



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes

Bergwerk Pflanze -

Innovative Rückgewinnung von Metallen aus
Müllverbrennungsschlacken mittels
hyperakkumulierenden Pflanzen

Monika Iordanopoulos-Kisser

Markus Puschenreiter

Johannes Kisser, Theresa Rosenkranz,

Heinz Gattringer, Andrea Zraunig

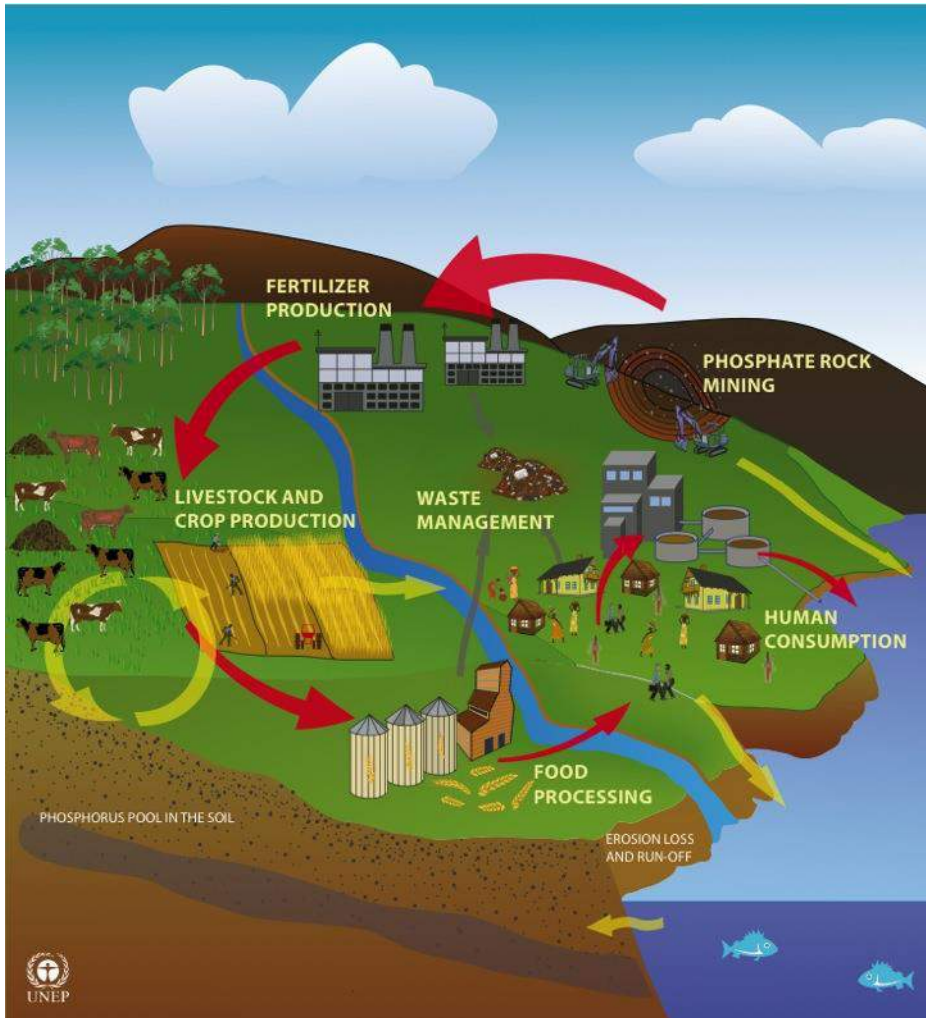
Motivation



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



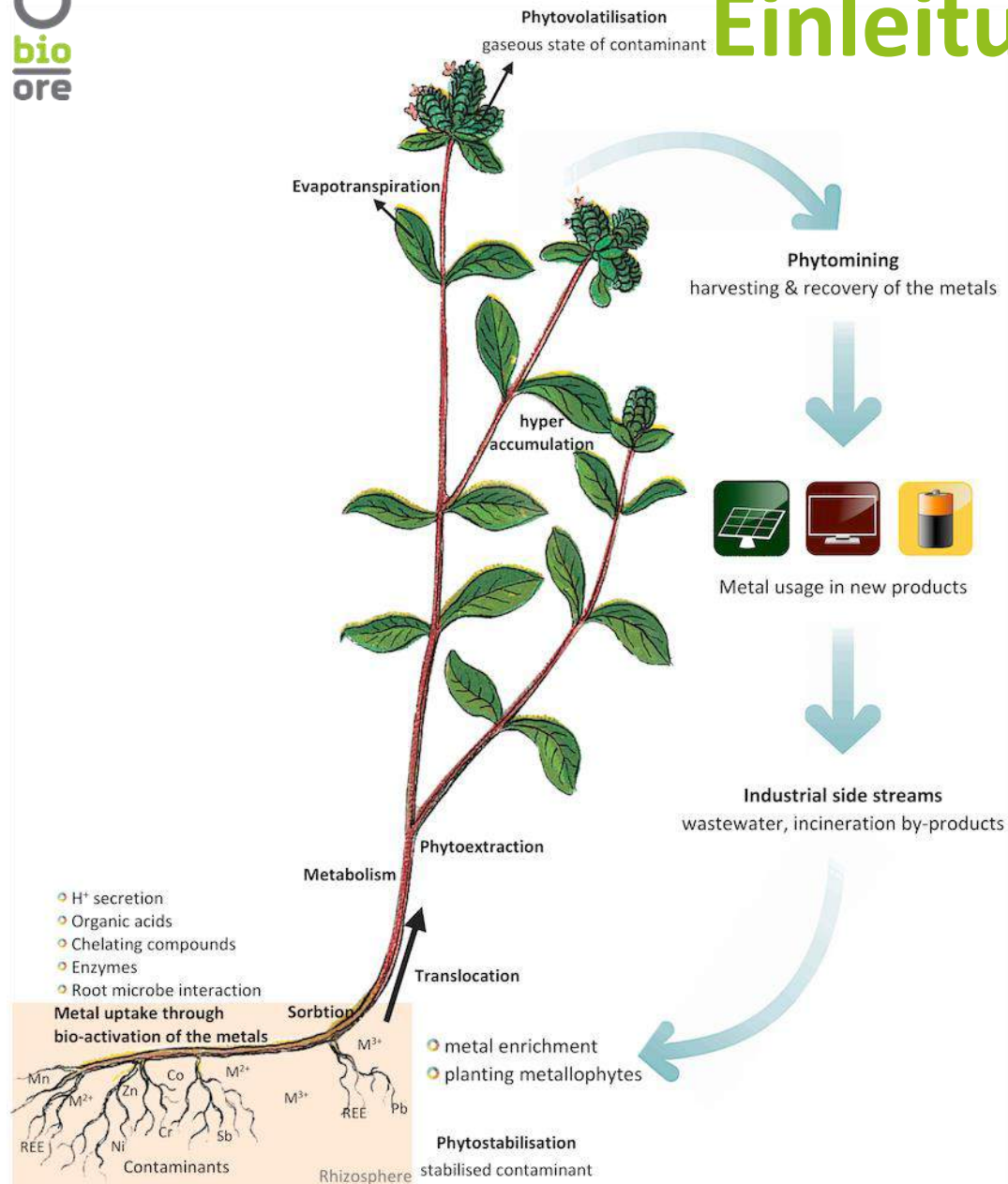
nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes



Quelle: UNEP Year Book 2011, Emerging issues in our global environment

: " fXYf[YVYf. Va j]h'5Vk]W_i b[. : : ;

- Über 90% Materialimport bei Metallen (AT)
- Ressourcenknappheit → Preis ↑
- Technologien zur Wiedergewinnung von seltenen Metallen derzeit kaum eingesetzt
- Verbrennungsschlacken und Aschen sind Schadstoffsenken, daher hohe (Schwer-) Metallgehalte



Phytomining abgeleitet aus Phytoremediation:

- **Anbau von Metall-hyperakkumulierenden Pflanzen auf Abfällen als Substrat**
- **Phytoextraktion von Metallen vom Substrat in die Biomasse**
- **Ernte und Aufbereitung der Biomasse**
- **Gewinnung von Metallen aus der Pflanzenmasse**

Bergwerk Pflanze:

