



Vitamin A-Versorgung: vom Futter zur Leber

Jürg KESSLER, Colette LANZ¹ und Markus ZOGG², Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion (FAG), CH-1725 Posieux

Hohe Vitamin A-Zulagen während der Tränkeperiode beeinflussen weder den Tageszuwachs noch die Gesundheit des Aufzuchtkalbes positiv. Demgegenüber erhöht sich die Vitamin A-Konzentration in der Leber. Dies ist jedoch unerwünscht. Hohe Vitamin A-Konzentrationen in der Leber treten aber auch natürlicherweise bei Weidetieren auf. Durch eine angemessene Vitamin A-Ergänzung der Ration unter Einbezug der körpereigenen Reserven gilt es, den Ansprüchen von Tier und Konsument gerecht zu werden.

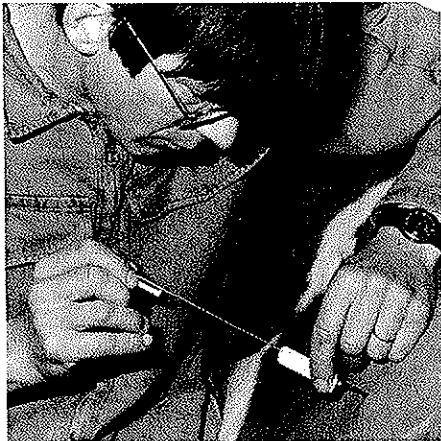


Abb. 1. Entnahme einer Leberprobe im Mikrogrammbereich beim lebenden Tier unter Lokalanästhesie (Leberbiopsie).

Vitamin A beim Wiederkäuer: Das Vitamin A sowie dessen Provitamine wie beispielsweise β -Carotin erfüllen im Stoffwechsel des Wiederkäuers lebensnotwendige Funktionen. So beteiligen sie sich direkt oder indirekt am Wachstum, an der Gewebsdifferenzierung (Haut, Knochen); am Aufbau des Sehapparats sowie an der Immunabwehr und Fortpflanzung. Das empfohlene Angebot an Vitamin A beträgt für das Kalb 5'000 bis 10'000 Internationale Einheiten (IE) pro kg Futter-TS und für die Grossviehmast 7'000 IE pro 100 kg Lebendgewicht und Tag (FAG 1994).

In der Natur kommt das Vitamin A nur in tierischen Produkten vor, während Pflanzen kein Vitamin A enthalten. Der Wiederkäuer deckt seinen Vitamin A-Bedarf vorwiegend über das im frischen und konservierten Wiesenfutter meistens reich-

lich vorhandene β -Carotin. Dieses wird zur Hauptsache im Darm im Verhältnis von 4:1 bis 16:1 Gewichtseinheiten zu Vitamin A umgewandelt. Im weiteren trägt das verschiedenen Kraftfutter- und Mineralstoffmischungen zugesetzte Vitamin A zur Versorgung des Wiederkäuers bei.

Überschüssiges Vitamin A wird zu rund 90 % in der Leber gespeichert. Das Ausmass der Speicherung hängt von zahlreichen Faktoren ab. Zu nennen sind unter anderem das Angebot an Provitaminen A und an Vitamin A, die Applikationsform, die Zusammensetzung der Ration sowie tierspezifische Grössen. Die Beurteilung der Vitamin A-Versorgung des Wiederkäuers erfolgt anhand des β -Carotin- und Vitamin A-Angebotes über das Futter, der Konzentration von Blut und Leber an diesen Wirkstoffen sowie anhand von spezifischen Tests (Relative Dose Response, Becherzellen-Test; Hanck *et al.* 1991).

Vitamin A beim Menschen: Wie für den Wiederkäuer ist auch für den Menschen das Vitamin A lebensnotwendig. Je nach Alter und Geschlecht liegt das empfohlene Angebot bei 1'000 bis 4'000 IE pro Tag (Hanck *et al.* 1991).

