

Effiziente Zink-Ernährung beim Schwein

Auswahlthemen 2. Tag, Thema 6

P. Schlegel
Agroscope ALP, Posieux

Kurs 10.305

Schweinehaltung 2010
Campus Sursee, 29./30. Juni 2010



agridea

ENTWICKLUNG
DER LANDWIRTSCHAFT UND
DES LÄNDLICHEN RAUMS



Effiziente Zink Ernährung beim Schwein

Schweinehaltung, 30.06.2010

Patrick Schlegel

1

ALP is part of the ALP-Haras Unit



Was ist Zink ?



- **Schwermetall**, toxisch für Pflanzen und Mikro-organismen
- **Nicht erneuerbarer Rohstoff**
- **Lebensnotwendig (essentieller Nährstoff)**

Aus Sicht
der **Zn-Ernährung**
der **Umwelt** und
der **natürlichen Ressourcen**

Wie **Effizient und Nachhaltig** können wir in der Schweinefütterung mit Zink umgehen?

2



Funktionen von Zink

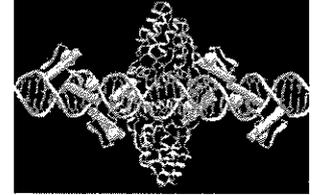


Rund 3-10% der Synthetisierten Proteine im Genom von Säugetieren benötigen Zn, entweder für ihre Struktur oder ihre Funktion.

Struktur von Molekülen : Alkaline phosphatase (AP), Superoxyd dismutase (SOD), Gen Expression (ADN, ARN)...

Katalisator für die Expression von rund 300 Enzymen zu:

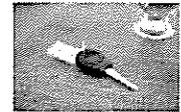
- Appetitregulierung
- Zellreplikation
- Zellmembran Abwehr vor oxydativem Stress (SOD)
- Immunabwehr (Lymphocyten)
- Knochenmineralisierung (AP)
- Proteinverdauung (Carbopeptidasen)
- Schwermetall (Hg, Cd) detoxifikation
- ...



