



## Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion, Posieux

Direktor: Dr. Jacques Morel

# Selen-Vitamin E: Versorgung der Milchkuh während der Winterfütterung

Jürg KESSLER, Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion (FAG), CH-1725 Posieux  
Hendrik FRIESECKE und Peter KUNZ, Schweizerisches landwirtschaftliches Technikum (SLT), CH-3052 Zollikofen

### Zusammenfassung

Während der Winterfütterung 1989/1990 wurde auf zehn landwirtschaftlichen Schulbetrieben bei insgesamt 82 Milchkuhen die Selen(Se)- und Vitamin E-Versorgung untersucht.

Die mittlere Aufnahme an Selen pro Betrieb liegt bei 0,018 bis 0,168 mg/Se je kg Futtertrockensubstanz (Futter-TS). Der durchschnittliche Se-Gehalt im Blutserum beträgt 14 bis 92 µg Se/l Serum und die durchschnittliche Aktivität des Se-abhängigen Enzyms Glutathion-Peroxidase (GSH-Px) 11 bis 74 IE/g Hämoglobin (Hb). Im Vergleich zu den heutigen Richtwerten über den Se-Gehalt im Futter (0,1 mg/kg Futter-TS) und im Blut (Se: >50 µg/l Serum; GSH-Px: >20-30 IE/g Hb) ist die Se-Versorgung der Milchkuhe in den zehn untersuchten Betrieben nicht durchwegs optimal.

Mit Werten von 355-715 IE pro Tier und Tag liegt die Vitamin E-Aufnahme in den einzelnen Betrieben im Bereich des empfohlenen Angebotes von 200-1200 IE pro Tier und Tag. Die gemessenen Vitamin E-Plasmawerte schwanken zwischen 2,31 und 6,00 mg/l. Werte unter 3,0 mg/l weisen auf eine kritische Versorgung hin. Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten, die in bezug auf die verschiedenen Richtwerte bestehen, kann die Vitamin E-Versorgung in den zehn Landwirtschaftsbetrieben als bedarfsdeckend bezeichnet werden.

### Selen und Vitamin E, lebenswichtige Stoffe

Hauptaufgabe des Spurenelementes Selen (Se) ist es, für die Muskeln schädliche Produkte aus dem Fettstoffwechsel in harmlose Substanzen umzuwandeln (NRC 1983, COMBS und COMBS 1986). Damit werden die Muskelzellen vor einem Absterben bewahrt. Selen scheint im weiteren die Fruchtbarkeit zu beeinflussen. Nicht zuletzt besteht eine Beziehung zwischen dem Selen und der Abwehrbereitschaft des Körpers gegenüber Infektionen.

Spricht man von Selen, so muss gleichzeitig auch das Vitamin E genannt werden. Se und Vitamin E können sich gegenseitig ergänzen und teilweise ersetzen. Die wichtigste Funktion des Vitamin E besteht darin, die verschie-

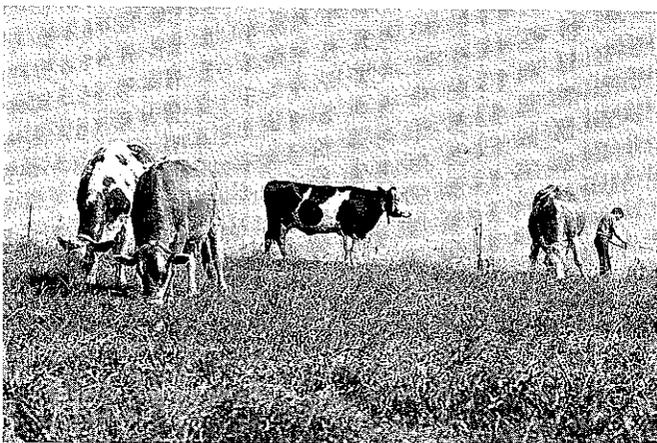


Abb. 1. Wiesenfutter und seine Konserven sind eher arm an Selen...



handelsübliche Kraftfutter und Mineralsalzmischungen weisen demgegenüber einen höheren Selengehalt auf.

densten Stoffe wie Fette, Vitamin A etc., vor einem Abbau zu schützen. Es erfüllt zudem im Energie- und Protein-stoffwechsel spezifische Aufgaben. Wie das Selen, spielt auch das Vitamin E bei der Infektionsabwehr eine bedeutende Rolle.

