

The effect of resource stoichiometry on microbial diversity and function in decomposing leaf litter



Katharina M. KEIBLINGER

Artikel



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Boden-
wissenschaften

1. The effect of resource quantity and resource stoichiometry on microbial carbon-use-efficiency (FEMS Microbial Ecology 2010)
2. Who is Who in Leaf Litter Decomposition? Metaproteomics Reveals Major Microbial Players and Their Biogeochemical Functions (ISME Journal 2012)
3. Effects of stoichiometry and temperature perturbations on beech litter decomposition, enzyme activities and protein expression (Biogeosciences 2012)
4. Soil metaproteomics – comparative evaluation of protein extraction protocols (Soil Biology and Biochemistry 2012)

Ökologische Stöchiometrie & Streuabbau



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Boden-
wissenschaften

■ Theorie der ökologischen Stoichiometrie

Verfügbarkeit der Nährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P) im Bezug zu Kohlenstoff (C),
Einfluss, des C:N:P Verhältnis auf ökologische Prozesse

■ Homeostase

die meisten Organismen sind in der Lage sind die chemische Zusammensetzung
(Stöchiometrie) in ihrem Körper konstant zu halten, bei variabler Zusammensetzung ihrer
Nahrung

Pilzbiomasse C:N Verhältnis von ~10, und Bakterien ~4 in Böden

Ökologische Stöchiometrie & Streuabbau



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Boden-
wissenschaften

■ Kohlenstoffnutzungseffizienz (CUE)

ist die Menge an neu produziertem Biomasse Kohlenstoff (Wachstum) pro Einheit verwendeten Kohlenstoff

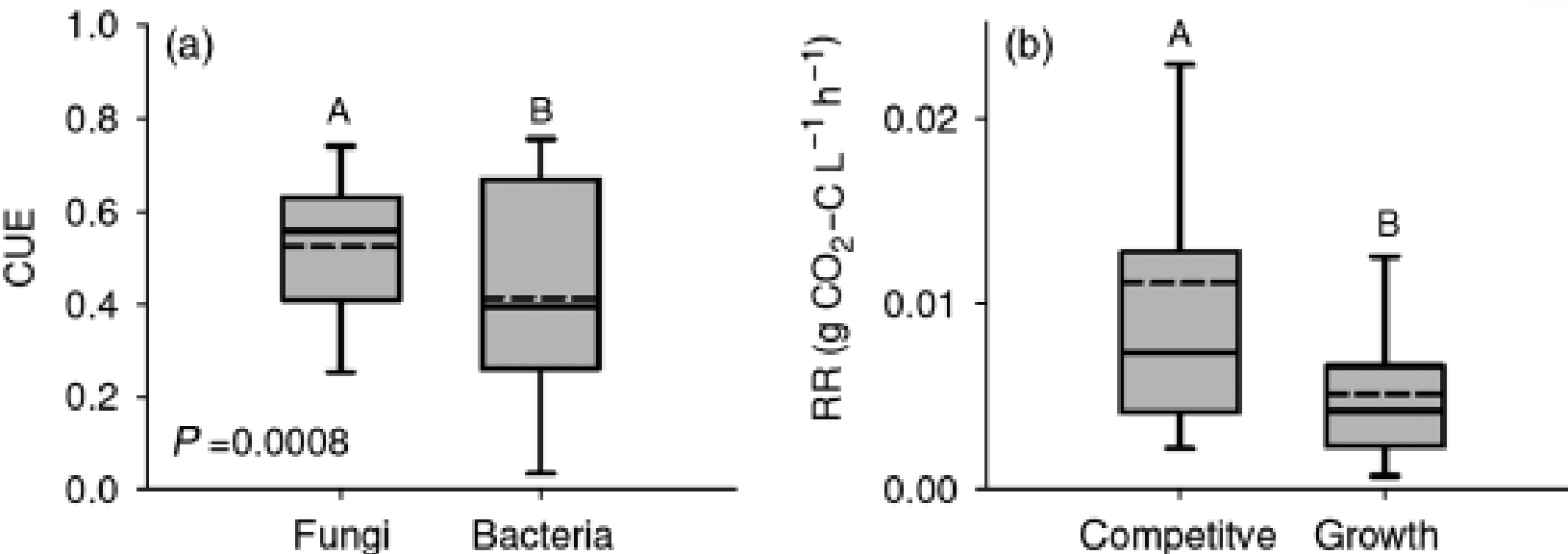
$$CUE = \frac{growth}{growth + respiration}$$

