

Nutztiere

Organische Zink-Verbindungen in der Munimast

Jürg Kessler, Isabelle Morel und Pierre-Alain Dufey, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux
Alberto Stern, Veterinär-Anatomisches Institut der Universität Zürich, CH-8057 Zürich
Auskünfte: Jürg Kessler, e-mail: juerg.kessler@rap.admin.ch, Fax +41 (0)26 407 73 00, Tel. +41 (0)26 407 72 75

Zusammenfassung

In einem Fütterungsversuch mit 4 x 15 Mastmuni der Rasse Red Holstein x Simmental wurde der Einfluss der chemischen Form der Zn-Ergänzung auf die Parameter Futterverzehr, Tageszuwachs, Zn-Status sowie Qualität des Schlachtkörpers, des *Musculus longissimus thoracis* und der Klauen bei bedarfsdeckendem Zn-Angebot untersucht. Geprüft wurden die organischen Zn-Verbindungen Zn-Proteinat und Zn-Polysaccharid im Vergleich zu Zn-Oxid sowie zu einer Kontrolle ohne Zn-Ergänzung. Der Versuch dauerte 284 Tage und umfasste den Gewichtsbereich 146 kg bis 520 kg Lebendgewicht. Die verfütterte Ration bestand aus einer Mais-Grassilage-Mischung ergänzt mit Kraftfutter und einer Mineralstoff-Vitamin-Mischung.

Der durchschnittliche Trockensubstanz-Verzehr, der Tageszuwachs sowie die Futterverwertung der Mastmuni wurden durch die chemische Form der verfütterten Zn-Verbindung nicht signifikant beeinflusst. Auch im Zn-Status konnte keine wesentliche Differenz zwischen den Verfahren beobachtet werden. Das Gleiche gilt für die Schlachtkörper- und Fleischqualität. Die Klauenqualität war bei den Tieren mit organischen Zn-Verbindungen etwas besser als bei den übrigen Verfahren.

Im Vergleich zu anorganischen sollen organische Zink(Zn)-Verbindungen eine höhere Bioverfügbarkeit aufweisen (Spears 1996). Dies kann sich bei Rindern in höheren Tageszunahmen und einer verbesserten Futterverwertung auswirken. Auch der Zn-Status sowie die Qualität von Schlachtkörper, Fleisch und Klauenhorn soll positiv beeinflusst werden.

Das Wissen über organische Zink(Zn)-Verbindungen ist jedoch noch begrenzt. Besonders fehlen weitgehend Angaben über die Wirkung dieser Verbindungen in raufutterbetonten Rationen. Auch gibt es nur wenige Untersuchungen über die Bedeutung von Zn-Proteinaten und Zn-Polysacchariden in der Rindermast. Zahlreiche Versuche

wurden zudem mit deutlich über dem empfohlenen Angebot liegenden Zn-Ergänzungen durchgeführt. Versuchsbedingungen, die aus der Sicht der Umweltbelastung diskutierbar sind. Nicht zuletzt sind die Kenntnisse über die Wirkung von organischen Zn-Verbindungen auf die Parameter Schlachtkörper-, Fleisch- und Klauenqualität lückenhaft.

So wurde geprüft

Insgesamt 60 männliche Kälber der Rasse Red Holstein x Simmental wurden basierend auf den Kriterien Lebendgewicht, täglicher Zuwachs sowie vorgelegte Ration während der Aufzuchtphase blockweise folgenden vier Verfahren zugewiesen:

■ **KONT:** Ration ohne Zn-Ergänzung (nativer Gehalt)

■ **ZNO:** Ration ergänzt mit 10 mg Zink je kg Trockensubstanz (TS) in Form von Zn-Oxid

■ **ZNPROT:** Ration ergänzt mit 10 mg Zink je kg TS in Form von Zn-Proteinat (BIOPLEX Zn; Alltech)

■ **ZNPOLY:** Ration ergänzt mit 10 mg Zink je kg TS in Form von Zn-Polysaccharid-Komplex (Carbosan; Quali Tech).

