

European Research Council

Established by the European Commission

ERC Advanced Grant „DEVENDRA“

Entschlüsselung des Einflusses von Vegetation
und Erosion auf die Basalt- und
Karbonatverwitterung durch neue Ansätze zur
Denudationsrate

Förderungspreisträger: Prof. Friedhelm von Blanckenburg
f.v.b.@fu-berlin.de

Ziel des DEVENDRA-Projekts ist die Entwicklung innovativer Methoden zur Quantifizierung der Auflösung von Basalt- und Karbonatgesteinen und die Entschlüsselung ihrer Auswirkungen auf die Vegetation und das Klimasystem der Erde.



Hypothesis 1:
Weathering set by water flow & erosion



Hypothesis 2:
Weathering set by plant action

Projektbeschreibung:

An der Erdoberfläche wird der Atmosphäre durch chemische Verwitterung von Gesteinen CO_2 entzogen, wodurch CO_2 -Emissionen der Vulkane ausgeglichen werden und die Temperaturen auf der Erde bewohnbar bleiben. Basalt- und Karbonatgesteine sind für diesen Ausgleich besonders wichtig, da sie effizient verwittert werden. Um Sensitivitäten und Rückkopplungen zwischen der Verwitterung dieser Gesteine und dem Klima zu ermitteln, ist eine genaue Beschreibung der Prozesse erforderlich, die die Umwandlung von Gestein in Boden durch Verwitterung vorantreiben. Es wird angenommen, dass neben dem Wasserabfluss auch die Erosionsrate und die Vegetation einen wesentlichen Einfluss haben. Die chemische Zusammensetzung des Flusswassers wird üblicherweise verwendet, um auf die Verwitterungsraten zu schließen. Der bevorzugte Ansatz zur Quantifizierung von Erosions- und Verwitterungsraten - kosmogene Nuklide, die *in situ* in Quarz gebildet werden - funktioniert in Basalt- und Karbonatgesteinen nicht.

DEVENDRA ist dem Pionier der Geochemie kosmogener Nuklide, Devendra Lal (1920-2012), gewidmet und hat zum Ziel, diesen blinden Fleck mit Hilfe einer neuartigen Methode zu schließen, die noch nie

auf Basalt- und Karbonatgesteine angewandt wurde: das Verhältnis von kosmogenem Beryllium-10, das aus der Atmosphäre abregnet, zu stabilem Beryllium-9, das durch Verwitterung freigesetzt wird. *DEVENDRA* wird dieses System zu einem neuartigen Erosions- und Verwitterungsratenmaß für diese Gesteine weiterentwickeln. Darüber hinaus wird *DEVENDRA* diese neue Methode nutzen, um die Gesetze, die die Verwitterung und CO₂-Freisetzung in diesen Gesteinen bestimmen zu kalibrieren. Dazu werden weltweit verteilte Bodenprofile und Wassereinzugsgebiete mit unterschiedlichem Klima und unterschiedlichen Erosionsraten verwendet. Die Ergebnisse von *DEVENDRA* werden dazu beitragen, die globalen Verwitterungsmodelle zu verfeinern. Derartige Verwitterungsmodelle werden verwendet, um den Kohlenstoffkreislauf der Erde auf geologischen Zeitskalen zu verstehen, die Entwicklung des anthropogenen CO₂ in den kommenden Jahrhunderten vorherzusagen und das Potenzial für negative CO₂-Emissionen durch künstlich erhöhte Verwitterung von Basalten abzuschätzen.

DEVENDRA wird von der [Arbeitsgruppe Geochemie des Fachbereichs Geowissenschaften der Freien Universität Berlin](#) geleitet und hat einen Co-P in der [Sektion Geochemie der Erdoberfläche](#) des Deutschen GeoForschungsZentrums GFZ Potsdam.



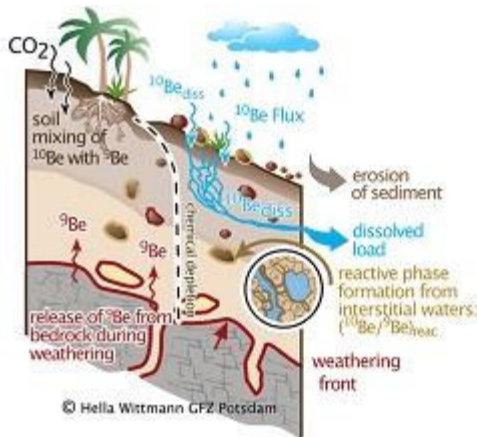
Dem großen Pionier der kosmogenen Nuklidgeochemie **Devendra Lal** (1920 - 2012) gewidmet. (Foto von <https://doi.org/10.1098/rsbm.2020.004>)

