

Fumarolengase → Regenwasser → Boden

C. Hellbrück, S. Kälin, B. Marty, S. Sivapathasundaram

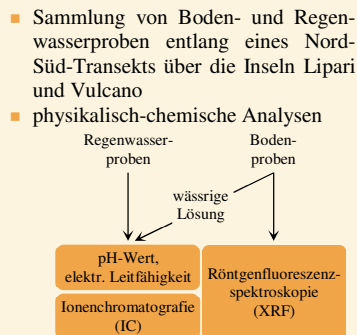
Einleitung

In der vorliegenden Studie wurden die physikalisch-chemischen Charakteristika des Regenwassers und der vulkanischen Böden auf den Inseln Lipari und Vulcano analysiert. Das Hauptziel war, den Einfluss der Fumarolenaktivität auf den Niederschlag und den Untergrund zu studieren. Zudem wurde die Zusammensetzung der vulkanischen Böden auf beiden Inseln verglichen.

Methodik



Abb. 1: Positionierung eines Regenwasser-Samplers aus PET-Flaschen im Fumarolen-



Untersuchungsgebiet

Die weniger als einen Kilometer auseinander liegenden Inseln Lipari und Vulcano sind vulkanischen Ursprungs und gehören zum Archipel der Liparischen Inseln (Abb. 2). Vulcano ist noch heute von vulkanischer Aktivität geprägt. So gibt es ein grosses Fumarolen-Feld am nördlichen Kraterand der La Fossa (Standorte 16-24). Weitere Fumarolen mit einer tieferen Temperatur sind beim östlichen Hafen in der Baia di Levante zu finden (Standort 25).



Abb. 2: Situationsplan der Inseln Lipari und Vulcano mit eingezeichneten Probenstandorten.

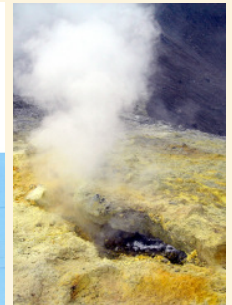


Abb. 3: Fumarole am Kraterand der La Fossa. Durch die Öffnung tritt ein bis zu 800 °C heisses Gemisch aus vulkanischen Gasen aus.

Resultate pH/Leitfähigkeit

- Fossa-Fumarolenfeld mit aussergewöhnlichen Messwerten
 - äusserst saures Regenwasser (pH-Wert 2.85 ± 0.08) und deutlich erhöhte Bodenacidität (pH-Wert 2.53 ± 0.22)
 - hohe Leitfähigkeit im Niederschlag (1.15 ± 0.04 mS/cm) und Boden (3.33 ± 1.06 mS/cm)
- pH-Wert und Leitfähigkeit des Bodens auf Lipari signifikant höher als auf Vulcano ($p < 0.05$ bzw. $p < 0.01$)

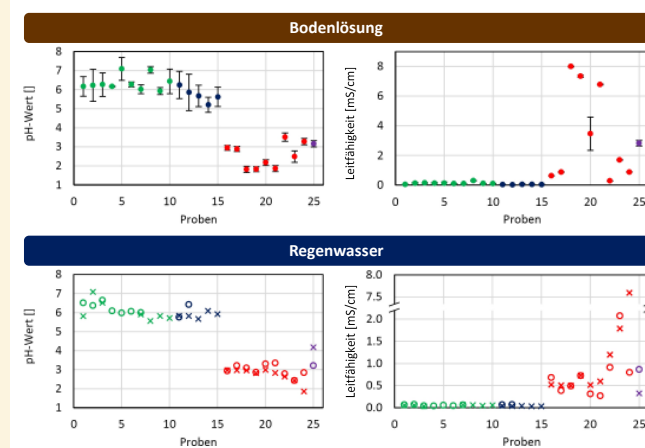


Abb. 4: pH-Wert und Leitfähigkeit in der Bodenlösung und im Regenwasser an den verschiedenen Messorten. Die Proben 1-10 stammen von Lipari (●), 11-15 von Vulcano (●), 16-24 von den Fossa-Fumarolen (●) und 25 von den Levante-Fumarolen (●); jeweils in Nord-Süd-Richtung geordnet. Die erste Regenwasser-Sammlung ist durch Kreise (○), die zweite durch Kreuze (×) gekennzeichnet. Die Fehlerbalken zeigen den 10-fachen Standardfehler.

