

ÄOLISCH BEEINFLUSSTE BODENENTWICKLUNG IN DER ALPINEN ZONE DES ZUGSPITZPLATTS UNTER PEDOGENETISCHER BERÜCKSICHTIGUNG LOKALER WINDSTRÖMUNGEN UND GROßWETTERLAGEN

SVEN GRASHEY-JANSEN, OLIVER KORCH, CHRISTOPH BECK, ARNE FRIEDMANN,

ROMINA BERNHARD, CAROLIN DUBITZKY

UNIVERSITÄT AUGSBURG, INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE, LEHRSTUHL FÜR PHYSISCHE GEOGRAPHIE UND
QUANTITATIVE METHODEN

Der geologische Untergrund des Zugspitzplatts baut sich vorwiegend aus sehr reinen triassischen Kalksteinen auf. Pedogenetisch entwickeln sich daher aus den CaCO_3 - und MgCO_3 -reichen Ausgangssubstraten vorwiegend *Eutric Regosols*. Bekannt ist aber auch das Auftreten azonaler *Cambisols*, deren Pedogenese an kalkarme Ausgangssubstrate und niedrige pH-Werte geknüpft ist. Eigeninitiative Untersuchung hinsichtlich der räumlichen Verbreitung dieser *Cambisols* hat deutliche Verteilungsmuster ergeben, welche im Zusammenhang mit den lokalen Luftströmungsverhältnissen und dem Auftreten von bestimmten Großwetterlagen in Verbindung zu stehen scheinen.

Ein Großteil der (Roh-)Bodenformationen im Untersuchungsgebiet wird durch das autochthone Ausgangsgestein bestimmt. Der ladinische Wettersteinkalk (alpine Trias) gilt aufgrund der vorwiegend lagunären Schichtserien in seiner Stratigraphie als ein sehr reines Kalkgestein ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 > 95\%$). Infolgedessen weist das Untersuchungsgebiet ein ausgeprägtes Karstrelief auf, das lokal von glazialen und rezenten Schuttakkumulationen bedeckt wird. Die typische Pedogenese läuft (v.a. im initialen Stadium) vorwiegend im basisch-neutralen Bereich ab. Aufgrund der Höhenlage dominieren physikalische gegenüber chemischen Verwitterungsprozessen, was zur Ausbildung verschiedener Syroseme und Rendzinen geführt hat (*Eutric Leptosols*/*Eutric Regosols*). Die im Mittel ganzjährig kühl-feuchten

Bedingungen führen zu einer retardierten Zersetzung und Akkumulation der toten Biomasse. Höhenzonal typische Felshumusböden (*Folic Histosols*) prägen daher einen Großteil des Untersuchungsgebietes.

Äolischer Eintrag von Silikatglimmern

Die vorhandene Literatur [1-4] belegt spätglaziale und rezente äolische Einträge von Silikatstäuben der Schlufffraktion aus dem zentralalpinen Raum (Abb.1).

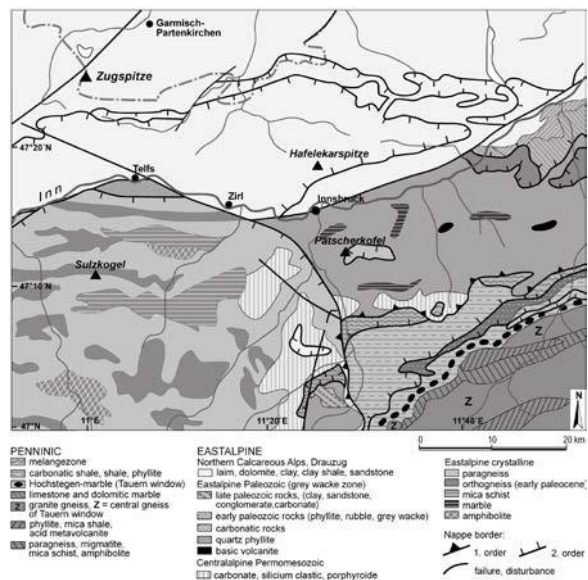


Abb.1: Geologie der südlich an das Untersuchungsgebiet angrenzenden Zentralalpen, die als ein potentielles Hauptliefergebiet äolischer Einträge gesehen werden

Dies hat lokal eine Modifizierung der basischen Bodenentwicklung bewirkt. Vorwiegend in den Kluftharrenfeldern zeigen sich Anreicherungen

von allochthonen Silikatglimmern im gesamten Solum der Karsttaschen bis hin zum anstehenden Ausgangsgestein. Infolge der fehlenden Säurepufferung konnten hier tiefgreifende und kalksteinuntypische Verbraunungsprozesse nachgewiesen und kartiert werden. Dabei wurde eine signifikante Dominanz der *Cambisol*-Verbreitung auf den nach Südosten exponierten Karstflächen festgestellt, was die bisher generell vertretene Annahme (Credner et al., 1998; Hüttl, 1997; Küfmann, 2003, 2008) einer gleichmäßigen Verteilung auf dem Zugspitzplatt widerlegt (Grashey-Jansen et al., 2014).

