

HALLOYSIT UND KAOLINIT-INDIKATOREN TERTIÄRER LATERI-
TISCHER BODENGENETIK IM OBERFLÄCHENNAHEN ZERSATZ DER
KRISTALLINEN GESTEINE DES INNEREN BAYERISCHEN WALDES.

von

U. HAUNER und H. KROMER⁺⁾

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der von U. Hauner (1980) durchgeführten Untersuchungen zur Klimamorphogenese der ehemals plateauverfirnten und partiell talvergletscherten Gebirgskämme des Inneren Bayerischen Waldes wurde der Versuch unternommen, im ehemaligen Periglazialgebiet, pleistozäne und tertiäre Bodenbildungen stratigraphisch zu differenzieren. Zur genetischen Klärung des Liegenden der Solifluktuionsdeckenserie, speziell der Zone des durch Pseudoschichtung und Hakenwerfen gekennzeichneten verzogenen Gesteinszersatzes, wurden tonmineralogische Untersuchungsverfahren angewendet. Röntgenographische Analysen der Tonfraktionen des Gesteinszersatzes ergaben überraschend hohe Anteile an Halloysit neben Kaolinit sowie Anteile an Mixed-layer Mineralen Illit-Montmorillonit und Montmorillonit in den Feinsttonfraktionen.

1. STRATIGRAPHIE - PETROGRAPHIE DES GESTEINSZERSATZES

Zwischen Solum und Festgestein ist an den Hängen des Inneren Bayerischen Waldes allgemein ein Verwitterungshorizont eingeschaltet. Zum geringeren Teil besteht er aus Fugen-, Block- und Bröckelschutttauflockerung, deren inselhafte Auftreten sowohl durch Textur, Körnung, Schichtung und Klüftung des Ausgangsgesteins als auch durch Geländeneigung, Exponiertheit, hydrologische und mikroklimatische Verhältnisse bestimmt wird. Alternativ findet sich weitflächig bis in Höhen von 1200 m Gesteinszersatz, der in seinen oberen Partien durch pleistozäne, solifluidale Prozesse aktiv verzogen sein kann.

Eine präpleistozäne, klimagesteuerte tiefgründige Verwitterung erfaßte die grob- bis feinkörnigen saueren Intrusiva, aber auch die Gneisvarietäten des Nationalparkgebietes Bayerischer Wald. Gabbro und andere basische Gesteine zeigen dagegen eine nur sehr geringe Verwitterung. Das Vordringen der präpleistozänen

⁺⁾ Dr. Ulrich Hauner, Karl-Alexander-Str. 15, 84 Regensburg, Privatdozent, Dr. habil. Heinrich Kromer, Staatl. Forschungsinstitut für angewandte Mineralogie bei der TU München, Kumpfmühlerstraße 2, 84 Regensburg

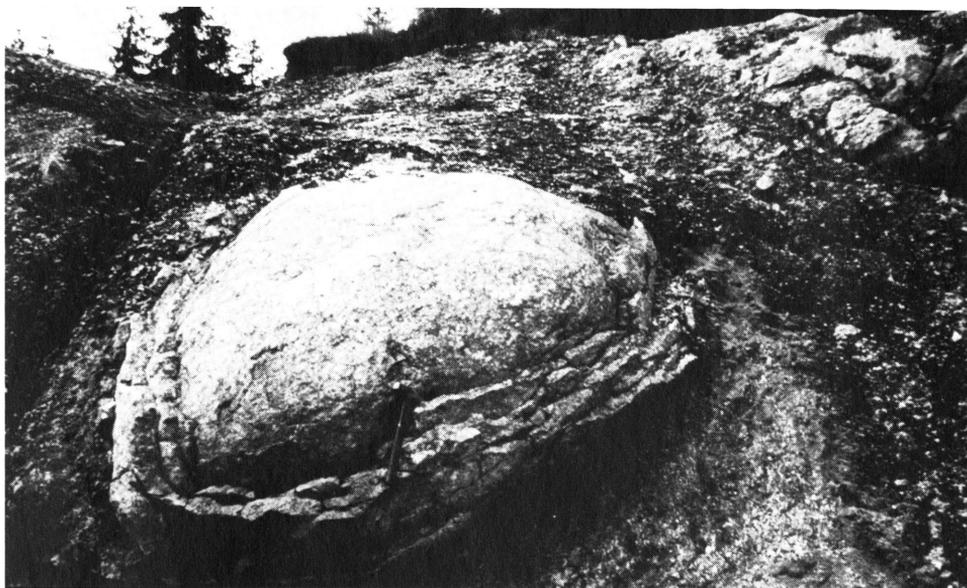


Abb. 1

Schalenverwitterter Block aus Finsterauer Kristallgranit in der Zersatzzone des tertiären lateritischen Bodenprofils (Nationalpark Bayer. Wald).



