



den. Leichter Regen über Nacht, welcher die Bodenoberfläche schmierig werden liess, bewirkte aber, dass das Lenken des Traktors bei dieser Einstellung Probleme bereitete. Trotz aller Bemühungen des Fahrers driftete der Traktor mehrere Male in die Pflugfurche ab.

Es versteht sich von selbst, dass bei zunehmender Anzahl Schare der Pflüge eine parallel zur Fahrtrichtung verlaufende Zuglinie immer näher an das Zentrum der Hinterachsmittelpunkt geführt werden kann. Die Messungen zeigen aber eindeutig, dass die Probleme der Lenkbarkeit beim Dreischarpflug mit der Wahl der richtigen Einstellung lösbar sind.

## Kein erhöhter Zugkraftbedarf

Bezüglich des Zugkraftbedarfs zeigen die Messungen, dass beim Onland-Pflügen im Vergleich zum konventionellen Pflügen kein erhöhter Zugkraftbedarf auftritt. Die Unterschiede sind gering (< 5 %) und

nicht signifikant. Andere Messungen (Anken 1993) belegen ebenfalls nur kleine Unterschiede. Beim Onland-Pflügen erzielen die Einstellungen mit dem kleinsten Druck auf den Anlagen („Zugpunkt Gepflügt“) den niedrigsten Zugkraftbedarf. Dies beweist, dass sich auch Onland-Pflüge mit kleinen Arbeitsbreiten optimal einstellen lassen.

### LITERATUR

Anken T., 1993. Kein Rad in der Furche. *Landfreund* 4, 40-42.

Hofmann B. und Sorge R., 1993. Offset-Pflügen schont den Boden. *DLG-Mitteilungen*, 9, 36-38.

### RÉSUMÉ

#### La charrue hors-sillon - système ménageant le sous-sol

Les problèmes techniques de la charrue hors-sillon sont pratiquement résolus. Ce système doit son succès au fait que les roues du tracteur n'occasionnent pas de

compactage du sous-sol dans les raies, ni de lissage de la semelle de labour. Les tracteurs modernes, à traction intégrale et équipés de roues jumelées et de poids frontaux, sont faciles à diriger dans la plupart des situations. Le réglage du point de traction permet de corriger la transmission de force sur le tracteur et aide ainsi à maintenir le sens de la marche.

### SUMMARY

#### Onland ploughing - a system for subsoil conservation

Most of the technical problems linked with the use of onland ploughs are solved. The big advantage making this system so successful lies in the absence of a furrow wheel compacting the subsoil and causing a smearing of the sole. Modern tractors, equipped with twin wheels, front weight, and four-wheel drive are easy to steer in most situations. Pull center adjustment allows the power transmission onto the tractor to be varied, thus helping to maintain the direction of the vehicle.

**KEY WORDS:** plough, onland, offset, pull, adjustment



# Wiederkäuer: Kobaltangebot und Nährstoffverwertung

Jürg KESSLER und Yves ARRIGO, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux

**Das gegenwärtig empfohlene Angebot an Kobalt für Wiederkäuer liegt bei 0,1 mg pro kg Futtertrockensubstanz. Höhere Gehalte sollen insbesondere bei rohfaserreichen Rationen die Nährstoffverwertung verbessern. Eine Beobachtung, die sich im vorliegenden Verdauungsversuch mit Schafen nicht bestätigt.**

Bereits im Jahre 1935 gelang der Nachweis, dass das Spurenelement Kobalt (Co) für den Wiederkäuer lebensnotwendig ist. Dabei dient das Co den Pansenbakterien als Wachstumsstoff. Gleichzeitig ist das Co ein wichtiger Baustein der mikrobiellen Vitamin B12-Synthese im Pansen. Über das in der Pansenflüssigkeit vorliegende oder in den Bakterien enthaltene Vitamin B12 deckt der Wiederkäuer seinen Bedarf an diesem essentiellen Wirkstoff. Ob das Co als eigentliches Spurenelement im Stoffwechsel des Wiederkäuers bestimmte Aufgaben erfüllt, ist bis heute nicht ge-

klärt. Als Vitamin B12 beteiligt es sich demgegenüber an zahlreichen Stoffwechsellvorgängen. Zu nennen sind unter anderem der Protein- und Kohlenhydratstoffwechsel. Vitamin B12 fördert im weiteren die Bildung der roten Blutkörperchen (Erythrozyten) und wacht über die gute Funktion des Nervensystems.

