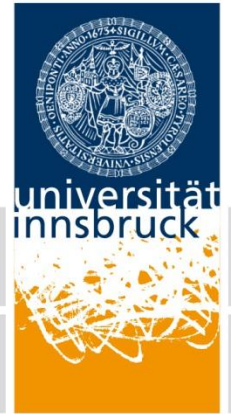


University of Innsbruck - Faculty of Biology

Institute of Microbiology



Methanproduktions- und oxidationspotenziale von Böden des Gletschervorfelds entlang einer Chronosequenz

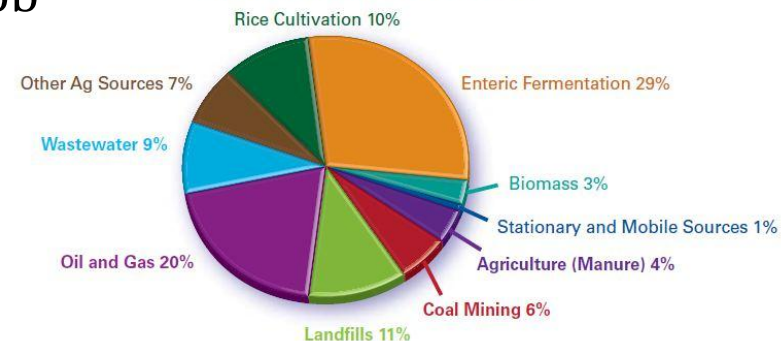
Eva Prem & Paul Illmer

Einleitung

Treibhausgas Methan

- neben CO_2 und FCKWs eines der häufigsten und stärksten Treibhausgase
- 20 – 30 mal effizienter als CO_2
 - Absorption von Infrarotstrahlen
 - Reaktion mit Hydroxylradikalen \rightarrow Ozon, CO und CO_2
- Klimabericht des IPCC (2007):
 - Präindustrialisierung: **715** ppb
 - 1990er: **1732** ppb
 - 2005: **1774** ppb

Figure 1: Estimated Global Anthropogenic Methane Emissions by Source, 2010



Einleitung

Methanentstehung in aeroben Böden

- Wälder, Savannen, Wüsten, kultivierten Böden
- *Methanosarcinales* (Waldböden),
- *Methanobacteriales* (arktische Böden) aerotolerant???
- Einflussfaktoren:
 - Temperatur und Wasser
 - Vegetation: Mykorrhizapilze, Wurzelexsudate, mit Wurzeln assoziierte Bakterien
 - Details noch nicht ganz verstanden



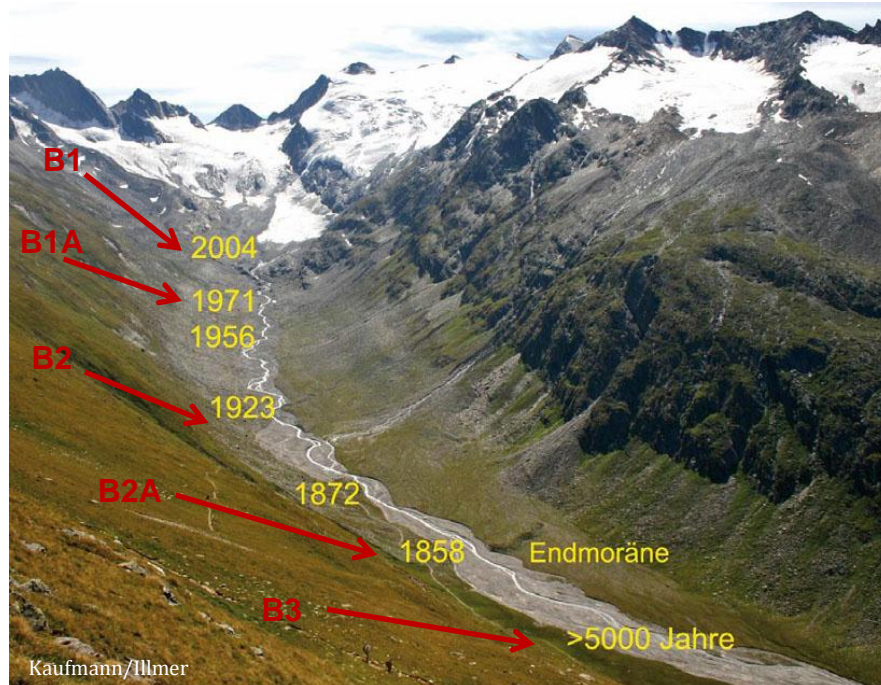
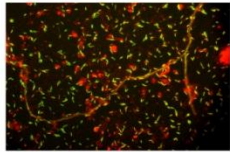
Einleitung

Methanoxidation in aeroben Böden

- „low- affinity“ und „high- affinity“ Methanotrophe
- Waldböden, alpinen Böden, Reisfeldern etc.
- 50% des produzierten Methans bereits im Boden wieder oxidiert;
- Methansenke
- Einflussfaktoren:
 - Temperatur
 - Sauerstoffgehalt
 - Vegetation
 - Ammonium



Probennahme - Rotmoostal

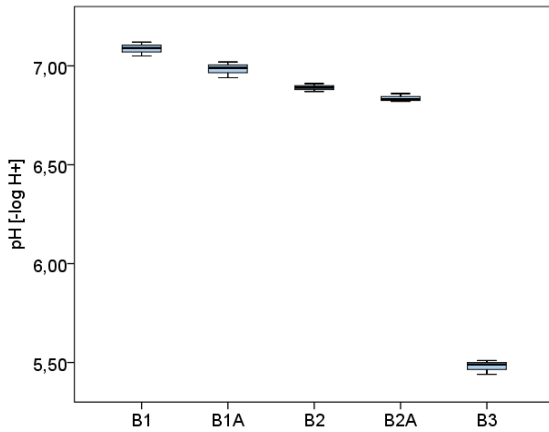
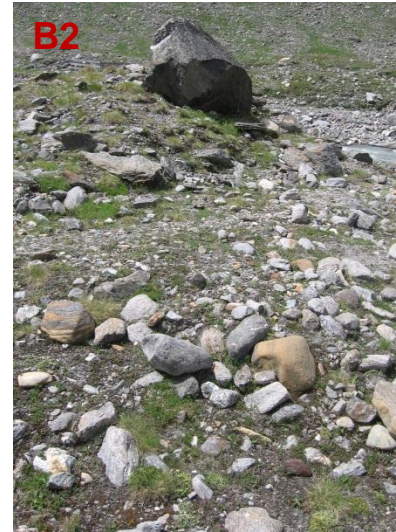
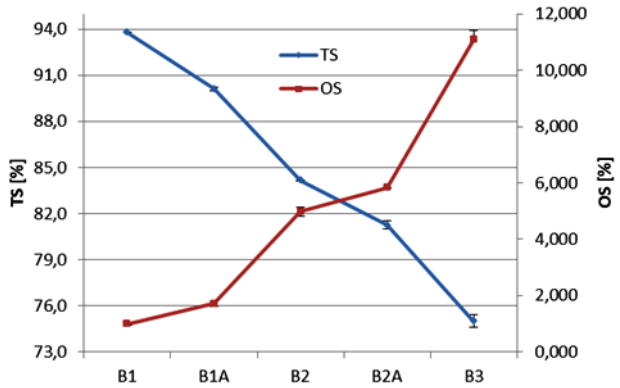
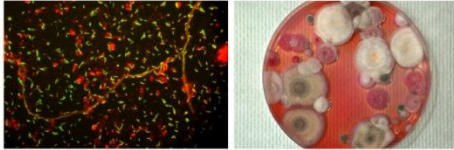