The effect of resource quantity and resource stoichiometry on microbial carbon-use-efficiency



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Bodenwissenschaften

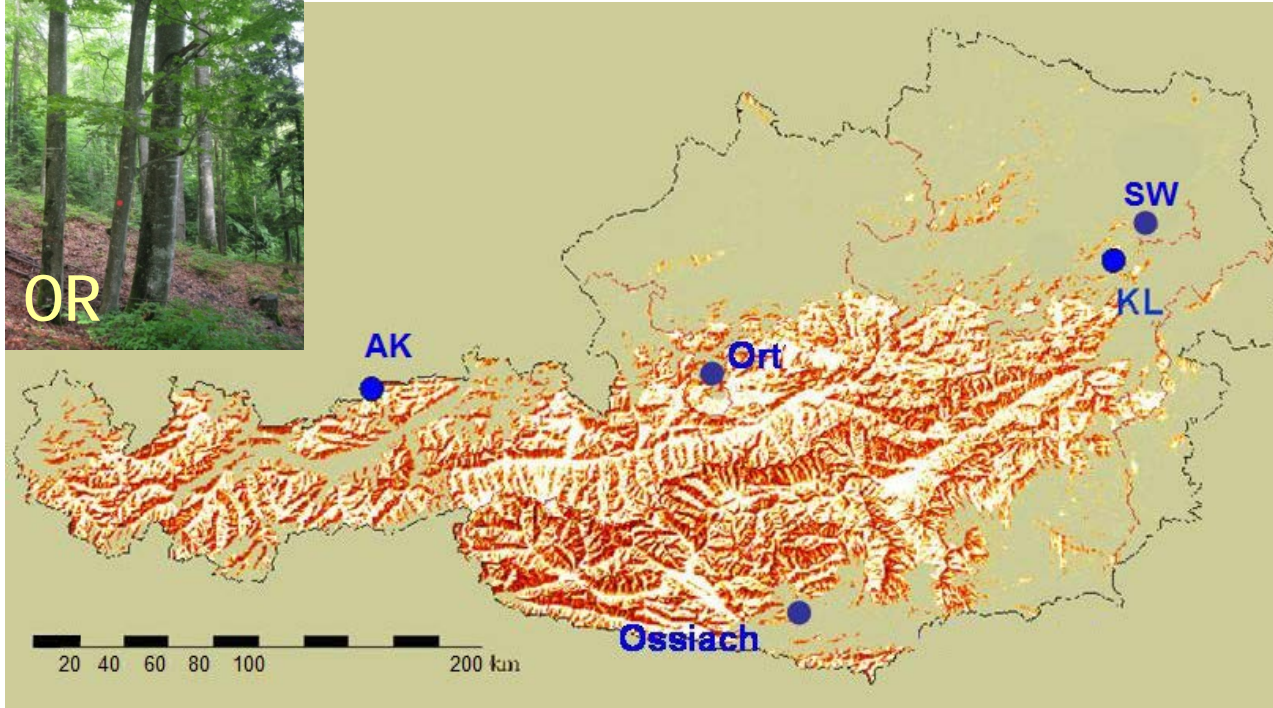
- Generell weisen Pilze eine höhere Kohlenstoffnutzungseffizienz (CUE) auf, aufgrund des höheren Kohlenstoffbedarfs in ihrer mikrobiellen Biomasse.
- Anpassungsfähigere Mikroorganismen (*Verrucomicrobium spinosum* and *Trichoderma harzianum*) - bei variablen C:N:P - stärkere Variabilität in relativen Wachstum & Atmungs-Raten und daher in der CUE



Buchenlaub von Österreichischen Standorten



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Bodenwissenschaften



	AK	KL	OR	OS	SW
C:N	58.64	53.89	66.18	66.02	44.76
	±0.61	±0.70	±0.96	±0.48	±1.12
C:P	1227	1467	952	953	652
	±25	±231	±9	±16	±49

AK - Achenkirch
KL - Klausenleopoldsdorf
OR - Ort
OS - Ossiach
SW - Schottenwald

Buchen (*Fagus sylvatica*) Streuabbau – Stöchiometrie und mikrobielle Zusammensetzung



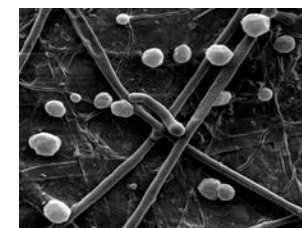
Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Boden-
wissenschaften

