

Justus-Liebig-Universität Gießen

Fachbereich 09 "Agrarwissenschaften, Ökotoxikologie und Umweltmanagement"

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II

- Arbeitsgruppe Grünland und Futterbau -

Einfluss der Applikation eines granulierten Kalkdüngers mit Selen auf die Glutathionperoxidase-Aktivität von Mutterkühen

Ergebnisse von Versuchen auf Flächen des Versuchsgutes Rudlos in 2007

Tierarzt Michael Behrendts,

Bedeutung des Selens für die Gesundheit von Rindern

1. Selen

1.1 Selen; Element und Vorkommen

1.2 Funktionen des Selens

1.3 Selenbedarf und Selenmangel

1.4 Toxizität

1.5 Labordiagnostische Bestimmung

1.6 Selen-Supplementierung

1. Fragestellungen zur Selenversorgung von Mutterkühen

Bedeutung des Selens für die Gesundheit von Rindern

1. Material und Methoden

3.1 Standort

3.2 Pflanzenmaterial

3.3 Tierbestand

3.4 Probenentnahme und –untersuchung

3.5 Selendüngung

3.6 Statistische Auswertung

1. Ergebnisse

4.1 Vergleich der Untersuchungsgruppen

4.2 Rasseeffekte

1. Diskussion

5.1 Selenversorgungsstatus von Mutterkühen

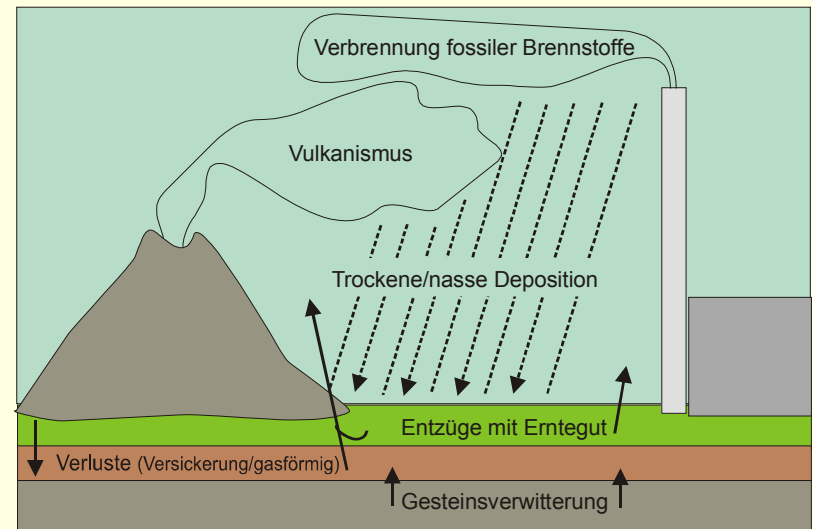
5.2 Bedeutung der Rasseeffekte und anderer Tiereffekte

5.3 Ausblick und weitere Erhebungen

1. Selen

1.1 Selen; Element und Vorkommen

- Halbmetall mit dem chemischen Symbol Se
- Die chemischen Eigenschaften ähneln denen von Schwefel (S).
- Se ist überall in der Erdhülle zu finden.
- Das Se im Boden stammt aus der Verwitterung des Ausgangsgesteins, atmosphärischen Einträgen. Die Konzentration ist variabel.



1. Selen

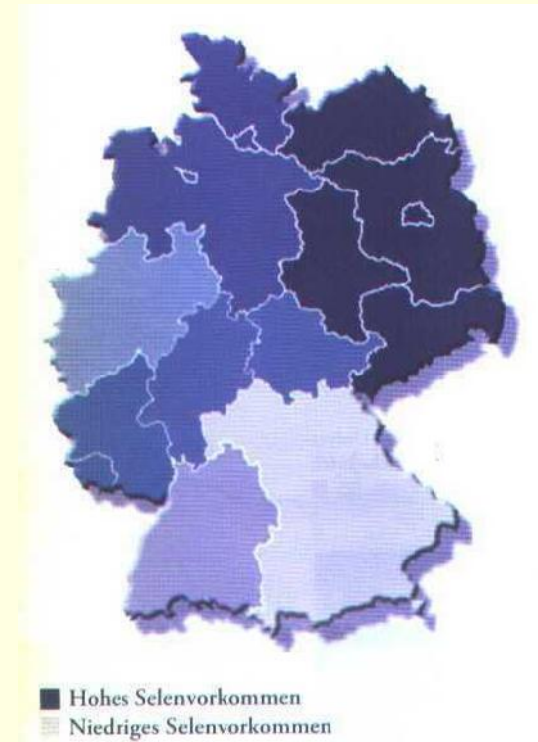
- Se-Mangelgebiete findet man weltweit in Teilen Neuseelands und Australiens. In Europa liegen in Skandinavien Se-arme Standorte vor.