Abb. 2

Pseudoschichtung der grusigen Auflockerungszone (mit Ansatz zum Hakenschlagen) über grobkristallinem Granitzersatz; im Hangenden schluffig-mittelsandige Solifluktuionsdecke mit Steinen und gestörter Oberboden (Nationalpark Bayer. Wald).

kryptogenen Verwitterung in die Tiefe wurde kleinräumig von Gesteinsinhomogenitäten, Klüftung und Textur gelenkt, wie es Aufschlüsse im Nationalparkgebiet mit vorauseilenden Zersatzklüften, Wollsackformen oder schalenverwitterten Blöcken belegen (Abb. 1).

Der Gesteinszersatz ist nicht an die Verebnungen, z.B. Rumpfflächen gebunden. Er tritt im Gebiet um Rachel und Lusen auch an Flächenstufen und an quartären Talhängen mit Böschungswerten bis zu 20° auf. Sein Fehlen oberhalb einer Höhe von ca. 1 200 m läßt sich am besten durch die Exponiertheit der Gipfelregion und die pleistozän erosiven Vorgänge oberhalb der eiszeitlichen Schneegrenze erklären.

Allochthoner, durch periglaziale Denudation transportierter Zersatz kommt mit Mächtigkeiten zwischen 60 und 180 cm auf $2 - 20^\circ$ geneigten Flächen bis zu einer Höhe von 1 060 m ü.N.N. vor. Nach kurzem Transport hat sich eine petrographisch und bodenmechanisch bedingte Pseudoschichtung (Abb. 2) eingestellt, für die Bänder verschiedener Färbung (aschgrau, hellbraun-rötlich, gelbbraun) und unterschiedliche Korngrößen (schluffig bis feinsandig) typisch sind. Nach maximal 5 - 6 m Transportweite verlieren sich diese Zersatzbänder nahezu unmerklich in der hangenden pleistozän bis rezent bewegten Wanderschuttdecke.

Autochthoner, durch Lockerung des Gesteinsgefüges infolge Härteverminderung und Tonmineralneubildung gegenüber dem Ausgangsgestein veränderter Zersatz erreicht über den grobkristallinen granitischen Gesteinen größere Mächtigkeiten. Sie liegen im Inneren Bayerischen Wald in der Regel unter 10 m. Korngrößenuntersuchungen von Proben aus dem Zersatz der Region Rachel-Lusen ergaben allgemein ein Maximum im Übergangsbereich der grob- und feinsandigen Bodenarten, und glimmerbedingt ein weiteres in den Korngrößenfraktionen zwischen 0,1 und 0,315 mm. Der Anteil der Tonfraktionen variiert zwischen 0,3 und 2,6 Gew. %.

Im Bereich der Rumpfflächen des Inneren Bayerischen Waldes ist der Nachweis eines kompletten präpleistozänen Verwitterungsprofils noch nicht gelungen. Deshalb sei auf ein geochemisches und tonmineralogisches Analysendiagramm eines tertiären Verwitterungsbodens bei Friedberg/Wetterau verwiesen, das BIBUS (1975) aufgezeichnet hat. Er hat einen obermiozänen bis oberpliozänen Boden mit etwa 35 m Mächtigkeit untersucht, der deutlich in Rotlehm-Fleckenzone - Bleichzone - Gesteinszersatz unterteilt ist. Hier wurde ein Ansteigen des Al_2O_3 -Gehaltes vom Gesteinszersatz zum Rotlehm beobachtet. Die Fe_2O_3 -Gehalte verhalten sich ähnlich, zeigen aber insgesamt geringere Veränderungen. Umgekehrt nimmt im Profil nach oben der SiO_2 -Gehalt monoton ab. Feldspat ist in der Zersatz- und Bleichzone noch stark vertreten, kommt jedoch im Hangenden nicht mehr vor. Tonmineralogisch ist der Gesteinszersatz durch das Auftreten von Montmorillonit charakterisiert; in der Bleich- und Fleckenzone tritt dann dieses Mineral zugunsten des Kaolinit (Meta-Halloysit) zurück. Daneben finden sich weitere Minerale wie Goethit und Hämatit. Im mittleren und oberen Bereich eines Boden-