Zn stabilisiert die 3D Struktur während der Proteinsynthese

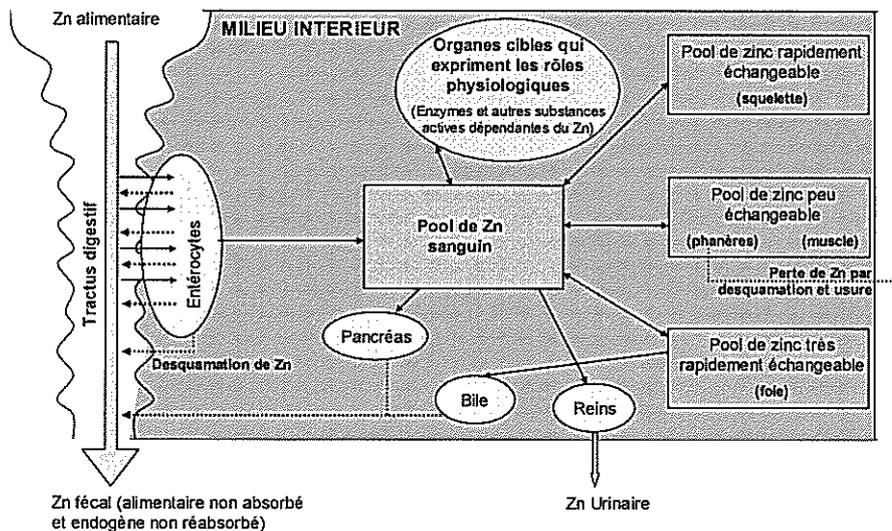


Zink im Körper



Essentielles Spurenelement

Ein 100 kg schweres Schwein beinhaltet nur rund 3 g de Zn



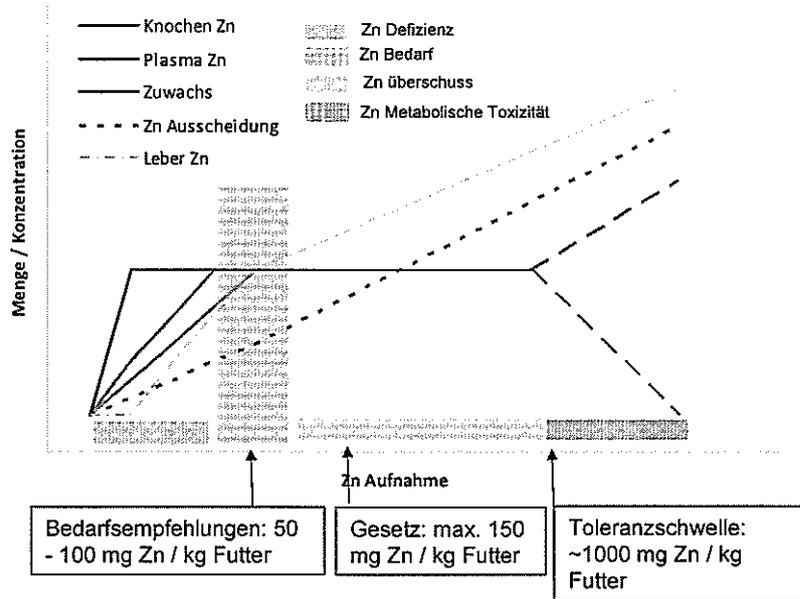


Zn Bedarf



Windisch, 2005

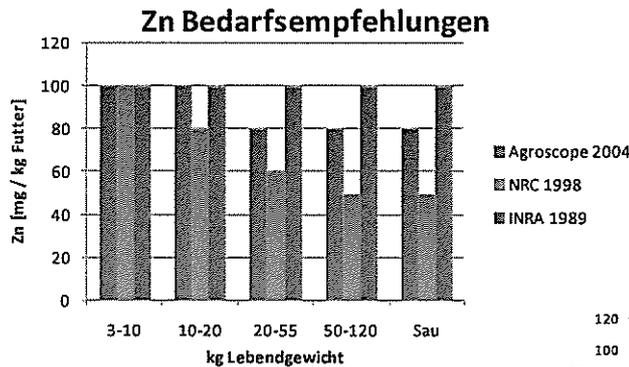
Akuter Zn Mangel:
Parakeratose (Haut
Lesionen)



Bedarfsempfehlungen (Phase I)



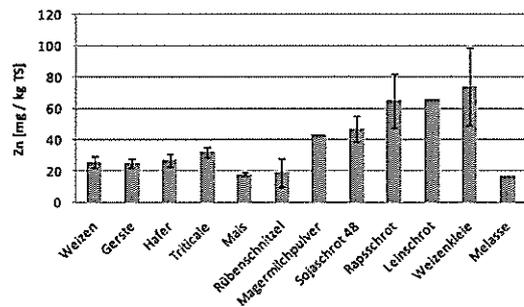
Bruttobedarf



➤ Zn Gehalt in üblichen Rohkomponenten nicht genügend zur Bedarfsdeckung.

➤ Supplementierung von Zn notwendig:

$$\text{Zn Supplementiert [mg/kg]} = \text{Bedarfsempfehlung} - \text{Futtergehalt}$$



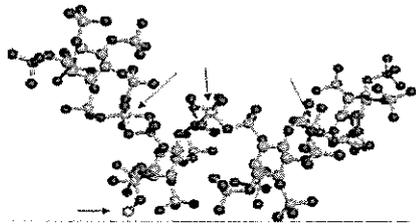
Schlegel et al., 2010; INRA, 2002



Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)

