



## Doctoral Thesis

# **Entwicklung von Sedimentation, Flora, Fauna, Klima und Relief von Mittelmiozän bis Quartär zwischen Arlberg (Vorarlberg/ Tirol) und Adelegg (Allgäu)**

**Author(s):**

Eberhard, Mark

**Publication Date:**

1987

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000467918> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

ENTWICKLUNG VON SEDIMENTATION, FLORA, FAUNA, KLIMA UND RELIEF VON  
MITTELMIOZÄN BIS QUARTÄR ZWISCHEN ARLBERG (VORARLBERG/TIROL) UND  
ADELEGG (ALLGÄU)

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines

DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Mark Eberhard

Dipl. Natw. ETHZ

geboren am 27. Oktober 1951

von Zürich und Amden (St. Gallen)

Angenommen auf Antrag von:

Prof. Dr. R. Hantke,

Prof. Dr. H. R. Thierstein,

Dr. K. Schwerd ( Bayerisches Geologisches Landesamt München),

## Zusammenfassung

Geröllanalysen, säugerpaläontologische und paläobotanische Untersuchungen in der Oberen Süßwassermolasse zwischen Isny und Kempten (Allgäu) ermöglichen eine Zonierung der Ablagerungen. Zugleich lassen sich ökologische und klimatische Aussagen während der Sedimentation machen. Die Zonierung der quartären Ablagerungen erfolgte vorwiegend durch Geröllanalysen und Gletscheroberflächen-Rekonstruktionen sowie durch eine  $^{14}\text{C}$ -Datierung. Rückschlüsse auf Geröll-Einzugsgebiete kombiniert mit den schon erwähnten Ergebnissen ermöglichen eine Rekonstruktion der Tal- und Reliefgeschichte des Illertales vom obersten Untermiozän bis in die Jetztzeit.

Der OSM-Fächer lässt sich geröllanalytisch in vier Schüttungs- oder Lithozonen unterteilen. Säugerzahn-Funde ermöglichen eine Einstufung in die Säugerzonen NM (Neogene Mammal Units) 5-8 und Holz-, Blatt-, Frucht- und Samen-Analysen ergeben die Phytozonen OSM 3a eventuell 3b sowie 4. In Korrelation mit den radiometrischen Zeitwerten ergibt sich somit eine Ablagerungszeit des OSM-Fächers über rund 7 Millionen Jahre. Die Sedimentation beginnt gegen Ende des Karpatians und klingt im Pannonian aus (Abb. 1a).

Eine Schichttücke vom Pliozän bis ins älteste Pleistozän lässt keine genauere Zonierung zu. Geröllanalysen und topographische Höhenrekonstruktionen von Schottern und Moränen, eine Fossilbestimmung und eine  $^{14}\text{C}$ -Datierung in den feinklastischen Zwischenlagen ergeben eine Einteilung der Sedimente in: prä-riss- (Mindel?), riss-, mittelwürm- und hochwürmzeitliche Ablagerungen. Im Holozän sind präboreale und subrezente Sedimente nachgewiesen.

Die Fossilfunde, vorwiegend Pflanzen, ergeben für die feinklastischen Ablagerungen der OSM ein feuchttemperiertes, schwül-warmes Klima vom Typ Cfa, in den Basisschichten und mittleren Partien (Karpatian-Badenian); das in den oberen Schichten (Badenian-Sarmatian) von einem kühleren, trockeneren Cfa-Klima abgelöst wird. Die obersten Partien wiederum (Sarmatian-Pannonian) sind unter einem sehr feuchten, warmen Cfa-Klima abgelagert worden. Als vergleichbare rezente Pflanzengesellschaften gelten für die Basis- bis oberen Schichten der Adelegg die "mixed mesophytic forests" und für die obersten Schichten die "evergreen broad-leaved forests" SE-Asiens (China). Oft ist eine Höhendifferenzierung der Florengemeinschaft erkenntlich, indem Auenwald und Bergwald unterschieden werden können.