Der native Gehalt der Rationen an Zink betrug 35 mg/kg TS. Die Zink-Ergänzung bei den Verfahren ZNO, ZNPROT und ZNPOLY erfolgte in Form eines pelletierten Zink-Bollmehlgemisches individuell in Abhängigkeit vom täglichen Trockensubstanzverzehr der einzelnen Tiere. Damit wurde während des ganzen Versuches eine totale Zn-Konzentration in der Ration von 45 mg/kg TS sichergestellt. Die Kontrolle erhielt ein Placebo ohne Zink-Zusatz. Die Ration bestand für alle Tiere aus einer Mischung von Mais- und Grassilage im Verhältnis von 2 : 1 bezogen auf die TS sowie aus Kraftfutter und einer Mineralstoff-Vitaminmischung. Das tägliche Nähr-, Mineral- und Vitaminangebot über die Ration entspricht den RAP-Empfehlungen (RAP 1999). Die Mais-Grassilage-Mischung wurde den Tieren zur freien Aufnahme vorgelegt. Das durchschnittliche Lebendgewicht (LG) bei Versuchsbeginn betrug 146 kg. Nach einer Versuchsdauer von 284 Tagen wurden die Tiere geschlachtet. In Tabelle 1 sind weitere Einzelheiten zur Versuchsanlage zusammengefasst.

Verzehr und Leistung unbeeinflusst

Der durchschnittliche TS-Verzehr der Mastmuni variiert zwischen 6,54 und 6,85 kg pro Tag (Tab. 2), wobei zwischen den einzelnen Verfahren keine signifikante Differenz besteht.

Im Gewichtsbereich 146 bis 350 kg LG unterscheiden sich die Versuchstiere in der täglichen Zunahme nur wenig (Tab. 2). Ab 350 kg LG weisen die Tiere der Verfahren ZNO und ZNPOLY gegenüber denjenigen der Verfahren KONT und ZNPROT in der Tendenz etwas höhere Tageszunahmen auf ($P = 9\%$). Über die ganze Versuchsperiode hinweg ergibt sich zwischen den vier Verfahren im täglichen Zuwachs jedoch kein signifikanter Unterschied. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Resultaten von Greene *et al.* (1988) sowie Rust und Schlegel (1993), die ebenfalls keinen bedeutenden Einfluss der Zn-Quelle, anorganisch oder organisch, auf den Tageszuwachs von Ochsen feststellten. Wie im Tageszuwachs, unterscheiden sich die vier Verfahren auch in der Futtermittelverwertung nicht.

Blutwerte und Immunreaktion vergleichbar

Die zu den Zeitpunkten Versuchsbeginn und Versuchsende analysierten oder berechneten Blutparameter wie alkalische Phosphatase, Haemoglobin, Hämatokrit und mittleres Erythrocytenvolumen sind für die vier Verfahren vergleichbar. In der Größenordnung entsprechen die Ergebnisse bekannten Werten (Radostits *et al.* 1994). Bei der Zn-Serum-Konzentration ist bei allen Verfahren im Zeitraum Versuchsbeginn bis Versuchsende eine deutliche Abnahme zu beobachten. Die im Zeitpunkt Versuchsende gemessenen Werte von 0,7 bis 0,8 mg/l weisen jedoch immer noch auf eine bedarfsdeckende Versorgung hin.