In Deutschland:

Nord-Süd-Gefälle

(0,2 – 0,1 mg Se

kg⁻¹ Boden)



- In Teilen der USA, Israel und liegen hohe Se-Konzentrationen vor (→ toxische Konzentrationen in

1. Selen

1.2 Funktionen des Selens

- Mit einem Gehalt $\leq 50 \text{ mg kg}^{-1}$ LM ein Spurenelement
- Se überwiegend eingebaut in Proteine
- Se nimmt Stelle des S in S-haltigen Aminosäuren ein.
- Selenocystein im aktiven Zentrum der Glutathionperoxidase (GSH-Px); Radikalfänger
- Bestandteil der Jodthyronin-Dejodasen (Schilddrüsen-Enzyme):
Dejodation von Thyroxin T4 \rightarrow Trijodthyronin T3
- Immunabwehr: entzündungshemmende Wirkung von Se; Mangel: verminderter Widerstand; Einfluss auf Mastitiden
- Se ist am Ablösemechanismus der Nachgeburt beteiligt

1. Selen

1.2.1 Zentrale Rolle der GSH-Px

- Tripeptid aus den Aminosäuren Glutamat, Glycin und Cystein
- Schutz vor Zellzerstörung durch Peroxide aus Lipidstoffwechsel;
Synergismus mit Vitamin E (α -Tocopherol)
- Reduktion von Lipidhydroperoxiden zu Wasser, um oxidativen Stress zu vermeiden

- Selen: Co-Faktor der GSH-Px, einem antioxidativ wirksamen Enzym
- Vitamin E: direkte Wirkung als Radikalfänger

1. Selen

1.3 Selenbedarf und Selenmangel

1.3.1 Bedarf

Selenbruttobedarf für Rinder aller Altersstufen:

- 0,1 – 0,3 mg Se kg⁻¹ Futter-Trockenmasse

Erhöhter Bedarf bei physiologischen Belastungen:

- Infektionen
- Geburt und Hochlaktation
- Kurzfristiger Stress (Transport)
- Schlechte Futterqualität (hoher Anteil ungesättigter Fettsäuren)

1. Selen

1.3.2 Mangel

- Auf Se-armen Standorten mit einem Gehalt im Boden von $<0,5 \text{ mg Se kg}^{-1}$ kann Bedarf allein über das Grundfutter oft nicht gedeckt werden
- Daher häufig bei extensiver Rinderhaltung zu beobachten
- Einflüsse auf den Se-Gehalt von Grünlandaufwüchsen:
 - Boden; Gehalt, antagonistisch wirkende Elemente (S, As)
 - Überdüngung mit sulfathaltigen Düngern
 - Verdünnungseffekt
- Se-Einbußen durch Konservierung von Grünfutter
- Milchaustauscher nur aufgefettet und nicht angereichert

1. Selen

■ Mangelsymptome

➤ Nutritive Muskeldystrophie NMD (Enzootische Myodystrophie, Weißmuskelkrankheit):

- Vorkommen bei Kälbern in den ersten Lebenstagen bis –wochen

- Kongenitale Form

- Postnatale Form

➤ Paralytische Myoglobinurie:

- Vorkommen bei adulten Rindern

Kongenitale NMD

- Intrauterin präformiert
- Se-unterversorgtes Muttertier (meist klinisch nicht erkrankt)
- Verminderter diaplazentarer Transport
- Tote und lebensschwache Kälber
- Vermindertes Steh- und Koordinationsvermögen
- Trinkschwäche
- Unzureichende Kolostrumversorgung
- Unbehandelt: Tod durch Insuffizienz der Atem- und Herzfunktion

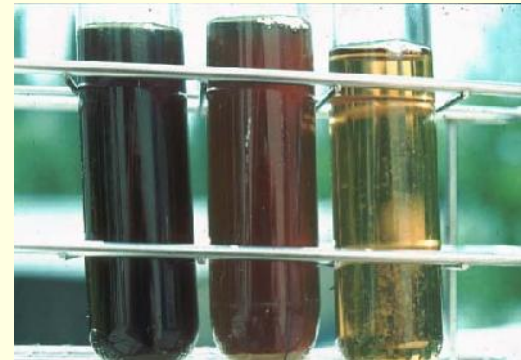


Postnatale NMD

- Betrifft vorwiegend ein bis vier Monate alte Saugkälber
- Unzureichendes Se-Angebot in Kolostrum und Milch oder nicht angereicherte Milchaustauscher
- Begünstigt durch Durchfallerkrankungen
- Degenerative Organschäden → lokomotorische, respiratorische oder zirkulatorische Funktionsstörungen
- Unbehandelt: perakut → plötzlicher Herztod
 - akut → myopathisch-dyspnoisches Syndrom
 - protrahiert → Bewegungsstörungen, Infektionen
- Pathologisch: hyalinschollige Myodegeneration