Detailkartierungen am Gatterl

Die kartierten Verbreitungsmuster legen vielmehr einen an Südostströmungen gekoppelten äolischen Eintrag durch das Gatterl nahe (Abb.2), welches durch seine Öffnung im Reliefverbund des Grat- und Kammverlaufes eine strömungskanalisierende Wirkung vermuten lässt. Das räumliche Verteilungsmuster von mit Glimmern angereicherten Substraten wird durch die höhendifferenzierte Analyse der CaCO_3 -Gehalte und pH-Werte gestützt. Abbildung 3 zeigt eine signifikante Zunahme der entsprechenden Werte in den Oberböden mit zunehmender Höhe über NN und hebt das dominante Vorkommen der *Cambisols* zwischen 2.100 m und 2.200 m ü NN hervor.

Dies kann durch eine eingeschränkte räumliche Wirksamkeit der verantwortlichen Luftströmungen erklärt werden: Es ist davon auszugehen, dass die SE-Winde nach dem kanalisiertem Durchströmen des Gatterls durch die Reibung an der nach Norden ansteigenden und mit Vegetation besetzten Karstoberfläche sowie der Südwand unterhalb des Jubiläumsgrates relativ schnell abgebremst werden, so dass sich die äolische Fracht auf den Oberflächen deponiert. Eine abbremsende Wirkung kann auch im Einfluss lokaler Berg-Talwindzirkulationen sowie durch das Gegenströmen katabatischer Fallwinde vermutet

werden. In allen Fällen fungieren die Karsttaschen hierbei als natürliche Sedimentfallen hinsichtlich des Rückhalts und der Akkumulation der eingetragenen Silikatglimmer.

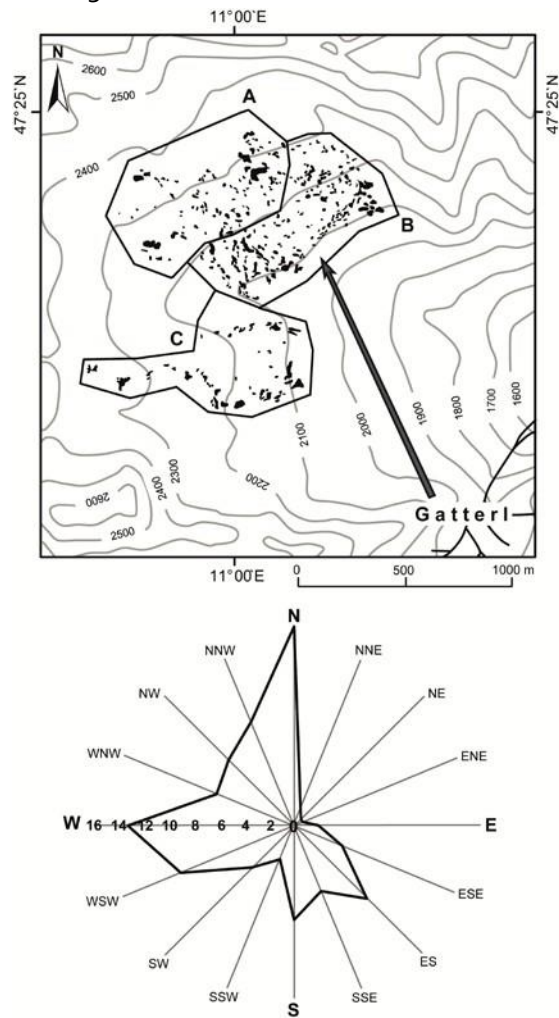


Abb.2: Bodenkundliche Detailkartierung zwischen 2100 m und 2400 m ü NN.

Oben: Verteilung von Arealen im Untersuchungsgebiet mit Bodenmächtigkeiten > 10 cm (= schwarze Flächen). Der schwarze Pfeil gibt die vermutete Hauptrichtung des äolischen Eintrags an.

A: Böden mit $\text{CaCO}_3 > 45\%$ und pH-Werten $< 7,5$ (Vorwiegend Eutric Regosols und Follic Histosols)

B: Böden mit $\text{CaCO}_3 < 10\%$ und pH-Werten $< 6,5$ (Vorwiegend Cambisols)

C: Junge Böden auf rezent aktiven Schuttakkumulationen und verlängerten Schneeschmelzperioden. (Vorwiegend Eutric Regosols und Follic Histosols)

Unten: Prozentuale Verteilung der Windrichtungshäufigkeiten (basierend auf DWD-Daten von der Zugspitze 1974-2013).