Ein Mangel an Kobalt äussert sich in mehrheitlich unspezifischen Symptomen wie Appetitmangel, rauhes Haarkleid, starke Abmagerung und Anämie. Im weiteren werden Lecksucht und nervöse Störungen beobachtet. Einem Co-Mangel

kann durch die Verfütterung von handelsüblichen Mineralfuttermitteln vorgebeugt werden. Auch durch die Applikation von Co-haltigen Kapseln in den Verdauungstrakt lässt sich die Co-Versorgung verbessern. Kobalt im Überschuss aufgenommen führt zu Symptomen wie verminderter Futterverzehr, Abmagerung, Anämie, Erschöpfung und Atemschwierigkeiten. Im Vergleich zum empfohlenen Angebot enthalten die üblichen Futtermittel für Wiederkäuer ausreichend Kobalt. Dies gilt auch mehrheitlich für das frische und konservierte Wiesenfutter. Die Gehalte schwanken jedoch je nach Bodentyp recht deutlich und können beispielsweise bei stark alkalischen Böden und Moorböden unter das empfohlene Angebot absinken. Mit Ausnahme des Hafers sind die Co-

Gehalte der wichtigsten Getreidearten weitgehend bedarfsdeckend. Deutlich darüber liegende Werte zeigen die verschiedenen Extraktionsschrote.

## Kobalt und Pansenbakterien

Wie aufgezeigt, bildet das Co einen wichtigen Wachstoffsstoff für verschiedene Pansenbakterien. Unterschiede in der Co-Versorgung können sich damit auf Menge und Zusammensetzung der Pansenflora auswirken. So wird beispielsweise durch eine Co-Zulage die zelluloseabbauende Flora gefördert, während die Entwicklung der Propionsäure bildenden Bakterien gehemmt wird. Insbesondere Untersuchungen mit rohfaserreichen Rationen zeigen eine verbesserte Rohfaserverdaulichkeit bei einer Co-Zulage. Auch wird eine Erhöhung der Verdaulichkeit der Trockensubstanz beschrieben (Lopez-Guisa und Satter 1992). Aufbauend auf diesen Versuchsergebnissen sowie der Bedeutung des Vitamin B12-Angebotes für die Pansenprotozoen und gewisse Pansenbakterien stellt sich die Frage, ob das heutige Co-Angebot von 0,1 mg/kg Futter-TS (FAG 1994) für eine optimale Nährstoffverwertung ausreicht.

## Kobalt-Konzentration und Ration

Um Auskunft über den Einfluss der Co-Konzentration sowie der Ration auf die Verdaulichkeit der Hauptnährstoffe zu erhalten, wurden an insgesamt 20 kastrierte Schafböcke folgende vier Rationen verfüttert:

Dürrfutter plus	
■	30% Gerste, 0,1 mg Co je kg Futter-TS
■	30% Gerste, 0,3 mg Co je kg Futter-TS
■	10% Gerste, 0,1 mg Co je kg Futter-TS
■	10% Gerste, 0,3 mg Co je kg Futter-TS

Die Co-Ergänzung erfolgte in Form von Co-Sulfat. Über die chemische Zusammensetzung sowie über den berechneten Gehalt an Energie und an im Darm absorbierbarem Protein (APD) des Dürrfutters sowie der verfütterten Rationen gibt Tabelle 1 eine Übersicht.

Der Versuch setzt sich aus einer dreiwöchigen Adaptations- und einer 2 x 4 Tage dauernden Versuchsperiode mit Kot-sammlung zusammen. Versuchsparameter bilden die Verdaulichkeit der Hauptnährstoffe sowie die Entwicklung der

Blutparameter Hämoglobin (Hb), Erythrozyten (RBC), Leukozyten (WBC), Hämatokrit<sup>1</sup> (PCV), Glukose und Protein während eines Tages.

## Nährstoffverdaulichkeit unbeeinflusst

Die Erhöhung der Co-Konzentration von 0,1 auf 0,3 mg pro kg Futter-TS verbessert die Verdaulichkeit der Rohfaser, der Zellwand (NDF) und der Lignozellulose (ADF) der mit Gerste ergänzten Dürrfütterationen nicht wesentlich (Tab. 2). Dieses Ergebnis deckt sich weitgehend mit den Beobachtungen von Hussein *et al.* (1994) aus *in vitro*-Versuchen. Danach führt ein Co-Angebot über 0,1 mg/kg Futter bei Futtermitteln mit unterschiedlichem Rohfasergehalt zu keiner Verbesserung der Verdaulichkeit der NDF. Eine erhöhte Rohfaser-Verdaulichkeit einer vorwiegend aus Stroh bestehenden Futterprobe stellen demgegenüber Saxena und Ranjhan (1978) in ihren *in sacco*-Versuchen mit fistulierten Jungrindern fest. Der Co-Gehalt der Ration der Fisteltiere betrug dabei 0,20 beziehungsweise 0,29 mg Co je kg Futter-TS. Wie bei den Gerüst-

substanzen ist im vorliegenden Versuch auch bei der Verdaulichkeit der organischen Substanz sowie des Rohproteins kein signifikanter Einfluss der Co-Konzentration festzustellen.