Paralytische Myoglobinurie

- Auftreten bei adulten Tieren in einem Alter von 8 – 20 Monaten
- Anpassungsmyopathie kurz nach Weideauftrieb
 - Winterfütterung mit konserviertem Grünfutter
 - Junge Grünlandaufwüchse reich an ungesättigten Fettsäuren
 - Plötzliche körperliche Belastungen
- Bewegungsunlust bis hin zum Festliegen
- Myoglobinurie
- Plötzliche Todesfälle durch Kardiomyodystrophie
- Pathologisch: hyalinschollige Myodegeneration



1. Selen

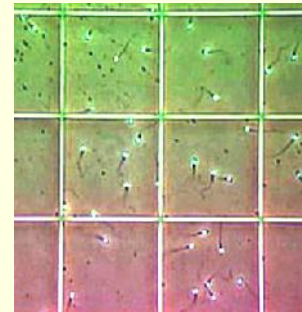
■ Mangelsymptome

➤ Verzögerter Abgang der Nachgeburt

- Selenmangel als eine von vielen möglichen Ursachen eines verzögerten Ablöseprozesses der Plazenta (6-12 h p.p.) bis hin zu einer Retentio secundinarum (> 12 h p.p.)

➤ Fertilitätsstörungen

- Verminderte Qualität und Vitalität der Spermien
- Frühaborte 3-4 Wochen p.c.
- Spätaborte
- Verminderte Fruchtbarkeitsparameter: Erstbesamungsrage, Konzeptionsrate



1. Selen

1.4 Toxizität

- Sehr geringe therapeutische Breite
- Spanne zwischen notwendiger Versorgung und Selenintoxikation gering
- Akute Vergiftung:
 - Aufnahme stark Se-haltiger Pflanzen (3,0-10,0 mg Se kg⁻¹ TS)



1. Selen

- Chronische Vergiftung (Selenose):
 - USA: tägliche Inkorporation von bis zu 3,0 mg Se kg⁻¹ TS noch tolerierbar
- Wirkung: Dermatitiden
 - Gastrointestinale Symptome
 - Verdrängung von S aus Enzymen
 - Alkali disease: - Abmagerung
 - Anämie
 - Klauenveränderungen

1. Selen

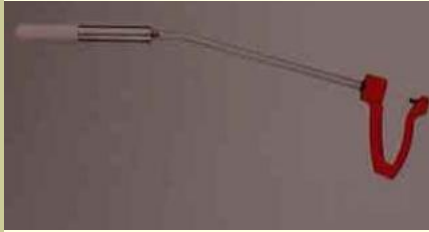
1.5 Labordiagnostische Bestimmung

- Verdachtsdiagnose durch Symptome
- Direkter Se-Nachweis: Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) aus Blutplasma, Blutserum, Vollblut, Erythrozyten und Haarproben
- Indirekter Se-Nachweis: Bestimmung der erythrozytären GSH-Px-Aktivität
 - Klinische Relevanz: langfristige Versorgung

Bioverfügbarkeit

Tab. 1: Beurteilung der Selenversorgung anhand der Aktivität der GSH-Px

	Selenversorgung		
	ausreichend	marginal	defizitär
<u>erythrozytäre GSH-Px</u> [U/g Hb]	> 130	61 - 130	≤ 60



1. Selen



1.6 Selen-Supplementierung

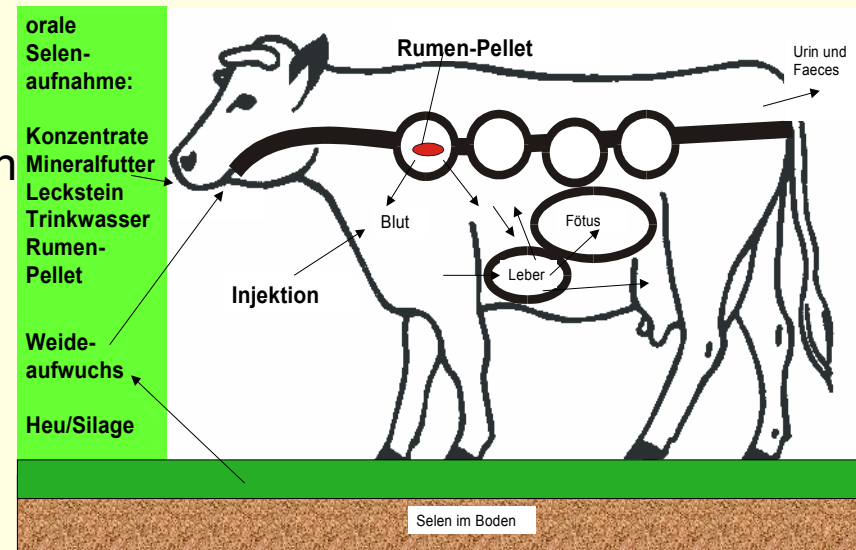
- Milchviehhaltung: bedarfsgerechte Gabe von Mineralfutterzusätzen
- Extensive Weidesysteme: gezielte Ergänzung schwierig
- Niedrige Schwelle der Toxizität

