i>Weidenbad-Nagelfluh</i>	Lithostratigraphische Bank der Meilen-Schichten		OSM-II	H	K
<i>Weissgestein</i>	Lithostratigraphische Bank, lokales Äquivalent des "Appenzellergranit"-Leitniveaus	"Appenzellergranit"-Leitniveau	OSM-II	H	K
Wellendominierte regressive Einheit	Lithostratigraphische Einheit der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I		SM
<i>Wenigersee-Nagelfluh</i>	Basisbank der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I	H	K
<i>Wenigerweier-Nagelfluh</i>	Basisbank der Luzern-Formation	Luzern-Formation	OMM-I	H	K
<i>Wetterkalk</i>	Lithostratigraphische Bank der Zürich-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	L
<i>Wil-Ölsande</i>	Lokale lithostratigraphische Einheit der Unteren Bunten Molasse, etwa Äquivalent zum Chavornay-Sandstein	Molasse rouge	USM-I		S
<i>Wingreis-Schichten</i>	Lokaler Begriff, Synonym der Elsässer Molasse	Elsässer Molasse	USM-J		SM, L
<b>Wintersberg-Schichten</b>	Formationsname (von den Krummenau-Schichten überlagert/Kronberg-Schüttung).	Wintersberg-Schichten	USM-I	S	K, SM
Winterthur-Bentonit	Bentonithorizont der OSM-II, wahrscheinlich lokales Synonym des Aeugstertal-Bentonits	OSM-II	OSM-II	H	B
<i>Wolfsegg-Formation</i>	Lokales Synonym des Grisigen-Mergels oder ev. der Hilfern-Formation	Grisigen-Mergel	UMM-II		M
Wolhusen-Bentonit	Bentonithorizont der OSM-II, wahrscheinlich lokales Synonym des Urdorf-Bentonits	OSM-II	OSM-II	H	B

Begriff	Rang/Erläuterung	Formation	Gruppe	Schüttung	Lithotyp
<b>Fett: Gebräuchlicher Formationsname</b>	normal: Name in Gebrauch <i>kursiv: Name sollte nicht mehr verwendet werden</i>		grau: Zuordnung unklar		
Wulp-Rotzone	Lithostratigraphische Bank der Meilen-Schichten	OSM-II	OSM-II	H	M
Wynau-Süsswasserkalk	Lokale Bank der Elsässer Molasse	Elsässer Molasse	USM-J		L
<i>Zinshölzli-Schichten</i>	Lokales Synonym der Gümnenen-Formation	Molasse grise de Lausanne	USM-II		SM
<i>Zone der oberen Kauermolasse</i>	Member der Gümnenen/Zinshölzli-Formation	Molasse grise de Lausanne	USM-II		SM
<i>Zone der roten Ziegeleitone</i>	Member der Gümnenen/Zinshölzli-Formation	Molasse grise de Lausanne	USM-II		M
<i>Zone der unteren Knauermolasse</i>	Member der Gümnenen/Zinshölzli-Formation	Molasse grise de Lausanne	USM-II		SM
<i>Zug-Nagelfluh</i>	Lithostratigraphische Einheit der USM-II, Äquivalent der Höhrönen-Nagelfluh.	Höhrönen-Nagelfluh	USM-II	HR	KS, M
<i>Zug-Sandstein</i>	Lokaler Begriff, synonym der Formation der Granitischen Molasse	Formation der Granitischen Molasse	USM-II		SM
<i>Zürcher Molasse</i>	Lithostratigraphische Einheit der OSM		OSM	H	
<b>Zürich-Schichten</b>	Formationsname	Zürich-Schichten	OSM-II	H	SM, L





