

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 79 (1986)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Untere Meeresmolasse zwischen der Saane (Westschweiz) und der Ammer (Oberbayern)  
**Autor:** Diem, Bernhard  
**Kapitel:** Anhang  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-165842>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Mange für das Auszählen der Schwermineralproben und für viele Diskussionen, welche wesentlich zur Interpretation derselben beigetragen haben. Dr. F. Breitschmid, Dr. S. Burley, Dr. K. Ramseyer, Dr. P. Heitzmann, Dr. R. Oberhänsli, B. Keller, D. Rigassi, P. Zwahlen, A. Pilloud, B. Hammer, J. P. Benkert und B. Meylan sei ebenfalls für manche hilfreiche und anregende Diskussion gedankt. Vielen Dank möchte ich auch R. Gubler und K. Mürner für das geduldige Abtippen der verschiedenen Versionen des Manuskripts aussprechen.

## Anhang

### Berechnung optimaler Schwermineralverhältnisse aus Hauptkomponenten

Schwermineralverhältnisse sind, da sie von keiner willkürlich gewählten 100%-Basis abhängen, für das Studium regionaler Trends oft geeigneter als Prozentdaten. Ein solches Verhältnis könnte lauten:

$$\frac{\sum_{j \in A} x_{ji}}{\sum_{j \in B} x_{ji}}, \quad A \cap B = \{ \} \cdot \quad (1)$$

Hierbei ist  $x_{ji}$  die Anzahl der Schwermineral Körner der  $j$ -ten Spezies in der  $i$ -ten Probe.  $A$  und  $B$  sind disjunkte Indext Mengen von  $j$ . Das Verhältnis (1) sei durch das Beispiel

$$\frac{\text{Epidot} + \text{Titanit}}{\text{Apatit}}$$

veranschaulicht. Wenn in diesem Verhältnis der Titanit gegenüber dem Epidot stark zurücktritt, wie dies in Molasseproben meist der Fall ist, dann gilt

$$\frac{\text{Epidot} + \text{Titanit}}{\text{Apatit}} \simeq \frac{\text{Epidot}}{\text{Apatit}}$$

Sollen Schwerminerale mit geringeren prozentualen Anteilen ebenfalls berücksichtigt werden, dann müssten die Schwerminerale entsprechend ihren mittleren Prozentgehalten gewichtet werden. Das gewichtete Verhältnis

$$\frac{\text{Epidot} + 10 \text{ Titanit}}{\text{Apatit}}$$

dürfte unter diesen Umständen sinnvoller sein. Allgemein lässt sich ein solches gewichtetes Verhältnis ( $R_i$ ) wie folgt schreiben:

$$R_i = \frac{\sum_{j \in A} |a_j| x_{ji}}{\sum_{j \in B} |a_j| x_{ji}} = \frac{\sum_{j \in A} |a_j| p_{ji}}{\sum_{j \in B} |a_j| p_{ji}}, \quad A \cap B = \{ \} \cdot \quad (2)$$

$|a_j|$  ist hierbei der Gewichtungskoeffizient des  $j$ -ten Schwerminerals.  $p_{ji}$  ist die relative Häufigkeit des  $j$ -ten Schwerminerals in der  $i$ -ten Probe. In der Regel hat man keine A-priori-Kennntnis von günstigen Verhältnissen (2). Selbst wenn aufgrund von geologischen Überlegungen ein begründbares Verhältnis (2) gefunden werden kann, weiss man nichts über dessen Güte. Es könnte in einem solchen Fall durchaus zutreffen, dass lediglich 5% der Gesamtinformation ausgeschöpft werden und die restlichen 95% verlorengehen. Deshalb müssen optimale Verhältnisse mit Hilfe mathematisch-statistischer Methoden aus dem Datenmaterial ermittelt werden. Da optimale Verhältnisse möglichst unterschiedliche Werte ( $R_i$ ) liefern sollten, wäre der natürlichste Ansatz, die Varianz von  $\log(R_i)$  unter der Randbedingung

$$\sum_{j \in A \cup B} |a_j| = 1$$

zu maximieren. Da für dieses nichtlineare Problem vermutlich keine exakte Lösung ermittelt werden kann, wurde in der vorliegenden Arbeit eine lineare Näherung verwendet. Man beachte hierbei, dass die Varianz von  $\log(R_i)$  nur dann maximiert wird, wenn der Dividend und der Divisor von (2) negativ korrelieren. Analog verhält sich die Varianz der Differenz

$$\sum_{j \in A} |a_j| p_{ji} - \sum_{j \in B} |a_j| p_{ji} = \sum_{j \in A \cup B} a_j p_{ji},$$

wobei  $A = \{j: a_j > 0\}$  und  $B = \{j: a_j < 0\}$ . (3)