➤ Direkte Methoden:

- Trinkwasser
- Drenchen von Lösungen oder Pasten
- Verweilboli und Rumen-Pellets
- Osmotische Pumpen
- Injektionen von Vitamin E / Se – Präparaten
- Salzlecksteine

➤ Indirekte Methoden:

- Se-Applikation auf Futterpflanzen (Selenit, Selenat)
- Se-haltige Düngemittel



Se-haltige Düngemittel

- Dino Selenium 5[®]:
 - Deklarierte Kombination eines granulierten Kalkdüngers mit dem reinen Se-Dünger Selcote[®] ultra
 - 0,2 % elementares Se: 12 % schnell verfügbares Natriumselenat
 - 88 % Bariumselenat (Depot, slow release)
 - 70 % Calciumcarbonat (CaCO_2)
 - 5 % Magnesiumcarbonat (MgCO_3)
- Ausbringung: Schneckenkorn-, Düngerstreuer

2. Fragestellungen zur Selenversorgung von Mutterkühen

- Gelingt es, eine ausreichende Se-Versorgung von Mutterkühen, gemessen anhand der GSH-Px-Aktivität, durch die Applikation eines granulierten Kalkdüngers mit Se sicherzustellen?
- Gelingt es, Selenmangelsituationen von Rindern durch das Angebot von Grünlandaufwüchsen mit ausreichender Konzentration an organischen Selenverbindungen zu vermeiden?
- Liegt ein gleichmäßiger Selen-Versorgungsstatus innerhalb einer Herde vor, treten individuelle Unterschiede auf oder bestehen Abhängigkeiten zwischen der GSH-Px-Aktivität und der Rasse der Rinder oder anderer Tiereffekte?

3. Material und Methoden

3.1 Standort

- Flächen des Lehr- und Versuchsbetrieb Rudlos (Vogelsberg)

- ❖ Versuchsflächen: Kalkammonsalpeter
6 kg ha⁻¹ Dino Selenium 5[®] (= 12 g Se ha⁻¹)

- ❖ Kontrollflächen: Kalkammonsalpeter

- Beide Flächen waren hinsichtlich geographischer und klimatischer Einflüsse vergleichbar

- Von beiden Flächen wurde Silage zur Winterfütterung gewonnen

3. Material und Methoden

3.2 Pflanzenmaterial

- Grünlandaufwuchs der jeweiligen Weideflächen
- ❖ Se-Gehalt Kontrollflächen:
 - $\ll 0,04 \text{ mg kg}^{-1} \text{ TM}$
- ❖ Se-Gehalt Versuchsflächen:
 - $0,16 - 0,4 \text{ mg kg}^{-1} \text{ TM}$

3.3 Tierbestand

- 76 Kühe der Rassen Dt. Fleckvieh und Dt. Angus
- ❖ Referenzgruppe: $n = 42$ (Angus $n = 25$, Fleckvieh $n = 17$)
- ❖ Versuchsgruppe: $n = 34$ (Angus $n = 15$, Fleckvieh $n = 19$)
- Se-Versorgung: Se-Injektion der Kälber
Se-haltige Lecksteine

3. Material und Methoden

3.4 Probenentnahme und –untersuchung

- Blutentnahme aus V. jugularis an fixierten Tieren in Lithium-Heparin-Blut Röhrchen
- Untersuchung im Labor der Klinik für Wiederkäuer und Schweine der Justus-Liebig-Universität Gießen
- Ermittlung der Aktivität der erythrozytären GSH-Px nach Paglia & Valentine in der Einheit GSH-Px/gHb

3.5 Selendüngung

- 6 kg ha⁻¹ Dino Selenium 5[®] der Firma Vereinigte Kreidewerke Dammann KG

3. Material und Methoden

3.6 Statistische Auswertung

- Einzelwerte: Mittelwerte (MW) \pm Standardabweichung (SD)
- zweifaktorielle Varianzanalyse unter Verwendung des Statistikprogramms SPSS für Windows, Version 12,0
- Rassenvergleich: Anpassung der Gruppengrößen an Gruppe mit geringster Individuenzahl $n = 15$;

Auswahl nach Zufallsprinzip

- Die Sicherungsniveaus der Signifikanztests wurden folgendermaßen festgelegt:
 - F-Test für Varianzanalyse
 - Signifikanzniveau 5 % in den Tabellen gekennzeichnet durch " * "
 - Signifikanzniveau 1 % in den Tabellen gekennzeichnet durch " ** "
 - Multipler t-Test für die Einzelwerte
 - Signifikanzniveau 5 %

