

fol. 3

Profil Brotjackriegel Ost-I ( 7145-38 )

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	pH CaCl2	C %	N %	C/N	Effektive Kationenaustauschkapazität										KAK Summe mval	Basen-sättigung %	% Si NaOH	% Al NaOH	Mol- verhältnis SiO2/ Al2O3			
							K mval	%	Na mval	%	Mg mval	%	Ca mval	%	Al mval	%						Fe mval	%	Mn mval
38/1	Oh	+7	3,2	6,4	1,1	6	1,9	20,0	0,4	3,9	0,8	7,9	0,1	1,2	5,3	54,6	1,1	11,4	0,1	0,9	33,09	7,29	1,79	7,82
38/2	Bsh	1-3	3,3	6,3	0,4	15	0,36	5,3	0,25	3,7	0,34	5,0	0,10	1,5	4,57	67,5	1,14	16,8	0,01	0,1	15,51	5,48	2,65	3,97
38/3	(lo)Bv	3-40	3,9	4,0	0,2	21	0,11	5,2	0,20	9,4	0,05	2,3	0,01	0,5	1,67	78,4	0,02	0,9	0,07	3,3	17,37	4,2	3,95	2,04
38/4	III(lo)Bv	40-50	4,2	3,0	0,2	18	0,11	5,4	0,19	9,4	0,05	2,5	0,00	-	1,60	79,2	0,00	-	0,07	3,5	17,33	3,75	3,84	1,88
38/5	"	50-70	4,3	1,4	0,1	12	0,09	5,3	0,22	12,9	0,05	2,9	0,00	-	1,31	76,6	0,02	1,2	0,02	1,2	21,05	2,8	4,25	1,26
38/6	IIICVbV	90-110	4,4	1,3	0,1	14	0,08	5,4	0,20	13,6	0,05	3,4	0,00	-	1,11	75,5	0,02	1,4	0,01	0,7	22,45	3,19	4,19	1,46
38/7	IV ICv	130-150	4,4	0,4	0,0	10	0,08	6,0	0,23	17,2	0,06	4,5	0,00	-	0,94	70,1	0,02	1,5	0,01	0,7	27,61	2,76	3,99	1,33

fol. 4

Profil Brotjackriegel Ost-II ( 7145-40 )

Probe	Horizont	Proben-tiefe (cm)	pH CaCl2	C %	N %	C/N	Effektive Kationenaustauschkapazität										KAK Summe mval	Basen-sättigung %	% Si NaOH	% Al NaOH	Mol- verhältnis SiO2/ Al2O3			
							K mval	%	Na mval	%	Mg mval	%	Ca mval	%	Al mval	%						Fe mval	%	Mn mval
40/0	Oh	+2	3,7	6,4	0,8	8	0,6	5,0	0,5	4,2	0,5	3,8	0,1	0,6	9,7	80,1	0,7	6,1	0	0,2	12,09	n.b.	n.b.	-
40/1	Ash	0-2	3,7	5,9	0,6	10	0,55	4,6	0,43	3,6	0,37	3,1	0,07	0,6	10,1	84,0	0,48	4,0	0,02	0,2	12,00	n.b.	n.b.	-
40/2	(lo)Bv	10-20	4,1	4,3	0,3	14	0,19	2,5	0,35	4,5	0,17	2,2	0,04	0,5	6,89	88,9	0,08	1,0	0,03	0,4	7,75	9,68	4,03	3,17
40/3	(lo)Bv	20-30	4,4	1,9	0,2	11	0,08	1,6	0,25	4,9	0,10	1,9	0,05	1,0	4,59	89,5	0,03	0,6	0,03	0,6	5,13	9,36	3,58	2,40
40/4	"	40-50	4,5	1,9	0,1	16	0,05	1,2	0,26	6,3	0,06	1,5	0,00	-	3,67	89,5	0,05	1,2	0,01	0,2	4,10	9,02	3,51	1,83
40/5	IIbV	70-80	4,5	1,3	0,1	13	0,05	1,5	0,25	7,4	0,07	2,1	0,02	0,6	2,94	87,2	0,03	0,9	0,01	0,3	3,37	11,57	3,55	3,18

## Beitrag der Teilchenzerkleinerung zur Veränderung der mineralogischen Zusammensetzung der Tonfraktion während der Pedogenese

Stefan Dultz

Institut für Bodenkunde der Universität Hannover, Herrenhäuser Str. 2,  
D-30419 Hannover

### Zusammenfassung

Für eine podsolierte Pseudogley-Braunerde aus Geschiebedecksand wird der mineralogische Stoffbestand und dessen Umsetzungen während der Pedogenese am Beispiel von Feldspat, Glimmer/Illit, Vermiculit und Kaolinit beschrieben.