Tab. 1. Versuchsanlage

Versuchstiere:	60 Mastmuni der Rasse Red Holstein x Simmental
Versuchsperiode:	284 Tage (146 kg LG bis 520 kg LG)
Haltung:	Anbindehaltung auf Gummimatten mit Gitterrost im Kotbereich
Versuchsanordnung:	4 Verfahren mit Blockbildung
Futter:	Mischung von Mais- und Grassilage im Verhältnis 2:1 bezogen auf die TS; Kraftfutter bestehend aus 83,3 % Sojaextraktionsschrot und 16,7 % Gerste; Mineralstoff-Vitaminmischung sowie Zinkmischung gemäss Verfahren
Fütterung:	Mais-Grassilagemischung zur freien Aufnahme; Kraftfutter in Abhängigkeit vom LG 1,37 bis 0,68 kg je Tier und Tag im Gewichtsbereich 146 bis 375 kg LG und ab 375 kg LG konstant 0,68 kg je Tier und Tag; Mineralstoff-Vitaminmischung 150 g pro Tag
Versuchsparameter:	Lebendgewicht; Futtermittelverzehr; Blutwerte; Immunantwort; Zinkgehalt von LT Muskel, Leber, Knochen, Klauen und Deckhaar; Schlachtkörper- und Fleischqualität; Klauenqualität

LG: Lebendgewicht; LT: *Longissimus thoracis*

Tab. 2. Tägliche Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Tageszuwachs und Futtermittelverwertung

		Kontrolle	Zn-Oxid	Zn-Proteinat	Zn-Polysaccharid	$s_{\bar{x}}$
Futteraufnahme pro Tag						
- Total ¹	kg TS	6,73	6,85	6,54	6,69	0,12
- Mais-Grassilage-Mischung	kg TS	5,69	5,81	5,50	5,65	0,12
- Kraftfutter	kg TS	0,86	0,86	0,86	0,86	< 0,01
Nährstoffaufnahme pro Tag						
- NEV	MJ	45,2	45,9	43,9	44,9	0,8
- APD	g	616	624	602	613	8,0
LG Versuchsbeginn	kg	146	146	146	146	1
LG Versuchsende	kg	514	531	509	525	8
Tageszuwachs bis 350 kg LG	g	1382	1412	1371	1398	29
Tageszuwachs ab 350 kg LG	g	1193	1281	1168	1270	37
Tageszuwachs ganzer Versuch	g	1297	1354	1277	1338	27
Futtermittelverwertung	kg/kg	5,19	5,08	5,13	5,01	0,06

NEV: Nettoenergie Mast

APD: Absorbierbares Protein Darm

LG: Lebendgewicht

Werte derselben Linie mit ungleichen Buchstaben sind signifikant verschieden ($P < 5\%$).

¹inklusive 0,18 kg Mineralstoff-Vitaminmischung

Nach Underwood und Suttle (1999) gelten Zn-Konzentrationen im Serum von 0,4 - 0,6 mg/l als normal. Auch die Untersuchungen von Spears (1989) mit wachsenden Rindern zeigen keine biologisch relevante Differenz in der Zn-Blutkonzentration zwischen anorganischer und organischer Zn-Quelle. Ebenfalls Greene (1988) konnte bei Mastmunis keinen wesentlichen

Unterschied in der Zn-Serum-Konzentration in Abhängigkeit von der Zn-Verbindung messen. In beiden Fällen waren die geprüften Zn-Quellen Zn-Methionin und Zn-Oxid.

In der Antikörperreaktion unterscheiden sich die vier Verfahren nicht signifikant. Wie im vorliegenden Versuch, verbesserte sich auch in den Untersuchun-

gen von Galyean *et al.* (1995) die Immunantwort von Mastmunit im Gewichtsbereich 240-280 kg LG durch die Verfütterung von Zn-Methionin im Vergleich zu Zn-Sulfat nicht wesentlich. Im Gegensatz dazu beschrieben Spears *et al.* (1991) einen positiven Effekt von Zn-Methionin im Vergleich zu Zn-Oxid auf die Immunantwort von gestressten Mastmunit.