Standorte im Frühling / Winter



10.04.2014

Mikrokosmen Versuche



©2008 Will Cook

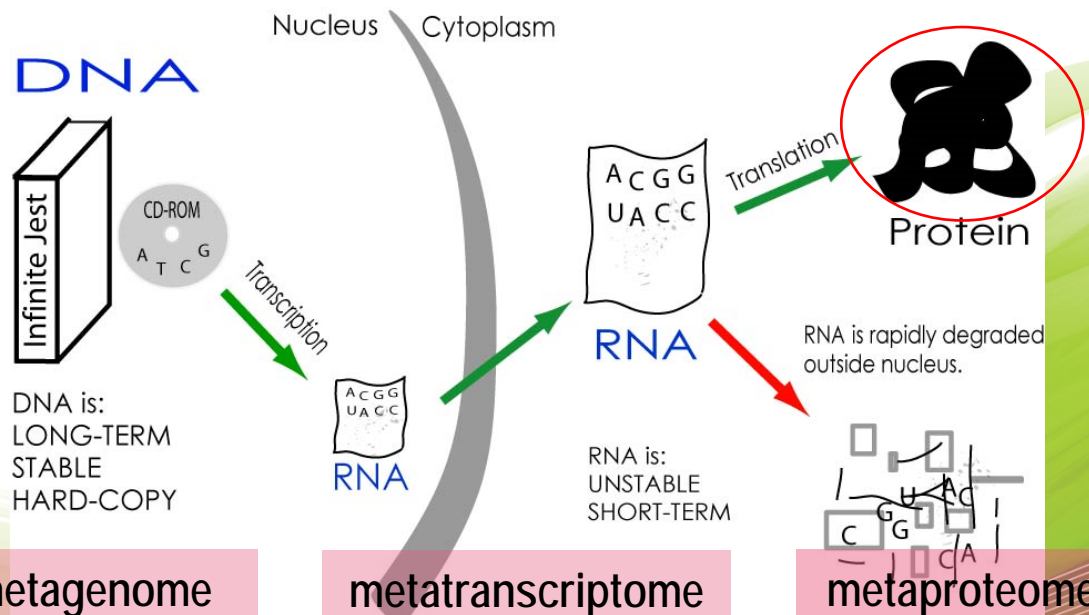
Metaproteomik

Bezeichnet die Gesamtheit der Proteine aller Mikroorganismen

- Metagenom - was ist potentiell möglich,
- Metaproteom - was tatsächlich passiert in einem Ökosystem
- Metatranskriptom - generell kaum Korrelation zwischen RNA und Proteinen