## Literaturverzeichnis

- Becker, D. (2003): Paléoécologie et paléoclimats de la Molasse du Jura (Oligo-Miocène): apport des Rhinocerotoides (Mammalia) et des minéraux argileux. Thèse univ. Fribourg no 1416, GeoFocus vol. 9.
- Büchi, U., Wiener, G. & Hoffmann, F. (1965): Neue Erkenntnisse im Molassebecken auf Grund von Erdöltiefbohrungen in der Zentral- und Ostschweiz. *Eclogae geol. Helv* 58/187 – 108.
- Czurda, K. A. und Ginther, G. (1983): Quellverhalten der Molassemergel im Pfänderstock bei Bregenz, Österreich. *Mitt. österr. geol. Ges.* 76, 141 – 160.
- Diem, B. (1986): Die Untere Meeresmolasse zwischen der Saane (Westschweiz) und der Ammer (Oberbayern). *Eclogae geol. Helv.* 79/2, 493 – 559.
- Dupuy, D., Marillier, F., Plancherel, R. et Weidmann, M. (2014): Analyse structurale de la région lémanique basée sur la sismique réflexion dans le Léman (Grand Lac et Haut Lac) et la géologie des rives nord et sud. *Matér. Carte géol. Suisse [n.s.] 170*, Service géologique national.
- Engesser, B. (1990): Die Eomyidae (Rodentia, Mammalia) der Molasse der Schweiz und Savoyens. *Systematik und Biostratigraphie. Schweiz. Paläontologische Abhandlungen* vol. 112.
- Füchtbauer, H., Helling, D., Müller, G., Richter, D., Schmincke, H.-U., Schneider, H.-J., Valetton, I., Walther, H. und Wolf, M. (1988): *Sedimente und Sedimentgesteine*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart .
- Gander, P. (2004): *Geologie und Hydrogeologie der Oberen Süsswassermolasse*. Nagra Arbeitsbericht NAB 04-04.
- Gnägi, C. und Labhart, T.P. (2014): *Geologie der Schweiz*. Ott Verlag, Bern.
- Graf, H.R., Bitterli-Dreher, P., Burger, H., Bitterli, T., Diebold, P. und Naef, H. (2006): *Geologischer Atlas der Schweiz, Atlasblatt 120 Baden*, inkl. Erläuterungen. Bundesamt für Landestopographie swisstopo.
- Gruner, U., Aufranc, J., Antenen, M. und Schürch, R. (2013): *Geologischer Atlas der Schweiz, Atlasblatt 109 Büren a. Aare*, inkl. Erläuterungen. Bundesamt für Landestopographie swisstopo.
- Hantke, R. (1986): Die Schweizer Jura-Nagelfluh: mehrere Schüttungen in kühl- bis kaltzeitlichen Klima-Einbrüchen im Mittelmiozän? *Mitt. der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft* 31.
- ISRM (1978): International Society for Rock Mechanics, commission on standardisation of laboratory and field tests: Suggested Methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. Committee on field tests document No. 4. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* Vol 15, pp. 319 – 368.
- Jordan, P. (2007): *Digitales Höhenmodell Basis Quartär*. Nagra Arbeitsbericht NAB 07-12.
- Keller, B. (1989): *Fazies und Stratigraphie der Oberen Meeresmolasse (unteres Miozän) zwischen Napf und Bodensee*. Diss. Univ. Bern.