Neben verschiedenen anderen Nahrungsmitteln tragen auch Rinds- und Schweineleber zur Vitamin A-Versorgung des Menschen bei. Nach eigenen Untersuchungen (Kessler *et al.* 1992) liegt der Vitamin A-Gehalt der Kalbsleber in der Schweiz zwischen 652 und 1'814 IE pro g und derjenige der Schweineleber zwischen 245 und 2'153 IE pro g Leber. Mit einer Portion Leber von 100 g nimmt somit der Mensch über dieses Nahrungsmittel ein Vielfaches seines Tagesbedarfes an Vitamin A auf. Nach Hanck *et al.* (1991) muss beim erwachsenen Menschen mit einer Vitamin A-Hypervitaminose

gerechnet werden, wenn die tägliche Vitamin A-Aufnahme zirka 55'000 IE übersteigt. Dieser Wert wird jedoch von zahlreichen Grössen wie der Bioverfügbarkeit des zugeführten Vitamin A, der Dauer der Aufnahme, dem Ernährungszustand sowie dem Vitamin A-Status des Konsumenten beeinflusst. Schwangere Frauen sollten im Hinblick auf mögliche fötale Missbildungen durch eine hohe Zufuhr an Vitamin A (Teratogenität) nach Empfehlungen der amerikanischen Food and Drug Administration täglich nicht mehr als 25'000 IE Vitamin A aufnehmen (Tönz 1992).

Tier und Mensch im Zielkonflikt

Eine grosszügige Vitamin A-Ergänzung kann in gewissen Situationen die Gesundheit und das Wachstum des Kalbes positiv beeinflussen. Gleichzeitig wird aber auch der Vitamin A-Gehalt der Leber erhöht. Hohe Vitamin A-Gehalte in der Leber sind auch bei Weidetieren zu erwarten. Denn im Vergleich zum Bedarf enthält Gras natürlicherweise hohe Mengen an Provitaminen A (insbesondere an β -Carotin), die, wie aufgezeigt, zu Vitamin A umgewandelt werden. Im Hinblick auf eine mögliche Hypervitaminose A beim Menschen sind hohe Vitamin A-Gehalte in Rinds- und Schweineleber unerwünscht. Die Kenntnisse über den Einfluss der Fütterung und insbesondere der Weidehaltung auf den Vitamin A-Gehalt der Leber von Kälbern sowie Masttrindern unter schweizerischen Fütterungs- und Haltungsbedingungen sind jedoch noch lückenhaft. Aus diesem Grund beauftragte die Eidgenössische Ernährungskommission (EEK) unsere Forschungsanstalt mit ergänzenden Untersuchungen. Diese sollen primär auf folgende zwei Fragen eine Antwort geben:

- Einfluss einer über dem empfohlenen Angebot liegenden Vitamin A-Versorgung des Kalbes auf das Wachstum und den Vitamin A-Gehalt der Leber;
- Einfluss der Weidehaltung auf den Vitamin A-Gehalt der Leber von Mastochsen.

¹CH-4934 Madiswil

²Schweizerischer Verband für künstliche Besamung, CH-3052 Zollikofen

Schlüsseldaten der Untersuchung

Achtzehn kastrierte männliche Kälber der Rassen Red Holstein x Simmental sowie Schwarzfleckvieh wurden entsprechend dem Geburtsgewicht und der Rasse im Alter von durchschnittlich vierzehn Tagen folgenden zwei Verfahren zugeordnet:

Vitamin A: Aufzucht mit Kuhmilch mit Vitamin A-Ergänzung (60'000 IE pro Tag bis zu einem Lebendgewicht von 100 kg und 40'000 IE pro Tag bis zum Absetzen); Weidehaltung während einer beziehungsweise zweier Perioden.

Kontrolle: Aufzucht mit Kuhmilch ohne Vitamin A-Ergänzung; Weidehaltung wie Verfahren Vitamin A.

Neben Kuhmilch erhielten die Kälber ab der dritten Lebenswoche Heu und Maissilage zur freien Aufnahme. Ergänzt wurde die Ration mit einem Kraftfutter mit einem Vitamin A-Gehalt pro kg TS von 10'300 IE. Die maximal vorgelegte Kraftfuttermenge betrug 1,5 kg pro Tier und Tag. Die Fütterung nach dem Absetzen lässt sich wie folgt zusammenfassen:

■ Stallperiode 1: Kuhmilch mit oder ohne Vitamin A-Ergänzung, Heu, Maissilage, Kraftfutter mit 10'300 IE Vitamin A pro kg TS (maximal 1,5 kg pro Tier und Tag)