Bei Feldspat führt die Verwitterung zu Abnahmen in den Sand- und zu Gewinnen in den Schluff- und Tonfraktionen. Verluste in den Schluff- und Grobtonfraktionen und Zunahmen in den Mittel- und Feintonfraktionen treten bei den Schichtsilikaten auf. Die Überführung von Teilchen in jeweils feinere Fraktionen stellt eine wesentliche Komponente der pedogenen Veränderung dar. Für die absoluten Gewinne der Minerale in der Tonfraktion gilt folgende Reihenfolge: Vermiculit > Feldspat > Kaolinit = Illit.

### Einleitung

Der Tonfraktion stehen in vielen Böden hohe Gehalte in der Schluff- und Sandfraktion gegenüber. Durch chemische und physikalische Verwitterung können Minerale zerkleinert und in feinere Korngrößenfraktionen überführt werden. Teilchenzerkleinerung ist für alle Mineralarten bei verschieden hoher Intensität vorhanden. Je nach Verwitterungsstabilität und mineralogischer Zusammensetzung von Schluff- und Sandfraktionen werden Minerale in unterschiedlichem Ausmaß in die Tonfraktion überführt. Zur Interpretation der Veränderungen hinsichtlich der mineralogischen Zusammensetzung der Tonfraktion sind daher auch die Veränderungen in den größeren Korngrößenfraktionen zu berücksichtigen. Der mineralogische Stoffbestand und dessen Umsetzungen während der Pedogenese wird im folgenden für ein Gerüstsilikat und verschiedene Schichtsilikate, nämlich Feldspat, Glimmer/Illit, Vermiculit und Kaolinit beschrieben.

### Material und Methoden

Die Untersuchungen werden an einer podsolierten Pseudogley-Braunerde aus Geschiebedecksand über Drenthe-Grundmoräne (Profil Bahrndorf) dargestellt, die bei DULTZ (1993) ausführlich beschrieben ist. Die Bodenhorizonte des Geschiebedecksandes bestehen aus schwach schluffigem Sand. Die einheitliche Zusammensetzung des Ausgangsmaterials der Bodenbildung wurde mit Hilfe von Sandsummenkurven, der Bildung von Quarzquotienten von Sandfraktionen sowie dem

Zirkonium- und Titangehalt bestimmter Korngrößenfraktionen (BARSHAD, 1964) geprüft. Aus den Bodenproben wurde die organische Substanz durch  $H_2O_2$ -Behandlung, die Eisenoxide nach der Dithionit-Citrat-Bicarbonatmethode entfernt. Die Sandfraktion wurde durch Naßsiebung in sieben Korngrößenfraktionen ( $\mu m$ ) 1000-2000, 500-1000, 315-500, 200-315, 150-200 und 63-100 gewonnen. Die Trennung der Schlufffraktion in die Korngrößenfraktionen ( $\mu m$ ) 20-63, 6-20, 2-6 erfolgte nach Atterberg, die der Tonfraktionen in die Korngrößenfraktionen ( $\mu m$ ) 0,6-2, 0,2-0,6 und  $<0,2$  mittels Kühlzentrifuge.

Die qualitative mineralogische Zusammensetzung der Tonfraktionen wurde zunächst durch Röntgenbeugungsanalyse bestimmt. In deren Kenntnis wurden die Minerale der Tonfraktion durch chemische Analyse (DULTZ, 1993) und IR-Spektroskopie (TARRAH, 1989) quantifiziert. Die mineralogische Zusammensetzung der Sand- und Schlufffraktionen wurde mittels temperaturgesteuerter Karl-Fischer-Titration, d. h. über die Wasserfreisetzung ab einer bestimmten Temperatur sowie durch chemische Analyse bestimmt (DULTZ und REICHENBACH, 1995).