4. Ergebnisse

4.1 Vergleich der Untersuchungsgruppen

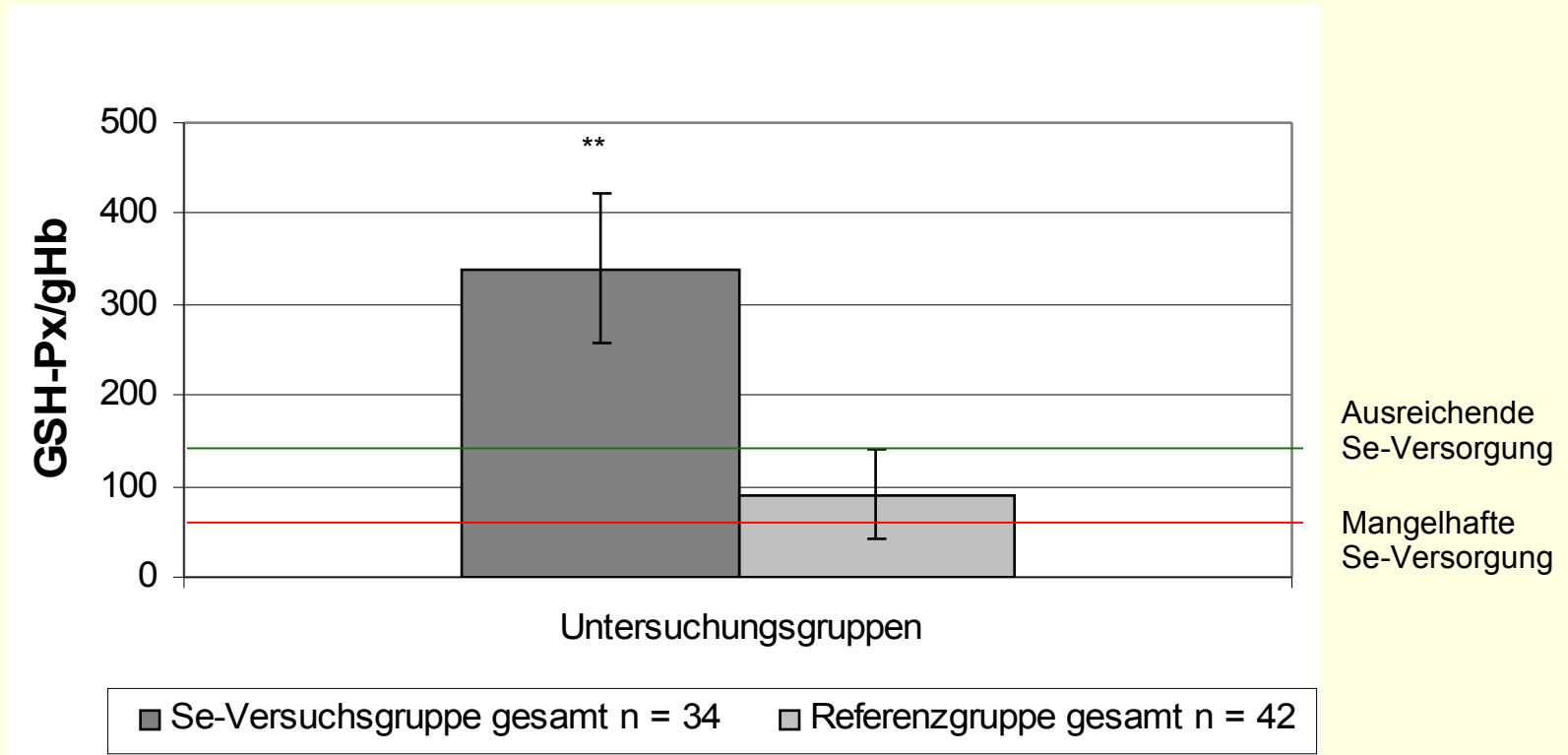
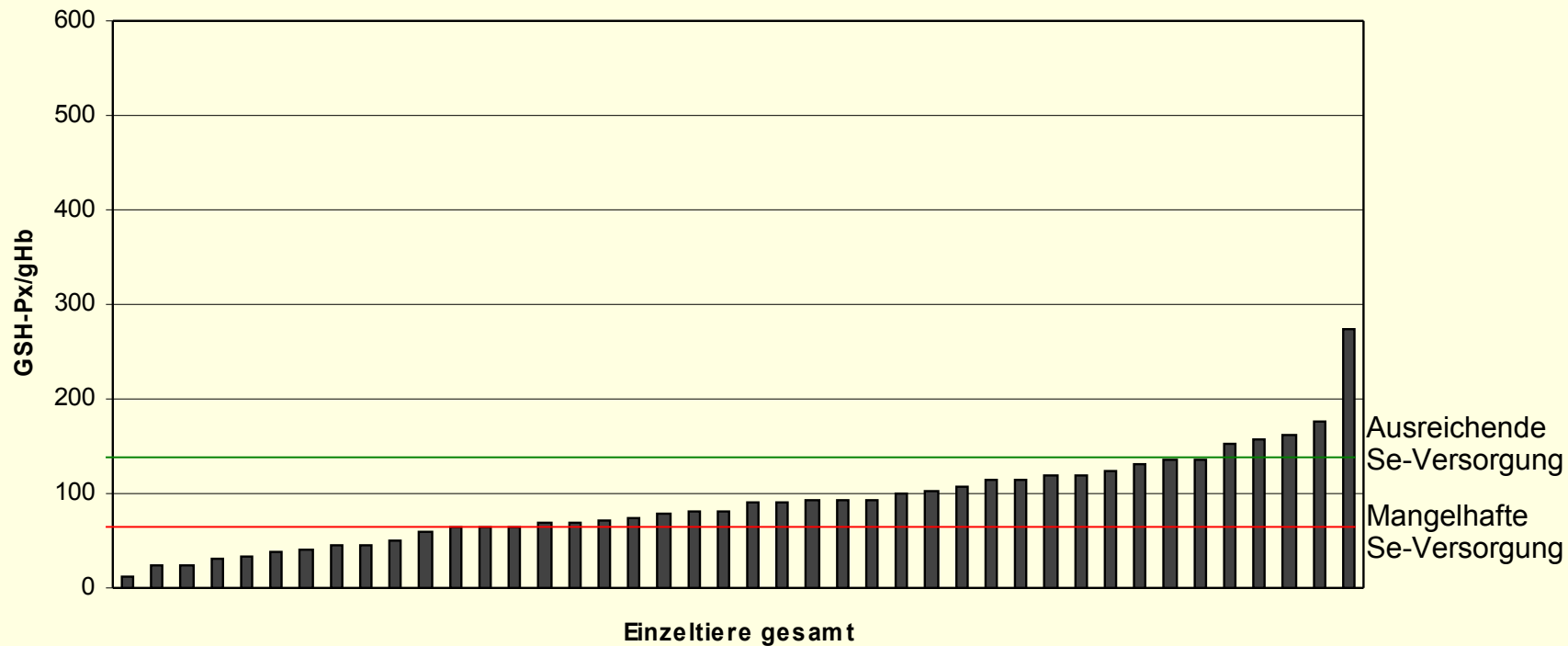