## Empfohlenes Selen- und Vitamin E-Angebot

Über den Selenbedarf der Milchkuh sind sich die Fachleute nicht durchwegs einig. Für die einen genügt ein tägliches Angebot von 0,02 mg Selen je kg Futterrockensubstanz (TS), um einem Mangel vorzubeugen (WHO 1987). Andere setzen das notwendige Angebot bei 0,3 mg pro kg Futter-TS an. Die Mehrheit betrachtet einen Gehalt von 0,1 mg Se je kg Futter-TS als angepasst. Das empfohlene Vitamin E-Angebot für die Milchkuh liegt in der Grössenordnung von 200-1200 IE Vitamin E (DL- $\alpha$ -Tocopherylacetat) pro Tier und Tag (ARC 1980, FRIESECKE 1984, BIEBER-WLASCHNY 1988). Genauere Angaben liegen nicht vor. Hohe Gehalte an ungesättigten Fettsäuren im Futter (Frühlingsgras, Lebertran), Ackerzweischenschfrüchte mit erheblichem Nitratgehalt sowie Stress jeglicher Art können unter anderem den Vitamin E-Bedarf erhöhen.

Die Selen- beziehungsweise Vitamin E-Versorgung der Milchkuh lässt sich überschlagsmässig anhand des Gehaltes der Ration an diesen Stoffen abschätzen. Zusätzlich geben auch Blutuntersuchungen Auskunft über die Versorgungslage. So gilt ein Se-Gehalt im Blutserum von über 50  $\mu\text{g/l}$  als bedarfsdeckend. Liegt der Gehalt an dem Se-abhängigen Enzym Glutathion-Peroxidase (GSH-Px) über 20-30 IE/g Hämoglobin (Hb), so ist die Se-Versorgung ebenfalls als korrekt zu beurteilen. Bei der Interpretation dieser Werte heisst es jedoch, die laborspezifischen Unterschiede zu berücksichtigen. Beim Vitamin E ist die Beurteilung der Versorgungslage anhand des Blutes mit Vorsicht anzuwenden. Es kann dabei folgendes Schema benutzt werden (BIEBER-WLASCHNY 1988):

mg $\alpha$ -Tocopherol pro Liter Plasma	Einschätzung der Versorgung
über 5,0	ausreichend
3,0-5,0	fraglich
1,0-3,0	kritisch
unter 1,0	mangelhaft

Tab. 1. Versuchsbeschreibung

Anzahl Betriebe:	10 (verteilt über die ganze Schweiz)
Versuchsdauer:	6 Wochen (exkl. Adaptationsperiode)
Versuchsperiode:	Februar bis April 1990
Anzahl Milchkuhe:	82
Laktationsnummer:	> 2
Laktationsstadium:	8. bis 20. Laktationswoche
$\emptyset$ Tagesmilchleistung:	$\approx$ 27 kg
Futtervorlage:	ad libitum
Versuchsparameter:	Futterverzehr (gruppenweise); Selen- und Vitamin E-Gehalt der Futtermittel; Selen-, GSH-Px- und Vitamin E-Gehalt im Blut in der 3. und 6. Versuchswoche

Im Gegensatz dazu setzt FLEISCHER (1987) den Vitamin E-Gehalt im Blutplasma, der als ausreichend zu betrachten ist, bei >4,0 mg/l an. Werte im Intervall 3,0 bis 4,0 mg/l stellen demgegenüber Mindestgehalte dar.