Nach der mineralogischen Analyse besteht die Tonfraktion aus Illit, Quarz, Vermiculit, Kaolinit, Feldspat und sekundären Chlorit. Weiterhin treten Wechsellagerungsminerale und primärer Chlorit auf. Smectit ist auch im Geschiebelehm nicht nachweisbar.

Der Stoffbestand an Feldspat, Glimmer/Illit, Vermiculit und Kaolinit wird über die Gehalte der Einzelfraktionen beschrieben. Die qualitativen Umsetzungen der Minerale der Tonfraktion werden zunächst mit Hilfe der Bildung von Silikat/Quarz-Quotienten (Fraktionen  $<0,2-2/2-2000 \mu m$ ) gekennzeichnet. Um die verwitterungsbedingten Umsetzungen quantitativ zu erfassen, muß der ursprüngliche Zustand des Bodens rekonstruiert werden. Dies erfolgt mit Hilfe von Stoffvorratsbilanzen (KUNDLER, 1959). Bei Böden aus homogenem Ausgangsmaterial und bei Vorliegen des unverwittertem Ausgangsgesteins entsprechen die Merkmale im C-Horizont dem ursprünglichen Zustand. Da dieses Bodenprofil einen geologischen Schichtwechsel aufweist und tiefgründig versauert ist, liegt unverändertes Ausgangsmaterial der Bodenbildung nicht vor. Wird ein von der Verwitterung beeinflusster Bezugshorizont für die Bilanzierung verwendet, ist lediglich die Beschreibung der Mindestumsetzungen möglich. Art und relativer Umfang der Umsetzungen bei den verschiedenen Mineralarten kann jedoch erfaßt werden. Als Index für die Bilanzrechnung wurde der Quarzgehalt der Fraktion 2-2000  $\mu m$  herangezogen.

## Ergebnisse

### Mineralogische Zusammensetzung der Einzelfraktionen

Typisch für pleistozäne Sedimente weist Feldspat in den Korngrößenfraktionen des Fein- bis Mittelsandbereiches ein Minimum auf (Abb. 1).

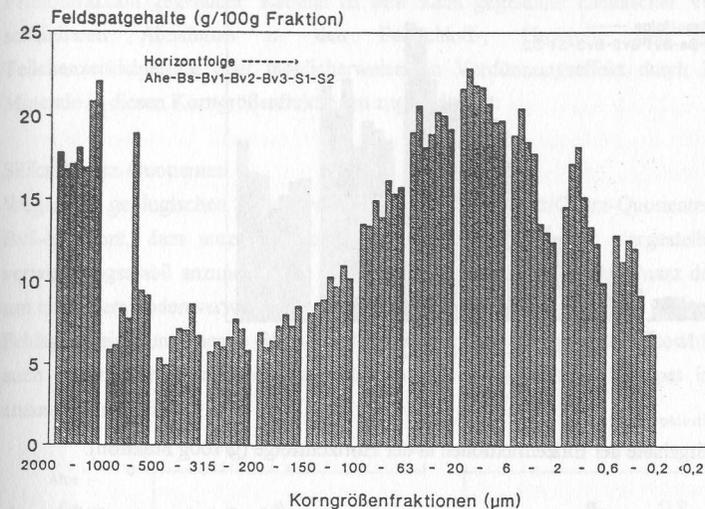


Abb. 1: Feldspatgehalte der Einzelfraktionen in der Horizontfolge (g/100g Fraktion).

Von den Schluff- zu den Tonfraktionen sind die Gehalte abnehmend und in der Feintonfraktion ist Feldspat nicht mehr nachweisbar. Durch die Bodenentwicklung wurde der Gehalt an Feldspat in der Sandfraktion der oberen Horizonte verringert, dagegen der Quarzanteil erhöht. Bei der Schluff- und Tonfraktion kehrt sich dies um. Die Interpretation dieser Art der Darstellung ist dadurch eingeschränkt, daß Veränderungen des Bestandes anderer Minerale den Anteil des betrachteten Minerals beeinflussen, sodaß Aussagen über die Umsetzungen nur begrenzt möglich sind. Es deutet sich aber eine Verschiebung in der Korngrößenverteilung von Feldspat zu feineren Fraktionen an. Die vom Ausgangsgestein ererbte Verteilung von Feldspat wird damit durch die Bodenentwicklung weiter ausgeprägt.