Zinkstatus geringe Unterschiede

Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, wird die Zn-Konzentration des *Musculus longissimus thoracis* (LT Muskels) durch die verschiedenen Verfahren nicht wesentlich beeinflusst. Die höchste Zn-Konzentration in der Gesamtleber weisen die Tiere des

Verfahrens ZNPROT auf, während die übrigen Verfahren vergleichbare Werte haben. Die beobachteten Unterschiede sind nicht signifikant. Mit 107 bis 126 mg Zn/kg TS Leber decken sich die gemessenen Konzentrationen weitgehend mit den bei Milchkühen beschriebenen Werten (Kessler und de Faria 1998). Analog dem vorliegenden Versuch wird auch in den Untersuchungen von Rojas *et al.* (1994) die Zn-Leberkonzentration von Jungrindern durch die Zn-Quelle (Zn-Oxid, Zn-Sulfat und Zn-Methionin) kaum beeinflusst. In der Zn-Konzentration des Fesselbeinknochens besteht zwischen den vier Verfahren kein wesentlicher Unterschied. Auch die Untersuchungen von Rojas *et al.* (1995) zeigen keine Diffe-

renzen in der Zn-Konzentration der Knochen bei der Verfütterung von anorganischen und organischen Zn-Verbindungen an Wiederkäuer. Nach Puls (1990) sind Zn-Konzentrationen von unter 60 mg/kg TS typisch für einen Zinkmangel. Mit 63 bis 69 mg Zn/kg TS-Knochen deuten die im Versuch analysierten Werte auf eine bedarfsdeckende Zn-Versorgung hin. Die Zn-Konzentrationen der Klauen bewegen sich zwischen 111 und 117 mg/kg TS. Zwischen den vier Verfahren besteht nur ein geringer Unterschied in der Zn-Konzentration der Deckhaare. Nach Anke und Risch (1979) weist eine Zn-Konzentration im Deckhaar des Rindes von über 100 mg/kg TS auf eine korrekte Zn-Versorgung hin. Die im vorliegenden Versuch gemessenen Werte von über 150 mg Zn/kg TS lassen somit erkennen, dass der Zn-Bedarf der Versuchstiere bei allen Verfahren ausreichend gedeckt ist.

Ähnliche Schlachtleistung, Schlachtkörper- und Fleischqualität

Mit 54,3 bis 54,9 % ist die Schlachtausbeute der vier Verfahren vergleichbar ($P > 5\%$; Tab. 4). Dies gilt auch für die Fleischigkeit der Tiere gemäss CH-TAX. Bei der nach CH-TAX beurteilten Fettabdeckung werden die Tiere des Verfahrens ZNO im Vergleich zu den übrigen auf Grund der Überfettung schlechter benotet.

Im Gegensatz zum 24 h nach der Schlachtung gemessenen pH-Wert im LT Muskel unterscheiden sich die vier Verfahren in dem eine Stunde nach der Schlachtung ermittelten pH-Wert nicht signifikant (Tab. 5). Die Unterschiede beim pH-Wert 24 h sind aus praktischer Sicht jedoch nicht relevant. Mit einer Dicke von 5 bis 6 mm ergibt sich im subkutanen Fett für die vier Verfahren kein bedeutender Un-

Tab. 3. Zn-Konzentration von LT Muskel, Leber, Fesselbein, Deckhaare und Klauen

		Kontrolle	Zn-Oxid	Zn-Proteinat	Zn-Polysaccharid	$s_{\bar{x}}$
LT Muskel	Zn mg/kg TS	152	147	142	141	5
Leber	Zn mg/kg TS	107	111	126	110	6
Fesselbein	Zn mg/kg TS	69	67	67	63	3
Deckhaare	Zn mg/kg TS	166	154	174	158	6
Klauen	Zn mg/kg TS	114	117	114	111	2

LT: *longissimus thoracis*

Werte derselben Linie mit ungleichen Buchstaben sind signifikant verschieden ($P < 5\%$).