## Selen- Vitamin E-Versorgung unter der Lupe

In verschiedenen schweizerischen Untersuchungen (QUINCHE und DVORAK 1981, STÜNZI 1989, DIETHELM 1989) wurde der Selen- und teilweise auch der Vitamin E-Gehalt von Futtermitteln für Milchkuhe erhoben. Andere Untersuchungen wiederum hatten zum Ziel, die Selen-Vitamin E-Versorgung der Milchkuh anhand der Blutwerte zu überprüfen (FLEISCHER 1987, BRAUN *et al.* 1991). Nur in wenigen Arbeiten (MATHIS 1982, DIETHELM 1989) wurden gleichzeitig beide Faktoren miteinander verbunden, nämlich die Selen- und Vitamin E-Gehalte der verzehrten Ration und die Blutwerte. Eine Erhebung in zehn landwirtschaftlichen Schulbetrieben während der Winterfütterung 1989/90 sollte diese Lücke schliessen helfen. Die Versuchsanordnung sowie die Versuchsbedingungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

In vier der zehn Schulbetriebe wird Gras- oder Maissilage verfüttert (Tab. 2). In den sechs restlichen Betrieben bilden Heu und Emd, ergänzt mit Futterrüben, die Futtergrundlage. Die Kraftfutterergänzung erfolgte in allen Betrieben entsprechend der Milchleistung der Versuchstiere.

## Selen- und Vitamin E-Gehalt im Futter

Über die Se- und Vitamin E-Gehalte der verschiedenen Futtermittel gibt Tabelle 3 eine Übersicht. Gemessen am empfohlenen Se-Angebot von 0,1 mg/kg TS sind die untersuchten Dürrfutter, Silagen sowie Hackfrüchte arm an Selen. Der relativ hohe Mittelwert für das Emd lässt sich hauptsächlich durch den extremen Se-Gehalt im Betrieb 8 erklären. Die in der vorliegenden Erhebung beobachteten Se-Werte für Dürrfutter und Silagen decken sich weitgehend mit denjenigen anderer Untersuchungen (STÜNZI 1989). Protein- und Energiekonzentrate sowie Leistungsfutter weisen im Vergleich zu den vorgängig beschriebenen Futtermitteln deutlich höhere Se-Gehalte auf. In den Se-Gehalten der Mineralstoffmischungen widerspiegelt sich die heutige Tendenz zur Se-Supplementierung dieser Produkte.

Tab. 2. Anteil der einzelnen Futtermittel an der Grundfütterration (% bezogen auf die vorgelegte Trockensubstanz, SCHORI 1990)

	Betrieb									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dürrfutter	56	87	78	43	66	59	93	82	89	67
Maissilage	44			27		15				
Grassilage				30		13				18
Maiswürfel					10					
Graswürfel					15					
Kartoffeln			6				7			
Futterrüben		13	16		9	13		18	11	15

Mit Ausnahme von Graswürfeln und Grassilagen haben alle übrigen Futtermittel einen geringen Vitamin E-Gehalt. Dies betrifft im speziellen die Hackfrüchte. Der Vitamin E-Gehalt der Mineralstoffmischungen schwankt recht erheblich. Dabei lassen sich sogar innerhalb von Produkten gleicher Herkunft deutliche Differenzen feststellen. Ob dies auf die Lagerung oder auf andere Gründe zurückzuführen ist, kann nicht beantwortet werden.