Glimmer/Illit hat höchste Gehalte in der Grobtonfraktion (Abb. 2).

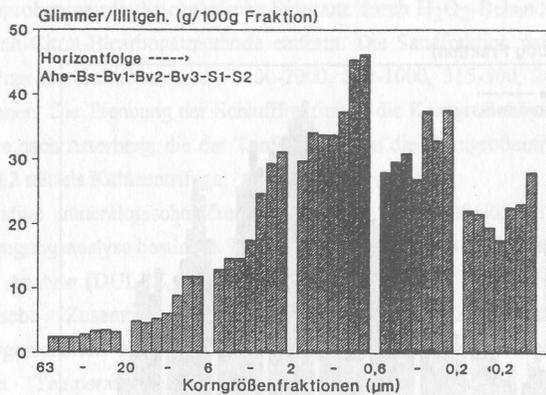


Abb. 2: Glimmer/Illitgehalte der Einzelfractionen in der Horizontfolge (g/100g Fraktion).

In den Schlufffraktionen und der Grobtonfraktion ist eine abgestufte Zunahme der Gehalte mit zunehmender Tiefe vorhanden. Wahrscheinliche Verluste in den Mittel- und Feintonfraktionen scheinen durch Teilchenüberföhrung kompensiert worden zu sein.

Vermiculit, ein Produkt aus der Verwitterung von Glimmer bzw. Illit hat höchste Anteile in der Feintonfraktion. Verluste oder Gewinne durch die Bodenentwicklung sind in der Zusammensetzung der KorngröÖenfraktionen nicht erkennbar (Abb. 3a).

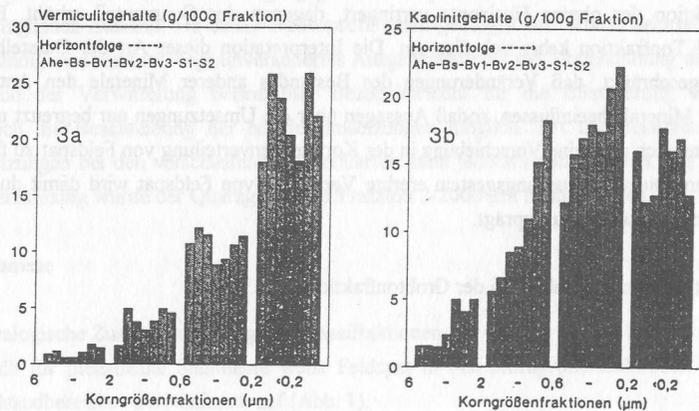


Abb. 3: Mineralogische Zusammensetzung der Einzelfractionen in der Horizontfolge (g/100g Fraktion).  
a) Vermiculit b) Kaolinit

Kaolinit (Abb. 3b) hat in der Mitteltonfraktion den höchsten Anteil. Deutlichen Abnahmen in den Feinschluff-, Grobton- und Mitteltonfraktionen stehen wenig veränderte Gehalte in der Feintonfraktion gegenüber. Kaolinit ist sehr stabil gegenüber chemischer Verwitterung, sodaÖscheinbaren Abnahmen in den Feinschluff-, Grobton- und Mitteltonfraktionen Teilchenzerkleinerung oder möglicherweise ein Verdünnungseffekt durch Zunahmen anderer Minerale in diesen KorngröÖenfraktionen zugrundeliegt.

#### Silikat/Quarz-Quotienten

Wegen des geologischen Schichtwechsels werden die Silikat/Quarz-Quotienten lediglich bis zum Bv3-Horizont, dem untersten Horizont im Geschiebedecksand, dargestellt. Als weitgehend verwitterungsstabil anzunehmende BezugsgröÖe wird der Gehalt an Quarz der Fraktion 2-2000  $\mu\text{m}$  im Mineralboden verwendet.

Feldspat weist zunehmende Quotienten zu den oberen Bodenhorizonten sowohl in der Grob-, als auch in der Mitteltonfraktion auf. Danach sind Zunahmen an Feldspat in der Tonfraktion anzunehmen (Abb. 4a).