■ Weideperiode 1: Weide, Heu, Maiswürfel, Leckschale ohne Vitamin A-Zusatz

■ Stallperiode 2: Futterresten Kühe, Grassilage, Stroh

■ Weideperiode 2: Weide, Leckschale ohne Vitamin A-Zusatz

Der Versuch erstreckte sich über rund zwei Jahre und umfasste folgende Perioden:

■ Stallperiode 1: Versuchsbeginn 1992 bis Ende Stallperiode 1993

■ Weideperiode 1: Weidebeginn 1993 bis Weideende 1993

■ Stallperiode 2: Weideende 1993 bis Ende Stallperiode 1994

■ Weideperiode 2: Weidebeginn 1994 bis Weideende 1994

Am Ende jeder Periode wurden bei allen Tieren Leberbiopate (Abb. 1) entnommen und der Vitamin A-Gehalt analysiert. Am Ende der Stallperiode 1 wurden zwei, am Ende der Weideperiode 1 vier und am Ende der Weideperiode 2 die restlichen Tiere geschlachtet und der Vitamin A-Gehalt der ganzen Leber bestimmt. Weitere Versuchsgrößen waren der Futterverzehr (individuelle Milchaufnahme, Gruppenverzehr Stallperiode 1 und 2) sowie die β -Carotin- und Vitamin A-Konzentrationen im Futter und im Blut.

Die Versuchsanordnung sowie weitere Hinweise zum Versuch sind im Kasten «Schlüsseldaten der Untersuchung» aufgeführt.

Vitamin A und β -Carotin im Futter

Die geschätzte Aufnahme an Vitamin A inklusive Provitamine A über die Ration³ beträgt im Zeitraum Versuchsbeginn bis Ende Stallperiode 1 im Durchschnitt 9'000 IE pro kg Futter-TS. Die den Kälbern mit Vitamin A-Ergänzung über eine Vormischung zugeführte zusätzliche Menge Vitamin A betrug bis zum Lebendgewicht (LG) von 100 kg 60'000 IE pro Tag. Ab 100 kg LG bis zum Absetzen wurde das Angebot auf 40'000 reduziert. Das während der beiden Stallperioden verfütterte Dürrfutter wies einen β -Carotiningehalt von durchschnittlich 30 mg pro kg TS auf. Mit weniger als 2 mg β -Carotin pro kg TS ist der Gehalt der eingesetzten Maissilage deutlich geringer. Der β -Carotiningehalt im Weidegras schwankte im Verlaufe der zwei Weideperioden zwischen 200 und

400 mg/kg TS (Abb. 2). Die im zweiten Jahr nicht auf den gleichen Parzellen gemessenen Werte sind dabei im Durchschnitt etwas tiefer als im ersten Jahr.

Gesundheit und Zuwachs kaum beeinflusst

Der Gesundheitszustand der aus drei Betrieben zugekauften Kälber war zu Versuchsbeginn gekennzeichnet durch zahlreiche Fälle von leichtem bis schwerem Durchfall. Zudem mussten verschiedene Kälber wegen Lungenentzündungen behandelt werden. Im Verfahren mit Vitamin A-Ergänzung erkrankten alle und bei der Kontrolle sieben von neun Tieren an einer der beiden Krankheiten. Im Durchschnitt benötigten die Kälber mit Vitamin A-Ergänzung in der Milch eine längere veterinärmedizinische Betreuung als die Kontrolltiere.

Den Tageszuwachs der Ochsen in den verschiedenen Perioden fasst Tabelle 1 zusammen. In keinem Zeitpunkt kann ein wesentlicher Unterschied zwischen den zwei Verfahren beobachtet werden. Dies gilt insbesondere auch für den Zeitraum Versuchsbeginn bis Absetzen. Zu einem vergleichbaren Resultat kommt auch Wilk (1988) in seinen Kälberversuchen. Vitamin A-Konzentrationen in der Ration von 0, 5'000, 10'000 bis 80'000 IE pro 100 kg Lebendgewicht und Tag beeinflussten den

Tageszuwachs der Versuchstiere bis zu einem Alter von 100 Tagen nicht wesentlich. Erst ab dem 100. Lebenstag zeigten die Tiere mit Vitamin A-freier Ration einen geringeren Tageszuwachs als die Tiere mit 10'000 IE pro 100 kg LG und Tag.