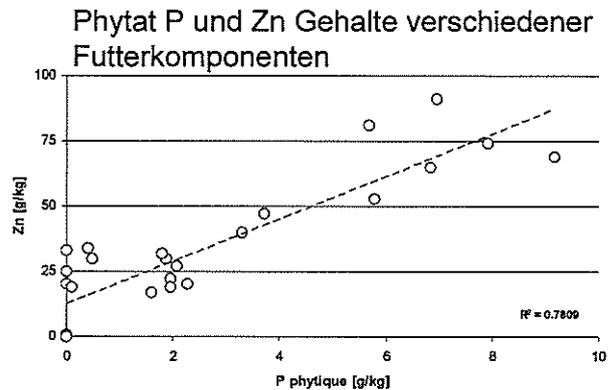


Wichtigster Parameter: Phytat – Zn Komplexe

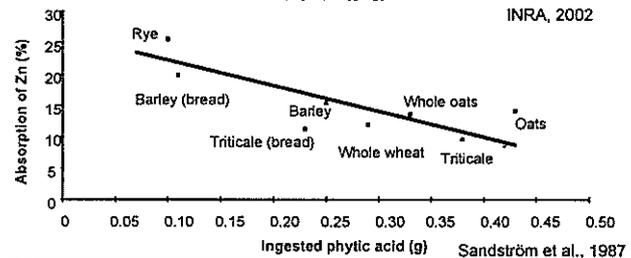


Rodríguez-Filho et al., 2005

2 von 3 Phytatmoleküle in Weizen sind mit Zn verbunden (Zn: weisse Atome).



R² = 0.7809



Sandström et al., 1987

7



Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



Ansätze zur Verbesserung der Zn Bioverfügbarkeit:

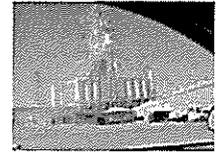
Zn Bioverfügbarkeit = Maximaler Anteil der Zn Aufnahme welche für die nötigen biochemischen und physiologischen Funktionen und für die Körperreserven durch ein gesundes Tier gebraucht werden kann.

- 1) Antagonismus Phytat-Zn « ausweichen » mit Hilfe Supplementierung von organischem Zn anstatt inorganischem Zn (z. B. Sulfat)
- 2) Phytat Gehalt des Futters reduzieren => Rohkomponenten Auswahl
- 3) Phytate des Futters hydrolysieren => Pflanzliche und / oder mikrobielle Phytase

8



CH-Markt

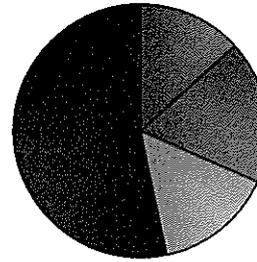


Organische Spurenelement Markt in der Schweiz 2009

Mineral	Product ¹⁾		Market [CHF]
	Quantity [t]	Price ²⁾ [CHF / kg]	
Copper	35	5.0	173997
Iron	48	3.5	167125
Manganes	40	3.9	153435
Zinc	139	3.6	503491
Total	261		998048

¹⁾ Product harmonized to a mineral content of 10%

²⁾ Ponderated average price on sold quantities from each supplier



Anteil des organischen Zn welcher an die Monogastrier verfüttert wird: 42%

Der Geschätzte Marktanteil von organischem Zn im gesamten Zn Einsatz in der Nutztierernährung:

Budgetmässig: 15 - 20%

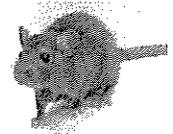
Mengenmässig: < 10%

Schlegel, 2010

9



Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)

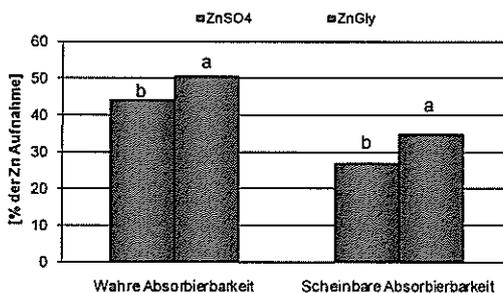
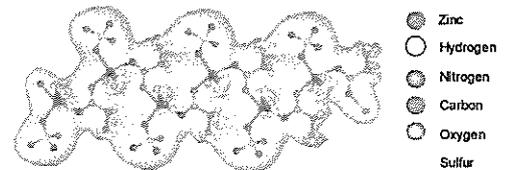


1) Organisches Zn anstatt inorganisches

Versuch mit Ratten:

- ZnSO₄ vs Zn Glycinat (12 mg / kg)
- Synthetische Ration (Zn Gehalt: 2 mg/kg)
- Zusatz von 8 g/kg Na-Phytat

Zn Glycinat:



➤ Organisches Zn Glycinat ist besser absorbierbar als inorganisches

Erklärung: Im Magen-Darm Trakt ersetzt das Zn die leicht löslichen Na-Verbindungen am Phytat. Dies weniger mit dem geschützten ZnGly.