- Keller, B., Bläsi, H.-R., Platt, N., Mozley, P.S., Matter, A. (1990): Sedimentäre Architektur der distalen Unteren Süsswassermolasse und ihre Beziehung zur Diagenese und den petrophysikalischen Eigenschaften am Beispiel der Bohrungen Langenthal. Nagra Technischer Bericht 90-41.
- Keller, B. (2012): Facies of Molasse based on a section across the central part of the Swiss Plateau. *Swiss Bull. angew. Geol.* 17/2, 3-19.
- Kempf, O. (1998): Magnetostratigraphy and facies evolution of the Lower Freshwater Molasse (USM) of eastern Switzerland. Diss. Univ. Bern.
- Kempf, O. und Matter, A. (1999): Magnetostratigraphy and depositional history of the Upper Freshwater Molasse (OSM) of eastern Switzerland. *Eclogae geol. Helv.* 92, 97 – 103.
- Kempf, O., Schlunegger, F., Strunck, P. and Matter, A. (1998): Paleomagnetic evidence for Late Miocene rotation of the Swiss Alps: results from the north Alpine foreland basin. *Terra Nova* 10, 6-10.
- Kuhlemann, J. und Kempf, O. (2002): Post-Eocene evolution of the North Alpine Foreland Basin and its response to Alpine tectonics. *Sedimentary Geology* 152. 45 – 78.
- Kündig, R., Mumenthaler, T., Eckardt, P., Keusen, H.-R., Schindler, C., Hofmann, F., Vogler, R. und Guntli, P. (1997): Die mineralischen Rohstoffe der Schweiz. Schweiz. Geotechn. Komm. (Hrsg.)
- Labhart, T.P. (1995): Geologie der Schweiz, 3. Auflage. Ott Verlag, Thun.
- Loepfe, R., Zaugg, A. und Schlanke, S. (2012): Geologischer Atlas der Schweiz, Atlasblatt 142 Ricken, inkl. Erläuterungen. Bundesamt für Landestopographie swisstopo.
- Madsen, F. und Kahr, G. (1985): Quellende Gesteine als Ursache von Problemen im Untertagebau. *Schweizer Ingenieur und Architekt*, Heft 19, Band 103.
- Matter, A., Homewood, P., Caron, C., Rigassi, D., Van Stuijvenberg, J., Weidmann, M. und Winkler, W. (1980): Flysch and Molasse of western and central Switzerland. In: Trümpy, R. (Ed.): *Geology of Switzerland, a guide book*, part II. Wepf & Co., Bern.
- Parriaux, A., Turberg, P., Lance, J.-M. und Giorgis, D. (2015): Geotypen: Ein neues Konzept zur Optimierung geologischer Informationen für die Raumplanung. *Swiss Bull. angew. Geol.* 20/1, p 47-60.
- Pavoni, N., und Schindler, C. (1981): Bentonitvorkommen in der Oberen Süsswassermolasse des Kantons Zürich und damit zusammenhängende Probleme. *Eclogae geol. Helv.* 74/1, 53-64.
- Peters, Tj. (1969): Mineralogische Untersuchungen an einigen schweizerischen Ziegeleirohstoffen. *Beitr. zur Geologie Schweiz, kleinere Mitteilungen* Nr. 46.
- Peters, Tj., Mumenthaler, Th. und Jenni, J.P. (1972): Mineralogische und technologische Untersuchungen an Ziegeltonen aus der Molasse der NE-Schweiz. *Beitr. zur Geologie der Schweiz, kleinere Mitteilungen* Nr. 57.
- Pfiffner, O.A. (2015): Geologie der Alpen. 3. Auflage. Verlag UTB/Haupt, Bern.
- Remane, J., Adatte, T., Berger, J.-P., Burkhalter, R., Dall'Agnolo, S., Decrouez, D., Fischer, H., Funk, H., Furrer, H., Graf, H.-R., Gouffon, Y., Heckendorn, W. und Winkler, W. (2005): Richtlinien zur stratigraphischen Nomenklatur. *Eclogae geol. Helv.* 98/3.



- Schlunegger, F., Matter, A. und Mange, M.A. (1993): Alluvial fan sedimentation and structure of the southern Molasse Basin margin, Lake Thun area, Switzerland. *Eclogae geol. Helv* 86, 717-750.
- Schlunegger, F. (1995): Magnetostratigraphie und fazielle Entwicklung der Unteren Süsswassermolasse zwischen Aare und Limmat. Diss. Univ. Bern.
- Schlunegger, F., Burbank, D. W., Matter, A., Engesser, B. and Mödden, C. (1996): Magnetostratigraphic constraints on relationships between evolution of the central Swiss Molasse basin and Alpine orogenic events: *Geological Society of America, Bulletin* vol. 109, 225-241.
- Sommaruga, A., Eichenberger, U. und Marillier, F. (2012): Seismic Atlas of the Swiss Molasse Basin. Beitr. zur Geologie der Schweiz – Geophysik. Landesgeologie, swisstopo (Hrsg.).
- Stacey, T.R. and Page, C.H. (1986): Practical handbook for underground rock mechanics. Series on rock and soil mechanics vol. 12, Trans Tech publications.
- Steiner, W., Räsamen, S. und Kissling, S. (2007): Felsmechanische Eigenschaften von Gesteinen der Oberen Süsswassermolasse OSM, Oberen Meeresmolasse OMM und der Unteren Süsswassermolasse USM. Unpubl. Nagra Interner Bericht.
- Strunck, P. (1998): The Molasse of Western Switzerland. Unpubl. Diss. Univ. Bern.
- Strunck, P. und Matter, A. (2002): Depositional evolution of the western Swiss Molasse. *Eclogae geol. Helv.* 95, 197-222.
- Swisstopo (2012): Datenmodell Geologie. Beschreibung im UML-Format und Objektkatalog, Version 2.1. Bundesamt für Landestopographie swisstopo.