Die grobklastischen Ablagerungen hingegen deuten auf kühlere, im alpinen Raum gar auf kalte Klimate mit Vergletscherungen hin, in deren Verlauf im Hinterland nur eine karge Relikt-Vegetation hochkam. Die dadurch bedingte höhere Erosion, führt im Vorland zu katastrophenartig abgelagerten Konglomeraten.

Fehlende Ablagerungen ( Erosion ?) im Pontian bis Pliozän deuten - verbunden mit Hebungen - auf ebenfalls kühle bis kalte Klimate mit karger Vegetation hin.

RADIOMETRISCHE ZEITSKALA MO. J.	EINSTUFUNG		FAZIELLE GLIEDERG. DER OSM	LITHO- FAZIELLE SCHICHT- GLIEDER BZW. DEHMSCHE SERIEN	LITHOZONEN (GERÖLLSCHÜT- TUNGS-ZONEN) IN DER OSM DER ADELEGG	PFLANZEN - GESELLSCHAFT. UND RÄNGE	NEUE BIOZONEN (PHYTO- ZONEN, FRUKTIFI- KATIONEN)	TYP - LOKALITÄTEN DER PHYTOZONEN	SAUGERZON. MN	TYP - LOKALITÄT. DER SAUGER- ZONEN
	EPOCH.	STUFEN								
5	PLIOZ.	DACIAN	?	?						
		PON- TIAN								
10	OBER-MIOZAN	PANNONIAN	OBERE SÜSSWASSER-MOLASSE.	jüngere Serie						
		SAR- MATIAN		mittlere Serie	IV	hankei- und piestanensis - Verbände	OSM-4	ACHLDORF	9	HÖWENEGG
		BADENIAN		ältere Serie	III	knorrli- und heissigii-Verbände	? Hiatus ?			5
15	MITTEL-MIOZ.		RIESE- EREIGNIS	graue Molasse	II					
				Süßw.-Schichten	I	moravica-Verband	OSM-3a	VIEHHAUSEN	6	SANDELZHAU- SEN
				Schill-Sande Kürchberger-Sch. Onchophora- Schichten	OMM	molassicus-Verband	OSM-2	RITTSTEIG	5	LANGENMOO- SEN
20	UNTER-MIOZAN	KARPA- TIAN	BRACKW.- MOLASSE			dehmii-Verband	OSM-1	LANGENAU	4	ERKERTSHO- FEN
		OTT- ZAN- GIAN	OBERE MEERES- MOLASSE	marine Sedimente		Mastixiadeen-Klasse	OMM	SCHWANDORF- WACKERSDORF	3	WINTERSHOF- WEST
		EGERIAN	UNTERE SÜSSWASS- MOLASSE	limnisch fluviatile Sedimente						

Abb. 1a: Litho- und Biostratigraphie der Adelegg im Vergleich mit den Äquivalenten des Paratethys-Bereiches (verändert nach H. J. GREGOR, 1982a).

Die im Pleistozän abgelagerten Sedimente lassen auf vorwiegend kalte Klimate schliessen, die von längeren wärmeren Phasen unterbrochen wurden. Fossilien in Torfen und Schieferkohlen dieser Warmphasen zeigen Klimate auf, welche dem der heutigen Taiga (>50'000 J.v.h.) oder noch kühler (>42'000 J.v.h.) sind. Im ersten Fall ist ein borealer Nadelwald vorherrschend im letzten eine Strauchvegetation mit Pionierpflanzen.

Das Holozän wird im Subboreal durch einen unter ähnlichem Klima wie heute gedeihenden Fichtenwald und durch subrezente Ablagerungen, die einen Rotbuchen-reichen Mischwald repräsentieren, dokumentiert.