Schlegel und Windisch, 2005

10



Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



Versuch mit Ferkel: beinhaltet Ansätze 1, 2 und 3

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Aliment de Base		P -			P +			P + / ENZ	
Phytase [FTU/kg] ^a	-	-	-	-	-	-	500	500	500
ZnSO ₄ [mg/kg]	-	15	-	-	15	-	-	15	-
ZnGly [mg/kg] ^b	-	-	15	-	-	15	-	-	15
CP [g/kg]		213			233			233	
EN porcelet [MJ/kg]		10.8			10.6			10.6	
EM poulet [MJ/kg]		13.4			13.3			13.3	
Ca [g/kg]		10.3			14.0			14.0	
P [g/kg]		6.6			10.4			10.4	
→ Pphytique [g/kg]		1.3			2.3			2.3	
→ Act. Phytase [FTU/kg]		27			201			688	
→ Zn [mg/kg]	25	41	42	38	54	52	38	54	53

^a Natuphos®, BASF

^b B-TRAXIM® 2C, Pancosma

P-: Basis aus Mais, Kaseine, Maisgluten, Fischmehl, Zellulose

P+, P+/ENZ: Basis aus Mais, Sojaschrot, Soja Isolat, Weizenkleie

Schlegel et al., 2010

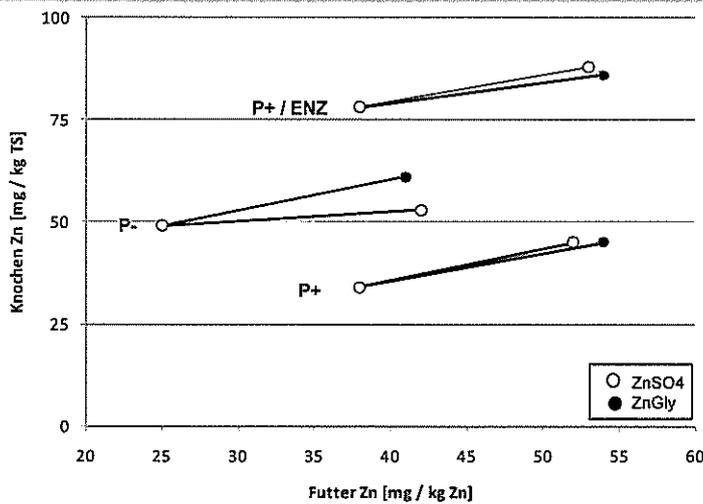
11



Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



Versuch mit Ferkel: beinhaltet Ansätze 1, 2 und 3



Futter: P < 0.001

Zn Zusatz: P < 0.05

Zn Form: n.s.

Futter * Zn Form: n.s.

Gegenüber Phytin reiches Futter (P+):

- Phytin armes Futter (P-): Zn Bioverfügbarkeit ↗
- Einsatz von mikrobieller Phytase: Zn Bioverfügbarkeit ↗
- Einsatz ZnGly anstatt ZnSO₄: Zn Bioverfügbarkeit →

Schlegel et al., 2010

12



Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



1) Organisches Zn anstatt inorganisches

Ferkel: Literaturübersicht

Kriterien: muss zugesetztes organisches Zn

Datenbank:

1986 – Dezember 2008; 34 Versuche, 159 Behandlungen mit 5'769 Tieren

Futter Basis: Getreide-Sojaschrot, Mais-Sojaschrot

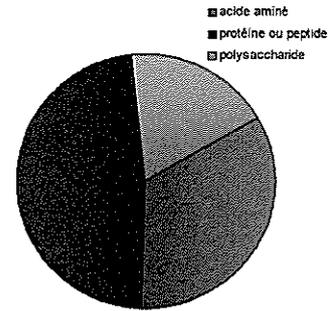
Zn Gehalte im Futter (DZNTOT): 17 – 3195 mg/kg