Tab. 4. Schlachtleistung und Schlachtkörperqualität

		Kontrolle	Zn-Oxid	Zn-Proteinat	Zn-Polysaccharid	$s_{\bar{x}}$
Schlachtausbeute	%	54,9	54,3	54,9	54,4	0,4
Fleischigkeit ¹						
C	% der Tiere	0	0	0	0	
H	% der Tiere	6,7	6,7	0	14,3	
T	% der Tiere	73,3	60,0	80,0	50,0	
A	% der Tiere	20,0	26,6	20,0	28,6	
X	% der Tiere	0	6,7	0	7,1	
Fettabdeckung ^{1,2}						
4	% der Tiere	13,3	40,0	0	7,1	
3	% der Tiere	86,7	60,0	100,0	92,9	
Subkutanes Fett	mm	6	6	5	5	1

¹ Beurteilung gemäss CH-TAX (GSF 1993)

² Multipler Vergleich: Kontrolle^{ab}; Zn-Oxid^a; Zn-Proteinat^b; Zn-Polysaccharid^b

Werte derselben Linie mit ungleichen Buchstaben sind signifikant verschieden ($P < 5\%$).

terschied. Dieses Resultat deckt sich mit den Ergebnissen von Martin *et al.* (1987). Rust und Schlegel (1993) hingegen beobachteten in ihrer Arbeit mit Ochsen bei einer Ergänzung der Ration mit 200 und 400 mg Zn pro Tag in Form von Zn-Oxid und Zn-Methionin eine Erhöhung der subkutanen Fettschicht im Vergleich zur Kontrolle ohne Zn-Zulage. Im Gehalt des LT Muskels an intramuskulärem Fett unterscheiden sich die vier Verfahren KONT, ZNO, ZNPROT und ZNPOLY nicht. In der Tendenz scheint der Gehalt in den Verfahren ZNO und ZNPOLY etwas höher zu sein als in den Verfahren KONT und ZNPROT. Greene *et al.* (1988) konnten in ihren Untersuchungen mit Ochsen bei der Verfütterung von Zn-Methionin im Vergleich zu Zn-Oxid eine Zunahme der Fetteinlagerung im Muskel und der subjektiv beurteilten Marmorierung feststellen. Die Qualität der Marmorierung des LT Muskels wird primär von den Parametern Verteilung und Grösse der Fettpartikel im Muskel bestimmt. Eine hohe Zahl an Fettpartikeln pro cm² wird als positiv beurteilt. Das Verfahren ZNPOLY weist mit 2,32 Partikel pro cm² die höchste und das Verfahren ZNPROT mit 1,83 Partikel je cm² den tiefsten Wert auf. Die beobachteten Unterschiede zwischen den Verfahren sind statistisch nicht wesentlich. Wie in der Anzahl Partikel, unterscheiden sich die vier Verfahren auch in der Partikelgrösse, die zwischen 2,07 (KONT) und 2,57 mm² (ZNPROT) liegt, nicht signifikant. Die Zn-Zulage in anorganischer oder organischer Verbindung wirkt sich im Weiteren nicht auf die Parameter Farbe (Abb. 1), Saftverluste und Zartheit des LT Muskels aus (P > 5 %).

Klauenhornqualität gewisse Unterschiede

In Tabelle 6 sind die Resultate der makroskopisch-klinischen Klauenuntersuchung zu den Zei-



Abb. 1. Gerät zur Beurteilung der Fleischfarbe (Helligkeit, Rotfärbung, Gelbfärbung)