Höhe: **2280 bis 2450 m SH**
Jahresmitteltemperatur: **2,8°C**
Jährlicher Niederschlag: 851 mm

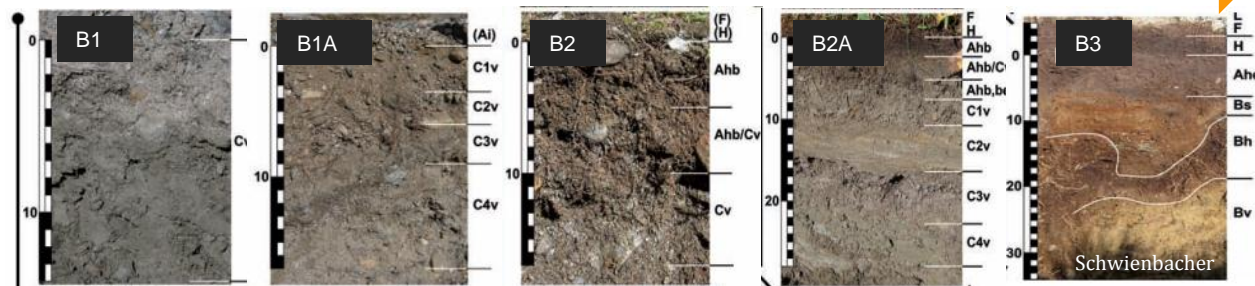
Kontinuierlicher Rückgang des
Gletschers seit 150 Jahren!



Probennahme - Rotmoostal



Sukzession



„Die Böden eines alpinen Gletschertales“ – Schwienbacher E, Koch EM, Universität Innsbruck

Material & Methoden

Bodenmikrobiologische Standardmethoden:

- TS, OS, pH
 - Nitrat, pflanzenverfügbares Ammonium
 - DMSO → aerob und anaerob
 - Dehydrogenaseaktivität mit TTC
 - Ammonifikation
- } Aktivitätsparameter

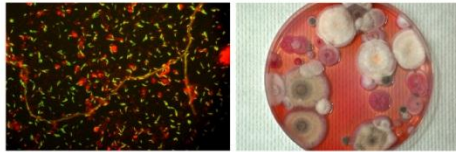
Material & Methoden

Abschätzung der potentiellen Aktivität von Methanogenen und Methanotrophen

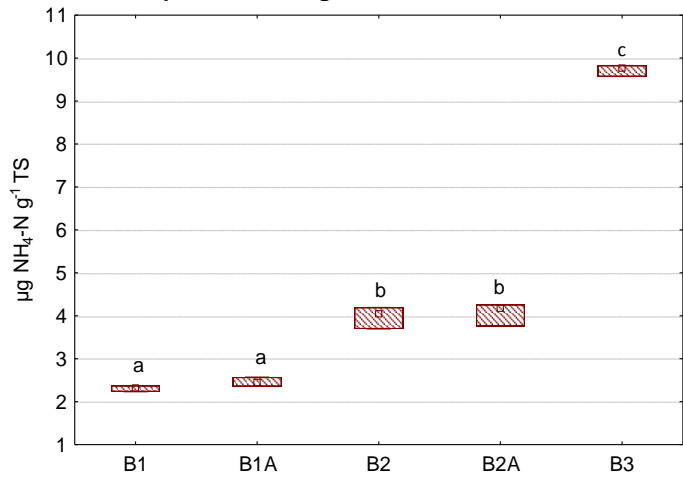
- Infusionsfläschchen
- **Methanogene**: anaerobe Atmosphäre: N_2 - CO_2 -Gasgemisch
- **Methanotrophe**: aerobe Atmosphäre mit 1 % CH_4
- +/- Ammoniumzugabe (3,5 g / l Bodenwasser)
- Inkubationstemperatur: 10°C und 37°C
- 2 Wassergehalte
- Inkubationszeit: 4 Wochen