Erhöhte Vitamin A-Gehalte in der Leber

Leberbiopate: Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, weisen die Kälber mit Vitamin A-Ergänzung im Vergleich zu den Kontrolltieren am Ende der ersten Stallperiode mit 306 ± 93 IE gegenüber 83 ± 39 IE Vitamin A pro g wesentlich höhere Vitamin A-Gehalte in den Leberbiopaten auf. Ein deutlicher Unterschied ist auch am Ende der Weideperiode 1 noch zu beobachten. Dabei ist bei den Tieren mit Vitamin A-Ergänzung eine Ab- und bei den Kontrolltieren eine Zunahme der Konzentrationen zu verzeichnen. Die zu Ende der Stallperiode 2 relativ hohen, nicht mehr wesentlich voneinander abweichenden Vitamin A-Gehalte in den Leberbiopaten der beiden Verfahren sind nur schwer interpretierbar, war doch die geschätzte Vitamin A-Versorgung während der Stallperiode 2 eher marginal. Im Vergleich zu den Werten bei Weidebeginn veränderten sich die Vitamin A-Gehalte der Leberbiopate während der Weideperiode 2 nicht signifikant. Die zu Versuchsbeginn deutliche Differenz zwischen den beiden Verfahren war nicht mehr festzustellen.

Ganze Leber (Leberhomogenat): Die in Tabelle 2 zusammengefassten Vitamin A-Gehalte der ganzen Lebern zeigen eine den Leberbiopaten vergleichbare Entwicklung. So weisen die Tiere mit Vitamin A-Ergänzung sowohl am Ende der Stallperiode 1 als auch am Ende der Weideperiode 1 höhere Leber-Vitamin A-Gehalte auf als die Kontrolltiere. Mit 492 ± 114 IE beim Verfahren mit Vitamin A-Ergänzung beziehungsweise 483 ± 140 IE Vitamin A pro g Leber bei der Kontrolle war dieser Unterschied am Ende der Weideperiode 2 (Versuchsende) nicht mehr zu beobachten. Die zu Versuchsende gemessenen Vitamin A-Gehalte liegen deutlich über den von Flachowsky *et al.* (1993) bei Jungrindern unter ähnlichen Bedingungen bestimmten Werten von 200 bis 300 IE Vitamin A je g Leber. Nach einer Literaturzusammenstellung von Landes (1994) streut die Vitamin A-Konzentration in der Leber von Mastrindern mit ausschliesslicher Weidehaltung zwischen rund 70 und 650 IE je g Leber.

³Aufnahme in TS je Tier bis zum Absetzen: Milch 48,9 kg; Heu 17,6 kg; Maissilage 10,9 kg; Kraftfutter 44,0 kg. Aufnahme in TS je Tier Absetzen bis Ende Stallperiode 1: Heu 49,5 kg; Maissilage 48,3 kg; Kraftfutter 65,4 kg. Gehalte je kg TS Milch: 7'000 IE Vitamin A, 2 mg β -Carotin. Unterstellter Umrechnungsfaktor: 1 mg β -Carotin \approx 500 IE Vitamin A.



Beta-Carotingehalt
mg/kg TS

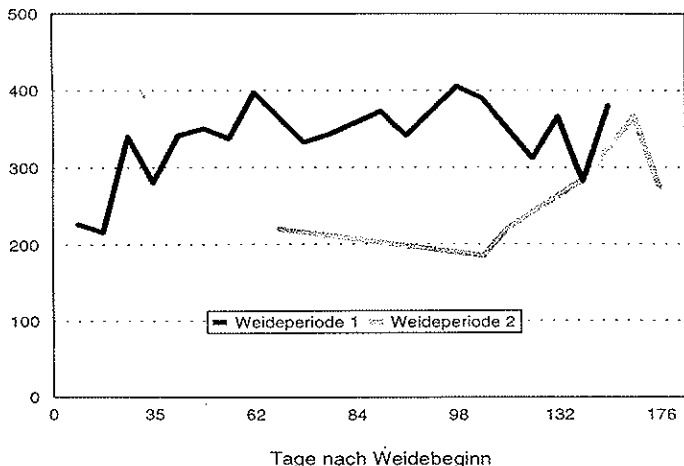


Abb. 2. Beta-Carotingehalt im Weidegras während den Weideperioden 1 und 2.