Tab. 5. Fleischqualität beurteilt am LT Muskel

	Kontrolle	Zn-Oxid	Zn-Proteinat	Zn-Polysaccharid	s _x
pH-Wert 1 h nach Schlachtung	6,43	6,50	6,49	6,35	0,07
pH-Wert 24 h nach Schlachtung	5,61 ^a	5,54 ^b	5,55 ^{ab}	5,57 ^{ab}	0,02
Intramuskuläres Fett	% 1,9	2,6	2,2	2,7	0,2
Marmorierung					
- Fettfläche	% 4,51	5,11	4,30	4,63	0,40
- Fettteilchen pro cm ² (Dichte)	2,25	2,16	1,83	2,32	0,18
- Mittlere Grösse der Fettteilchen	mm ² 2,07	2,42	2,57	2,11	0,20
Farbe					
- Helligkeit ¹	L* 38,3	38,1	37,6	38,0	0,5
- Rotfärbung ¹	a* 12,6	13,3	12,8	12,6	0,5
- Gelbfärbung ¹	b* 2,6	3,1	2,8	2,9	0,2
Saftverluste					
- innerhalb 24 h ²	% 2,45	2,19	1,98	2,21	0,36
- innerhalb 96 h ²	% 5,39	4,65	4,85	4,80	0,61
Scherkraft (Zartheit) ³	kg 4,66	3,67	4,28	4,35	0,32

¹ Je grösser die Zahl, desto höher ist die Helligkeit, Rotfärbung beziehungsweise Gelbfärbung.

² Gemessen ab 24 h nach der Schlachtung

³ Je tiefer der Wert, desto zarter das Fleisch.

Werte derselben Linie mit ungleichen Buchstaben sind signifikant verschieden (P < 5 %).

Tab. 6. Klauenhornqualität

	Kontrolle	Zn-Oxid	Zn-Proteinat	Zn-Polysaccharid
Makroskopisch-klinische Klauenuntersuchung ¹				
Versuchsbeginn	0,87 ± 0,36	0,95 ± 0,32	0,88 ± 0,43	0,97 ± 0,28
Versuchsende	1,10 ± 0,40 ^a	1,08 ± 0,31 ^a	0,88 ± 0,39 ^b	0,57 ± 0,39 ^c
Histologische Beurteilung ¹	0,87 ± 0,36	0,89 ± 0,38	0,69 ± 0,20	0,74 ± 0,25
Zugfestigkeit	kp/mm ² 5,81 ± 0,73	5,72 ± 0,80	6,16 ± 0,67	5,95 ± 0,61

¹ Beurteilungsschema: 0 = unverändert, 1 = leichtgradig verändert, 2 = mittelgradig verändert, 3 = schwergradig verändert

Werte derselben Linie mit ungleichen Buchstaben sind signifikant verschieden (P < 5 %).

Abb. 2. Beurteilung der Klauenqualität nach einem vorgegebenen Schema.



ten Versuchsbeginn und Versuchsende zusammengefasst (Abb. 2). Zu Versuchsende weisen die Verfahren ZNPROT und ZNPOLY gegenüber KONT und ZNO einen signifikant besseren Klauenstatus auf. Während sich bei den Tieren der Verfahren KONT und ZNO der Klauenstatus im Laufe des Versuches verschlechtert, ist bei den Tieren ZNPOLY eine deutliche Verbesserung zu beobachten. Die Werte des Verfahrens ZNPROT bleiben unverändert. In der histologischen Beurteilung des Kronhorns bestehen zwischen den vier Verfahren keine signifikanten Differenzen. In der Tendenz hat das Verfahren ZNPROT etwas bessere Werte. Die Ergebnisse der Zugfestigkeit der vier Verfahren unterscheiden sich nicht wesentlich. Tendenziell zeigen die Tiere des Verfahrens ZNPROT bessere Werte.

Nur bedingte Überlegenheit

Gemessen an den Größen Leistung, Blutwerte und Zn-Status ist bei den vorliegenden Versuchsbedingungen die Bioverfügbarkeit der geprüften anorganischen und organischen Zn-Verbindungen vergleichbar. Auch die Schlachtleistung, Schlachtkörper- und Fleischqualität wird von der chemi-