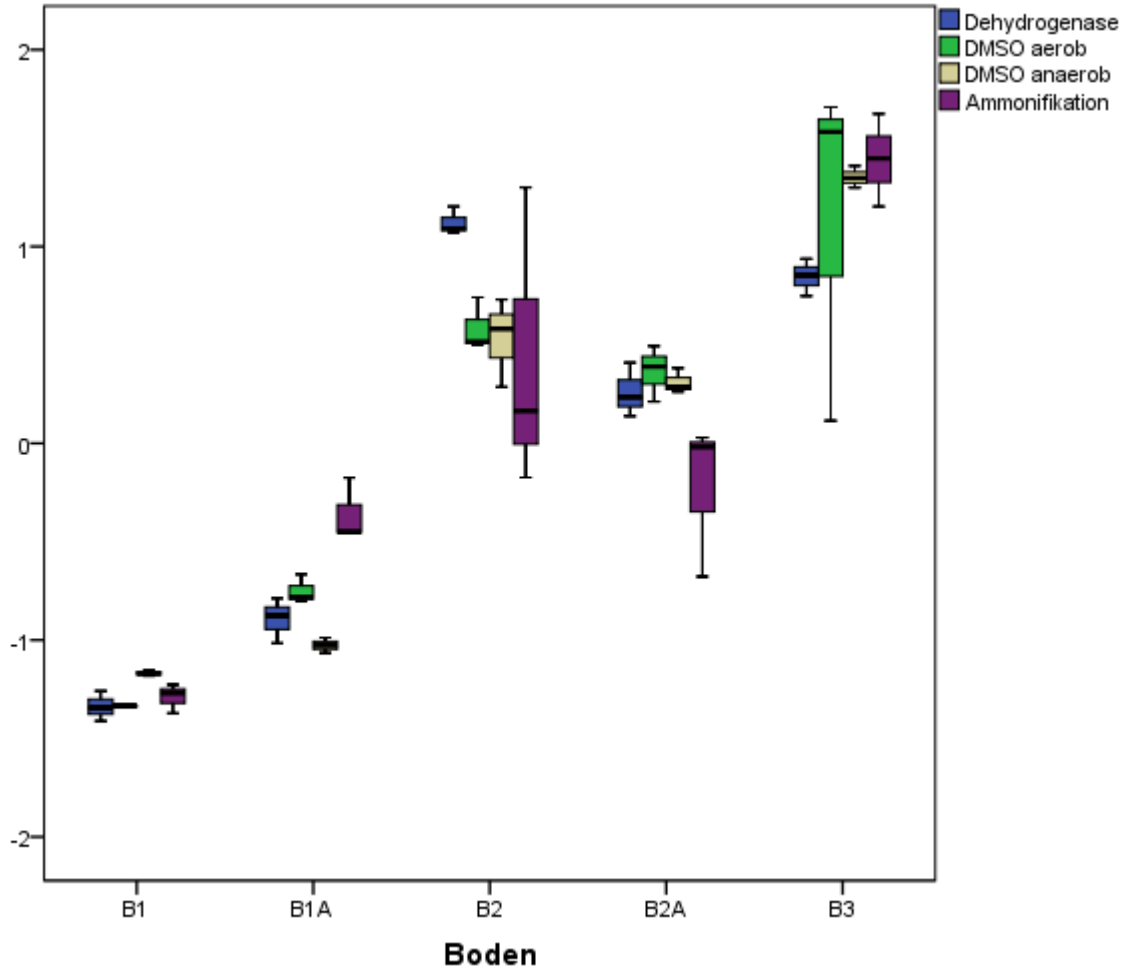
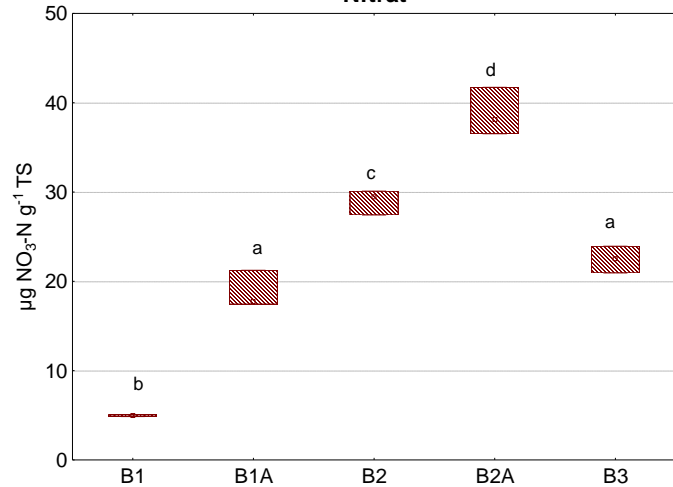
Ergebnisse



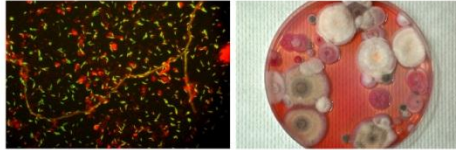
pflanzenverfügbares Ammonium



Nitrat

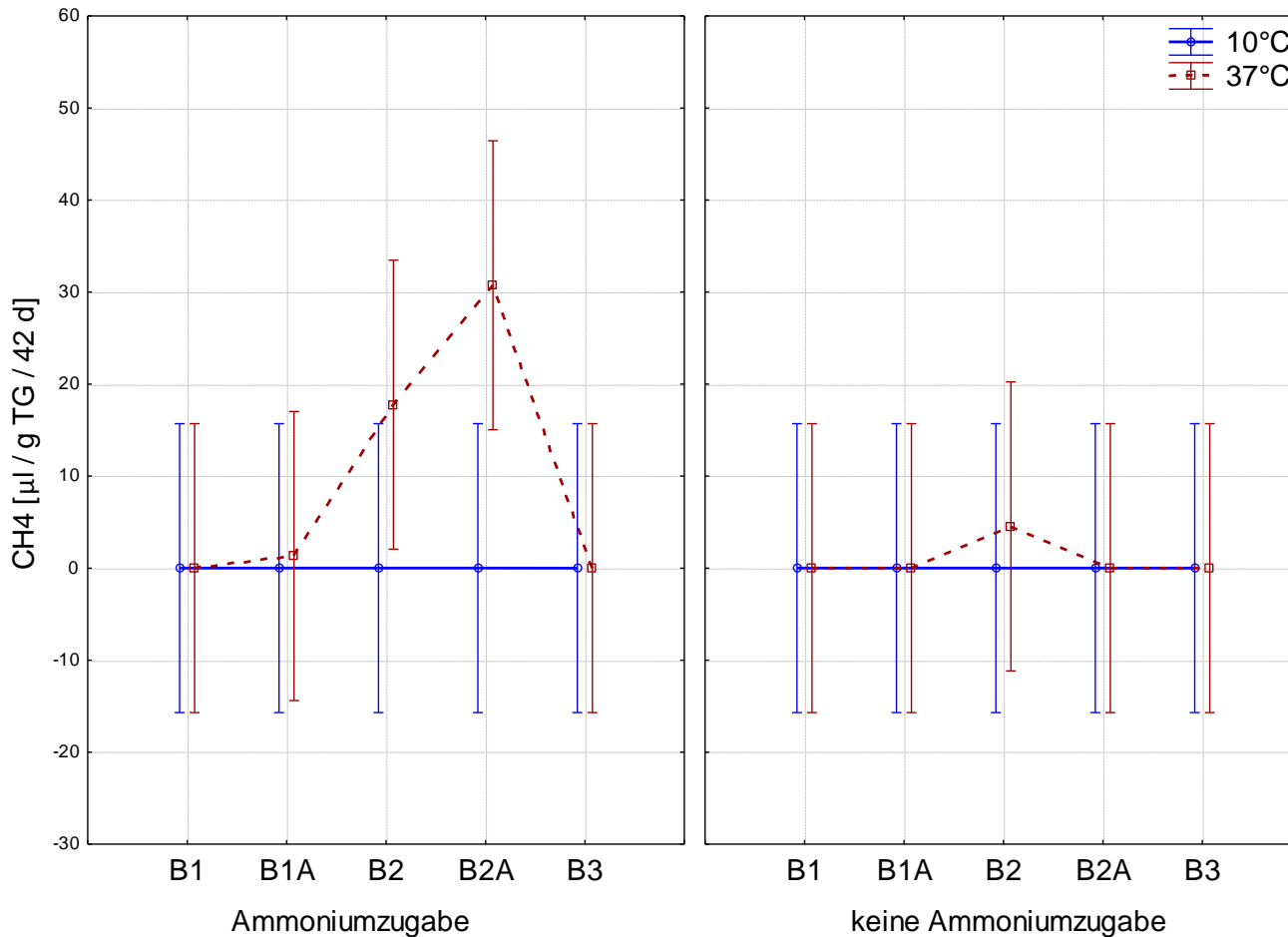


Ergebnisse - Methanproduktion



Methanproduktion unter wassergesättigten Bedingungen

Current effect: $F(4, 40)=,73658, p=,57255$

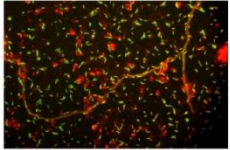


Keine Methanproduktion unter naturfeuchten und psychrophilen Bedingungen!