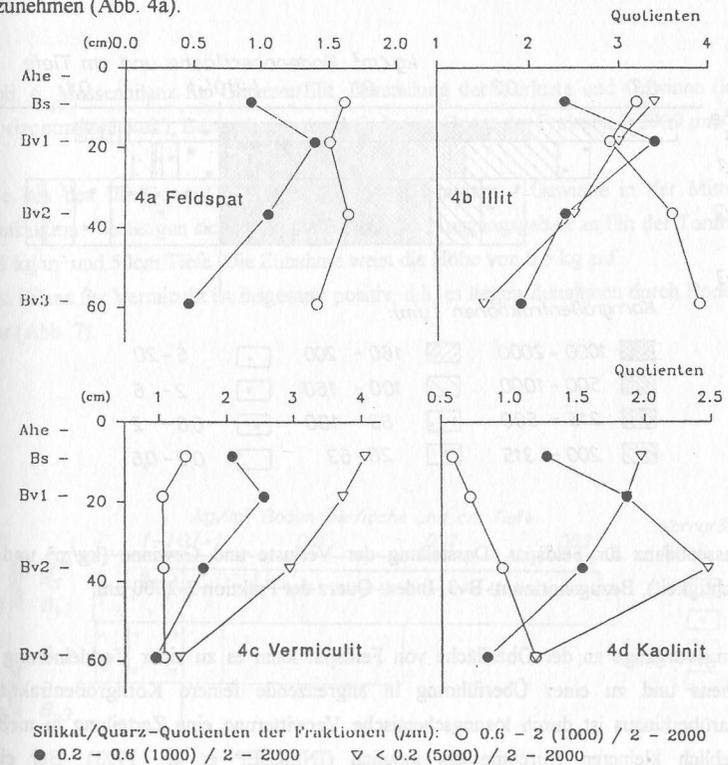


Abb. 4: Silikat/Quarz-Quotienten der Fraktionen <0,2-2/2-2000  $\mu\text{m}$ .  
a) Feldspat b) Glimmer/Illit c) Vermiculit d) Kaolinit

Dagegen weist der Gehalt an Glimmer/Illit (Abb. 4b) hinsichtlich der Veränderungen durch Bodenentwicklung Abnahmen in der Grobtonfraktion und Zunahmen in den Mittel- und Feintonfraktionen auf. Derartige Umsetzungen finden sich auch bei den übrigen Schichtsilikaten Vermiculit (4c) und Kaolinit (4d) wieder. Vermiculit bleibt in der Grobtonfraktion weitgehend erhalten, während für Kaolinit in dieser Fraktion deutliche Abnahmen zu verzeichnen sind.

Nach der Quotientenbildung lassen sich die Umsetzungen für Feldspat in der Tonfraktion durch Zunahmen in der Grob- und Mitteltonfraktionen beschreiben, während die Schichtsilikate der Grobtonfraktion abnehmen bzw. erhalten bleiben und in den Mittel- und Feintonfraktionen zunehmen.

#### Massenbilanzen der Silikate

Für Feldspat werden in der Massenbilanz Verluste in den Sandfraktionen und Zunahmen in den Schluff- und Tonfraktionen berechnet. Dabei liegen deutliche Abnahmen des absoluten Gehaltes an Feldspat vor (Abb. 5).

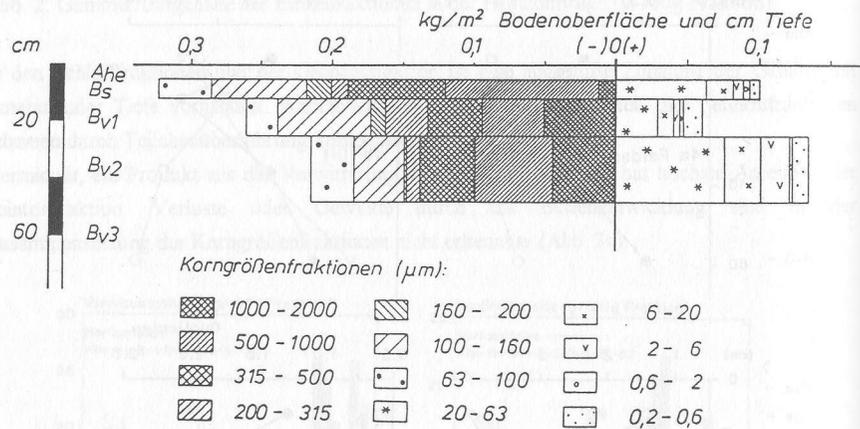


Abb. 5: Massenbilanz für Feldspat, Darstellung der Verluste und Gewinne (kg/m<sup>2</sup> und cm Horizontmächtigkeit), Bezugshorizont: Bv3, Index: Quarz der Fraktion 2-2000 µm.