Vitamin A
IE/g Leberbioplat

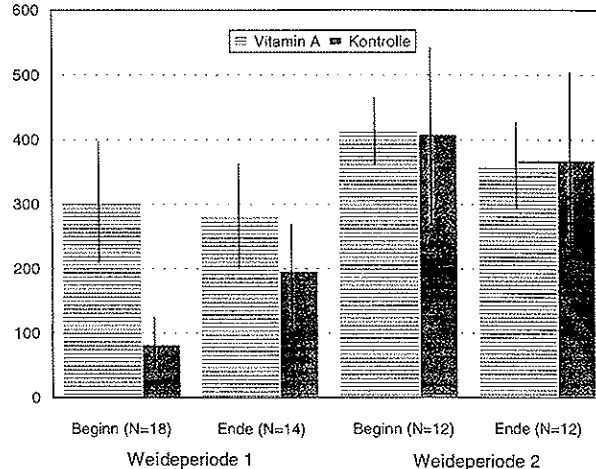


Abb. 3. Vitamin A-Gehalt der Leberbioplate.

Eine Gegenüberstellung der Vitamin A-Gehalte der Leberbioplate und der ganzen Lebern zeigt, dass mit den Leberbioplaten der Vitamin A-Gehalt mehrheitlich unterschätzt wird. Dies ist unter anderem auf das in den einzelnen Leberabschnitten unterschiedlich verteilte Vitamin A zurückzuführen (Rettenmaier 1985; Wilk 1988). Ein weiterer Punkt dürfte aber auch die Probenahme (Verunreinigung mit anderem Gewebe) und die Analytik (geringe Probemenge) sein. Nach Wilk (1988) ist die Abweichung zwischen Leberbioplat und ganzer Leber im Vitamin A-Gehalt um so grösser, je besser der Vitamin A-Status beziehungsweise die Vitamin A-Versorgung des Tieres ist.

Nach Thompson (1976) und Radostits *et al.* (1994) weist ein Vitamin A-Gehalt von über 150 bis 200 IE pro g Leber auf eine gute Versorgung des Rindes mit diesem

Wirkstoff hin. Mit klinischen Mangelsymptomen ist zu rechnen, wenn der Gehalt unter rund 10 IE/g Leber sinkt. Aus dieser Sicht ist die Vitamin A-Versorgung der Versuchstiere beider Verfahren während der ganzen Versuchsdauer als gut zu bezeichnen. Dies gilt insbesondere auch für die Kontrolltiere.

Vitamin A im Blut, ein grobes Kriterium

Sowohl bei den Tieren mit Vitamin A-Ergänzung als auch bei der Kontrolle nimmt die Vitamin A-Konzentration im Plasma von Versuchsbeginn bis Ende Stallperiode 1 kontinuierlich zu (Abb. 4). Dabei liegen die Werte der Kontrolltiere tendenziell (P=9%) unter denjenigen der Tiere mit Vitamin A-Ergänzung. In der Weideperiode 1 setzt sich der Anstieg bei beiden Verfahren fort. Mehr oder weniger konstant bleiben die Konzentrationen in der Stallperiode 2 und der Weideperiode 2, in welcher noch zu Beginn ein leichter Anstieg zu verzeichnen ist. In keiner der drei Perioden besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Verfahren.

Die Vitamin A-Konzentration im Plasma stellt ein relativ grobes Kriterium zur Beurteilung der Versorgung des Wiederkäuers mit diesem Wirkstoff dar. Aufgrund eigener Versuche sowie einer Literaturauswertung empfehlen Flachowsky *et al.* (1993) eine Vitamin A-Ergänzung beim Kalb (bis 150 kg LG) bei Vitamin A-Konzentrationen im Plasma von unter rund 60 µg/l. Nach McDowell (1989) und Hanck *et al.* (1991) sind beim Rind Plasma-Vitamin A-Konzentrationen unter 180 bis 200 µg/l als kritisch zu beurteilen. Das heisst, beim Unterschreiten dieses

Wertes ist ein Mangel nicht auszuschliessen. Gestützt auf diese Richtwerte ist die Vitamin A-Versorgung der Versuchstiere beider Verfahren in allen Versuchsperioden als ausreichend einzustufen.

