

Mineralneubildungen in Böden dreier Vulkanschlote des Schwäbischen Vulkans

Mehdi Zarei*, Jörg Schneider** und Karl Stahr*

Einleitung und Fragestellung

Bei explosionsartigen Ausbrüchen im mittleren Tertiär wurden aus Tuffen und Grundgebirgstrümmern Schlotbreccien gebildet, die im gesamten Urach-Kirchheimer Vulkangebiet verbreitet sind.

Aus mineralogischen Untersuchungen geht hervor, dass die Schlote des „Schwäbischen Vulkans“ ultrabasisch sind (WEISKIRCHNER, 1967; Lorenz, 1982; NEUMANN, 1999). Das vulkanische Material besteht v.a. aus Orthopyroxenen (Enstatit), Klinopyroxenen (Diopsid, Titanaugit) und Amphibolen (Hornblende).

Die Schlote enthalten SiO₂-armes, vulkanisches Gestein und Melilithbruchstücke. Daneben findet man Sedimentgesteine und Gesteinsfragmente des Grundgebirges, wie Granit, Gneis und Granodiorit (PAPENFUSS, 1975; BERG & WEISKIRCHNER, 1979).

An den Böden dreier Schlote sollten folgende Fragen geklärt werden:

Wie weit sind die Böden durch das vulkanische Material beeinflusst?

Sind die Mineralneubildungen pedogen?

Wie ist der Mineralneubildungsprozess in den Profilen verlaufen?

Material und Methode

Drei Standorte vulkanischer Schlote des „Schwäbischen Vulkans“ wurden ausgewählt. Am Engelberg NO von Beuren war dies eine verbrauchte Pararendzina, SW von Owen (Feuerbölle) eine Pararendzina und im südlichen Teil des Bergs Hörnle (602 m) S von Kirchheim/Teck eine Schwarzerde. Die Standorte stehen in enger Beziehung zum Profil Braunerde-Pararendzina aus vulkanischen Tuffen am Bodenlehrpfad Beuren (ZAREI et al. 2003).

Um weitere Kenntnisse über die Böden der vulkanischen Schlote zu gewinnen, wurden bodenphysikalische, mineralogische, chemische und geochemische Untersuchungen durchgeführt. Es wurde ein Röntgendiffraktometer (Siemens D-500 mit Cu-K α Strahlung) und Röntgenfluoreszenzspektrometer (Siemens SRS 300) verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Es stellte sich heraus, dass sich das Profil Schwarzerde südlich des Hörnle aus lockeren, basischen Tuffen entwickelt hat. Die Pararendzina am Feuerbölle bei Owen entwickelte sich aus festem basischem Gestein, mit geringen Anteilen an Materialien des Braunen Juras. Am Engelberg ist das vulkanische Material der verbrauchten Pararendzina geprägt durch eine starke Vermischung mit Materialien des Braunen und Weißen Juras. Letzteres rührt von Weiß-Jura-Sinkschollen her, welche am Engelberg zu finden sind.

Die RBA-Analysen der Sandfraktionen zeigen, dass das Ausgangsmaterial der untersuchten Böden vulkanisches Material und Sedimentgesteine in unterschiedlichen Anteilen enthält.

In der Schwarzerde werden in allen drei Sandfraktionen überwiegend Pyroxene und Magnetit nachgewiesen. In den Sandfraktionen der Pararendzina kommen Pyroxene, Olivin (Forsterit) und Hämatit vor. Die verbrauchte Pararendzina zeigt dominierend Quarz und Feldspäte, Minerale aus basischem vulkanischem Material sind dagegen kaum zu finden (Abb. 1-3). Die Feldbeobachtungen wurden durch mineralogische Untersuchungen bestätigt. Das heißt, zwei Standorte sind stark, der Standort Engelberg ist geringer durch vulkanisches Material geprägt.

Bei RBA-Analysen in der Schwarzerde ist ein sehr starker 14 Å Reflex zu sehen, welcher durch Glycerin bis 18 Å aufweitet. Die Basisinterferenzen (001); (002); (003); (004); (005) und (006), die sich durch Glycerinbehandlung auf 18,8; 9,1; 4,5; 3,6; und 3,0 Å aufweiten lassen, deuten auf Mg-reichen Smectit hin (Abb. 4). Hier handelt es sich um eine nahezu monomineralische Bildung von Smectit, spurenweise sind Kaolinit, Illit und Vermiculit zu finden.