Die in den Konglomeratbänken der OSM und in den quartären Schottern liegenden Gerölle weisen auf Geröll-Liefergebiete im Raume Sonthofen-Kleines Walsertal-Arlberg-Partenen hin. Dabei ist zu beachten, dass sich die Deckeneinheiten zur Miozänzeit immer noch gegen N hin bewegt haben und sich bei diesem Vorgang vermehrt jene Gesteine aus dem Verband lösten, welche orogen

beansprucht wurden. Dies widerspiegelt sich im Geröllspektrum der OSM. Die gegen N erfolgte Entwässerung des Systems dürfte durch das ganze frühe Mittelmiozän hindurch in neu entstandenen N-S-Verwerfungen des Oberostalpins, des Flysches und der älteren Molasse erfolgt sein. Vom ausklingenden Mittelmiozän an, wurde durch den gegen N verschobenen Grünten das Ur-Illertal akzentuiert. Dies lässt sich im Vorland durch das vermehrte Auftreten von helvetischen Geröllen in der OSM aufzeigen.

Aufgrund der im Folgenden aufgeführten Faktoren müssen zur Zeit der Sedimentablagerungen im Vorland nicht nur orogene Bewegungen sondern zeitweise auch Vergletscherungen der Hochlagen stattgefunden haben.

1. Grosse Mengen an Amphibolit- und Silvrettagneis-Geröllen in der OSM, welche heute durch sich vertiefende Täler (Alfenz, Lech) von ihrem Ursprungsort getrennt sind.
2. Der chaotische, matrixunterstützte Aufbau der Konglomerate, in welchen bis zu 40 cm im Durchmesser messende Gerölle lagern.

Infolge des massenhaften Auftretens von Silvretta-Kristallin-Geröllen im Hangenden der OSM-Ablagerungen, im Vergleich mit denjenigen der Quartärablagerungen, dürfte das Eis schon im späten Mittelmiozän trotz unterschiedlicher Topographie bis tief in die Bergtäler gedrunken sein. Dadurch konnten die Kristallin-Geschiebe mit Transfluenzen über die Pässe gelangen. Im Quartär bestand eine solche Eisbrücke vom Arlberg zur Iller im Präriss (Mindel?), Riss, Mittelwürm und Hochwürm ebenfalls, wie Geröllanalysen und Eishöhen-Rekonstruktionen, in Vor- und Hinterland ergaben.

Die Adelegg befand sich während den Eiszeiten im Einflussbereich von Iller- und Rheingletscher. Die beiden wirkten hauptsächlich an der Peripherie des Schuttfächers, wo sie kolkten und ihre Schmelzwässer schotterten. Der zentrale Teil wies, wie klimatische Schneegrenzen-Rekonstruktionen, Lokalschotter und -moränen ergaben, eine Lokalvergletscherung auf, deren Gletscher sich zeitweise mit dem Ferneis vereinigten. Interglaziale und -stadiale Erwärmungen liessen Rhein- und Illereis zurückschmelzen und eine Vegetation hochkommen, wie sie heute in Torf- und Schieferkohle-Ablagerungen vorliegen. Im Spätwürm schmolzen Rhein- und Illergletscher mit mehreren kleinen Wiedervorstössen endgültig in die Alpen zurück. Im Illersystem konnten letzte durch Moränen dokumentierte Phasen dieses Zerfalls mit klimatischen Schneegrenzendepressionen, Waldgrenzen und Konstruktion hypsographischer Kurven, korreliert und den Typusständen von Steinach-, Gschnitz-, Daun-, Egesen- und Bocktentälli-Stadium zugewiesen werden.

Zunehmende Erwärmung im Holozän liess eine immer geschlosseneren und sich, mit den Wiedereinwanderungen, wandelnde Vegetationsdecke hochkommen. Heute ist das Adelegg-Gebiet durch Rotbuchen-reiche Mischwälder charakterisiert.

## Summary

Pebble analyses, investigations of fossil mammals and plant remains in the Upper Fresh-Water Molasse at Adelegg (between Isny and Kempten, South-Bavaria) have led to a new litho- and biostratigraphical subdivision of the Molasse fan. The study has also provided additional paleoecologic and paleoclimatic data. Subdivision of quaternary deposits is based on changes in pebble composition and reconstruction of ice surfaces. In only one case a  $^{14}\text{C}$ -age determination of a peat deposit was possible. Paleoecological and paleoclimatic data in combination with pebble provenances finally led to a reconstruction of the history of the Iller valley since the Middle Miocene.