Tab. 3. Selen- und Vitamin E-Gehalte der vorgelegten Futtermittel

	N	Selen mg/kg TS		N	Vitamin E IE/kg TS	
		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$		$\bar{x}$	$s_{\bar{x}}$
Heu	10	0,028	0,021	10	20	5
Emd	5	0,106	0,113	5	23	4
Graswürfel	1	0,024		1	82	
Maiswürfel	1	0,016		1	25	
Grassilage	2	0,038	0,013	2	69	13
Maissilage	4	0,008	0,009	4	13	3
Futterrüben	7	0,018	0,016	6	6	3
Kartoffeln	2	0,008	0,011	2	1	2
Proteinkonzentrat	4	0,139	0,056	4	5	6
Energiekonzentrat	8	0,118	0,138	6	14	10
Leistungsfutter	5	0,456	0,223	5	18	10
Mineralstoffmischung	8	7,443	4,523	9	1104	860

## Tägliche Aufnahme an Selen und Vitamin E

Ausgehend vom Futtermittelverzehr (siehe SCHORI 1990) sowie vom Gehalt der Futtermittel und der Futterreste an Selen und Vitamin E wurde die tägliche Aufnahme der Milchkühe an diesen Stoffen geschätzt.

Die durchschnittliche Se-Aufnahme der Milchkühe in den zehn Betrieben (Abb. 2) während der sechswöchigen Versuchsdauer liegt zwischen 0,018 und 0,168 mg/kg TS. Da in den einzelnen Betrieben im Hinblick auf eine Überprüfung von Modellen zur Verzehrsschätzung (SCHORI 1990) zwei Kuhgruppen mit teilweise unterschiedlichem Futterangebot gebildet wurden, sind in den folgenden Abbildungen pro Betrieb jeweils zwei Werte aufgeführt. Geht man von einem empfohlenen Se-Angebot von 0,1 mg pro kg Futter-TS aus, so erreichen nur zwei Betriebe für beide Kuhgruppen diesen Wert. Die Mehrheit der Betriebe bewegt sich demgegenüber im Bereich 0,050 bis 0,097 mg Se/kg TS. Mit 0,018 mg Se/kg TS weist der Betrieb 6, mit einem grossen Milchproduktionspotential aus dem Grundfutter, den tiefsten Wert auf. Von einer Ausnahme abgesehen, bilden in allen Betrieben die verschiedenen Kraftfutter sowie die Mineralstoffmischungen die wichtigsten Se-Quellen. So lassen sich auch die Unterschiede in der Se-Aufnahme innerhalb der beiden Kuhgruppen eines Betriebes meistens durch die Verschiebung im Verhältnis Grundfutter zu Kraftfutter erklären.

Über die durchschnittliche Vitamin E-Aufnahme der Versuchstiere in den einzelnen Betrieben vermittelt Abbildung 3 eine Übersicht. Obwohl die Empfehlungen zum Vitamin E-Bedarf der Milchkühe recht stark auseinander gehen, dürften die gemessenen Werte mehrheitlich im bedarfsdeckenden Bereich liegen.