Die Intensität und der Verlauf der RBA-Reflexe in der Tonfraktion des Profils Pararendzina (Feuerbölle) sind ähnlich den Reflexen der Schwarzerde. Die 14 Å Reflexe in der Pararendzina weiten durch Glycerinbehandlung geringfügig auf und kontrahieren nach Kaliumbelegung und Erhitzung. Die Aufweitungseffekte sind gegenüber der Schwarzerde deutlich zurückgegangen. Bei 12,5 Å tritt ein Reflex auf, der als Vermiculit-Hydrobiotit eingeordnet werden kann. Dieser stammt sicherlich aus Beimengungen des Grundgebirges und kann dem vulkanischen Material weder über Verwitterung noch durch Neubildung zugeordnet werden. Die Basisinterferenzen (002), (006) und (008) weisen auf Vermiculit hin (Abb. 5).

Smectit kann aus der Verwitterung der basischen Tuffe oder deren Festgestein entstehen. Vermiculit wird normalerweise aus der Verwitterung der Glimmer gebildet, in dem Kalium aus der Zwischenschicht freigesetzt wird, Fe²⁺ oxidiert wird und die Schichtladung sinkt. Diese Reaktion kann in Gegenwart von organischen Säuren abgeschwächt werden (VICENTE et al., 1977).

In diesem Profil wurden große Glimmerkristalle mit pseudo-hexagonalem Umriss und einem Durchmesser von bis zu 3 cm gefunden. Solche großen Glimmerminerale kommen generell in Pegmatiten und Ganggraniten vor. Ist der 14 Å Reflex hier aus der Glimmerumwandlung hin zu Vermiculit zu Stande gekommen oder kennzeichnet er die Verwitterung der basischen Produkte zu vermiculitischem Smectit? Letzteres könnte durch isomorphen Ersatz der Kationen in den Oktaederzentren sowie die Einlagerung der Mg-Ionen in die Zwischenschicht erfolgt sein und somit zu einer Erhöhung der Schichtladung geführt haben. Diese Hypothese ist hier anzunehmen und

*Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Emil-Wolff-Straße 27, 70599 Stuttgart, Germany

**regioplus-Ingenieurgesellschaft, Wollgrasweg 49, 70599 Stuttgart

soll durch die Bestimmung der Schichtladung verifiziert werden.

Die Tonmineralzusammensetzung der verbrauchten Pararendzina am Engelberg weicht von den zwei anderen Standorten ab. Es handelt sich hier überwiegend um Vermiculit, Illit/Vermiculit-Wechsellagerungen sowie Smectit und Kaolinit (Abb. 6). Der Befund deutet darauf hin, dass hier das Ausgangsmaterial überwiegend jurassisch ist und somit das Profil deutlich weniger durch vulkanisches Material beeinflusst ist. Aus der geochemischen Analyse ist zu entnehmen, dass die Gehalte an MgO, Fe₂O₃ und TiO₂ in der Schwarzerde und Pararendzina höher sind als in der verbrauchten Pararendzina (Tab. 1). Diese Ergebnisse deuten ebenfalls darauf hin, dass die vulkanischen Materialien für die Bodenbildung in den Profilen Hörnle und Feuerbölle eine erheblich größere Rolle gespielt haben.

Schlussfolgerung

Die untersuchten Böden sind unterschiedlich stark durch vulkanisches Material beeinflusst.

In der Schwarzerde ist dieser Einfluss am stärksten ausgeprägt. Hier hat sich Smectit nahezu monomineralisch entwickelt.

Die Intensität und der Verlauf der 14 Å Reflexe in der Pararendzina sind ähnlich den Reflexen der Schwarzerde. Der Aufweitungseffekt hat wohl durch isomorphen Ersatz der Kationen in den Oktaederzentren sowie die Einlagerung der Mg-Ionen in die Zwischenschichten und somit einer Änderung der Schichtladung nachgelassen.

Die verbrauchte Pararendzina am Engelberg ist stärker als die anderen Profile durch Juramaterial beeinflusst.

Die Smectite und Vermiculite sind in den untersuchten Profilen pedogen, Kaolinite und Illite sind aus dem Jura ererbt.