Durch Lösungsvorgänge an der Oberfläche von Feldspat kann es zu einer Verkleinerung des Mineralteilchens und zu einer Überführung in angrenzende feinere Korngrößenfraktionen kommen. Darüberhinaus ist durch lösungschemische Verwitterung eine Zerteilung in mehrere Stücke erheblich kleineren Durchmessers möglich (INSKEEP et al., 1993). Bei einem ursprünglichen Bestand von 1,0 kg/m<sup>2</sup> und 50 cm Bodentiefe in der Tonfraktion betragen die Zunahmen 0,67 kg.

Die Bilanz für Glimmer/Illit weist insgesamt starke Verluste auf. Aufgrund der geringen Gehalte an Glimmer in der Grobschlufffraktion (Abb. 2) erscheinen dessen Umsetzungen in der Bilanz gering (Abb. 6).

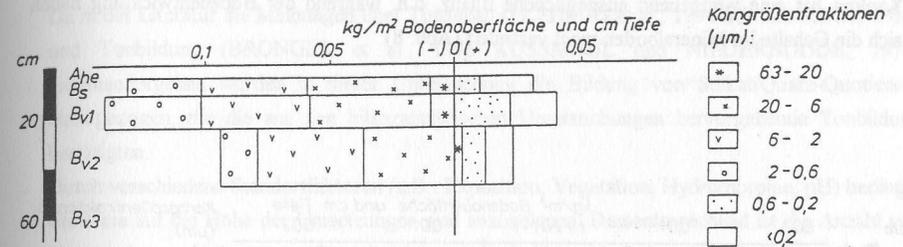


Abb. 6: Massenbilanz für Glimmer/Illit, Darstellung der Verluste und Gewinne (kg/m<sup>2</sup> und cm Horizontmächtigkeit), Bezugshorizont: Bv3, Index: Quarz der Fraktion 2-2000 µm.

Die aus den Illit/Quarz-Quotienten ablesbaren Umsätze - Gewinne in der Mittel- und Feintonfraktion - bestätigen sich durch die Bilanz. Der Ausgangsgehalt an Illit der Tonfraktion beträgt 5,1 kg/m<sup>2</sup> und 50cm Tiefe. Die Zunahme weist die Höhe von 0,5 kg auf.

Die Bilanz für Vermiculit ist insgesamt positiv, d.h. es liegen Zunahmen durch Bodenentwicklung vor (Abb. 7).

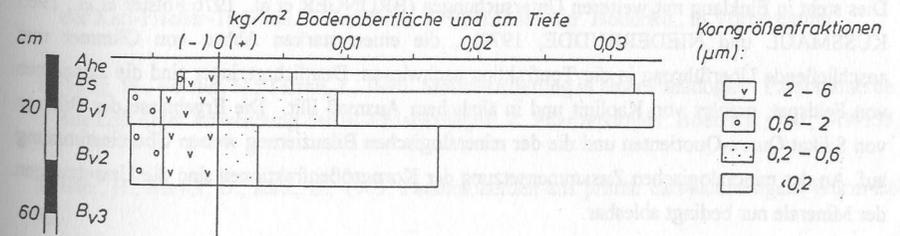


Abb. 7: Massenbilanz für Vermiculit, Darstellung der Verluste und Gewinne (kg/m<sup>2</sup> und cm Horizontmächtigkeit), Bezugshorizont: Bv3, Index: Quarz der Fraktion 2-2000 µm.

Der Bestand in der Tonfraktion betrug zu Beginn der Bodenbildung 1,8 kg/m<sup>2</sup> und 50 cm Tiefe. Die Zunahmen liegen bei 1,2 kg. Die Verluste an Glimmer/Illit sind insgesamt höher als die Gewinne für Vermiculit. Abnahmen an Vermiculit können neben chemischer Verwitterung auch durch die Bildung von sekundärem Chlorit verursacht werden. Die Röntgenbeugungsanalyse weist auf hohe Gehalte im Bv1- und Bv2-Horizont hin. Da sekundärer Chlorit nicht quantifiziert wurde, kann über den absoluten Erhalt der Dreischichtsilikate keine Aussage gemacht werden. Kaolinit hat eine weitgehend ausgeglichene Bilanz, d.h. während der Bodenentwicklung haben sich die Gehalte im Mineralboden nicht verändert (Abb. 8).