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Bodenwissenschaften



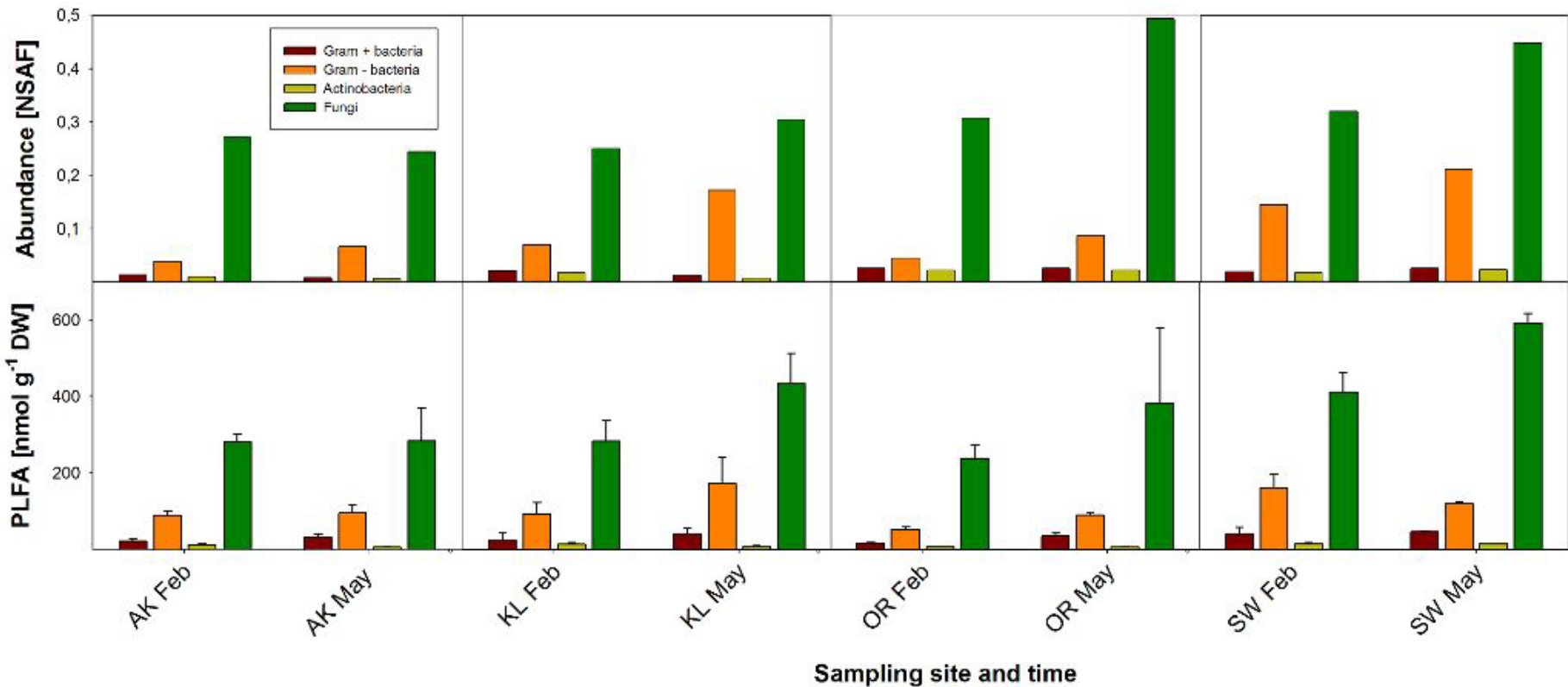
ONE GENOME
TWO PROTEOMES



Metaproteom Daten wurden mit klassischen Methoden wie PLFAs validiert



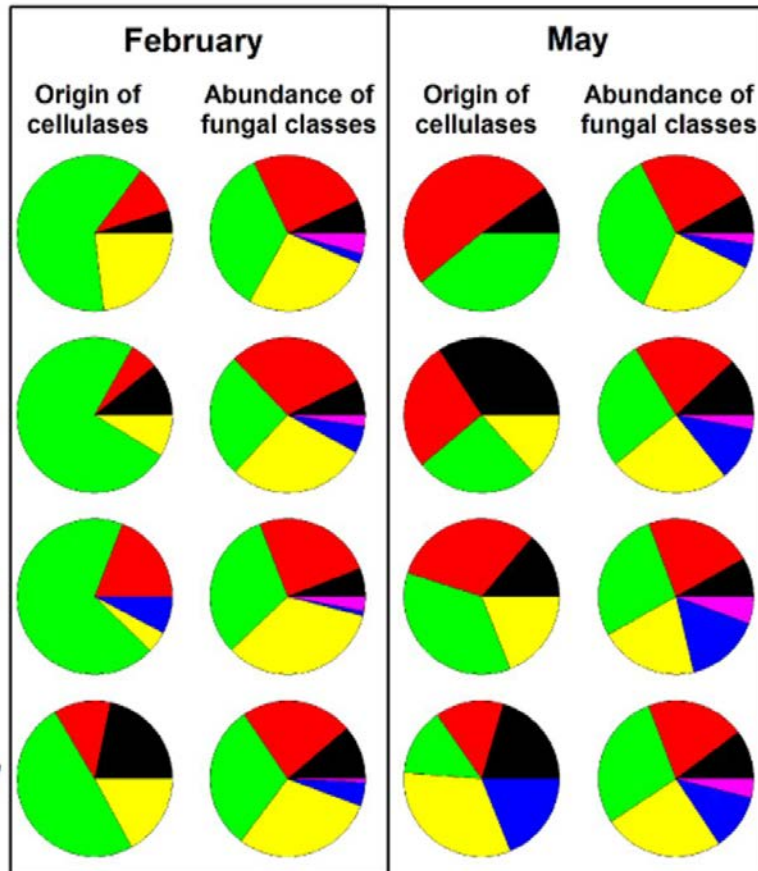
Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Bodenwissenschaften