Literatur

- BERG, U. & WEISKIRCHNER, W. (1979): Petrographische Untersuchungen an vulkanischen Gesteinen des Jusi (Schwäbische Alb). Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver. N.F., **61**, 337-346.
- LORENZ, V. (1982): Zur Vulkanologie der Tuffschlote der Schwäbischen Alb. Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver., N.F. **64**, 167-200.
- NEUMANN, U. (1999): Der miozäne Intraplatten-Vulkanismus des Uracher Vulkangebiets (Exkursion F am 8. April 1999). Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver. N.F., **81**, 77-86
- PAPENFUSS, K.-H. (1975): Mineralogisch-petrographische Untersuchungen an den vulkanischen Tuffen im Uracher Vulkangebiet (Schwäbische Alb). Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, **16**, 13-34.
- VICENTE, M.A.; RAZZAGHE, M. & ROBERT, M. (1977): Formation of aluminium hydroxy vermiculite (intergrade) and Smectite from mica under acidic conditions. Clay Miner. **12**, 101-112.
- WEISKIRCHNER, W. (1967): Petrographische Untersuchung an vulkanischen Gesteinen des Jusi (Schwäbische Alb). Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver. N.F., **61**, 337-346.
- ZAREI, M.; SCHNEIDER, J.; HERMANN, L. UND STAHR, K. (2003): Monomineralische Tonmineralbildung in vulkanischen Schloten der Schwäbischen Alb. Mitt. der Bodenk. Gesell., **102**, 751752.

Tab. 1: Analysendaten der Profile

Hor	Tiefe cm (cm)	Humus- u. Carbonatfreie FE			Tonminerale (<2µm)						Chemische Parameter					Gesamtgehalte				
		S	U	T	Sm	Ver	V/I-WL	V-Hy	Illit	Ka	pH KC2	Carb %	C _{org} %	KAKpot mmolc/kg	Fe _d mg/g	Fe _o mg/g	MgO %	K ₂ O %	TiO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %
Profil Schwarzerde (Hörnle)																				
Axh1	-25	5	32	63	92	4	-	-	2	2	6,3	6,4	7,4	1186	469,1	112,0	7,7	0,5	3,2	15,7
Axh2	-45	6	33	61	90	6	-	-	2	2	6,2	6,4	5,2	1040	510,9	111,5	8,4	0,5	3,2	15,8
mxCc	-80	45	36	19	92	4	-	-	2	2	6,7	44,2	0,4	626	144,9	61,8	8,0	0,4	1,6	8,1
Profil Pararendzina (Feuerbölle)																				
Ah	-18	23	48	30	20	65	-	10	3	2	6,5	9,7	3,9	655	188,9	75,9	20,2	1,2	2,7	9,5
Ah Bv	-24	25	50	26	25	60	-	11	2	2	6,5	11,1	1,4	558	134,0	64,8	19,7	1,0	2,5	9,2
BveCv	-47	27	60	13	5	80	-	11	2	2	6,7	13,3	0,3	428	89,8	69,1	18,5	1,1	2,5	8,7
exC	-80	34	56	11	10	70	-	12	6	2	6,7	14,1	0,1	353	72,0	53,2	18,0	1,3	2,4	8,6
Profil verbrauchte Pararendzina (Engelberg)																				
Ah	-18	12	28	60	6	28	35	-	15	16	7,2	44,6	6,1	491	262,7	32,1	2,3	1,5	0,6	3,9
fxAh	-30	13	28	59	10	34	30	-	12	14	7,3	49,1	3,4	330	283,5	28,8	2,2	1,4	0,5	3,8
BveCv	-53	11	28	61	15	30	30	-	13	12	7,3	50,5	1,8	317	282,3	19,6	2,4	1,4	0,6	3,9
exC	-58	9	33	58	20	32	28	-	10	10	7,2	52,9	7,3	277	246,7	33,4	2,5	1,4	0,6	3,8

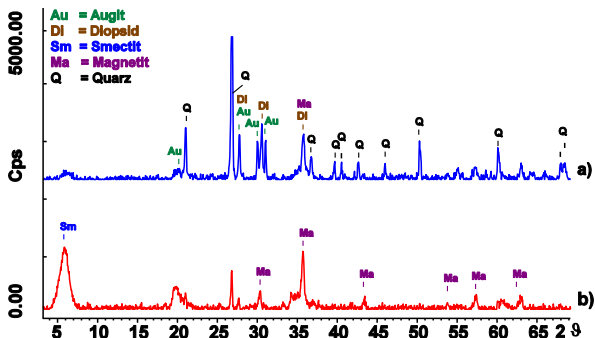


Abb. 1: Röntgenbeugungsdiagramm (Pulver) des mS der Schwarzerde (Hörnle). a) Axh₁- und b) mxCc-Horizont