profils von den jungtertiären Randflächen am westlichen Vogelsberg konnte BIBUS ähnliche Minerale nachweisen. Die Röntgenanalysen ergaben als Hauptkomponente in der Tonfraktion ein 7 Å Mineral, das als schlecht geordneter Kaolinit oder als Meta-Halloysit identifiziert wurde.

2. DIE TONMINERALE IM GESTEINSZERSATZ

Für die Untersuchungen wurden fünf Gesteinszersatzproben aus dem Nationalpark Bayerischer Wald ausgewählt. Sie stammen aus Höhen von 767 bis 967 m ü.N.N. und wurden aus 1,5 - 4,3 m Tiefe entnommen.

Mittels Sieb- und Schlämmanalysen (Atterberg-Methode) erfolgte eine Anreicherung der Tonfraktionen $< 2 \mu\text{m}$. Die Mineralbestimmung wurde mittels Röntgenphasenanalyse an Pulver- und Texturpräparaten durchgeführt. Neben montmorillonitischen und illitischen Mineralen wurden als Hauptbestandteile kaolinitische Minerale nachgewiesen. In einigen Proben überwiegt Halloysit, der hydratisierte Vertreter aus der Familie der Kaolinitminerale. Während die Röntgen-Basislinien des Kaolinit bei 7.1 Å (001) und 3.5 Å (002) scharf ausgebildete Reflexe zeigen, sind die Peaks des Halloysits breiter ausgebildet und zeigen vor allem im Bereich von 4.4 - 4.45 Å eine starke Bande, die als typisch für Halloysit gilt. Die ersten Basislinien des Halloysit liegen je nach den H₂O-Anteilen in den Zwischenschichten im Bereich von 7.3 - 10 Å. Beim Erhitzen der Präparate auf mehr als 60° erfolgt die irreversible Dehydratisierung des Halloysits, und die ersten Basislinien erscheinen dann bei 7.2 - 7.4 Å (Metahalloysit). Bei den quellfähigen Dreischichtmineralen handelt es sich im wesentlichen um Mixed-layer Minerale vom Typ Illit-Montmorillonit, aber zum Teil auch um reinen Montmorillonit, wie eine Behandlung der Präparate mit Glycol (Montmorillonit-Nachweis) ergeben hat.

3. DISKUSSION UND FOLGERUNGEN

Mit Ausnahme des Halloysits, sind die gefundenen Schichtsilikate wohlbekannte Mineralbestandteile in den kaolinitischen Tertiär-Tonen Ostbayerns (Kromer, 1978). In den Kaolinlagerstätten von Hirschau-Schnaittenbach ist bekanntermaßen Kaolinit Hauptbestandteil der Korngrößenbereiche $< 40 \mu\text{m}$, neben geringen Anteilen an Mixed-layer Mineralen vom Typ Illit-Montmorillonit. Halloysit wurde hier jedoch nicht gefunden.

In den Feinsttonfraktionen der Tirschenreuther Kaoline findet sich verschiedentlich reiner Montmorillonit; sporadisch tritt in den oberflächennahen Horizonten aber auch Halloysit auf. Allerdings wird die Genese dieser Lagerstätte nicht nur durch Verwitterung allein, sondern auch im Zusammenhang mit hydrothermalen Einwirkungen aus der Tiefe erklärt (Strobel 1969). Das Auftreten von Halloysit ist allgemein typisch für hydrothermal gebildete Kaoline, wie sie in Italien, Griechenland, Mexiko u.a. vorkommen. In den Kaolinlagerstätten, wo die Kaolinisierung ausschließlich durch Verwitterung und zirkulierende Grundwas-

serströme erfolgt ist und ebenso in den tertiären Tonsedimenten Ostbayerns findet sich kein Halloysit (Kromer 1978, Kromer, Köster 1974).