Zn im Futter als:

Native Zn (DZNN)

Inorganisches Zn (DZNI)

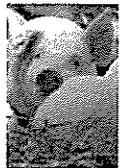
Organisches Zn (DZNO)



Schlegel et al., nicht publiziert



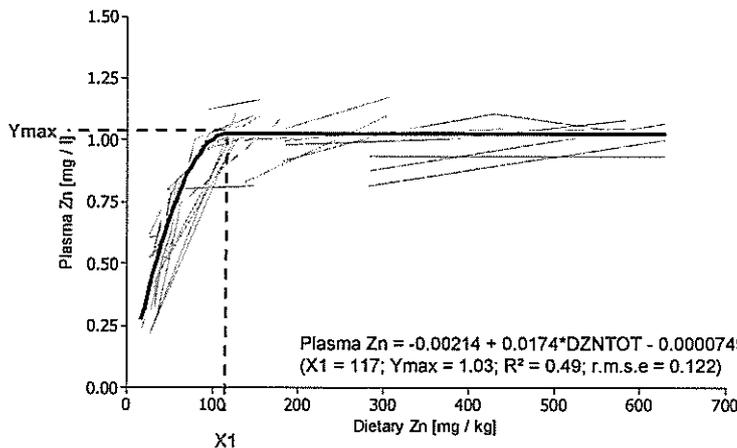
Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



1) Organisches Zn anstatt inorganisches

Ferkel: Literaturübersicht

Nicht lineares Modell: Falls $DZNTOT_{wx} \leq X1$, $Y_{wx} = Ymax_w * (a + b * DZNTOT_{wx} + c * DZNTOT_{wx}^2) + \epsilon_{wx}$; Falls $DZNTOT_{wx} > X1$, $Y_{wx} = Ymax_w$



w : Experiment
x : Konzentration von DZNTOT

Schlegel et al., nicht publiziert



Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



1) Organisches Zn anstatt inorganisches

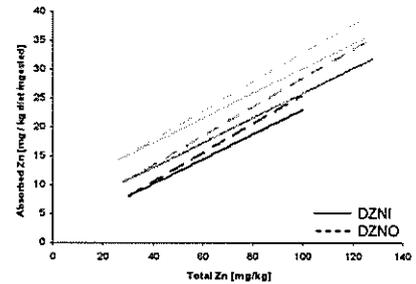
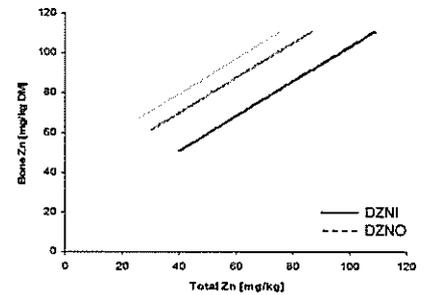
Ferkel: Literaturübersicht

Parameter	Piglet	
	RBV ¹⁾	P-value ²⁾
Futtermehrfach	-	-
Plasma Zn	92	n.s.
Plasma AP Aktivität	94	n.s.
Leber Zn	97	n.s.
Knochen Zn	100	n.s.
Absorbiertes Zn	117	n.s.

¹⁾ RBV: Relative Zn Bioverfügbarkeit. Relative Differenz der Neigung zwischen organischem und inorganischem Zn.

²⁾ Differenz zwischen inorganischem und organischem Zn.

- Organisches Zn vs. Inorganisches Zn: Zn Bioverfügbarkeit identisch.



Schlegel et al., nicht publiziert



Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



1) Organisches Zn anstatt inorganisches

Schlussfolgerung zu organischem Zink:

Organisches Zn (*ZnGly*) ist besser absorbierbar als inorganisches in Futter welche Phytatmoleküle mit löslichen Verbindungen beinhalten (z.B. Zulage von Na-Phytat)

... ABER ...