The pebble analyses in the Upper Fresh-Water Molasse allow a lithostratigraphical subdivision of the fan into four units, the fossil mammal teeth represent the Middle to Upper Miocene (Neogene Mammal Zones 5 to 8). The plant fossils belong to the phyt zones OSM 3a, eventually 3b and 4. Correlation with the radiometric time-scale indicates that 7 million years of deposition, beginning with the late Karpatian up to the Pannonian are represented by the Upper Fresh-Water Molasse (Fig. 1a).

No sediments of Pliocene to earliest pleistocene age in the Adelegg area are preserved.

Topographical elevation data and pebble contents of the younger Pleistocene deposits as well as  $^{14}\text{C}$ -dating allow a subdivision of these sediments into: pre-Riss (Mindel ?), Riss, "Mittelwürm" and "Hochwürm". The Holocene is represented by deposits of "Präboreal" and "Subholozän".

During deposition of fine-grained sediments, fossils, mainly plants of the Miocene Upper Fresh-Water Molasse indicate warm-temperate climates of Cfa-type in the lower units (Karpatian-Badenian), cooler and drier climates for the upper units (Badenian-Sarmatian) and warm, humid climates in the uppermost parts (Sarmatian-Pannonian). Modern plant associations, which are most similar to the fossil ones are "mixed mesophytic forests" for the lower till upper units and "evergreen broad leaved forests" of SE Asia (China) for the uppermost part. In many cases it's possible to divide the associations into flat to mountainous regions.

On the other hand most of the conglomerates point to cooler, in the alpine region even cold climates with glaciation, concurrent high erosion rates and in the molasse basin rapid sedimentation.

Sediments of latest Miocene to Pliocene age are missing, probably because of a phase of regional tectonic uplift, high erosion and most likely cold climates.

Quaternary sediments consist mostly of conglomerates and moraines which indicate a cool climate. Only during short intervals dated at around 50 ka b.p. and 42 ka b.p. sediments with peat and coal point to warmer climates with mainly pines and bushes. The Holocene is represented in the "Präboreal and Subholozän" by deposits which indicate climates similar to today, with

initially dominant spruce and then mixed forests dominated by beeches.

Pebble provenance analyses in the Upper Fresh-Water Molasse and Quaternary show that the pebbles come from a region around Sonthofen-Kleines Walsertal-Arlberg-Partenen.

In the Miocene the nappes still pushed on northward. Apparently mainly rocks of the most strained parts became loose and now dominate the pebbles in the Upper Fresh-Water Molasse. Movements along N-S trenching faults in Upper Eastern Alpine, Flysch and Older Molasse Zones dominate the drainage of the system during the lower Middle Miocene. Towards the end of the Middle Miocene a part of the Helvetic zone drifted towards the North (Grünten Range). The Ur-Iller valley is drawn out. The appearance of Helvetic-Nappe origin pebbles in the Adelegg-fan demonstrates this.

Middle Miocene ice-transport of alpine rocks is indicated by:

1. Amphibolite and gneiss-pebbles from the Silvretta Nappe in the Upper Fresh-Water Molasse, which are separated today by passes and valleys (Alfenz, Lech) from their origin.
2. Chaotic composition of the conglomerates which include boulders as large as 40 cm in diameter.

During the Pleistocene glacier transfluences must have existed in the area, as reconstructions of ice height and pebble provenance analyses show. In this time the Adelegg mountain was situated between the huge ice masses of Rhine- and Iller glaciers, which eroded preferably its periphery, whereas its centre was dominated by a local ice cap. Peat and coal deposits are witnesses of temporarily warmer climates in the Riss-Würm interglacial and "Frühwürm-Mittelwürm" interstadial phase.

In the late Würm the ice masses receded gradually into the alps and left several moraines in their wake. With climatically induced elevation changes of the snow line, the tree line and the ice topography, the various moraines could be correlated with the regionally known Steinach-, Gschnitz-, Daun-, Egesen- and Bocktälli advances.

The Holocene warming led to the present vegetation in the Adelegg-fan consisting of mixed forests dominated by beeches.