Starke Unterschiede zw. Parallelen → heterogenes Vorkommen im Boden

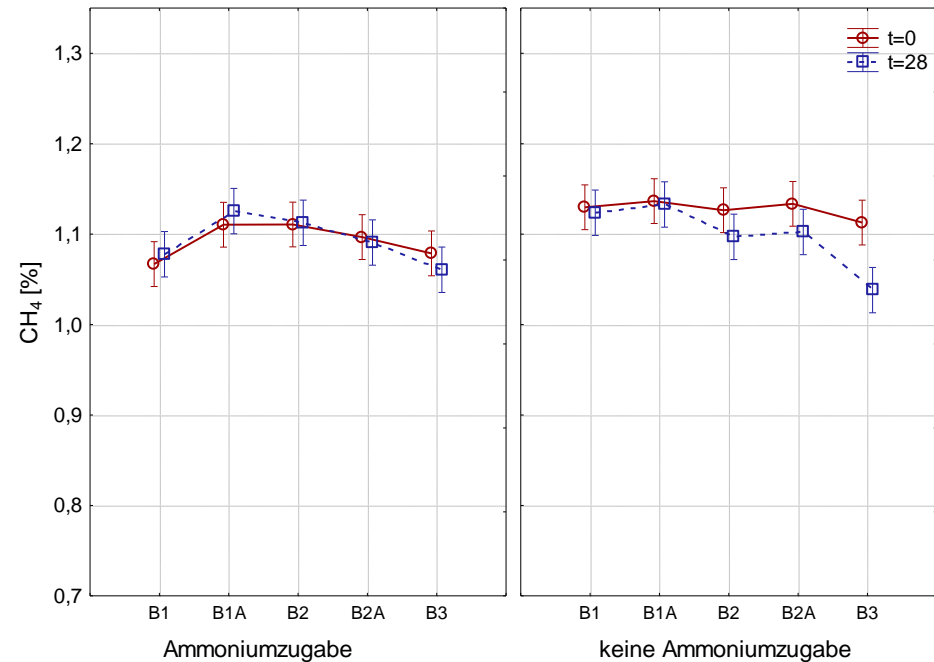
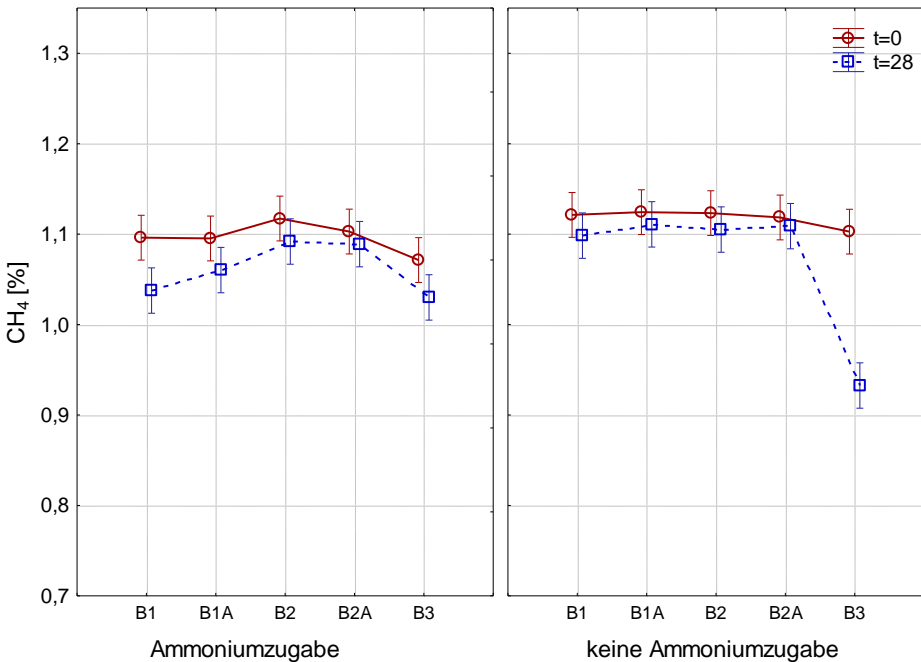
Ammoniumzugabe fördert Methanproduktion

Ergebnisse - Methanoxidation



naturfeucht, 10°C

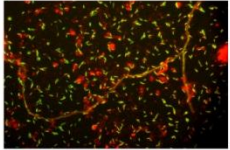
naturfeucht, 37°C



Methanoxidation konnte nur im Boden **B3** beobachtet werden!