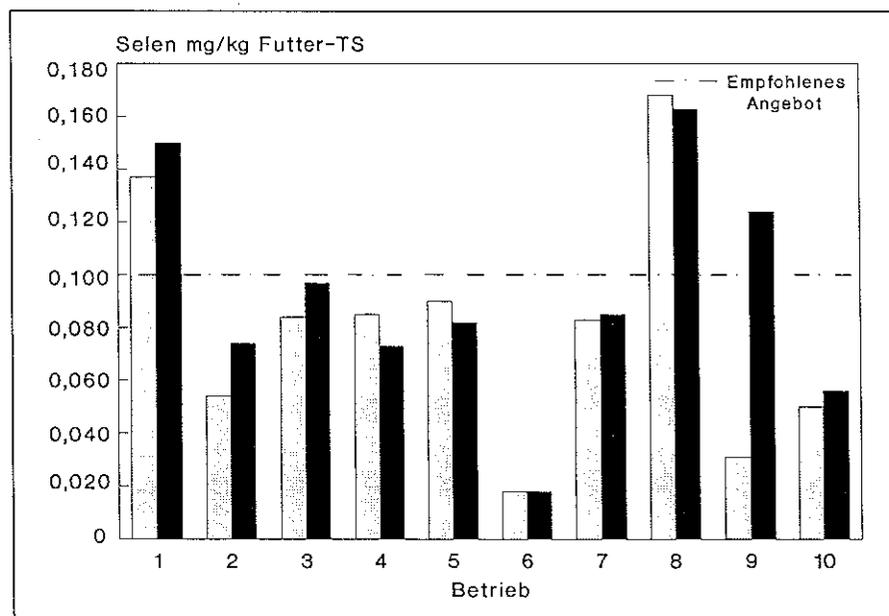


Abb. 2. Durchschnittliche Selenaufnahme je Betrieb (aufgeteilt in die zwei Kuhgruppen gemäss Verzehrsschätzmodell SCHORI 1990)

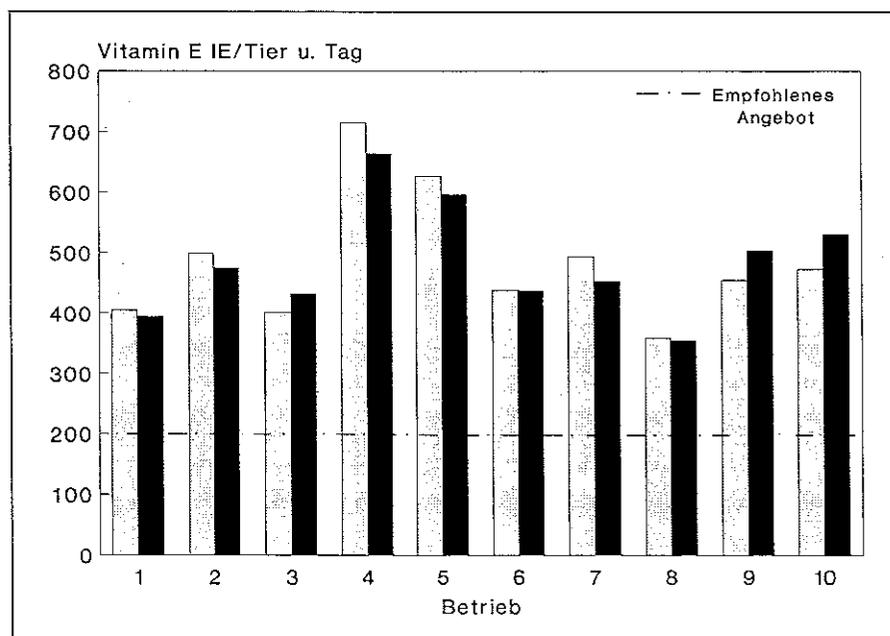


Abb. 3. Durchschnittliche Vitamin E-Aufnahme pro Betrieb (aufgeteilt in die zwei Kuhgruppen gemäss Verzehrsschätzmodell SCHORI 1990)

## Selen- und Vitamin E-Gehalt im Blut

Wie bereits beschrieben, lässt sich die Selenversorgung der Milchkuh auch anhand des Se-Gehaltes des Blutes abschätzen. Zusätzlich kann die Aktivität des Se-haltigen Enzyms Glutathion-Peroxidase in den roten Blutkörperchen zur Beurteilung herangezogen werden. Die entsprechenden Werte für die zehn Betriebe sind in den Abbildungen 4 und 5 zusammengefasst. Aus den Abbildungen 4 und 5 ist zu entnehmen, dass nur wenige Betriebe die erwünschten Se-Serumwerte und GSH-Px-Aktivitäten von 50  $\mu\text{g/l}$  bzw. 20-30 IE/g Hämoglobin erreichen. Dieses Resultat deckt sich weitgehend mit den Ergebnissen von FLEISCHER (1987), der bei 95% von 475 untersuchten Kühen Se-Serumwerte unter 50  $\mu\text{g/l}$  beobachtete. Wie von verschiedenen Autoren aufgezeigt, besteht auch in der vorliegenden Erhebung eine enge Korrelation zwischen dem Se-Gehalt des Blutes und der Aktivität der GSH-Px. Diese beträgt zwischen 0,88 und 0,95.