Abb. 2: Glutathionperoxidase-Aktivität (MW ± SD) der Untersuchungsgruppen (** p < 0,01 vs. Referenzgruppe)
(Versuchsgruppe mit Dino Selenium®, Referenzgruppe ohne Behandlung)

Einzelwerte Referenzgruppe

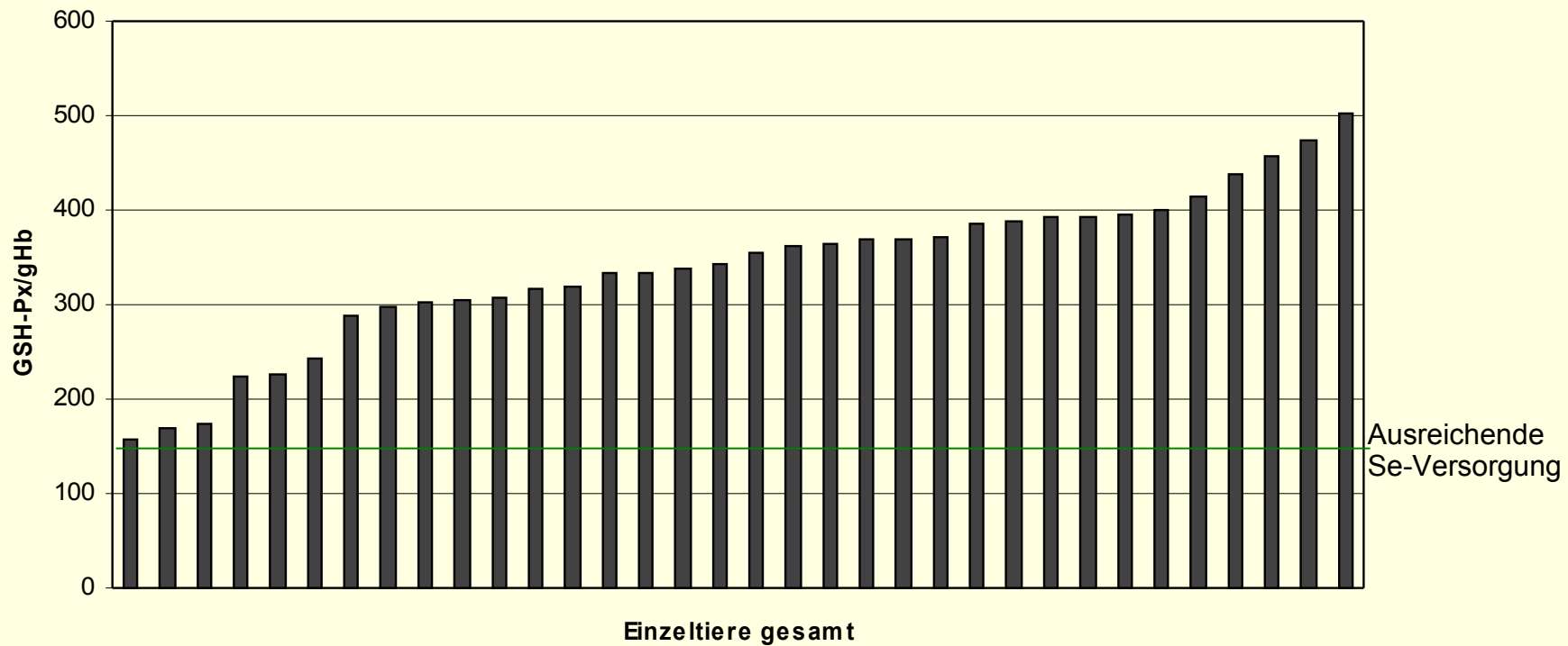
GSH-Px Einzelwerte
Referenzgruppe



Se-Versorgung der Gruppe ohne Se-haltigen Dünger

Einzelwerte Versuchsgruppe

GSH-Px Einzelwerte
Selen-Versuchsgruppe



Se-Versorgung der Gruppe mit Dino Selenium®

4. Ergebnisse

4.2 Rasseeffekte

- Einfluss von rassebedingten Effekten bei der Verwertung des Se im Grünlandaufwuchs

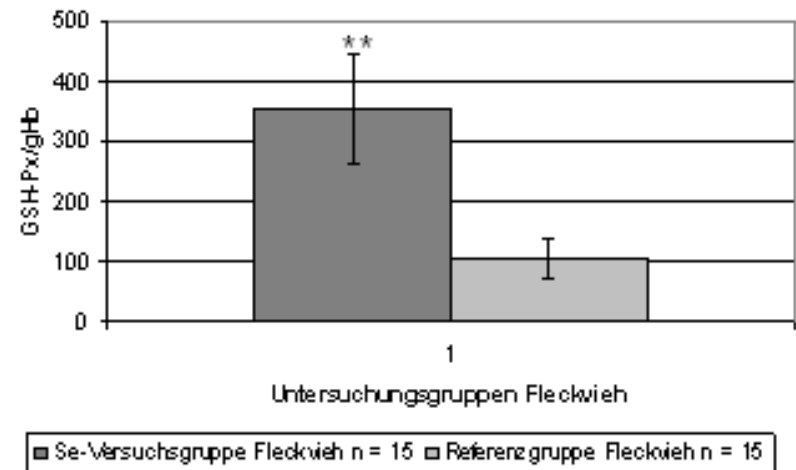
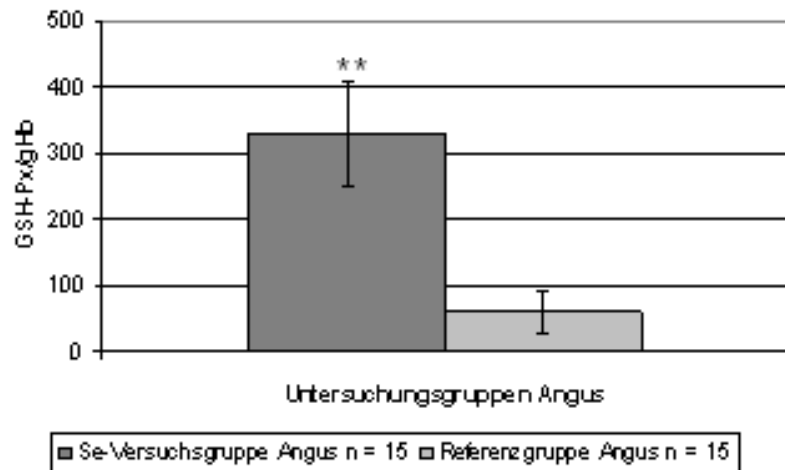


Abb. 3: Glutathionperoxidase-Aktivität (MW±SD) der Untersuchungsgruppen jeweils der Rassen Deutsch Angus und Deutsches Fleckvieh jeweils n = 15 (** p < 0,01 vs. Referenzgruppen)