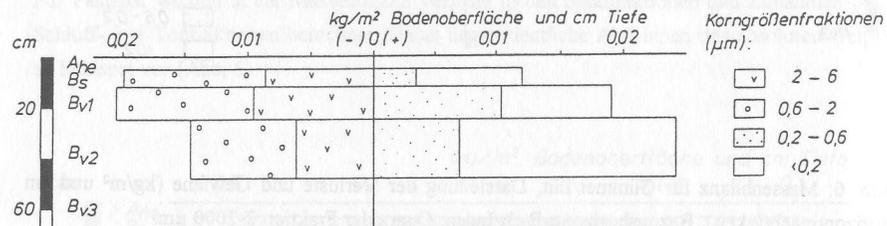


Abb. 8: Massenbilanz für Kaolinit, Darstellung der Verluste und Gewinne (kg/m<sup>2</sup> und cm Horizontmächtigkeit), Bezugshorizont: Bv3, Index: Quarz der Fraktion 2-2000 µm.

Zunahmen in der Mittel- und Feintonfraktion sind auch für Kaolinit deutlich ablesbar. In der Tonfraktion betragen diese insgesamt 0,5 kg/m<sup>2</sup> und 50 cm Tiefe bei einem Ausgangsgehalt von 2,4 kg.

Von den untersuchten Silikaten weist Vermiculit die höchsten Gewinne in der Tonfraktion auf. Dies steht in Einklang mit weiteren Untersuchungen (BRONGER et al., 1976 Fölster et al., 1963 KUSSMAUL und NIEDERBUDE, 1979), die einen starken Abbau von Glimmer und anschließende Überführung in die Tonfraktion nachwiesen. Deutlich geringer sind die Zunahmen von Feldspat, gefolgt von Kaolinit und in ähnlichem Ausmaß Illit. Die Ergebnisse der Bildung von Silikat/Quarz-Quotienten und die der mineralogischen Bilanzierung weisen Übereinstimmung auf. An der mineralogischen Zusammensetzung der Korngrößenfraktionen sind die Umsetzungen der Minerale nur bedingt ablesbar.

## Diskussion

Zusätzlich zu den durch Pedogenese bedingten Veränderungen sind für dieses Profil auch solche durch Kryoklastik während der Weichselvereisung in Erwägung zu ziehen. Der Einfluß von periglazialer Verwitterung könnte durch Bilanzierung des Mineralbestandes von Böden aus z. B. holozänen Flugsanden abgeleitet werden.

Da in der Literatur die Meinungen über Tonabbau (FLEHMIG et al., 1990 MAZZARINO, 1981) und Tonbildung (BRONGER et al., 1976 KUSSMAUL und NIEDERBUDE, 1979) auseinandergehen wurden in dieser Untersuchung die Bildung von Silikat/Quarz-Quotienten hinzugezogen, die die aus den bilanzanalytischen Untersuchungen hervorgehende Tonbildung bestätigten.

Durch verschiedene Standortfaktoren (z.B.: Exposition, Vegetation, Hydromorphie, pH) bedingte Einflüsse auf die Höhe der Umsetzungen sind anzunehmen. Dementsprechend ist die Anzahl von Untersuchungsobjekten unter Berücksichtigung des hohen analytischen Aufwandes zu erhöhen.