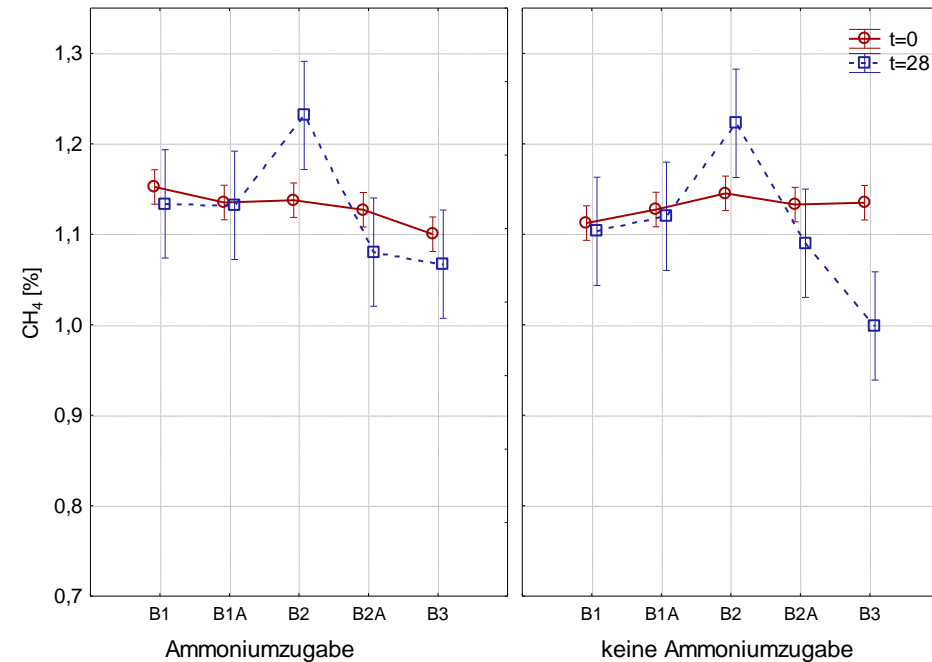
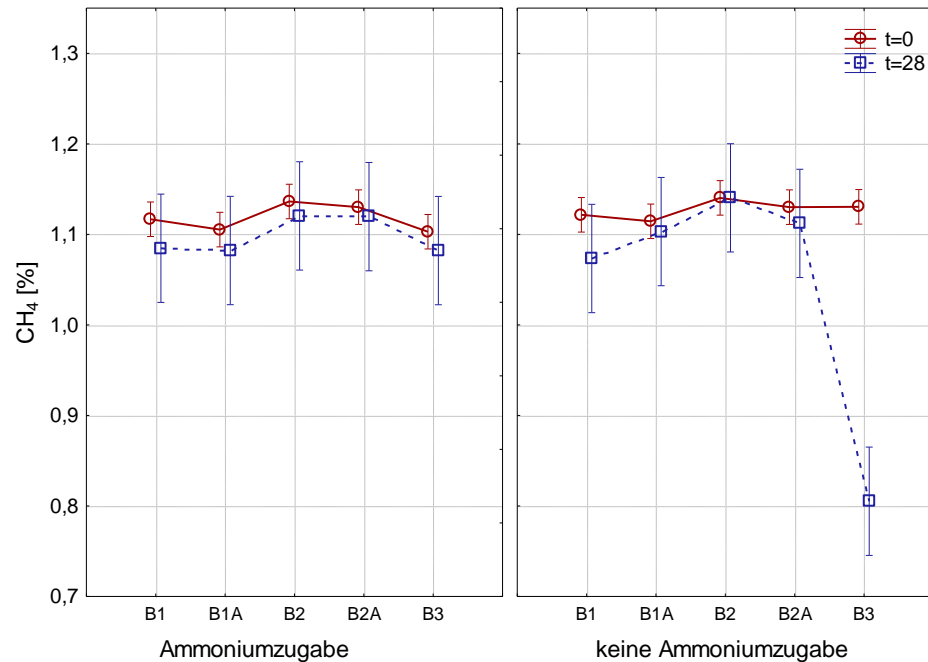
Eingeschränkte Methanoxidation bei **Ammoniumzugabe** und mesophilen (37°C) Bedingungen

Ergebnisse - Methanoxidation



wassergesättigt, 10°C

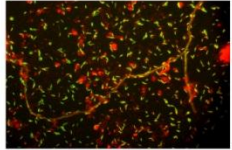
wassergesättigt, 37°C



Methanoxidation im Boden **B3** auch unter **wassergesättigten** Bedingungen

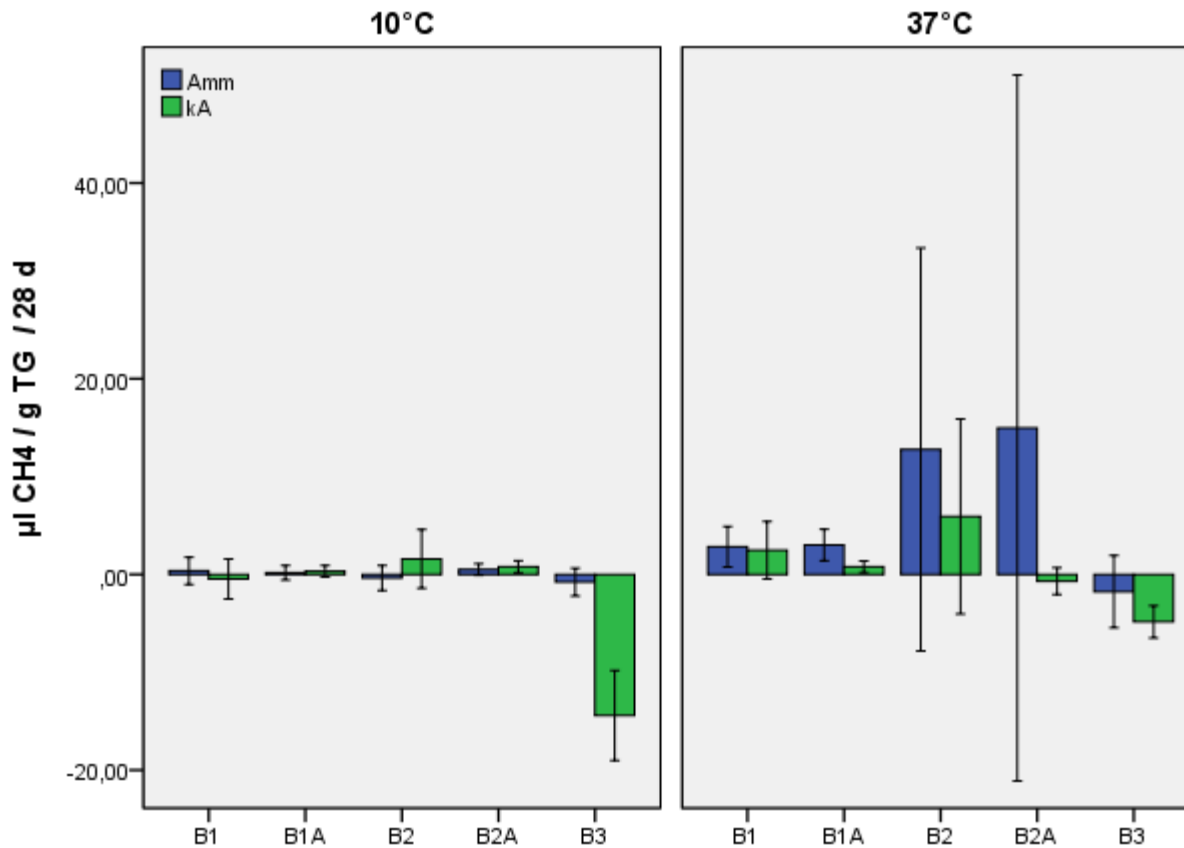
Methanproduktion im Boden **B2** unter **mesophilen**, (wassergesättigten) Bedingungen

Ergebnisse - Methanoxidation



Hochsignifikanter Zusammenhang zw.
Methanoxidation und **pH** ($r = -0,97$) bzw.
Methanoxidation und Gehalt an
pflanzenverfügbarem (nativem!)
Ammonium ($r = 0,94$)!