4. Ergebnisse

4.2 Rasseeffekte

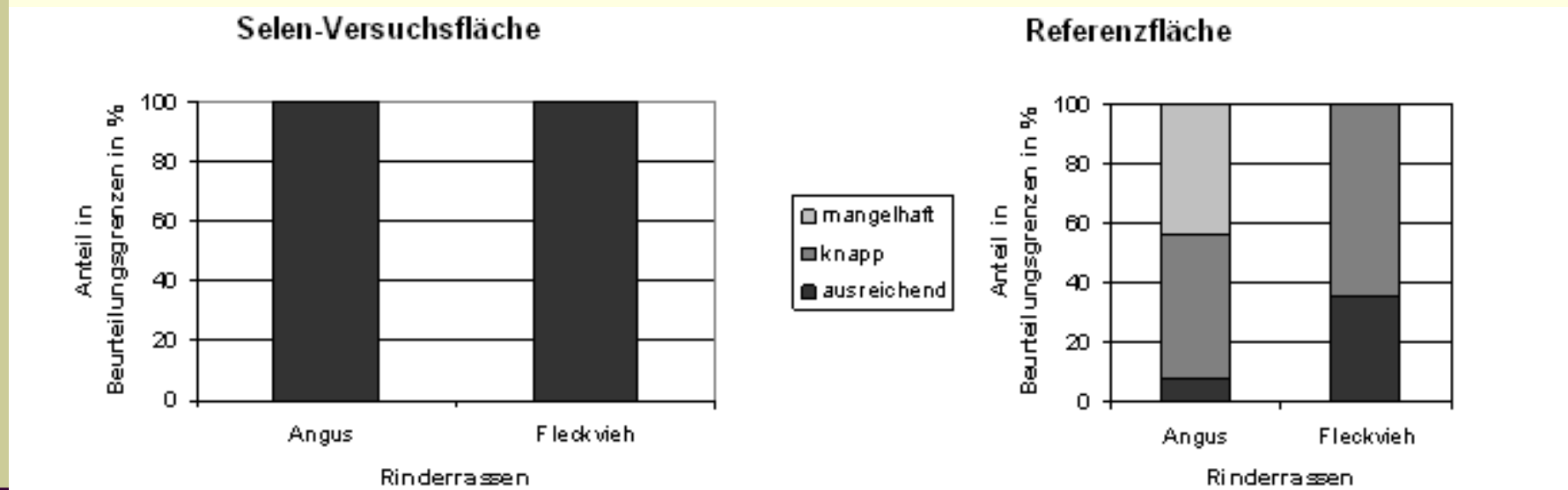


Abb. 4: Anteile der Rinderrassen Angus und Fleckvieh in den Beurteilungsgrenze der Selen-Versorgung in % auf Versuchsfläche und Referenzfläche

5.Diskussion

5.1 Selenversorgungsstatus von Mutterkühen

- Grünlandaufwüchse (Kontrollflächen): $< 0,1 \text{ mg Se kg}^{-1} \text{ TM}$
- $> 80 \%$ der Kühe auf Kontrollflächen unterversorgt
- Bisherige Se-Supplementierung (Se-haltige Lecksteine und Se-Injektionen der Kälber nicht ausreichend)

- Grünlandaufwüchse (Versuchsfläche): $> 0,4 \text{ mg Se kg}^{-1} \text{ TM}$
- Bedarfsgerechte Se-Versorgung durch einmalige Applikation zu Beginn der Vegetationsperiode möglich
- Vorteil der Düngung: bedarfs- und leistungsadäquate Aufnahme von Selen entsprechend der Grundfutteraufnahme; Vergiftungsrisiko gering
- Geringer Arbeits- und Materialaufwand

5. Diskussion

5.2 Bedeutung der Rasseeffekte und anderer Tiereffekte

- Dt. Fleckvieh signifikant höhere GSH-Px-Aktivität als Dt. Angus
 - Mögliche Ursachen: Absorption, Verwertung, Bioverfügbarkeit
Verteilung im Körper in Gewebe, Enzyme
Bessere Anpassung von Fleckvieh an
selenarme Standorte
- Individuelle Tiereffekte aus vorliegenden Daten über Trächtigkeit, Laktation o.ä. nicht erklärbar
- Auf Versuchsfeldern sind keine toxischen Zustände aufgetreten

5. Diskussion

5.3 Ausblick und weitere Erhebungen

- Se-Versorgung der Untersuchungsgruppen nach der Winterfütterung
- Se-Versorgung der Kälber des Folgejahres: diaplazentarer Transport organischer Se-Verbindungen
- Untersuchung des Se-Gehalts in Grassilage
- Aufgrund EU-BioVO sind Se-Verbindungen lediglich als Zusatzstoffe in der Tierernährung zugelassen

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Danke für Zusammenarbeit und Unterstützung:

- PD Dr. Harald Laser und Arbeitsgruppe Grünland und Futterbau
- Lehr- und Versuchsbetrieb Rudlos
- Klinik für Wiederkäuer und Schweine der JLU
 - Labor
 - Dr. Torsten Seeger
- Vereinigte Kreidewerke Dammann KG, Söhle
 - Dipl.Ing.agr. Henry Becker