Fazit

Die Resultate offenbaren die speziellen Charakteristika des Regenwassers und Bodens im Fumarolenfeld, die auf die Lösung bzw. Resublimation vulkanischer Gase zurückzuführen sind. So liegt der pH-Wert im sauren Bereich und die elektrische Leitfähigkeit ist massiv erhöht. Der Fumarolenboden ist zudem durch eine vermehrte Konzentration von Schwefel und weiterer Elemente gekennzeichnet. Ebenso ist der Gehalt von Sulfat und anderer Ionen im Regenwasser und in der Bodenlösung signifikant erhöht. Zusätzlich kann erwähnt werden, dass es zwischen dem geologisch jungen Boden auf der Insel Vulcano und dem bereits stärker mit Vegetation bewachsenen und erodierten Untergrund auf Lipari teils deutliche Unterschiede in der physikalisch-chemischen Zusammensetzung gibt.

Resultate Elementgehalte (XRF)

- markant hohe Schwefel-Konzentration bei den Fumarolen
 - >500 mal höher als bei andern Vulcano-Proben ($p < 0.01$)
 - praktisch reiner Schwefel (>97%) in der Mitte des Fumarolenfelds
- begleitend auch erhöhte Gehalte an Selen und Tellur (gleiche Hauptgruppe wie Schwefel), sowie Arsen und Antimon
- andere Elemente (Alkali-, Erdalkali- und Übergangsmetalle) werden verdrängt

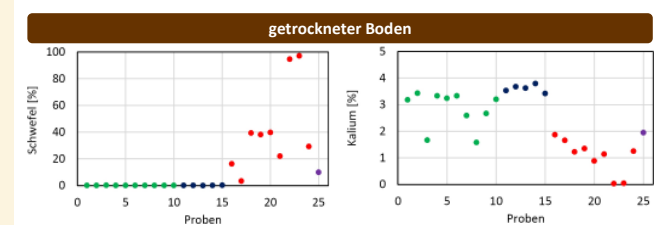


Abb. 5: Konzentrationen ausgewählter Elemente an den verschiedenen Messorten.

Resultate Ionengehalte (IC)

- Konzentrationen der gleichen Ionen (Sulfat, Bromid und Natrium) im Boden und im Regenwasser des Fumarolenfelds erhöht
- zudem gesteigerte Gehalte an Fluorid und Ammonium im Regenwasser des Fumarolenfelds

Bodenlösung					
Ion	Lipari	Vulcano	Fossa	Levante	
F ⁻ [mg/L]	1.24 ±0.25	0.49 ±0.08 *	6.22 ±4.10	1.19	
Cl ⁻ [mg/L]	8.06 ±1.93	3.06 ±0.73 *	0.65 ±0.42 *	1.90	
Br ⁻ [mg/L]	0.21 ±0.03	0.10 ±0.04	1.65 ±0.64 *	2.52	
NO ₃ ⁻ [mg/L]	6.37 ±2.15	1.04 ±0.50 *	0.01 ±0.01	0.14	
SO ₄ ²⁻ [mg/L]	4.14 ±0.64	2.04 ±0.29 *	615.64 ±194.90 *	0.00	
Na ⁺ [mg/L]	8.01 ±1.11	2.24 ±0.33 ***	8.13 ±1.73 **	17.10	
NH ₄ ⁺ [mg/L]	0.27 ±0.05	0.11 ±0.03 *	0.49 ±0.21	0.21	
K ⁺ [mg/L]	8.55 ±1.72	1.98 ±0.13 **	8.93 ±2.27 *	12.89	
Regenwasser					
Ion	Lipari	Vulcano	Fossa	Levante	
F ⁻ [mg/L]	0.07 ±0.04	0.06 ±0.03	13.95 ±4.38 **	0.29 ±0.02	
Cl ⁻ [mg/L]	7.00 ±0.75	6.23 ±0.97	76.47 ±36.93	9.47 ±0.83	
Br ⁻ [mg/L]	0.12 ±0.02	0.07 ±0.03	0.63 ±0.10 ***	0.71 ±0.36	
NO ₃ ⁻ [mg/L]	0.39 ±0.17	0.72 ±0.20	0.93 ±0.06	1.17 ±0.37	
SO ₄ ²⁻ [mg/L]	1.97 ±0.19	2.46 ±0.36	52.00 ±9.27 ***	114.80 ±7.17	
Na ⁺ [mg/L]	4.17 ±0.36	3.79 ±0.55	5.88 ±0.47 *	9.43 ±1.42	
NH ₄ ⁺ [mg/L]	0.01 ±0.01	0.02 ±0.02	1.90 ±0.69 *	0.30 ±0.03	
K ⁺ [mg/L]	0.80 ±0.09	0.44 ±0.06 **	2.92 ±1.32	7.99 ±5.58	

Tab. 1: Mittlere Konzentrationen ausgewählter Ionen. Signifikante Unterschiede zwischen Vulcano und Lipari bzw. Fossa und Vulcano sind markiert (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$).