## **Normen**

- SIA 199: Erfassen des Gebirges im Untertagebau.
- SIA 384/6: Erdwärmesonden.
- SN EN 12504-2: Prüfung von Beton in Bauwerken. Teil 2: Zerstörungsfreie Prüfung – Bestimmung der Rückprallhärte.
- SN 640 034: Darstellung der Projekte. Signaturen für die Geotechnik und die Geologie.
- SN 640 575: Erdarbeiten. Abbauklassen und Empfehlungen.
- SN 670 004-1b: Geotechnische Erkundung und Untersuchung. Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden. Teil 1: Benennung und Beschreibung
- SN 670 004-2b: Geotechnische Erkundung und Untersuchung. Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden. Teil 2: Bodenklassifizierung.
- SN 670 006-1: Geotechnische Erkundung und Untersuchung. Benennung und Klassifizierung von Fels. Teil 1 Benennung und Beschreibung.
- SN 670 350: Versuche an Böden: Taschenpenetrometer, Taschen- und Laborflügelsonde.
- SN 670 353a: Fels, einaxiale Druckfestigkeit, Verformungsmoduli und Poissonzahl von zylindrischen Probekörpern.

SN 670 355: Fels. Punktlastversuch PLT (Point Load Test).

SN 670 360a: Versuch zur Unterscheidung von normal und schwer abbaubaren Böden.

# Projektabschluss



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Version vom 09.10.2013

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 14.2.2017

#### Grunddaten

Projekt-Nr.: VSS2010/504

Projekttitel: Geologische und geotechnische Terminologie der Schweizer Molasse

Enddatum:

#### Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Für das Forschungsprojekt wurden über 500 stratigraphische Bezeichnungen für Molasseeinheiten alphabetisch klassiert und der heute gültigen lithostratigraphischen Nomenklatur zugeordnet. Das Vokabular wird dadurch vereinheitlicht und wesentlich reduziert. Damit ist es möglich, nicht mehr gebräuchliche Begriffe zu erkennen und rasch einer gültigen Formation zuzuordnen. Dies ist für den fachlichen Austausch hilfreich und verhindert Missverständnisse.

Die gebräuchlichen erdwissenschaftlichen Standards und Normen für die Feldansprache von Fels werden dargelegt und in Ergänzung dazu konkrete Vorschläge für die Felderfassung weiterer Eigenschaften von Molassegesteinen, insbesondere der Gesteinhärte, gemacht. Eine einheitliche lithologische Beschreibung ist die Voraussetzung für den Vergleich von Gesteinseigenschaften über Formationsgrenzen hinweg.

Schichtbezeichnungen und Formationsnamen sagen häufig wenig über die tatsächliche Beschaffenheit des Gebirges aus. Aus diesem Grund werden alle Namen systematisch einem typisierten Schichtprofil zugeordnet. Die vier Lithotypen umfassen Konglomerate, Sandsteine, Sandstein-Mergel Abfolgen sowie Silt- und Tonsteine. Jeder Lithotyp wird tabellarisch bezüglich verschiedener Kriterien charakterisiert.

Die geographische Verbreitung der Supergruppen UMM, USM, OMM und OSM sowie der separat zu behandelnden Schüttungen wird anhand einer Karte dargestellt. Die für das Verständnis erforderlichen Grundlagen werden kurz beleuchtet (Unter- und Obergrenzen, Entstehungsgeschichte und sedimentäre Milieus, Tektonik). Vier stratigraphische Sammelprofile quer durch das Molassebecken veranschaulichen den geologischen Aufbau anhand der aktuellen Formationsnamen.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Strassen ASTRA

#### Zielerreichung:

Das Ziel des Berichtes ist es, "stratigraphisch wenig erfahrenen Fachleuten die aktuelle Nomenklatur der Mittelländischen Molasse in einer Übersicht darzustellen". Die einheitliche geologische Nomenklatur von Einheiten der Mittelländischen Molasse nach den heute gebräuchlichen stratigraphischen Vorgaben ist im Bericht beschrieben und soweit aufbereitet, dass sich diese jetzt auch in der Praxis relativ einfach anwenden lässt. Zudem wurden die Subalpine- und Jura-Molasse ebenfalls im Bericht integriert. Betreffend der lithologisch/technischen Beschreibung von Molassegesteinen wird aufgezeigt, wie die aus praktischer Sicht wesentlichen Eigenschaften von Molassefels ermittelt und dargestellt werden können. Damit werden Grundlagen z. B. für die Erarbeitung eines Praxisleitfadens bereitgestellt.