Projektziele



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes

- **MVA-Schlacken als Hauptkomponente des Substrats für das Pflanzenwachstum heranzuziehen**
- **Wuchsleistung der Pflanzen auf dem “schwierigen” Substrat zu erhöhen**
- **Hyperakkumulation der Zielmetalle im Pflanzengewebe zu erreichen**
- **Genügend Biomasse (im Freiland, unter praxisnahen Bedingungen) zu erzeugen, um eine metallurgische Aufbereitung zu ermöglichen**
- **Verschiedene metallurgische Verfahren testen, um vom “Bioerz” zum Reinmetall zu kommen**
- **Bewertung der Verfahrensschritte, mögliche Prozesskette(n) erarbeiten**

Prozedur



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes

- Pflanzenauswahl und Substratoptimierung im Labor
- Freilandversuche zur Metallanreicherung in den Pflanzen
- Aufarbeitung der Biomasse
 - „sanfte Methoden“ – enzymatisch, Wasser-, Säure-Extraktion
 - Veraschen und danach Extraktion und Trennung
- Wiedergewinnung der Metalle durch metallurgische Verfahren
- Entwickeln einer Prozesskette und Evaluierung

Zielmetalle



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes

- Primär **Kobalt (Co)**, **Nickel (Ni)**, **Mangan (Mn)** und **Seltene Erden (REE)**
- **Chrom (Cr)** und **Molybden (Mo)** werden evaluiert
- Andere Metalle können je nach Anreicherungserfolg und Wirtschaftlichkeit zusätzlich von Interesse sein

Aufbereitung der Schlacke



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser

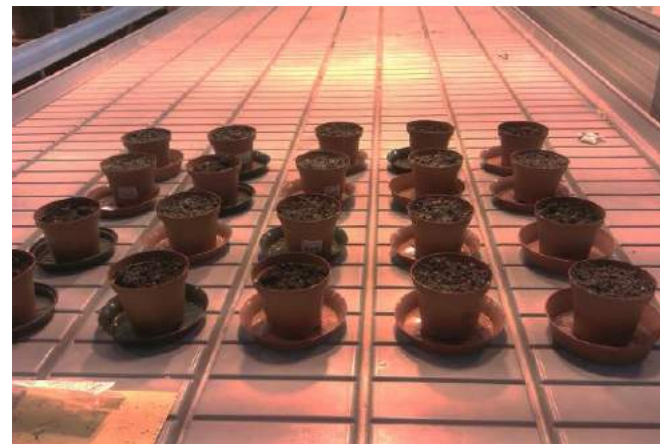


nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes

	MSWI	HWI
pH	11.18	12.04
EC (mS/cm)	2.35	3.66
DOC (mg/L)	37.76	16.80

- **Senkung des pH-Wertes**
- **Anreicherung organischer Substanz**
- **Verbesserung der Textur**

Labile pool (mg/kg)	MSWI	HWI
B	6.42 ± 3%	0.32 ± 4%
Cu	498 ± 11%	337 ± 6%



Erster Versuch im Glashaus:



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes



■ Alyssum serpyllifolium



■ Nicotiana tabacum 1



■ Nicotiana tabacum 2



■ Brassica napus



■ Brassica juncea



■ Sedum plumbizincicola

Substratmischungen

**20% MBT* +
10% Biokohle +**

entweder

**70% Schlacke
aus Haus-
müllverbrennung**

oder

**70% Schlacke
aus der Ver-
brennung ge-
fährlicher Abfälle**

* Rückstände aus der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung

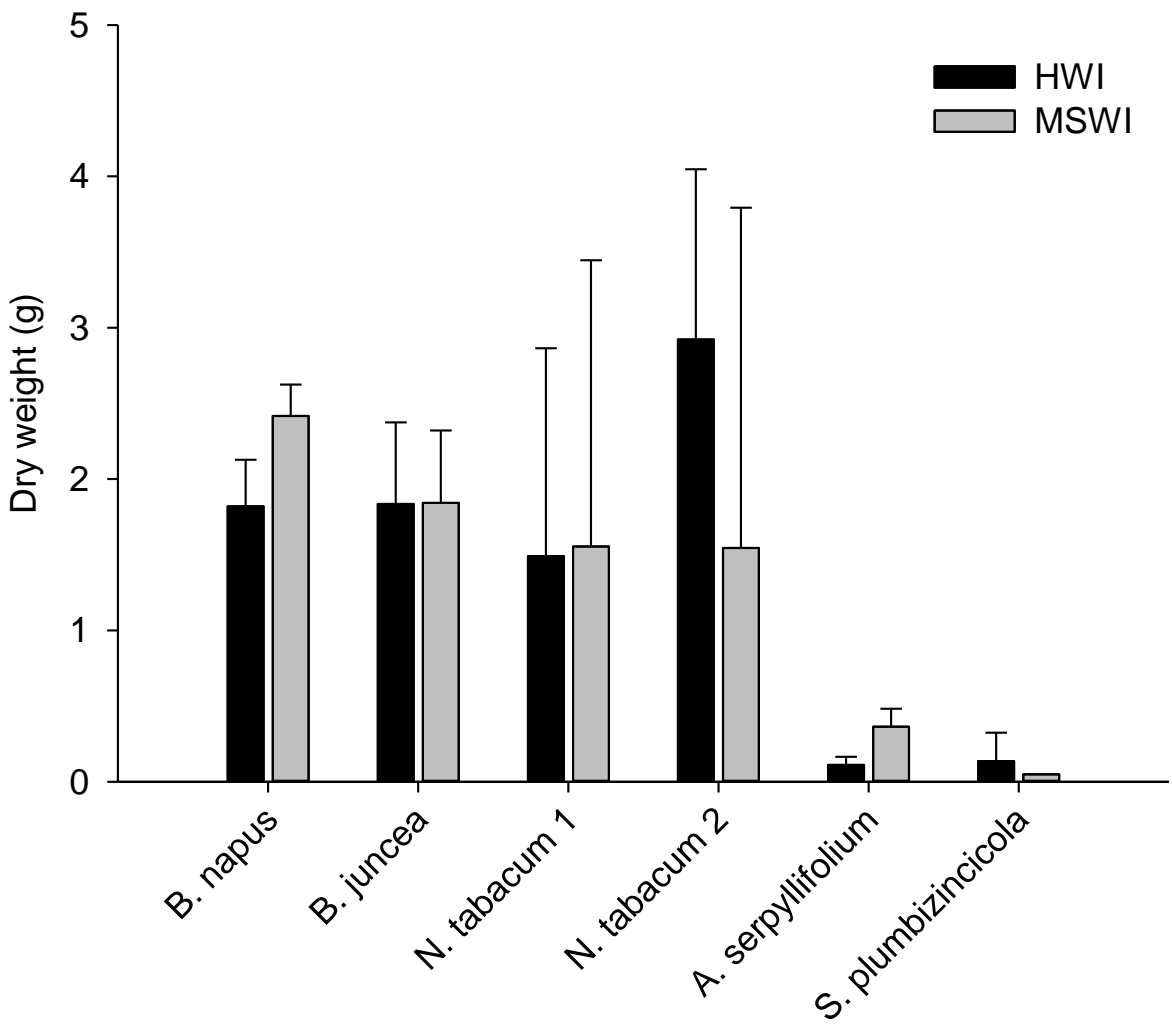
Biomasseproduktion



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes



MSWI:
Schlacke aus Haus-
müllverbrennung

HWI:
Schlacke aus der
Verbrennung ge-
fährlicher Abfälle

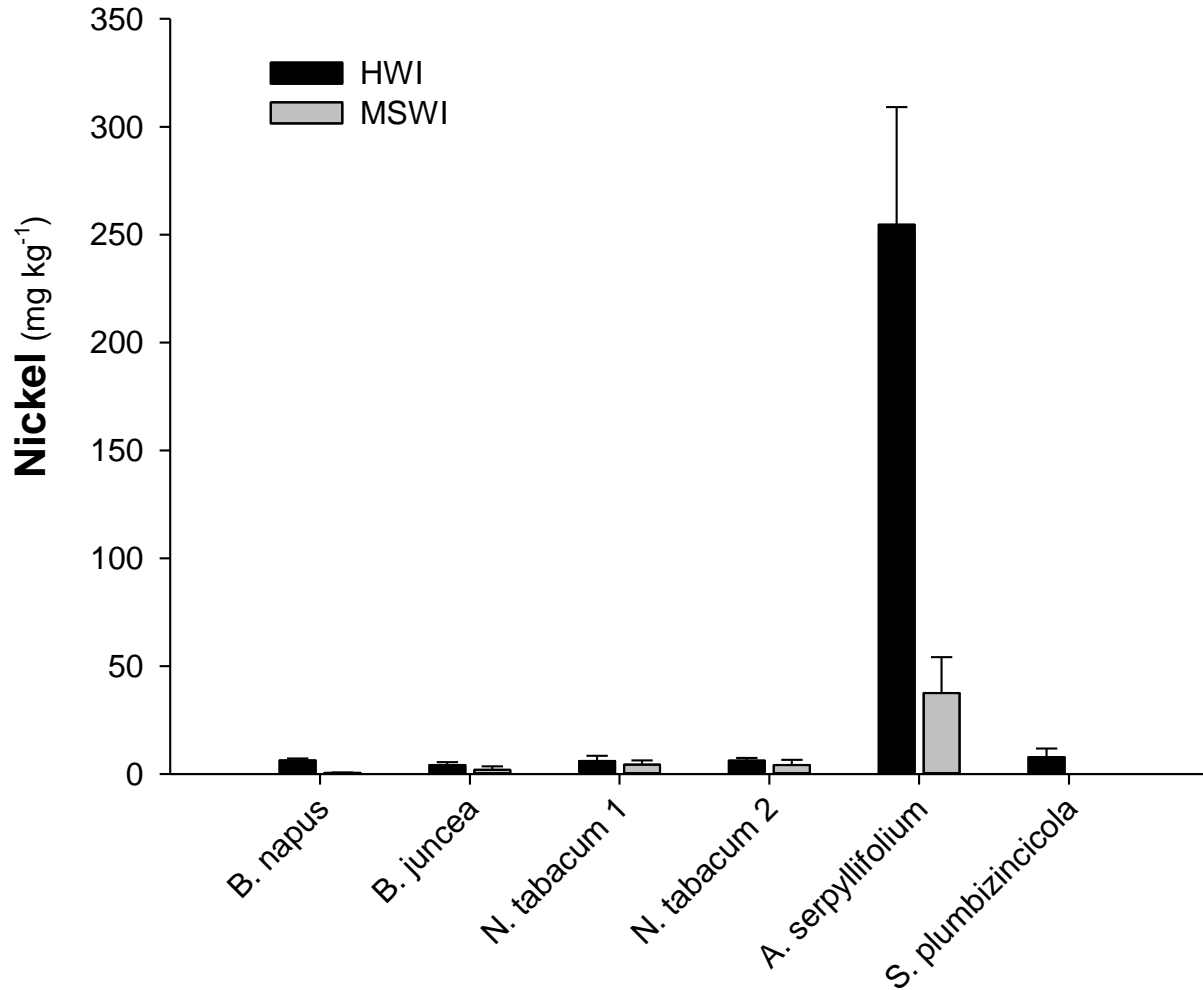
Nickel Konzentration



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
@ closed loop processes



MSWI:
Schlacke aus Hausmüllverbrennung

HWI:
Schlacke aus der Verbrennung gefährlicher Abfälle

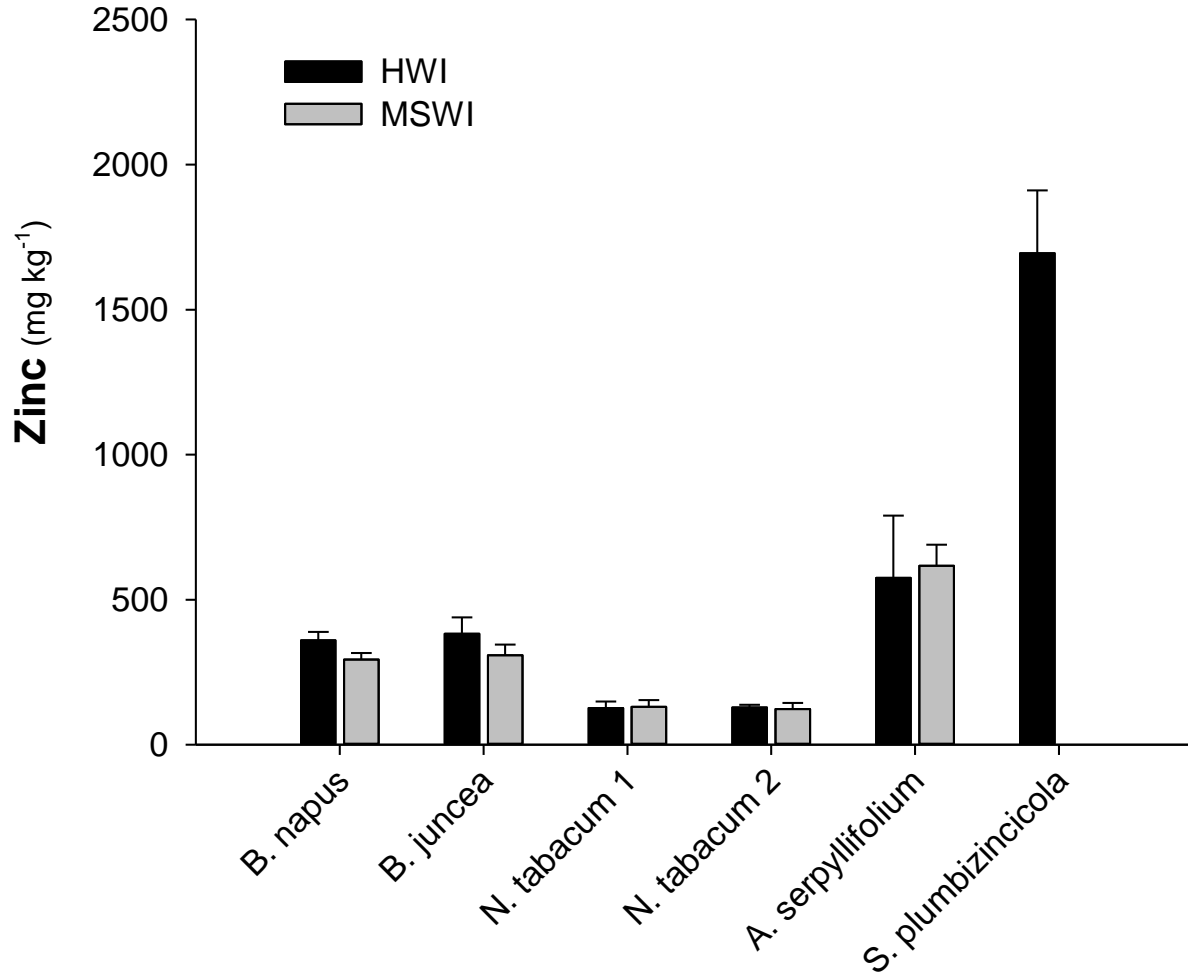
Zink Konzentration



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes



MSWI:
Schlacke aus Haus-
müllverbrennung

HWI:
Schlacke aus der
Verbrennung ge-
fährlicher Abfälle

Wie kann das Phytomining noch verbessert werden?



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes

- **Weitere Verbesserungen der Substratmischung**
- **Einsatz fördernder Bodenbakterien**
- **Einsatz metalllösender (chelatisierender) Substanzen (z.B. EDTA)**