In herkömmlichen Futter für Schweine ist das Phytat mit Kationen (v.a. natives Zn) gebunden => Keine antagonismus zwischen Phytat und supplementiertem Zn.

... SOMIT ...

In herkömmlichen Schweinefutter ist die Bioverfügbarkeit von organischem Zn vergleichbar mit ZnSO₄

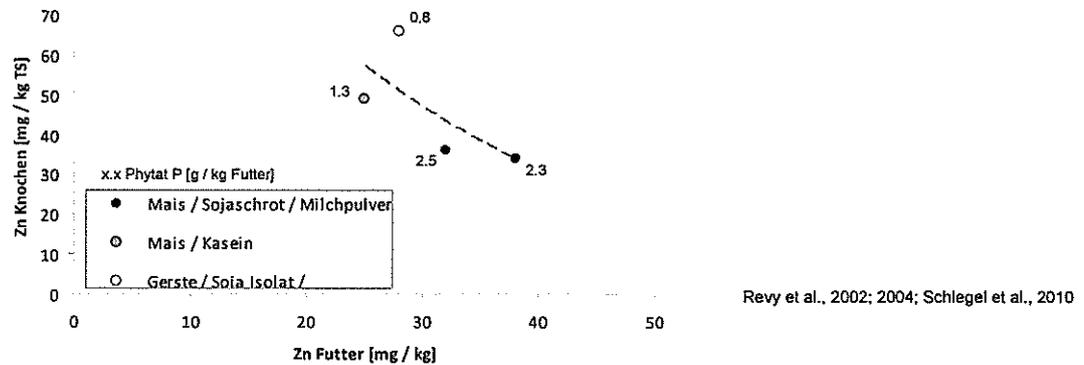


Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



2) Einfluss der Futterkomponenten

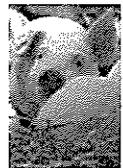
Einfluss des Zn Knochengehaltes nach Zn Gehalt im Futter (ohne Zn Zugabe)



- Je tiefer der Zn Gehalt / Phytat Gehalt des Futters, desto höher der Gehalt im Knochen !
- Die Auswahl der Futterkomponenten beeinflusst die Zn Bioverfügbarkeit.

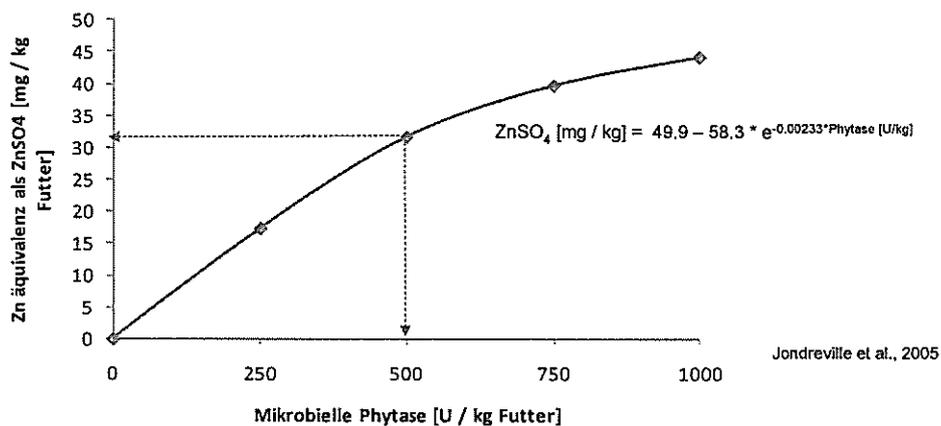


Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



3) Phytat des Futters hydrolysieren => Mikrobielle Phytase

A) Zn Äquivalenz für mikrobielle Phytase in einem Futtertyp (Mais / Soja)



➤ In Mais / Soja Rationen sind **500 U / kg Futter** (*Aspergillus niger*) äquivalent zu **32 mg ZnSO₄ / kg Futter**. Jondreville et al., 2005