Abschliessende Überlegungen

Entsprechend den Versuchsergebnissen verbessert die tägliche Vitamin A-Ergänzung der Milch mit 60'000 beziehungsweise 40'000 IE den Tageszuwachs der Aufzuchtälber bis zum Absetzen nicht wesentlich. Ebenfalls ist kein signifikanter Einfluss auf das spätere Wachstum zu beobachten. Die Häufigkeit von Durchfällen und Lungenentzündungen scheint nicht beeinflusst zu werden. Diese Ergebnisse zusammen mit den Vitamin A-Konzentrationen in den Lebern und im Plasma zeigen, dass unter den vorliegenden Aufzuchtbedingungen das Vitamin A-Angebot der nicht ergänzten Ration von rund 9'000 IE je kg Futter-TS für das Aufzucht-kalb ausreichend war.

Hat die Vitamin A-Ergänzung der Milch mit 60'000 beziehungsweise 40'000 IE keinen Einfluss auf Tageszuwachs und Gesundheitszustand der Aufzuchtälber, so führt sie demgegenüber zu höheren Vitamin A-Leberkonzentrationen. Dies ist jedoch unerwünscht und sollte durch eine angemessene Versorgung (FAG 1994) vermieden werden. Aus dem Versuch geht aber auch hervor, dass hohe Vitamin A-Leber-Konzentrationen bei Tieren mit Weidegang (Grünfütterung) natürlicherweise auftreten. Diese naturbedingt erhöhten Konzentrationen lassen sich nicht vermeiden. Hier stellt sich jedoch die Frage, inwieweit diese Reserven

Tab. 1. Tageszuwachs in den einzelnen Versuchsperioden

Periode	Tageszuwachs in g		p ¹
	Vitamin A	Kontrolle	
Stallperiode 1	(N= 9)	(N= 9)	
Versuchsbeginn bis 100 kg Lebendgewicht	721±126	725±113	0,94
Versuchsbeginn bis Absetzen	769±173	755±113	0,84
Versuchsbeginn bis Ende Stallperiode 1	832±141	807± 98	0,67
Weideperiode 1	(N = 8)	(N = 8)	
	624±112	625±107	0,99
Stallperiode 2	(N = 6)	(N = 6)	
	784± 93	756± 71	0,57
Weideperiode 2	(N = 6)	(N = 6)	
	717±141	647± 55	0,28

¹p = Irrtumswahrscheinlichkeit; Werte > 0,05 bedeuten, dass der Unterschied statistisch nicht wesentlich ist.

bei der Bemessung der Vitamin A-Ergänzung während der Winterfütterung zu berücksichtigen sind. Nach Wilk (1988) kommen ältere Rinder (über 200 kg LG) etwa 200 Tage ohne Vitamin A-Supplementierung aus, wenn vor dieser Zeit carotinreiche beziehungsweise Vitamin A-reiche Rationen verfüttert wurden. Um definitive Empfehlungen zur Vitamin A-Versorgung von Tieren nach Grünfütterung zu geben, reicht der heutige Kenntnisstand nicht aus. Hingegen zeigen die verfügbaren Informationen über die Vitamin A-Leberreserven von Weidetieren deutlich, dass über den heutigen Empfehlungen liegende Vitamin A-Ergänzungen von Rinder- und Milchviehrationen unangebracht sind.

RÉSUMÉ

Teneur en vitamine A du foie de bovins après complémentation orale de vitamine A et garde au pâturage

Neuf veaux mâles castrés des races Red-Holstein x Simmental et Tachetée noire ont reçu, jusqu'à l'âge de 80 jours en moyenne, du lait de vache avec une adjonction de vitamine A de respectivement 60'000 UI (< 100 kg PV) et 40'000 UI (> 100 kg PV jusqu'au sevrage) par jour. Neuf autres veaux n'ayant pas reçu de vitamine A ont servi de groupe de contrôle. A partir du 21^e jour, la ration a été complétée par du foin, de l'ensilage de maïs et un aliment concentré conte-

Tab. 2. Vitamin A-Gehalt Leber (Homogenat der ganzen Leber)

Verfahren	Vitamin A in IE pro g Leberhomogenat						p ^{1/2}
	N	Ende Stallperiode 1	N	Ende Weideperiode 1	N	Ende Weideperiode 2	
Vitamin A	1	757	2	373 ± 45	6	492 ± 114	0,91
Kontrolle	1	156	2	238 ± 34	6	483 ± 140	