Wirkt sich die Co-Konzentration nicht wesentlich auf die Verdaulichkeit der Hauptnährstoffe aus, so ergeben sich demgegenüber signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren mit 10 % beziehungsweise 30 % Gerste in der Ration. Die Rationen mit 30 % Gerste weisen eine im Durchschnitt um vier Punkte höhere Verdaulichkeit der organischen Substanz und des Rohproteins auf. Dieses Ergebnis deckt sich mit den Resultaten in- und ausländischer Versuche (Daccord und Morel 1988).

## Blutparameter im Normalbereich

Bei einem Co-Mangel nimmt die Vitamin B12-Konzentration im Blut ab und die Konzentration an Methylmalonsäure (Zwischenprodukt des Fettstoffwechsels) zu. Daneben kann aber auch eine Reduktion des Hämoglobingehaltes, der Erythrozytenzahl sowie der Glukosekonzentration im Blut beobachtet werden (Young 1979; Smith 1987). Auch ist teilweise eine Verminderung des Hämatokritwertes be-

<sup>1</sup> Anteil der Blutzellen am Volumen der Blutflüssigkeit

**Tab. 1. Chemische Zusammensetzung sowie berechneter Energie- und APD-Gehalt des Dürrfutters sowie der verfütterten Rationen**

		Heu	Ration plus	
			30 % Gerste	10 % Gerste
Trockensubstanz (TS)	%	89	88	89
In der TS:				
Organische Substanz	g/kg	891	916	893
Rohprotein	g/kg	119	122	119
Rohfaser	g/kg	260	200	239
Zellwand (NDF)	g/kg	486	432	465
Lignozellulose (ADF)	g/kg	298	231	273
Kobalt	mg/kg	0,13	0,13/0,30	0,13/0,31
Absorbierbares Protein im Darm	g/kg	83	87	84
Netto-Energie Laktation	MJ/kg	5,3	6,0	5,5

**Tab. 2. Verdaulichkeit der Hauptnährstoffe**

		Verfahren				s <sub>x</sub>
		30 % Gerste		10 % Gerste		
		0,1 mg Co (N = 5)	0,3 mg Co (N = 5)	0,1 mg Co (N = 5)	0,3 mg Co (N = 5)	
Organische Substanz	%	75,2 <sup>a</sup>	74,5 <sup>a</sup>	70,6 <sup>b</sup>	70,3 <sup>b</sup>	0,5
Rohprotein	%	70,4 <sup>a</sup>	69,6 <sup>a</sup>	66,0 <sup>b</sup>	66,9 <sup>b</sup>	0,9
Rohfaser	%	65,5	64,4	66,7	66,9	0,8
Zellwand (NDF)	%	69,5	69,1	68,3	68,4	0,7
Lignozellulose (ADF)	%	64,0	62,9	64,1	64,1	0,9

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



schrieben. Co-Zulagen sollen demgegenüber die Konzentration an Protein und Glukose erhöhen. Im vorliegenden Versuch ergeben sich zwischen den verschiedenen Verfahren für keinen der untersuchten Blutparameter (Hb, RBC, WBC, PCV, Glukose und Protein) signifikante Unterschiede. Die gemessenen Werte liegen durchwegs im Normalbereich (Radostits *et al.* 1994).

## Folgerung

Bei Rationen mit Dürrfutter mittlerer Qualität (5,3 MJ NEL/kg TS) und unterschiedlicher Kraftfutterergänzung verbessert eine über dem heutigen empfohlenen Co-Angebot von 0,1 mg pro kg Futter-TS liegende Co-Versorgung die Verdaulichkeit der Rohfaser, der Zellwand und der Lignozellulose nicht signifikant. Nach Literaturangaben scheint jedoch deren Verdaulichkeit in Rationen mit Rauhfutter geringer Qualität durch eine Erhöhung des Co-Angebotes mindestens tendenziell verbessert zu werden. Diese Feststellung ist in weiteren Versuchen zu überprüfen. Sie könnte bei einer fortschreitenden Extensivierung der Wiederkäuerhaltung von Bedeutung sein.