Mit wenigen Ausnahmen liegen nach dem Beurteilungsschema von BIBER-WLASCHNY (1988) alle Vitamin E-Blutwerte im sogenannten fraglichen Bereich (Abb. 6). Kritisch ist die Versorgung im Betrieb 8, während im Betrieb 4 die Blutwerte auf eine ausreichende Versorgung hindeuten. Nach der Bewertung FLEISCHER (1987) liegt demgegenüber nur der Betrieb 8 unter dem anzustrebenden Mindestgehalt.

## Schlussfolgerung

**Selen:** Die anhand der Se-Aufnahme und der Se-Blutwerte geschätzte Se-Versorgung der Milchkuhe in den zehn landwirtschaftlichen Schulbetrieben ist im Vergleich zu den heutigen Richtwerten nicht optimal. Dennoch scheinen bei den Versuchstieren keine klinischen Symptome von Selenmangel aufzutreten. Diese Beobachtung dürfte die Vermutung stützen, dass es bei einer knappen Se-Versorgung zusätzlicher Störfaktoren (Fütterung, Haltung, Hygiene etc.) bedarf, um klinisch sichtbare Se-Mangelsymptome auszulösen. Was die Richtwerte für das empfohlene Se-Angebot im Futter und den Se-Gehalt des Blutes anbetrifft, stellt sich nicht zuletzt die Frage nach deren Gültigkeit und Übertragbarkeit (Ration, Rasse, Alter). In bezug auf die Se-Versorgung der Milchkuh gilt es somit, noch verschiedene Wissenslücken zu schliessen.

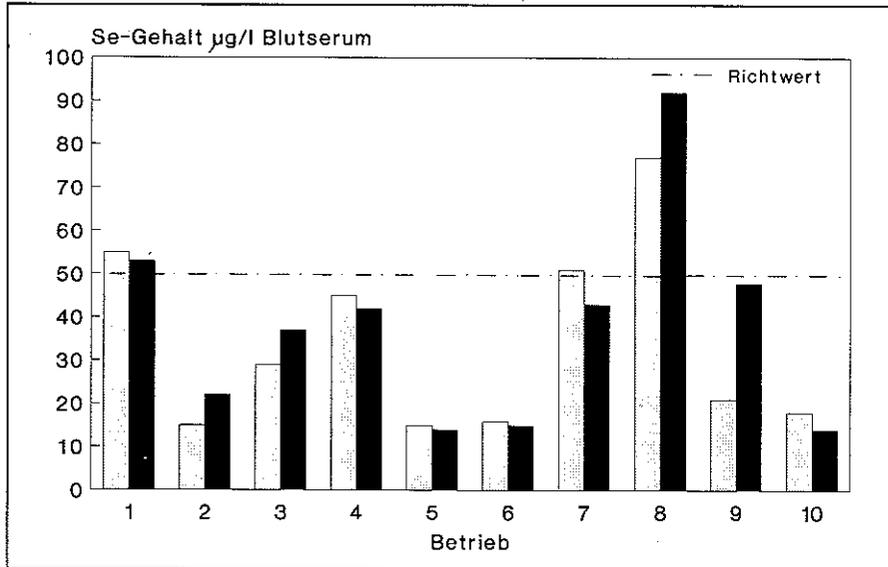


Abb. 4. Selengehalt im Blutserum in der 6. Versuchswoche (Werte der einzelnen Betriebe aufgeteilt in die zwei Kuhgruppen gemäss Verzehrsschätzmodell SCHORI 1990)