## Literatur

- Barshad, I., 1964: Chemistry of soil development. In: Bear, F.E.: Chemistry of the soil. Reinhold, New York, 1-70.
- Bronger, A., Kalk, E., Schroeder, D., 1976: Über Glimmer- und Feldspatverwitterung sowie Entstehung und Umwandlung von Tonmineralen in rezenten und fossilen Lößböden. Geoderma, 6, 21-54.
- Dultz, S., 1993: Verwitterungsbilanzen an sauren Waldböden aus Geschiebedecksand. Dissertation, Universität Hannover, 96 S.
- Dultz, S., Reichenbach, H. Graf von, 1995: Quantitative Mineralbestimmung in der Schlufffraktion von Böden auf der Grundlage der chemischen Analyse und unter Anwendung der Karl-Fischer-Titration. I. Verfahren. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd., in Vorbereitung.
- Flehmig, W., Fölster, H., Tarrach, J., 1990: Stoffbilanzierung in einer Pseudogley-Parabraunerde aus Löß unter Anwendung der IR-Phasenanalyse. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd., 153, 149-155.
- Fölster, H., Meyer, B., Kalk, E., 1963: Parabraunerden aus primär carbonathaltigem Würm-Löß in Niedersachsen. II. Profilbilanz der zweiten Folge bodengenetischer Teilprozesse: Tonbildung, Tonverlagerung, Gefügeverdichtung, Tonumwandlung. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkd., 100, 1-11.

Inskeep, W.P., Clayton, J.L., Mogk, D.W., 1993: Naturally weathered plagioclase grains from the Idaho Batholith: Observations using scanning electron microscopy. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **57**, 851-860.

Kundler, P., 1959: Zur Methodik der Bilanzierung der Ergebnisse von Bodenbildungsprozessen (Profilbilanzierung), dargestellt am Beispiel eines Texturprofils aus Geschiebemergel in Norddeutschland. *Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkd.*, **86**, 215-222.

Kussmaul, H., Niederbudde, E.A., 1979: Bilanzierung der Tonbildung und -verlagerung sowie der Tonmineralumwandlung in Löß-Parabraunerden. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.*, **142**, 586-600.

Mazzarino, M.J., 1981: Holozäne Silikatverwitterung in Mitteldeutschen Waldböden aus Löß. Dissertation, Universität Göttingen.

Tarrah, J., 1989: Verwitterungsbilanzen von Böden auf der Basis modaler Mineralbestände (am Beispiel des Bodenprofils Spanbeck 4). *Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe A*, 52.

## Tertiäre Tone am Ostrand der Böhmisches Masse

\* R. Roetzel, F. Ottner, B.Schwaighofer & H.W. Müller

\* Geologische Bundesanstalt  
Rasumofskygasse 23  
A-1031 Wien

Institut für Bodenforschung und Baugeologie  
Abteilung Baugeologie  
Universität für Bodenkultur Wien  
Gregor Mendel Straße 33  
A-1180 Wien

### Kurzfassung

Im Zuge der geologischen Kartierung am Ostrand der Böhmisches Masse konnten zahlreiche tertiäre Tonvorkommen festgestellt werden. Während oligozäne Sedimente meist eine Vormacht von Kaolinit - Fireclay zeigen, überwiegt in den untermiozänen Ablagerungen oft der Smektit.

Der Wechsel von kaolinitisch dominierten Sedimenten zu smektitreichen Ablagerungen des Untermiozäns wird in zwei Bohrungen dokumentiert. Zwischen kaolinitreichen Tonen bzw. Kohleflözen der Langau Formation kommen dünne Einschaltungen von Bentonit, die z.T. Smektitgehalte bis zu 100% aufweisen, vor. Gleichzeitig weisen idiomorphe, hexagonale, bipyramidale Quarzkristalle in den Bentoniten auf die tuffitische Herkunft dieser smektitreichen Einschaltungen hin.

Die tuffitischen Lagen in den Tonen sind vermutlich dem sauren rhyolitischen Vulkanismus in Nordungarn und der Westslowakei zuzuordnen, der im Untermiozän mit dem Unteren Rhyolittuff im Bereich des Matra- und Bükk - Gebirges beginnt.

### Einleitung und geologischer Rahmen

Der österreichische Anteil der variszisch gefalteten Böhmisches Masse liegt im Norden der Bundesländer Nieder - und Oberösterreich und reicht bis an die Donau heran. Im Süden folgen daran anschließend Molassezone, Helvetikum, Flyschzone und die Nördlichen Kalkalpen.

Während des Tertiärs kam es zu mehreren Trans- und Regressionen des Molassemeeres über den Südrand des Grundgebirges (TOLLMANN, 1985). Während des Oligozäns und Miozäns wurden dort lithologisch vielfältig ausgebildete Sedimente abgelagert, die der tektonischen Einheit der autochthonen Molasse angehören. Die terrestrischen bis marinen Sedimente zwischen Krems und Retz sind Erosionsreste einer ehemals