schen Form der Zink-Ergänzung nicht wesentlich beeinflusst. Allein die Klauenqualität scheint etwas verbessert zu werden. Ob dieses insgesamt wenig positive Ergebnis auf den relativ geringen Anteil (22 %) der zugesetzten organischen Zn-Quellen am gesamten Zinkangebot zurückzuführen ist, scheint eher fraglich. So zeigen auch Versuche mit höheren Mengen an organischen Zink-Verbindungen (Rust und Schlegel 1993) keinen wesentlichen Unterschied zwischen anorganischen und organischen Zn-Quellen auf Leistung und ausgewählte Stoffwechsellparameter. Eventuell könnte die Tatsache, dass die Tiere zu Versuchsbeginn korrekt mit Zink versorgt waren, zum vorliegenden Ergebnis beitragen. Eine positive Wirkung von organischen im Vergleich zu anorganischen Zn-Verbindungen auf Leistung und Gesundheit im weitesten Sinne wurde oft dann erzielt, wenn die Tiere zu Versuchsbeginn künstlich an Zink verarmt wurden. Nicht zuletzt gilt es zu erwähnen, dass die meisten Untersuchungen zum Thema organische Spurenelement-Verbindungen beim Masttrind mit an Maissilage und Kraftfutter reichen Rationen durchgeführt wurden (Greene *et al.* 1988; Muirhead 1993).

Die vorliegenden Resultate sowie die Literaturergebnisse mit gleichen oder anderen organischen Zn-Verbindungen in der Rindermast zeigen keine eindeutige Überlegenheit von organischen im Vergleich zu anorganischen Spurenelement-Verbindungen unter praxisüblichen Fütterungsbedingungen. Somit dürfte sich eine allgemeine Verwendung von organischen Spurenelement-Verbindungen in der Rindermast im gegenwärtigen Zeitpunkt kaum rechtfertigen. Dies nicht zuletzt auch aus wirtschaftlichen Gründen, sind doch die organischen deutlich teurer als die anorganischen Zinkverbindungen.

Die Versuchsergebnisse weisen im Weiteren darauf hin, dass mit einem Zn-Angebot von 45 mg/kg TS der Bedarf des Mastmunis gedeckt wird. Das Ergebnis, dass zwischen der Kontrolle und den übrigen Verfahren in Bezug auf Leistung und weitere Stoffwechsellparameter kein statistisch wesentlicher Unterschied besteht, lässt den Schluss zu, dass bereits ein Zn-Angebot von 35 mg Zink bedarfsdeckend ist.

Literatur

- Anke M. und Risch M., 1979. Haaranalyse und Spurenelementstatus. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena 267 S.
- Galyean M.L., Malcolm-Callis K.J., Gunter S.A. and Berrie R.A., 1995. Effects of zinc source and level and added copper lysine in the receiving diet on performance by growing and finishing steers. *The professional Animal Scientist*. **11**, 139-148.
- Greene L.W., Lunt D.K., Byers F. M., Chirase N. K., Richmond C. E., Knutson R. E. and Schelling G. T., 1988. Performance and carcass quality of steers supplemented with zinc oxide or zinc methionine. *J. Anim. Sci.* **66**, 1818 - 1823.