Die hier durchgeführten Untersuchungen haben aber gezeigt, daß Halloysit in den basalen Horizonten tertiärer Verwitterungsprofile über dem Kristallin des Bayerischen Waldes, als neugebildetes Verwitterungsmineral nicht nur in erheblichen Anteilen vorhanden, sondern in der Kombination mit Kaolinit oder Mixed-layer Mineralen geradezu typisch ist. Allgemein gelten die Zweischichtminerale Kaolinit und Halloysit als Neubildungen im bodennahen Verwitterungsbereich. Die Art der Mineralbildung ist dabei abhängig von Temperatur, pH-Wert und Ausgangsgestein. Kaolinite treten zwar in den Tonfraktionen vieler Böden auf, in solchen unseres Klimabereiches jedoch nur in geringer Menge. Der Anteil an Kaolinit und Halloysit in den untersuchten Proben aus dem Bayerischen Wald beträgt bis zu etwa 3/4 der Tonfraktionen $< 2 \mu\text{m}$. Damit sind wesentliche Kennzeichen erfüllt, die Scheffer & Schachtschabel (1973, 62) für Böden des subtropischen Klimabereiches nennen. Sie betonen, daß Halloysite aus Na-reichen Plagioklasen entstehen, während Kalifeldspäte und Muskovite bei intensiver chemischer Verwitterung bevorzugt zu Kaoliniten verwittern.

Eine solche Tonmineralneubildung gilt als typisch für die lateritische Bodengenetik. Es darf daher angenommen werden, daß auch in unserem Raum während des Tertiärs diese Art der Bodenbildung vorherrschte und Halloysit mit Kaolinit in den Zersatzdecken als deren gute Indikatoren gelten können.

Der obere Teil des Bodenprofils wurde wahrscheinlich schon im späteren Tertiär, mit Sicherheit aber im Pleistozän periglazial denudativ entfernt, so daß nur das untere Stockwerk einer ursprünglichen mächtigen Verwitterungs- und Bodendecke erhalten geblieben ist. Soweit sie den Wirkungen des pleistozänen Dauerfrostbodens unterlag, wurde sie wohl auch durch Frostsprengung weiter verformt. In oberflächennahen Partien entstanden in der grobsandigfeinkiesigen Kornfraktion hochglänzende Flächen und scharfkantige Ecken bei Kalifeldspäten und Plagioklasen. Hierbei mag sich die Kurve der Korngrößenverteilung etwas zugunsten der kleineren Korngrößen verschoben haben. Es entstand jedoch kein rein periglazialer Zersatz, wie gelegentlich angenommen wird. Eine klimamorphogenetische Zweiphasigkeit der Entstehung der heutigen kristallinen Zersatzdecken des Inneren Bayerischen Waldes darf daher angenommen werden.

4. LITERATURVERZEICHNIS:

- BIBUS, E. (1975) Eigenschaften tertiärer Flächen in der Umrahmung der nördlichen Wetterau. Zt. f. Geomorphologie, Suppl. Bd. 23, S. 49 - 61
- HAUNER, U. (1983) Untersuchungen zur klimagesteuerten tertiären und quartären Morphogenese des Inneren Bayerischen Waldes (Rachel-Lusen) unter besonderer Berücksichtigung pleistozän kaltzeitlicher Formen und Ablagerungen. Regensburger Geographische Schriften, 14, 198 S. (1980)

KROMER, H. u. KÖSTER, H.M. (1974) Clay and Kaolin Deposits of Eastern Bavaria. Fortschr. Miner. 52, Bd. 1, S. 123 - 138.

KROMER, H. (1978) Tertiär-Tone in NE-Bayern; Fortschr. Miner. 56, S. 1 - 104

STROBEL, O. (1969) Die Kaolinlagerstätten von Tirschenreuth und ihr geologischer Rahmen im Vergleich zu den Lagerstätten von Weiherhammer. Diss. TU München

SCHEFFER, F. u. SCHACHTSCHABEL, P. (1973) Lehrbuch der Bodenkunde, Stuttgart, 448 S.