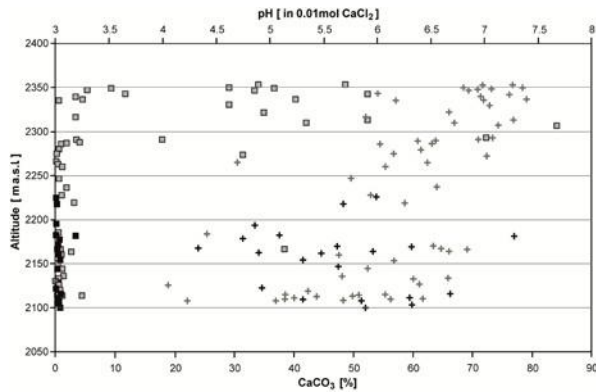


Abb.3: Zusammenhang zwischen Höhenlage und Ca- CO₃-Gehalt der Oberböden (Quadratsignaturen; schwarz mit, grau ohne Glimmeranreicherungen) sowie Zusammenhang zwischen Höhenlage und pH-Millieu der Oberböden (Kreuzsignaturen; schwarz mit, grau ohne Glimmeranreicherungen).

Der prozentuale Anteil südöstlicher Windströmungen am Zugspitzgipfel erscheint mit durchschnittlich 6.3 sehr gering (Abb.2). Die für den äolischen Eintrag verantwortlichen Windströmungsrichtungen sind aber aufgrund der bisher fehlenden instrumentellen Ausstattung im Kartierungsgebiet mit Sicherheit unterrepräsentiert.

Ergänzend oder alternativ zu lokalen instrumentellen Windmessungen können Untersuchungen der pedogenetisch relevanten Atmosphärischen Strömungsdynamik mittels objektiver Zirkulationsklassifikationen durchgeführt werden.

Potenziell äolischen Eintrag in das Untersuchungsgebiet verursachende Zirkulationstypen sind beispielhaft in Abbildung 4 dargestellt.

Literatur

Credner, B., Hüttl, C. und Rögner, K.: The formation and distribution of soils and vegetation at the Zugspitzplatt (Bavaria, Germany) related to climate, aspect and geomorphology. *Ecologie*, 29 (1-2): 63-65, 1998.

Hüttl, C.: The influence of different soil types and associations of vegetation on limestone solution in a high-mountainous region (Zugspitzplatt, Wettersteingebirge, Germany). *Ecologie*, 29 (1-2): 83-87, 1997.

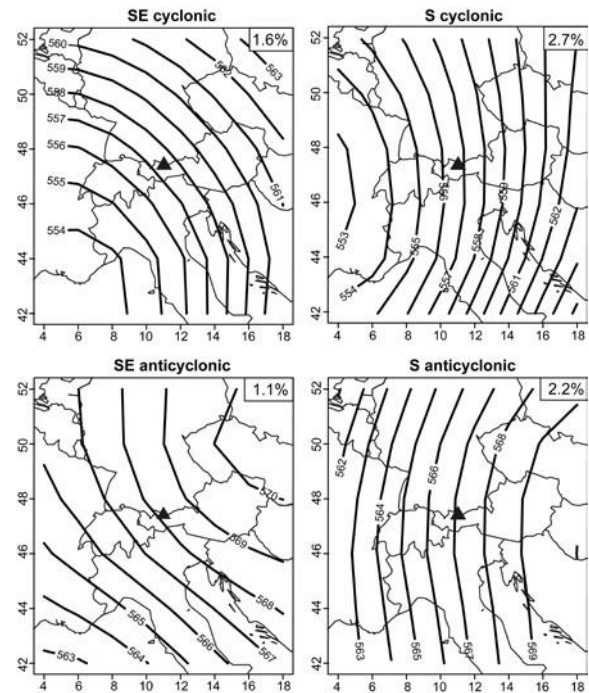


Abb.4: Zirkulationsmuster (geopotentielle Dekameter) und relative Auftrittshäufigkeiten (in %) vier ausgewählter Zirkulationstypen (objektive Großwettertypen) mit südlicher (S) bzw. südöstlicher (SE) Anströmrichtung und zyklonaler bzw. antizyklonaler Charakteristik in der Zugspitzregion (schwarzes Dreieck). Ermittelt auf der Grundlage täglicher geopotentieller Höhendaten (500hPa), für den Ausschnitt 4°O-18°O/ 42°N-52°N, Zeitraum 1901-2011.

Küfmann, C.: Soil types and eolian dust in high-mountainous karst of the Northern Calcareous Alps (Zugspitzplatt, Wetterstein Mountains, Germany). *Catena*, 53: 211-227, 2003.

Küfmann, C: Are Cambisols in Alpine Karst Autochthonous or Eolian in Origin? *Arctic, Antarctic and Alpine Research*, 40 (3): 506-518, 2008.

Grashey-Jansen, S., Korch, O., Beck, C., Friedmann, A., Bernhard, R. und Dubitzky, C.:

Aeolian influenced soil sites in consideration of atmospheric circulation types – a case study in the alpine zone of the Zugspitzplatt (Northern Calcareous Alps, Germany). *Journal of Geology, Agriculture and Environmental Sciences* 2 (4): 11-19, 2014.

Beck, C., Jacobeit, J. und Jones, P.D: Frequency and within-type variations of large scale circulation types and their effects on low-frequency climate variability in Central Europe since 1780. *International Journal of Climatology* 27: 473-491, 2013.