Ergebnisse - Nettomethanproduktion



B2 und B2A fungieren als **potentielle** Methanquellen, begünstigt unter mesophilen Bedingungen

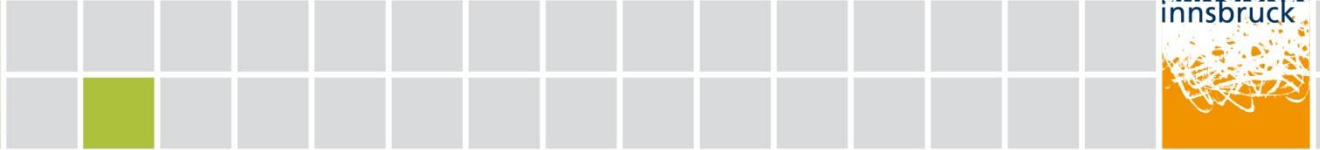
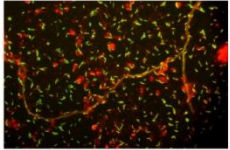
B3 fungiert als **potentielle** Methansenke, begünstigt unter psychrophilen Bedingungen

Zusammenfassung

- Genereller **Anstieg der mikrobiellen Aktivität** mit Bodenalter, jedoch Aktivitätseinbruch im Boden mittleren Alters (**B2A**)
- **Hot - Spots** → **Methanogene** in Böden mittleren Alters (**B2** und **B2A**) nachweisbar
- **Ammoniumzugabe fördert Methanproduktion**
potentielle Methanquellen

Zusammenfassung

- Etablierung von **Methanotrophen** im ältesten Boden (**B3**) durch ausreichende Boden- und Nischendifferenzierung;
- **Ammoniumzugabe** (im Labor) **hemmt Methanoxidation**
„Die Dosis macht das Gift“
- Böden generell als **Methansenken** zu sehen



Sieglinde
Farbmacher



Philipp Lins



Nadine Präg



Andreas Wagner

Danke an die Bergsteiger!

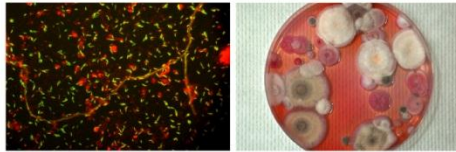


Paul Illmer

Danke für die Aufmerksamkeit!



Literatur- und Bildverzeichnis

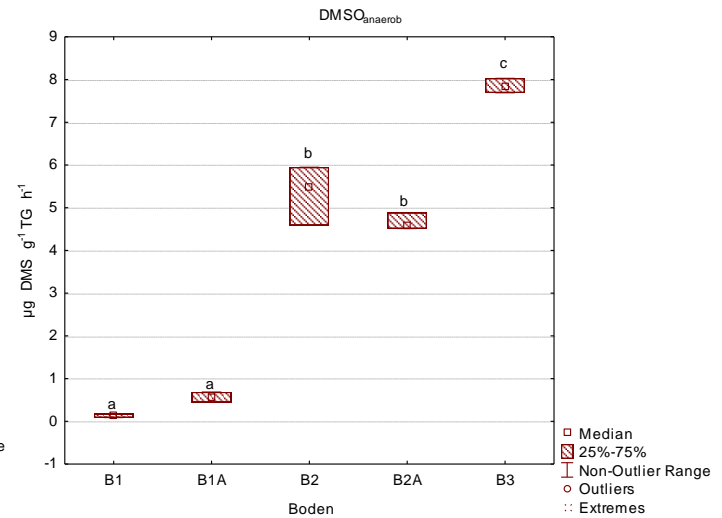
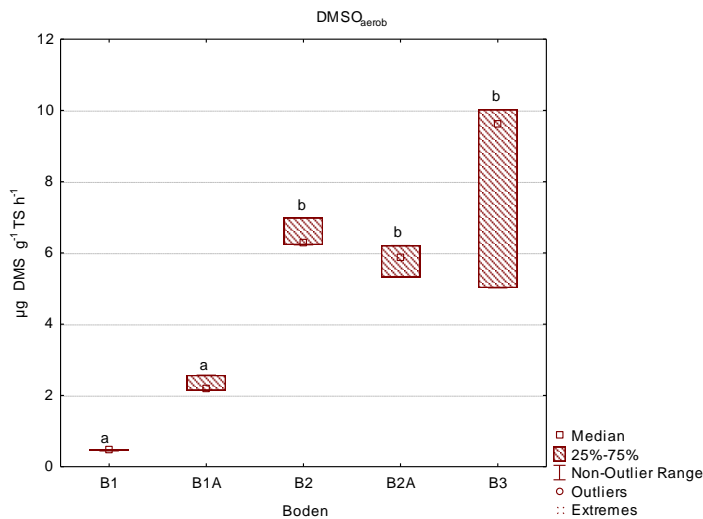
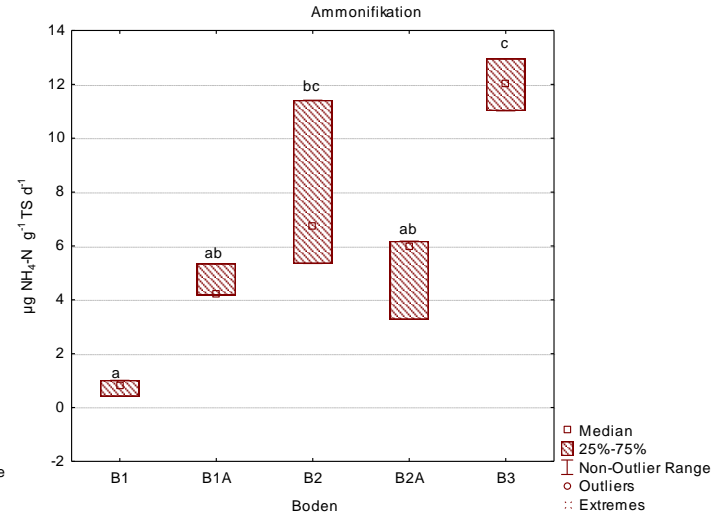
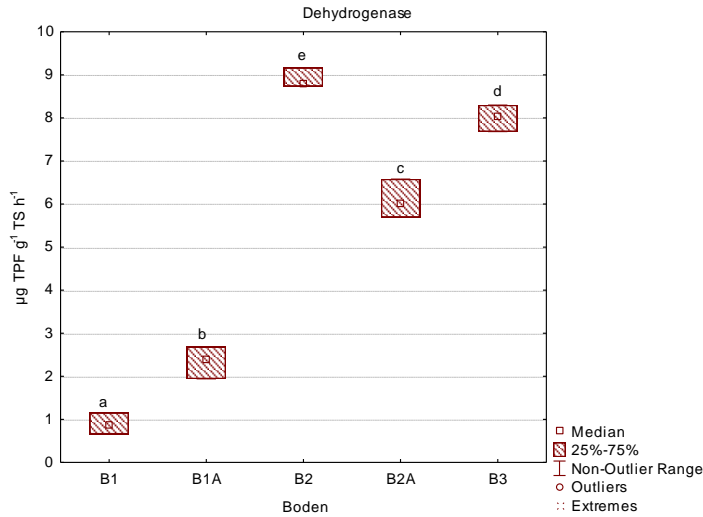
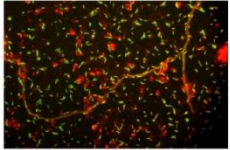