Die Varianz der Differenz (3) wird nur dann maximiert, wenn der Minuend und der Subtrahend negativ korreliert sind. Aufgrund dieser Analogie zwischen (2) und (3) können die Gewichtungskoeffizienten ( $a_j$ ) von (2) in erster Näherung durch Maximierung der Varianz von (3) berechnet werden. Da eine Translation die Varianz von (3) nicht verändert, kann anstelle von (3) die Varianz von

$$\Delta_i = \sum_{j \in A \cup B} b_j \frac{p_{ji} - p_j}{s_{p_j}}, \quad b_j = a_j s_{p_j}$$
(4)

maximiert werden.  $p_j$  ist hierbei das arithmetische Mittel und  $s_{p_j}$  die Standardabweichung der relativen Häufigkeiten ( $p_{ji}$ ) der  $j$ -ten Schwermineralspezies. Der lineare Ansatz (4) kann mit Hilfe der von HOTELLING (1933) entwickelten Hauptkomponentenanalyse der Korrelationsmatrix maximiert werden. Die Güte der Approximation von (2) durch (4) ist hierbei durch den Spearman-Korrelationskoeffizienten zwischen  $R_i$  und  $\Delta_i$  gegeben.

#### LITERATURVERZEICHNIS

- ALLEN, J. R. L. (1970): The sequence of sedimentary structures in turbidites, with special reference to dunes. – *Scott. J. Geol.* 6, 146–161.
- (1982): Sedimentary structures, their character and physical basis, v. 1. – Elsevier, Amsterdam.
- ALLEN, P. A. (1984): Reconstruction of ancient sea conditions with an example from the Swiss Molasse. – *Marine Geol.* 60, 455–473.
- (1985): Hummocky cross-stratification is not produced purely under progressive gravity waves. – *Nature* 313, 562–564.
- ANDEL, T. H. VAN (1950): Provenance, transport and deposition of Rhine sediments. – Proefschrift Univ. Groningen.
- BALLY, A. W., & OLDOW, J. S. (1984): Plate tectonics, structural styles and the evolution of sedimentary basins. – AAPG Short Course (1984, Fossil Fuels of Europe Conf. and Exhibition), Houston, Texas.
- BAUMBERGER, E. (1925): Die subalpine Molasse von Luzern. – *Eclogae geol. Helv.* 19/1, 165–177.
- BLATT, H., MIDDLETON, G., & MURRAY, R. (1980): Origin of Sedimentary Rocks. – Prentice-Hall, London.
- BLAU, R. V. (1966): Molasse und Flysch im östlichen Gurnigelgebiet (Kt. Bern). – *Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.]* 125.
- BLOW, W. H. (1969): Late Middle Eocene to Recent planctonic foraminiferal biostratigraphy. In: BRÖNNIMANN, P., & RENZ, H. H. (Eds.): Proceedings in the First International Conference on Planctonic Microfossils (Bd. 1, S. 199–422).
- BOENIGK, W. (1983): Schwermineralanalyse. – Enke, Stuttgart.
- BOUMA, A. H. (1962): Sedimentology of some flysch deposits. – Elsevier, Amsterdam.
- (1969): Methods for the study of sedimentary structures. – Wiley, London/New York.
- BRETSCHNEIDER, C. L. (1966): Wave generation by wind, deep and shallow water. In: IPPEN, A. T. (Ed.): Estuary and Coastline Hydrodynamics (S. 133–196). – McGraw Hill, New York.
- BREYER, F. (1958): Versuche zur geologischen Deutung der reflexionsseismischen Messungen in der gefalteten Molasse Bayerns. – *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing.* 25/68, 29–35.
- BÜCHI, U. P., & SCHLANKE, S. (1977): Zur Paläogeographie der schweizerischen Molasse. – *Erdöl-Erdgas-Z.*, Sonderausgabe, S. 57–69.
- BUXTORF, A., KOPP, J., & BENDEL, L. (1941): Stratigraphie und Tektonik der aufgeschobenen subalpinen Molasse zwischen Horw und Eigenthal bei Luzern. – *Eclogae geol. Helv.* 34/1, 135–154.