¹p = Irrtumswahrscheinlichkeit; Werte > 0,05 bedeuten, dass der Unterschied statistisch nicht wesentlich ist.
²Test Ende Weideperiode 2

nant 10'300 UI de vitamine A par kg MS. A l'âge de 128 jours, puis à l'âge de 453 jours, les animaux ont été mis au pâturage pour une période de plus de 6 mois chaque fois. A différents moments de l'essai, des prises de sang et des biopsies du foie ont été effectuées et certains animaux ont été abattus pour évaluer la teneur en vitamine A de leur foie. L'adjonction de vitamine A dans le lait n'a pas influencé de façon significative l'accroissement journalier des animaux. Aucun effet positif n'a pu être observé sur les paramètres de santé étudiés. En revanche, chez les animaux qui ont reçu de la vitamine A, on a relevé des teneurs nettement plus élevées en vitamine A dans les échantillons de foie prélevés par biopsie et ceci jusqu'à l'âge de 297 jours. La concentration de vitamine A déterminée dans l'homogénat du foie après deux périodes de pâture (fin de l'essai) était de 492 ± 114 UI par g de matière fraîche de foie chez les animaux ayant reçu un complément de vitamine A au cours de la période d'élevage et de 483 ± 140 UI par g de foie chez les animaux de contrôle. Les paramètres étudiés révèlent en outre que dans les conditions d'élevage pratiquées, l'apport de 9'000 UI de

vitamine A par kg de matière sèche de la ration non supplémentée est suffisant pour le veau d'élevage.

SUMMARY

Effect of dietary vitamin A supplementation and grazing on the vitamin A content of bovine livers

Nine castrated Red Holstein x Simmental and Holstein-Friesian male calves were fed cow milk supplemented with 60000 IU (< 100 kg LW) and 40000 IU (> 100 kg LW) of vitamin A per day up to an age of 80 days. Nine control calves were fed cow milk without additional vitamin A. Once the calves were three weeks old, they were offered - in addition to milk - hay, corn silage and concentrates with 10300 IE vitamin A per kg/DM. The animals were put out to pasture for six months at the age of 128 days and a second time when they were 453 days old. Blood and liver samples (biopsy) were taken at various intervals and selected animals were slaughtered to determine vitamin A content of livers. Vitamin A supplementation of the milk had no significant effect on growth rates. Health parameters were not positively influenced either. On the other hand, the animals supplemented with vitamin A had significantly higher vitamin A contents in liver biopsy samples up to an age of 297 days. Vitamin A concentration, which was determined in liver homogenates after two pasture periods (end of trial), reached a level of 492 ± 114 IU/g of liver fresh matter in animals supplemented with vitamin A during the rearing period and 483 ± 140 IU/g of liver in control animals. Under the present rearing conditions the different parameters show that the vitamin A content of the not supplemented ration of 9000 IE/kg feed DM was adequate for the rearing calf.

KEY WORDS: vitamin A, ruminant, requirement, daily gain, liver content

LITERATUR

Das Literaturverzeichnis ist beim Erstautor erhältlich.

DANK

Für die finanzielle Unterstützung der vorliegenden Untersuchung sowie die Übernahme der Vitaminanalysen (Futter, Blut, Leber) möchten wir der Firma F. Hoffmann-La Roche AG Basel bestens danken. Ein spezieller Dank geht dabei an Frau Rosmarie Rettenmaier sowie an Herrn Dr. M. Frigg.

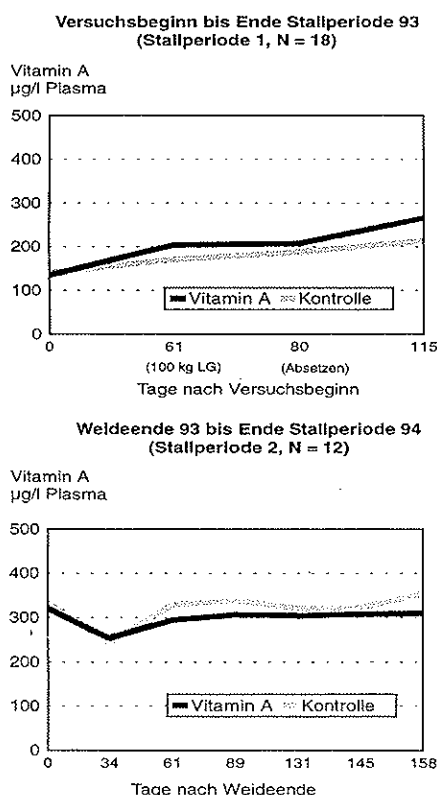


Abb. 4. Vitamin A-Konzentration im Plasma.