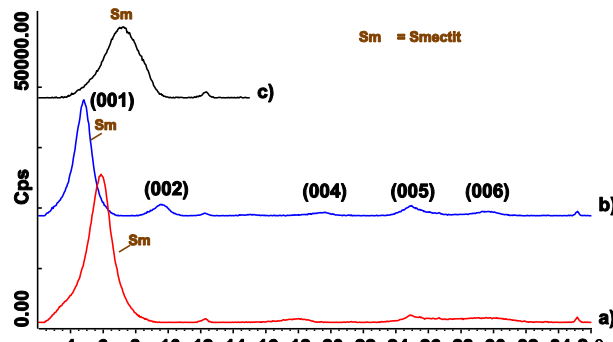


Abb. 4: Röntgenbeugungsdiagramm der Tonfraktion (Axh₁-Horizont) der Schwarzerde (Hörnle). a) Mg-Lutro b) Glycerin c) K-Lutro

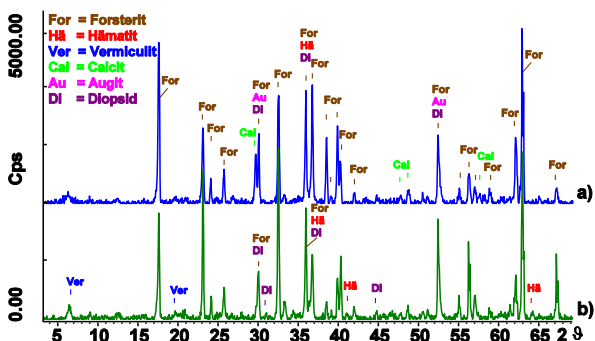


Abb. 2: Röntgenbeugungsdiagramm (Pulver) des mS der Pararendzina (Feuerbölle). a) Ah- und b) exC-Horizont

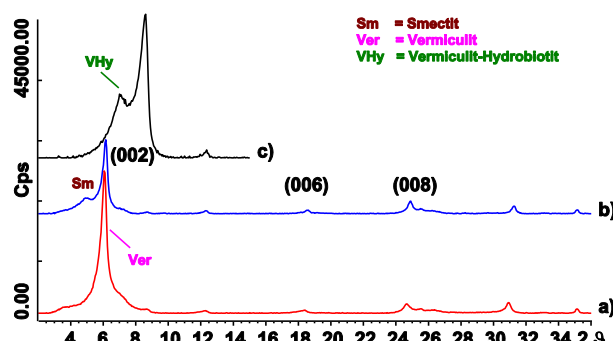


Abb. 5: Röntgenbeugungsdiagramm der Tonfraktion (Ah-Horizont) der Pararendzina (Feuerbölle). a) Mg-Lutro b) Glycerin c) K-Lutro

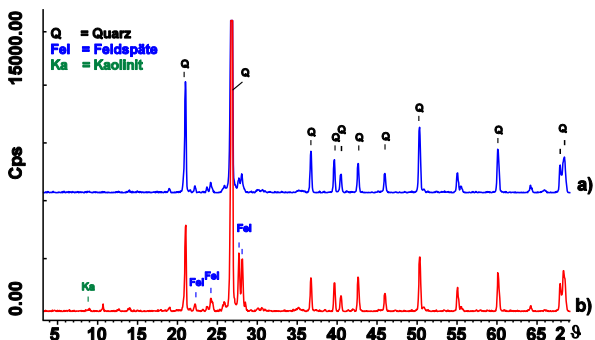


Abb. 3: Röntgenbeugungsdiagramm (Pulver) des mS der verbrauchten Pararendzina (Engelberg) a) Ah- und b) exC-Horizont

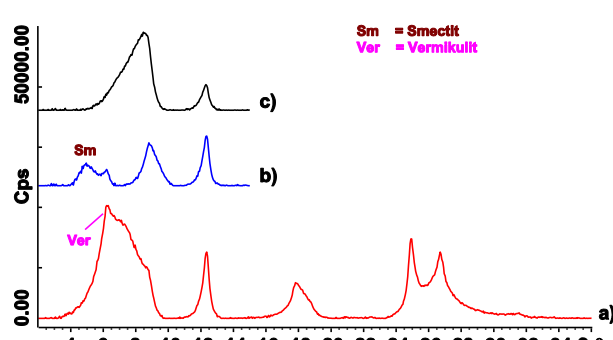


Abb. 6: Röntgenbeugungsdiagramm des Tons der verbrauchten Pararendzina (Engelberg) a) Mg-Lutro b) Glycerin c) K-Lutro