## RÉSUMÉ

### Digestibilité des principaux nutriments d'une ration à base de foin complétée avec différentes quantités d'aliment concentré et de cobalt

Au cours d'un essai de digestibilité de 2 x 4 jours réalisé avec 5 moutons castrés par traitement, l'influence d'un apport en cobalt (Co) supérieur aux valeurs recommandées (0,1 mg de Co par kg de matière sèche [MS] dans la ration) sur la digestibilité des principaux nutriments a été étudiée. Les rations distribuées se composaient de fourrage sec de qualité moyenne (5,3 MJ NEL/kg MS) complétée avec respectivement 30 et 10 % d'orge dans la ration totale. Par ration, deux concentrations différentes de Co ont été testées (0,1 et 0,3 mg/kg MS de la ration). Le cobalt utilisé comme complément se trouvait sous forme de sulfate. L'augmentation de la concentration de Co de 0,1 à 0,3 mg par kg de matière sèche dans les rations avec respectivement 30 et 10 % d'orge n'a pas eu d'influence significative sur la digestibilité de la cellulose brute (CB), des parois cellulaires (NDF) et de la lignocellulose (ADF). La digestibilité de la CB, de NDF et d'ADF de la ration avec 30 % d'orge s'est élevée respectivement à 65,5 %, 69,5 % et 64,0 % avec 0,1 mg de Co et à 64,4 %, 69,1 % et 62,9 % avec 0,3 mg de Co dans



Abb. 1. Verdaulichkeit bestimmen heisst, Futter, Futterresten sowie Kot sammeln und analysieren.

la ration. Les valeurs correspondantes pour la ration avec 10 % d'orge sont égales respectivement à 66,7 %, 68,3 % et 64,1 % avec 0,1 mg de Co et à 66,9 %, 68,4 % et 64,1 % avec 0,3 mg de Co. Les paramètres sanguins Hb, RBC, WBC, PCV, glucose et protéines ont peu varié d'un traitement à l'autre. Les valeurs mesurées se situaient toutes dans le domaine considéré comme normal.

## SUMMARY

### Digestibility of the main nutrients in hay rations supplemented with different quantities of concentrates and cobalt

In a digestibility trial lasting 2 x 4 days, five castrated sheep per treatment were used to investigate the effect of a Co supply exceeding the recommended level of 0.1 mg Co/kg feed dry matter on the digestibility of the main nutrients. The rations consisted of hay of medium quality (5.3 MJ NEL/kg DM), which were supplemented with barley in a proportion of 30 % and 10 %, respectively. Two cobalt concentrations (0.1 and 0.3 mg/kg feed dry matter) per ration were tested. Co sulfate was used as supplemental cobalt source. The increase of the Co concentrations from 0.1 mg to 0.3 mg in the ration with 30 % and in that with 10 % barley did not significantly influence digestibility of CF, NDF and ADF. The digestibility of CF, NDF and ADF in the 30 % barley ration with 0.1 mg Co was 65.5 %, 69.5 %, and 64.0% respectively; in the ration with 0.3 mg Co the digestibility was 64.4 %, 69.1 %, and 62.9 % respectively. The corresponding values for the ration with 10 % barley and 0.1 mg Co were: 66.7 %, 68.3 % and 64.1 %; for the ration with 10 % barley and 0.3 mg

Co they were 66.9 %, 68.4 %, and 64.1 %.

The blood parameters Hb, RBC, WBC, PCV, glucose and protein did not significantly differ between treatments and all the determined values were within a normal range.

**KEY WORDS:** ruminant, cobalt, requirement, nutrient digestibility

## LITERATUR

- Daccord R. und Morel D., 1988. Unveröffentlichter Versuchsbericht.
- FAG (Hrsg.), 1994. Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. (3. überarb. Aufl.), LmZ, Zollikofen, 328 S.
- Hussein H.S., Fahey G.C., Wolf B.W. and Gerger L.L., 1994. Effects of cobalt on *in vitro* fiber digestion of forages and by-products containing fiber. *J Dairy Sci* 77, 3432 - 3440.
- Lopez-Guisa J.M. and Satter L.D., 1992. Effect of copper and cobalt addition on digestion and growth in heifers fed diets containing alfalfa silage or corn crop residues. *J Dairy Sci* 75, 247 - 256.
- Radostits O.M., Blood D.C. and Gay C.C., 1994. Veterinary medicine. Baillière Tindall, London, 1763 p.
- Saxena K.K. and Ranjhan S.K., 1978. A note on the effect of cobalt and copper supplementation on *in vivo* cellulose digestion by nylon-bag technique in Haryana calves. *Indian J. Anim. Sci.*, 833 - 835.
- Smith R.M., 1987. Cobalt. In: Mertz W. (Ed.). Trace elements in human and animal nutrition. Academic Press, San Diego, 143 - 183.
- Young R.S., 1979. Cobalt in biology and biochemistry. Academic Press, London, 147 p.