#### Folgerungen und Empfehlungen:

Mit der Verwendung der offiziellen lithostratigraphischen Nomenklatur, wie sie im Bericht dargestellt wird, ergibt sich eine Kohärenz mit dem im Aufbau begriffenen digitalen Kartenwerk der Schweiz, das auf einer harmonisierten Legende beruht. Die Begrifflichkeit ist auf ein Minimum reduziert und vereinfacht den Austausch unter Fachleuten. Aus diesen Gründen empfehlen wir, die Nomenklatur auch in der Praxis konsequent anzuwenden. Die Gesteinsbeschreibung erfolgt grundsätzlich nach SN 670 006-1/EN ISO 14689-1. Die Norm ist allgemein gehalten und für sämtliche Gesteins- und Felsarten anzuwenden. Speziell für Molassegesteine sind die vorgeschlagenen Verfeinerungen gegenüber der Norm und Präzisierungen für die praktische Feldansprache und der Darstellung der Schichtfolge sinnvoll. Die einheitliche Ansprache der Lithologie und Lithostratigraphie ist eine Grundvoraussetzung für die Vergleichbarkeit von Gesteinskennwerten und eröffnet neue Möglichkeiten für deren Auswertung. Für eine Auswertung ist ein eindeutiger Raumbezug zwingend. Es ist nicht möglich, einzelnen Formationen sinnvolle Kennwerte zuzuordnen. Deshalb sind verortete Laborwerte, z.B. von Druckfestigkeiten, für die Praxis sehr wertvoll und könnten auf einer GIS-Plattform zugänglich gemacht werden.

#### Publikationen:

Die wichtigsten stratigraphischen Arbeiten zur Molasse sind im Bericht zitiert. Sämtliche gültige lithostratigraphischen Einheiten sind auf [www.strati.ch](http://www.strati.ch) auf dem aktuellen Stand publiziert.  
-Lithostratigraphische Einheiten der Schweiz. Schweizerisches Komitee für Stratigraphie (2016). Faltblatt, erschienen im Swiss Journal of Geosciences 109/2.

#### Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Hänni

Vorname: Reto

Amt, Firma, Institut: Geotest AG

#### Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



## FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

### Formular Nr. 3: Projektabschluss

#### Beurteilung der Begleitkommission:

##### Beurteilung:

Die Untersuchungen zeigen, dass die Molasse eine komplexe Gesteinsformation ist mit stark und lokal variierenden Eigenschaften (felsmechanisch, geohydraulisch), auch innerhalb einer Formation ist die Variation gross, was zu heterogenen und anisotropen Gesteins- und Gebirgsverhältnissen führt. Eine zuverlässige Charakterisierung verlangt die Entnahme und Prüfung vieler Proben, was einerseits schwierig ist und andererseits hohe Kosten verursacht. Die vorgeschlagene Verfeinerung der Feldklassifikation erlaubt es diese Information über Variationsbereich im Feld mit geringerem Aufwand zu erfassen. Die systematische Auflistung, Bearbeitung und Zuordnung der Formationsnamen wird die Kommunikation zwischen Geologen und Ingenieuren, aber auch innerhalb den Berufsgruppen verbessern.

##### Umsetzung:

Die vorgeschlagene verfeinerte Klassifikation bezieht sich auf Gesteinsformationen, wie sie in der Molasse vor allem im Mittelland auftreten, also um lokale Verhältnisse in der Schweiz. Diese hier vorgestellte lokale Klassifikation soll deshalb im Nationalen Anhang der SN 670006-1 zur EN\_ISO 14689 aufgeführt werden. Die in diesem Bericht dargestellten Tabellen dienen als Lexikon zur Anwendung einer einheitlichen Nomenklatur der Molasse.

##### weitergehender Forschungsbedarf:

Die in diesem Bericht vorgestellte Klassifikation kann mit der praktischen Anwendung weiter kalibriert, verfeinert und erweitert werden.

##### Einfluss auf Normenwerk:

Ergänzung als Nationaler Anhang in SN 670 001 zu EN\_ISO 14689.  
Ausarbeiten einer Norm über die Bezeichnung der Molasse Formation.

#### Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Steiner

Vorname: Walter

Amt, Firma, Institut: B+S AG, Bern

#### Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

Walter Steiner  
VSS FK3 :



## Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Das Verzeichnis der in der letzten Zeit publizierten Schlussberichte kann unter [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch) (*Dienstleistungen --> Forschung im Strassenwesen --> Downloads --> Formulare*) heruntergeladen werden.