- Anguelov, G, I Anguelova, N Bailey. Land-use impact on soil solution constituents from an Ultisol of North Florida. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 90, 171-187. 2011.
- Bardgett, R., (2005). *The Biology of Soil: a Community and Ecosystem approach*, Oxford University Press, Oxford, New York.
- Bomberg, M, L Montonen, S Timonen. Anaerobic Eury- and Crenarchaeota inhabit ectomycorrhizas of boreal forest Scots pine. *EUROPEAN JOURNAL OF SOIL BIOLOGY* 46, 356-364. 2010.
- Bomberg, M, U M ster, J Pumpanen, H Ilvesniemi, J Heinonsalo. Archaeal Communities in Boreal Forest Tree Rhizospheres Respond to Changing Soil Temperatures. *Microbial Ecology* 62, 205-217. 2011.
- Bomberg, M, S Timonen. Distribution of Cren- and Euryarchaeota in Scots Pine Mycorrhizospheres and Boreal Forest Humus. *Microbial Ecology* 54, 406-416. 2007.
- Bohner A, B PREVOSTO, L KUITERS, M BERNHARDT-RÖMERMANN, M DÖLLE, W SCHMIDT, M HOFFMANN, J VAN UYTVANCK, D KREINER, J STADLER, S KLOTZ. Land abandonment and vegetation change in open landscapes: assessing biodiversity impacts and options for mitigation.
- IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- Johnson, M.G., 1995, *The Role of Soil Management in Sequestering Soil Carbon*, in R Lal, J Kimble, E Levine, and BA Stewart (eds), *Soil Management and Greenhouse Effect*: Boca Raton, CRC Press, p. 351-364.
- Küsel, K, C Wagner, H L Drake, 1999, Enumeration and metabolic product profiles of the anaerobic microflora in the mineral soil and litter of a beech forest: *FEMS Microbiology Ecology*, v. 29, p. 91-103.
- Lal, R, J Kimble, B A Stewart, 1995, *World Soils as a Source or Sink for Radiatively- Active Gases*, in R Lal, J Kimble, and BA Stewart (eds), *Soil Management And Greenhouse Effect*: Boca Raton, CRC Press, p. 1-8.
- Le Mer, J, P Roger. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: A review. *Eur. J. Soil Biol.* 37, 25-50. 2001.
- Müller, C, R J Laughlin, P Christie, C J Watson. Effects of repeated fertilizer and cattle slurry applications over 38 years on N dynamics in a temperate grassland soil. *Soil Biology and Biochemistry* 43, 1362-1371. 2011.
- Peters, V, R Conrad. Methanogenic and other strictly anaerobic bacteria in desert soil and other oxic soils. *Applied and Environmental Microbiology* 61, 1673-1676. 1995.
- Singh, B.K, R D Bardgett, P Smith, D S Reay. Microorganisms and climate change: terrestrial feedbacks and mitigation options. *Nature Reviews Microbiology* 8, 779-790. 2010
- Schwienbacher, E. and Koch, E. M., 2010. *Die Böden eines alpinen Gletschertales*. Eds.: Koch, E. M. and Erschbamer, B.: *Glaziale und periglaziale Lebensräume im Raum Obergurgl*, Edition Innsbruck University Press, Innsbruck.

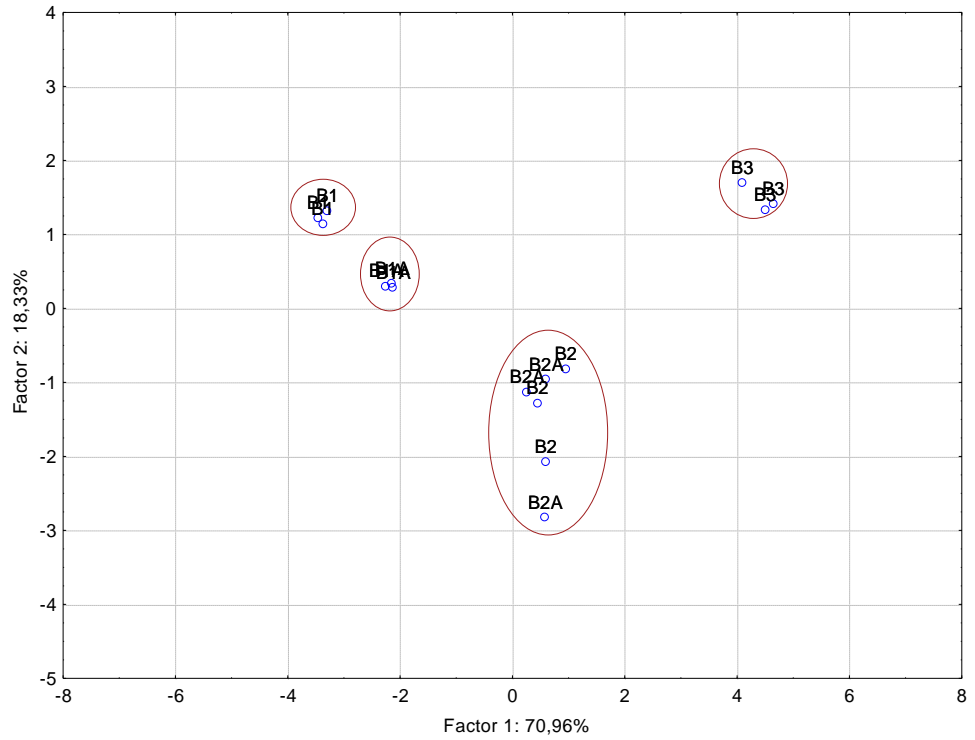
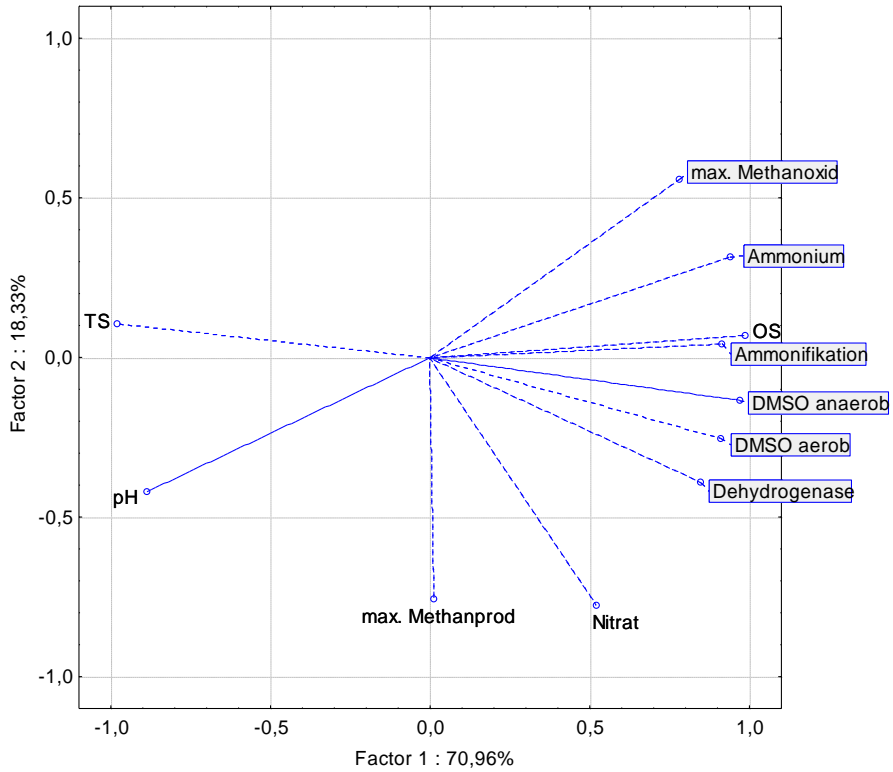
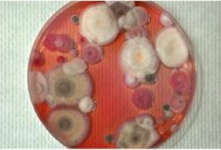
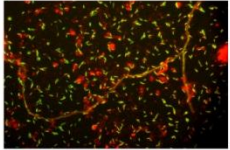
Bilder:

- <http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/umwelt/11155/11197/index.html?lang=de&image=NHzLpZeg7t,lnp610NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpn02Yuq2Z6gpjCGeYJ4f2ym162bpYbqjKbNpKCVm67p>
- http://www.hsschoenbach.at/informatik/referate/Schuelerwebseite3/webseite_katrin_zaininger/bilder/Wald.jpg
- <http://www.salzburg.gv.at/himmel-2.jpg>
- <https://www.e-education.psu.edu/drupal6/files/eme444/images/Global%20Methane%20Emissions%202010.jpg>
- <http://www.lilipuz.de/typo3temp/pics/5ff6ddb07e.jpg>
- <http://www.20min.ch/dyim/bd3847/B.M600,1000/images/content/1/3/2/13225410/6/topelement.JPG>
- <http://static.dmdcdn.com/gif/recycling-reality-1.jpg>
- <http://us.123rf.com/400wm/400/400/joesive47/joesive471201/joesive47120100038/12030885-reispflanze.jpg>
- Madigan, M.T., J.M. Martinko, P.V. Dunlap, D.P. Clark, 2009, *Biology of Microorganisms*, San Francisco, Pearson Education, Inc., p. pp 1061.
- http://www.unserboden.at/files/boden-des-jahres-2008_13-03-2008_15-42.jpg
- http://media.mlive.com/kzgazette_impact/photo/sand-dunes-85a1de5479d1be97.jpg
- http://images.nationalgeographic.com/wpf/media-live/photos/000/356/cache/smart-traveler-michigan-road-trip_35682_600x450.jpg
- <http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQXU8Qb1tbposVy1nhc8u2QoG4q3EcYXUAt2m5NwXdRsfSbCYA8g>
- <http://www.livingwilderness.com/hawaii/hawaii-pahoehoe-flow.jpg>
- http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSgIAlbsL_ZZDWu7-sPVbrZAvxk4XtjYjqrVYZklYXfQ5QAXS
- <http://www.alparc.org/var/alparc/storage/images/media2/images/actualites/nl35/glacier1/220224-1-fre-FR/glacier1.jpg>
- <http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSg-ajX0XplR9vjglDmfjQNYXyk7u1cRmZPgjSLNEiD5aQdz96A6Q>
- Bardgett, R., (2005). *The Biology of Soil: a Community and Ecosystem approach*, Oxford University Press, Oxford, New York.

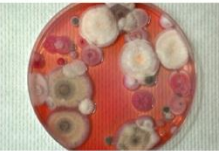
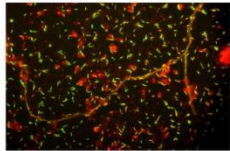
Anhang



Anhang



Anhang



Correlations (Tabelle1 in Zusammenfassung_Rotmoostal.xlsx)
 Marked correlations are significant at $p < ,05000$
 N=15 (Casewise deletion of missing data)

Variable	Means	Std.Dev.	TS	OS	pH	Dehydrogenase	DMSO aerob	DMSO anaerob	Ammonium	Ammonifikation	Nitrat	max. Methanprod.	max. Methanox.
TS	84,868	6,8348	1,00000	-0,97757	0,83252	-0,83791	-0,90138	-0,96101	-0,89050	-0,84989	-0,63896	-0,13196	-0,70711
OS	4,9208	3,7244	-0,97757	1,00000	-0,91925	0,78513	0,86885	0,95170	0,96098	0,85722	0,46906	0,05812	0,82428
pH	6,6552	0,6152	0,83252	-0,91925	1,00000	-0,54109	-0,68634	-0,78133	-0,98514	-0,80595	-0,12518	0,12427	-0,96921
Dehydrogenase	5,2466	3,2533	-0,83791	0,78513	-0,54109	1,00000	0,88644	0,92068	0,64514	0,78416	0,69896	0,20179	0,38922
DMSO aerob	4,6600	3,1382	-0,90138	0,86885	-0,68634	0,88644	1,00000	0,90876	0,74992	0,82816	0,64028	0,15634	0,52965
DMSO anaerob	3,7113	3,0632	-0,96101	0,95170	-0,78133	0,92068	0,90876	1,00000	0,86587	0,85525	0,59776	0,10345	0,66028
Ammonium	4,5055	2,8081	-0,89050	0,96098	-0,98514	0,64514	0,74992	0,86587	1,00000	0,84657	0,23449	-0,07373	0,94321
Ammonifikation	6,0604	4,1156	-0,84989	0,85722	-0,80595	0,78416	0,82816	0,85525	0,84657	1,00000	0,43177	0,01151	0,72361
Nitrat	100,800	51,7128	-0,63896	0,46906	-0,12518	0,69896	0,64028	0,59776	0,23449	0,43177	1,00000	0,49381	-0,04891
max. Methanprod.	9,9625	25,9553	-0,13196	0,05812	0,12427	0,20179	0,15634	0,10345	-0,07373	0,01151	0,49381	1,00000	-0,15958
max. Methanox.	1,6266	4,5020	-0,70711	0,82428	-0,96921	0,38922	0,52965	0,66028	0,94321	0,72361	-0,04891	-0,15958	1,00000