Mikrobielle Zusammensetzung – und Funktion



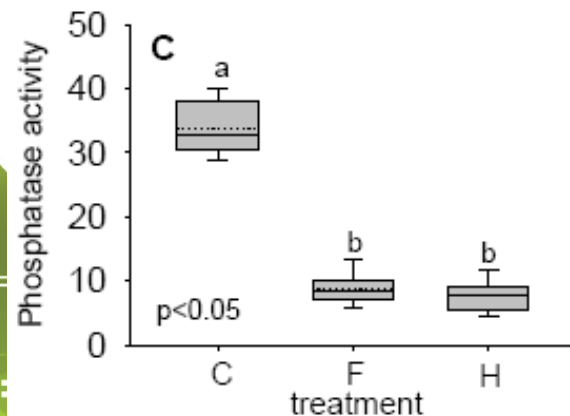
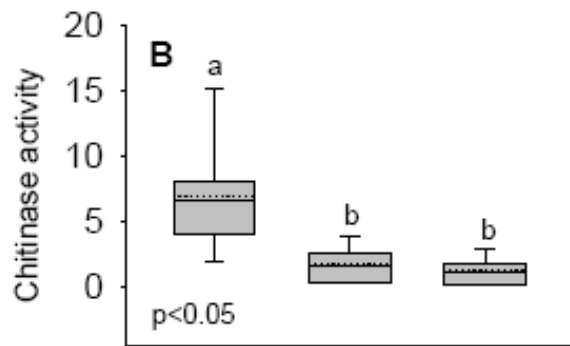
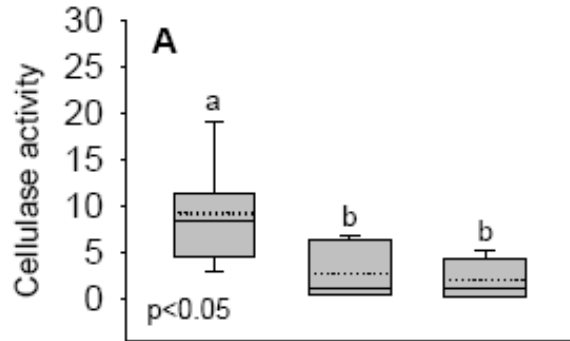
Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Bodenwissenschaften



- Variabilität der Abundanz und Aktivität der Mikroorganismen über Zeit und Raum
- Cellulasen wurden ausschließlich von Pilzen produziert während des Streuabbaus

Dothideomycetes
 Eurotiomycetes
 Leotiomycetes
 Sordariomycetes
 Agaricomycetes
 Others

Wie verhält sich die mikrobielle Aktivität bei Stresseinwirkungen (Temperatureffekte)?



Reduzierte Enzymaktivität nach Hitze und Frost Stress, für Cellulase-, Chitinase- und Phosphataseaktivität

Das Metaproteom von Bodenproben zu erfassen stellt eine Herausforderung dar, da...



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Boden-
wissenschaften

- ... es sich um räumlich verteilte und heterogene Proben handelt
- ... es sich um eine komplexe Matrix handelt, mit hoher mikrobieller Diversität, und geringem Proteinanteil
- ... eine gemeinsamen Extraktion von Proteinen mit interferierenden Substanzen (Huminstoffe, Kohlenhydrate) stattfindet

Zusammenfassung



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Boden-
wissenschaften



- Pilze weisen eine höhere CUE auf, aufgrund des höheren C-Bedarfs in ihrer mikrobiellen Biomasse.
- Anpassungsfähige Mikroorganismen variieren stärker in ihrer CUE bei veränderlichen Nährstoffressourcen (C:N:P Verhältnissen)
- Metaproteomik konnte mittels PLFA Analysen validiert werden
- Metaproteomik ermöglicht die Zuordnung funktioneller Enzyme zu ihrem phylogenetischen Ursprung.
- Stresseinwirkungen durch Temperatureffekte inhibierten Enzymaktivitäten

Conclusio



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Boden-
wissenschaften

- Enge Stöchiometrie des Buchenlaubes begünstigt dessen Abbau, bei welchem Pilze als überwiegende Produzenten von extrazellulären streuabbauenden Enzymen auftreten.
- Enge stöchiometrische Verhältnisse im Ausgangsmaterial kurbeln die Umsatzraten an und führen zu verstärkter mikrobieller Aktivität.
- Durch Stresseinwirkung (Temperatureffekte) wird die mikrobielle Aktivität reduziert, was sich wiederum negativ auf den Abbauprozess auswirkt.



Danksagung



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Boden-
wissenschaften

Sophie Zechmeister-Boltenstern, Sonja Leitner,
Ieda Hämmerle, Brigitte Schraufstädter, Barbara
Kitzler, Andreas Schindlbacher, Michael Pfeffer,
Michaela Djordjevic, Christian Holtermann, Alfred
Fürst,
und vielen Anderen

DANKE FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Boden-
wissenschaften



OAW

Österreichische Akademie
der Wissenschaften

**EUROPEAN
SCIENCE
FOUNDATION**

FWF