- GSF, 1993. CH-TAX. Einschätzungssystem für grosses Schlachtvieh und Schlachtkälber. Schweiz. Genossenschaft für Schlachtvieh- und Fleischversorgung, Bern, 16 S.
- Kessler J. und de Faria A., 1998. Organische Spurenelement-Mischung in der Milchviehfütterung. *Agrarforschung* 5 (6), 273-276.
- Martin J.J., Strasia C.A., Gill D.R., Hicks R.A., Ridenour K., Dolezal G. and Owens F.N., 1987. Effect of zinc methionine on live performance and carcass merit of feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 65 (suppl. 1), 500.
- Muirhead S., 1993. Research examines effects of zinc, copper proteinate on feedlot heifers. *Feedstuffs*. 65 (16), 11, 19.
- Puls R., 1990. Mineral levels in animal health. Diagnostic data. Sherpa international, British Columbia, 240 p.
- Radostits O.M., Blood D.C. and Gay C.C., 1994. Veterinary medicine. Baillière Tindall. London, 1877 p.
- RAP, 1999. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. LmZ, Zollikofen, 328 S.
- Rojas L.X., McDowell L.R., Cousins R.J., Martin F.G., Wilkinson N.S., Johnson A.B. and Njeru C.A., 1994. Relative bioavailability of zinc methionine and two inorganic zinc sources fed to cattle. *J. Anim. Sci.* 72 (Suppl. 1)/ *J. Dairy Sci.* 77 (Suppl. 1), 95.
- Rojas L.X., McDowell L.R., Cousins R.J., Martin F.G., Wilkinson N.S., Johnson A.B. and Velasquez J.B., 1995. Relative bioavailability of two organic and two inorganic zinc sources fed to sheep. *J. Anim. Sci.* 73, 1202 - 1207.
- Rust S.R. and Schlegel M.L., 1993. Effect of dietary zinc level and source on steer intake, growth and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 71 (Suppl. 1), 249.
- Spears, J.W., 1989. Zinc methionine for ruminants: relative bioavailability of zinc in lambs and effects of growth and performance of growing heifers. *J. Anim. Sci.* 67, 835-843.
- Spears, J.W., 1996. Organic trace minerals in ruminant nutrition. *Anim. Feed Sci. Technology.* 58, 151-163.
- Spears J.W., Harvey R.W. and Brown T.T., 1991. Effects of zinc methionine and zinc oxide on performance, blood characteristics and antibody titer response to viral vaccination in stressed feeder steers. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 199, 1731.
- Underwood E.J. and Suttle N.F., 1999. The mineral nutrition of livestock. CABI Publishing New York, 614 p.

RÉSUMÉ

Le zinc organique dans l'engraissement bovin

L'essai, effectué sur 4 groupes de 15 taurillons d'engraissement de race Red Holstein x Simmental, a porté sur l'influence que peut avoir la forme chimique du zinc administré conformément aux besoins comme complément alimentaire sur des paramètres tels que l'ingestion, l'accroissement journalier, l'état d'approvisionnement en zinc, les qualités de la carcasse, du *Musculus longissimus thoracis* et des onglons. Des formes organiques telles que le protéinate de zinc et le polysaccharide de zinc ont été comparées à l'oxyde de zinc et à un témoin sans zinc. L'essai a duré 284 jours et s'est déroulé sur la période de poids allant de 146 kg à 520 kg en moyenne. La ration distribuée était composée d'un mélange d'ensilages de maïs et d'herbe complété avec un aliment concentré et un mélange de minéraux et vitamines.

Ni l'ingestion moyenne de matière sèche, ni l'accroissement journalier, ni l'indice de consommation des taurillons n'ont été affectés de manière significative par la forme chimique du zinc ingéré. L'état d'approvisionnement en zinc n'a pas non plus révélé de différence d'un procédé à l'autre. Il en va de même de la qualité de la carcasse et de la viande. En revanche, la qualité des onglons a été légèrement meilleure pour les animaux ayant reçu du zinc sous forme organique que pour ceux des autres procédés.

SUMMARY

Effect of organic zinc sources on performance, zinc status as well as carcass, meat and claw quality in fattening bulls

4 x 15 growing Red Holstein bulls were used to assess the effect of the chemical form of zinc supplementation on feed intake, growth rate, zinc status as well as carcass, *M. longissimus thoracis* and claw quality at zinc levels corresponding to recommended requirements. The organic Zn sources Zn proteinate and Zn polysaccharide were compared to Zn oxide and a control diet without Zn supplementation. The feeding trial lasted for 284 days and comprised the weight range 146 kg to 520 kg live weight on average. The ration consisted of maize and grass silage supplemented with concentrate and a mineral-vitamin mix.

The chemical form of added Zn sources had no significant effect on the average dry matter intake, growth rate or feed conversion ratio. Dietary treatment neither influenced zinc status nor carcass and meat quality in a statistical way. In comparison to inorganic Zn and no added Zn, feeding organic compounds to bulls improved claw quality to some extent.

Key words: bulls, organic zinc, performance, carcass quality, meat quality, claw quality