B) Phytat korrigiert durch Hydrolyse des Phytats mit pflanzlicher und mikrobieller Phytase (Létourneau-montminy, nicht publiziert)

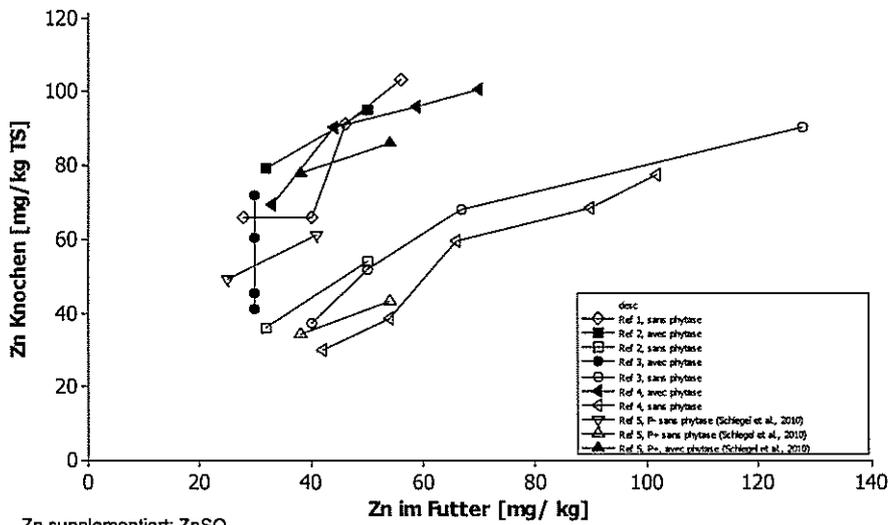


Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



Uebersicht der 5 INRA-Versuche (2002 – 2010)

Einfluss des Zn Knochengehaltes nach Zn Gehalt im Futter (ohne Korrektur)



Revy et al., 2002; 2004; 2006; Jondreville et al., 2005; Schlegel et al., 2010

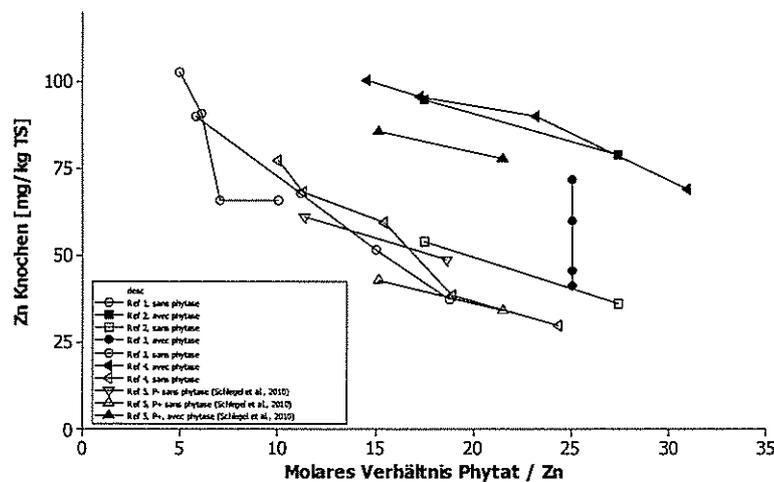


Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



Uebersicht der 5 INRA-Versuche (2002 – 2010)

Einfluss des Zn Knochengehaltes mit dem molaren Verhältniss zwischen Phytat und Zn (ohne Korrektur)