Zielsetzungen von *DEVENDRA*:

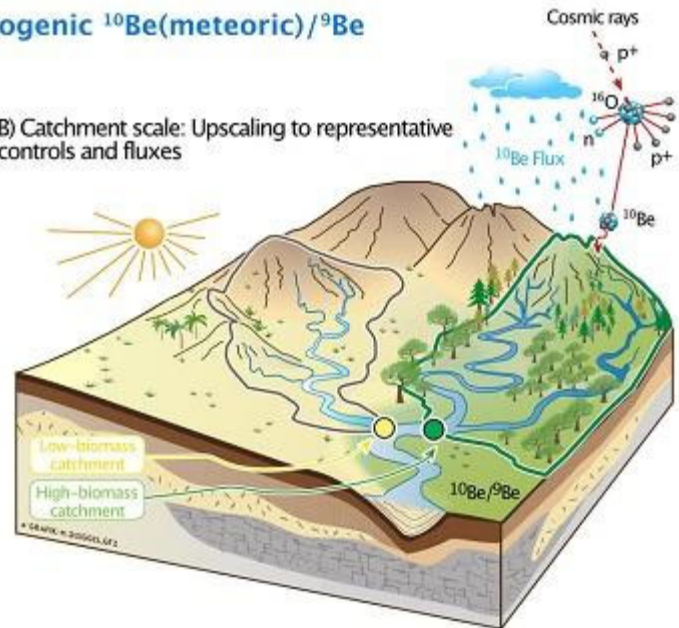
- 1. Methodenentwicklung:** Etablierung des (¹⁰Be(meteorisch)/⁹Be)-Verhältnisses als innovatives Erosions- und Verwitterungsratenmaß für Basalt- und Karbonatgesteine. Damit werden neue Wege auf dem Gebiet der Geochemie kosmogener Nuklide beschritten.
- 2. Entschlüsselung des Einflussfaktors Klima:** Entschlüsselung des Einflusses von Vegetation und Erosion auf Basalt- und Karbonatverwitterung entlang einer globalen Klimasequenz, bestehend aus einem feuchten, einem mediterranen, einem tropischen und einem arktischen Feldstandort.
- 3. Anwendungen auf den globalen Kohlenstoffkreislauf und einer verstärkten Verwitterung:** Ableitung von Beziehungen, die die Produktion von gelösten Stoffen in Flüssen als Input für globale Verwitterungsmodelle beschreiben, welche die Regulierung des Erdklimas über geologische Zeitskalen untersuchen. Untersuchung, ob ¹⁰Be(meteorisch)/⁹Be als Quantifizierungsinstrument für verstärkte Basaltverwitterung dienen kann.

The DEVENDRA Method: Cosmogenic ^{10}Be (meteoric)/ ^9Be

A) Soil scale: Relating fluxes to controls in situ



B) Catchment scale: Upscaling to representative controls and fluxes



Projektarbeitspakete:

1. Das $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ -System für Basalt und Karbonat fit machen

^{10}Be (meteorisch)/ ^9Be wird als neuer und zuverlässiger Proxy für Denudationsraten auf Boden- und Wassereinzugsgebietsebene in Lithologien entwickelt, die bisher unzugänglich waren: Basalt- und Karbonatgestein.

2. Verwitterungs- und Erosionsraten von Basalt- und Karbonatgestein entlang einer Klimasequenz

Die neue Methode wird an Feldstandorten angewandt, die sowohl eine "Klimasequenz" (Standorte mit unterschiedlicher Klimarate) als auch eine "Erodosequenz" (Standorte mit unterschiedlicher Erosionsrate) umfassen, da die Verwitterung durch unterschiedliche Hebung, Topografie und klimabedingte Wasserabflüsse sowie durch die Vegetation gesteuert wird.

3. Verknüpfung der Welt der gelösten Elementströme mit der Welt der festen Denudationsströme

Die aus den DEVENDRA-Studienstandorten abgeleiteten Beziehungen sollen in globale Verwitterungsmodelle einfließen, mit denen die Regulierung des Erdklimas über geologische Zeitskalen und die Effizienz der verstärkten Verwitterung als CO_2 -Reduktionsstrategie untersucht werden.