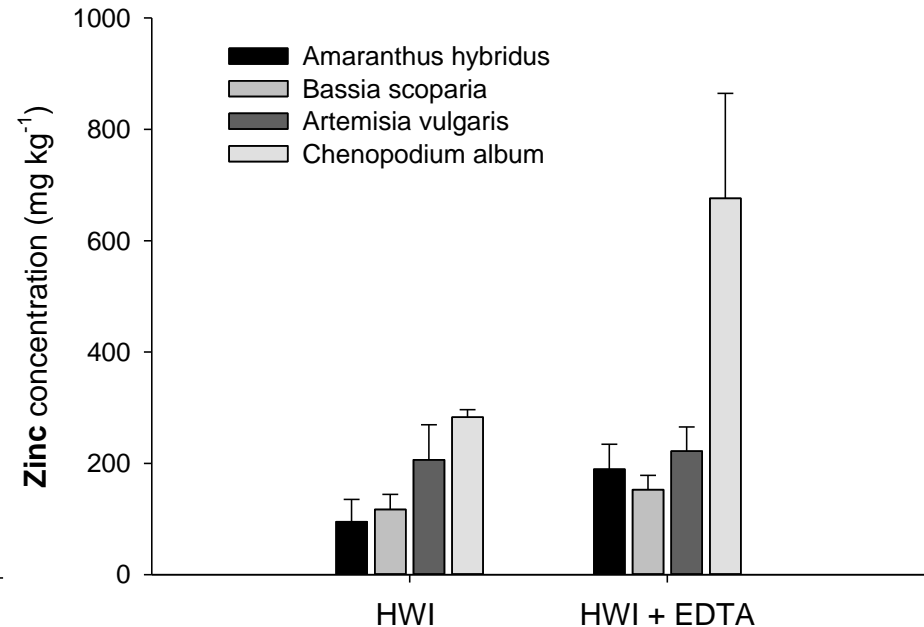
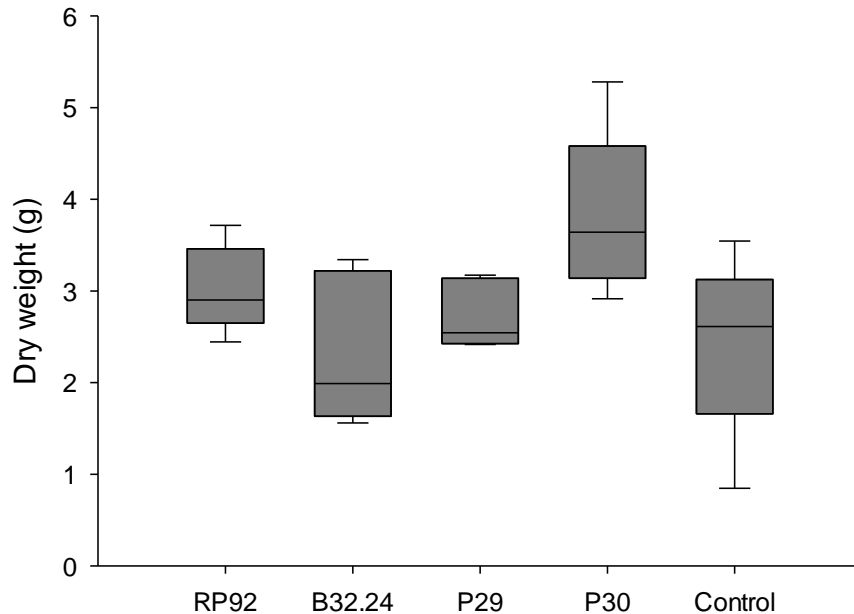
Wie kann das Phytomining noch verbessert werden?



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes



Probenahmen



Probenahme Schlacke



Freilandversuch



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes

Pflanzplan Freilandversuche 2015

- *Salix* Stecklinge
- *Bassia scoparia*
- *Atriplex hortensis*

- *Salix* Stecklinge
mit *Lupinus albus*

- *Helianthus*
- *Amaranthus*
- *Phytolacca*

- *Helianthus*
mit *Lupinus albus*

- *Brassica* und
Sorghum mit
EDTA
- *Brassica* und
Sorghum mit
Lupinus albus

- *Thlaspi* sp.

Freilandversuche 2015 auf der Deponie Rautenweg der MA 48 in Wien



Freilandversuche



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes

- Ziegen lieben Sorghum



Aussicht



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes

- **Weiteres Screening möglicher Hyperakkumulatoren für spezifische Zielmetalle**
- **5 verschiedene metallurgische Verfahren zur Aufbereitung des Bioerzes zu Reinmetallen werden getestet → Phytomining**
- **Mögliche Strategien zur weiteren Nutzung der Restbiomasse eruieren**
- **Evaluierung der verschiedenen Verfahren (Ökonomisch / Ökologisch)**
- **Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse / Technologien in andere Nutzungsszenarien**

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Technisches Büro
Monika Iordanopoulos-Kisser



nova
institute for innovative
phytochemistry
& closed loop processes



nova

institut für innovative
phytochemie &
kreislaufwirtschaft

**alchemia nova – institute for innovative phytochemistry and
closed loop processes**

**Baumgartenstraße 93, A- 1140 Vienna, Austria, Tel: 0043/1/8101000-1,
office@alchemia-nova.net, www.alchemia-nova.net**



**DI Monika I. Kisser – Environment and Waste Management
Consulting and Evaluation, Technical Office for Technical Chemistry
Hauptstraße 118, 3001 Mauerbach, Tel: ++43/1/9790028,
office@mjkisser.at, www.mjkisser.at**



**BOKU Vienna Rhizosphere Ecology and Biogeochemistry Group
Peter Jordan Straße 82, A-1190 Vienna, Tel. ++43/1/476543126
markus.puschenreiter@boku.at**