Revy et al., 2002; 2004; 2006; Jondreville et al., 2005; Schlegel et al., 2010

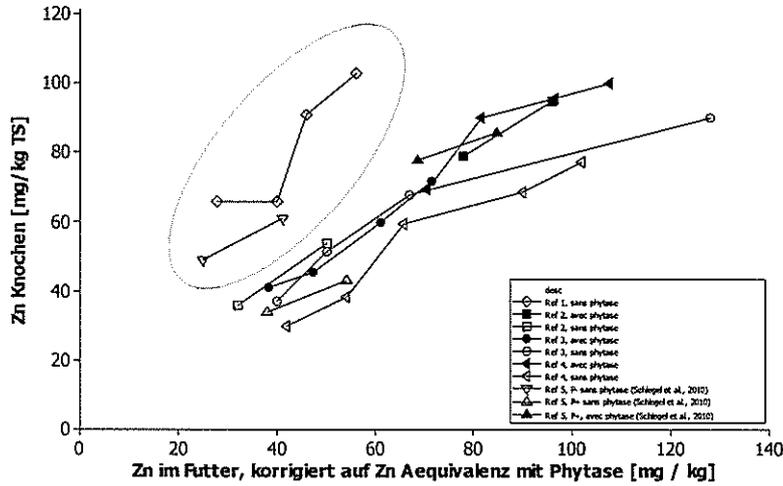


Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



Uebersicht der 5 INRA-Versuche (2002 – 2010)

Einfluss des Zn Knochengehaltes nach Zn Gehalt im Futter (Korrigiert nach Zn Aequivalenz der mikrobiellen Phytase mit Mais / Soja Futter (Jondreville et al., 2005)



Zn supplementiert: ZnSO₄

Mikrobielle Phytase: Natuphos, BASF

Revy et al., 2002; 2004; 2006; Jondreville et al., 2005; Schlegel et al., 2010

Agroscope

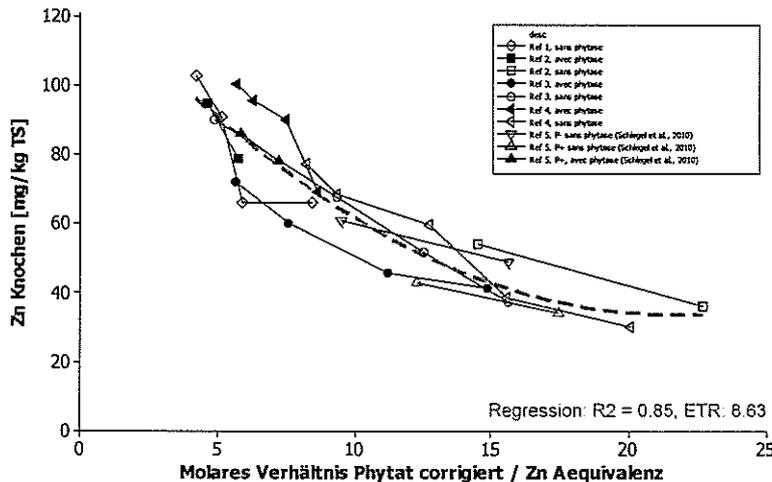


Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



Uebersicht der 5 INRA-Versuche (2002 – 2010)

Einfluss des Zn Knochengehaltes mit Zn Aequivalenz der mikrobiellen Phytase auf Mais / soja Futter und korrigierter Phytat Gehalt (Jondreville et al., 2005; Létourneau-Monminy, nicht publiziert)



Zn supplementiert: ZnSO₄

Mikrobielle Phytase: Natuphos, BASF

Revy et al., 2002; 2004; 2006; Jondreville et al., 2005; Schlegel et al., 2010

Agroscope



Zn Bioverfügbarkeit (Phase II)



Uebersicht der 5 INRA-Versuche (2002 – 2010)

Einfluss des Zn Knochengehaltes von Ferkel, nach Futtertyp und Zn Zugabe.

...Surprise...

Revy et al., 2002; 2004; 2006; Jondreville et al., 2005; Schlegel et al., 2010

23



Schlussfolgerungen



Effiziente Zn Ernährung beim Schwein

- Zn Supplementierung laut Bedarfsempfehlungen
- Phasenfütterung während der Mast (Bedarf an Zn pro kg Futter wird reduziert mit zunehmendem LG)
- Einbezug der verbesserten Zn Bioverfügbarkeit durch:
 - Phytatgehalt des Futters (Futtermittel mit tieferem Phytatgehalt)
 - Phytaseaktivität (pflanzlich und mikrobiell)

Besten Dank

24