Projekt Team



Das DEVENDRA-Team am Ende der Feldarbeit in Kolumbien (v.l.n.r.: Nicholas Iff, Clara Geneste, Chiara Bazzucchi, Hella Wittmann, David Uhlig, Friedhelm von Blanckenburg)



[Friedhelm von Blanckenburg](#), FU Berlin, (PI), Geochemie der Erdoberfläche



[Hella Wittmann-Oelze](#), GFZ Potsdam, (Co-PI), Meteorische kosmogene Be Isotope



[David Uhlig](#), FU Berlin (Postdoc):
Geochemie der kritischen Zone



[Chiara Bazzucchi](#), FU Berlin (Postdoc):
Karbonatverwitterung



[Nicholas Iff](#), FU Berlin (Doktorand):
Basaltverwitterung



[Clara Geneste](#), FU Berlin (Doktorandin):
Basaltverwitterung



[Britta Ernst](#), FU Berlin (Projekt Büro)

[Sebastian Focke](#), GFZ Potsdam (Techniker)

Bisherige Literatur zu diesem Thema von Mitgliedern des Projektteams:

- Dannhaus, N., **H. Wittmann**, P. Krám, M. Christl, and **F. von Blanckenburg**, Catchment-wide weathering and erosion rates of mafic, ultramafic, and granitic rock from cosmogenic meteoric $^{10}\text{Be}/^9\text{Be}$ ratios. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 2018, 222, p. 618-641.
- Deng, K., Wittmann, H., **von Blanckenburg, F.**, 2020. The depositional flux of meteoric cosmogenic ^{10}Be from modeling and observation. *Earth and Planetary Science Letters* 550.
- Deng, K., **Wittmann, H., Yang, S., Blanckenburg, F.**, 2021. The Upper Limit of Denudation Rate Measurement From Cosmogenic $^{10}\text{Be}(\text{Meteoric})/^9\text{Be}$ Ratios in Taiwan. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* 126.
- Maher, K. and **F. von Blanckenburg**, Surface ages and weathering rates from Be-10 (meteoric) and Be-10/Be-9: Insights from differential mass balance and reactive transport modeling. *Chemical Geology*, 2016, 446, p. 70-86.
- Maher, K., **von Blanckenburg, F.**, 2023. The circular nutrient economy of terrestrial ecosystems and the consequences for rock weathering. *Frontiers in Environmental Science* 10.
- **Uhlig, D., von Blanckenburg, F.**, 2019. How Slow Rock Weathering Balances Nutrient Loss During Fast Forest Floor Turnover in Montane, Temperate Forest Ecosystems. *Frontiers in Earth Science* 7.
- **Uhlig, D., Sohr, J., von Blanckenburg F.** 2024. Imbalances in dissolved elemental export fluxes disclose “hidden” Critical Zone compartments. *Water Resources Research*. 60.
- **von Blanckenburg, F.**, J. Bouchez, and **H. Wittmann**, Earth surface erosion and weathering from the Be-10 (meteoric)/Be-9 ratio. *Earth and Planetary Science Letters*, 2012, 351, p. 295-305.
- **von Blanckenburg, F.**, J.A. Schuessler, J. Bouchez, P.J. Frings, D. Uhlig, M. Oelze, Frick, D. . . . K. Norton, Rock weathering and nutrient cycling along an erodosequence. *American Journal of Science*, 2021, 321.
- Bouchez, J., **F. von Blanckenburg**, and J.A. Schuessler, Modeling novel stable isotope ratios in the weathering zone. *American Journal of Science*, 2013, 313, p. 267-308.

- Willenbring, J.K., **von Blanckenburg, F.**, 2010. Meteoric cosmogenic Beryllium-10 adsorbed to river sediment and soil: Applications for Earth-surface dynamics. *Earth-Science Reviews* 98, 105-122.
- **Wittmann, H., von Blanckenburg, F.**, Dannhaus, N., Bouchez, J., Gaillardet, J., Guyot, J.L., Maurice, L., Roig, H., Filizola, N., Christl, M., 2015. A test of the cosmogenic $^{10}\text{Be}(\text{meteoric})/^{9}\text{Be}$ proxy for simultaneously determining basin-wide erosion rates, denudation rates, and the degree of weathering in the Amazon basin. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface* 120, 2498-2528.
- **Wittmann, H.**, Bouchez, J., Calmels, D., Gaillardet, J., Frick, D. A., Stroncik, N., ASTER Team, von **Blanckenburg, F.** 2024. Denudation and weathering rates of carbonate landscapes from meteoric $^{10}\text{Be}/^{9}\text{Be}$ ratios. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 129(9)
- **Wittmann, H., von Blanckenburg, F.**, Bouchez, J., Dannhaus, N., Naumann, R., Christl, M., Gaillardet, J., 2012. The dependence of meteoric ^{10}Be concentrations on particle size in Amazon River bed sediment and the extraction of reactive $^{10}\text{Be}/^{9}\text{Be}$ ratios. *Chemical Geology* 318-319, 126-138.