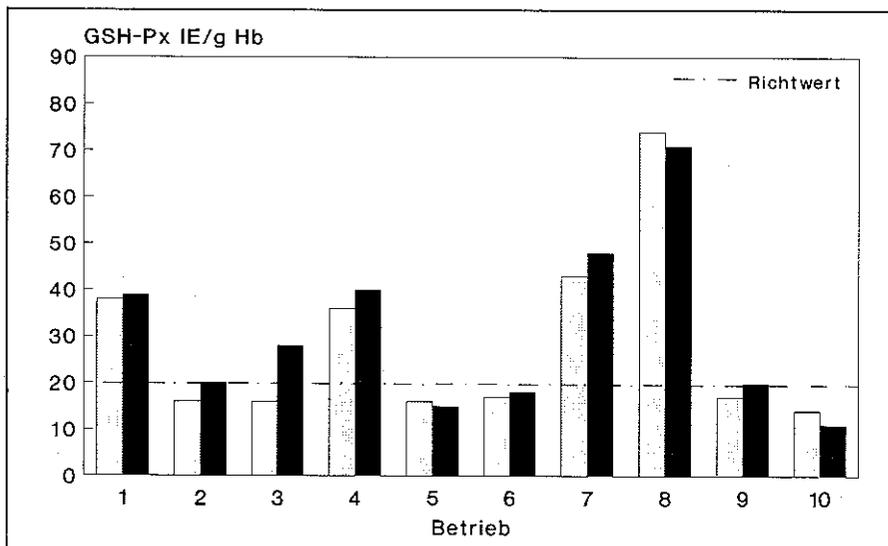


Abb. 5. GSH-Px-Aktivität im Blut; Durchschnitt 3. und 6. Versuchswoche (Werte der einzelnen Betriebe aufgeteilt in die zwei Kuhgruppen gemäss Verzehrsschätzmodell SCHORI 1990)

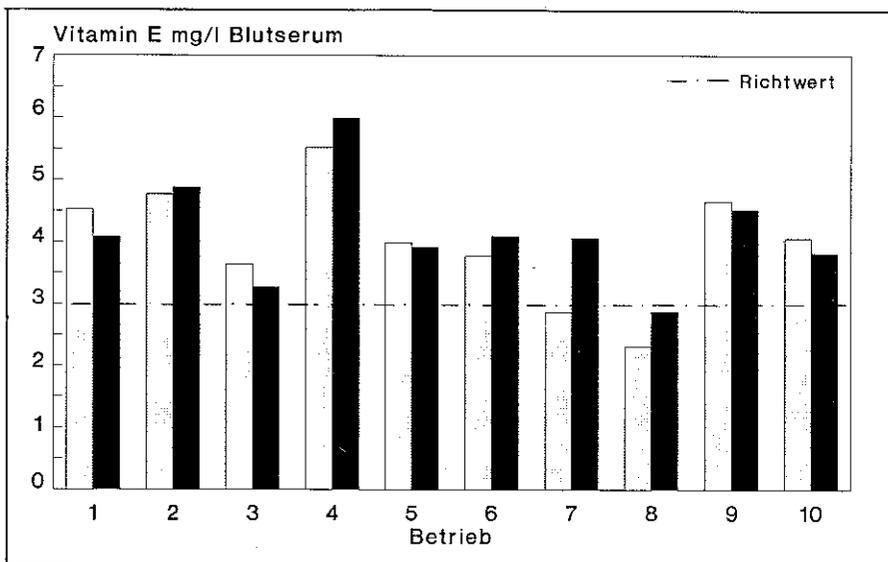


Abb. 6. Vitamin E-Gehalt im Blutplasma; Durchschnitt 3. und 6. Versuchswoche (Werte der einzelnen Betriebe aufgeteilt in die zwei Kuhgruppen gemäss Verzehrsschätzmodell SCHORI 1990)

Ausgehend von den heutigen Kenntnissen, ist besonders in den Betrieben die Selenversorgung zu überwachen, in denen beim Jungtier ein Se-Mangel, das heisst die Weissmuskelkrankheit, auftritt. Hier ist eine bei der Kuh und/oder beim Jungtier einsetzende, gezielte Ergänzung mit Selen angebracht. In den übrigen Fällen muss die Frage gestellt werden, was mit der Selenergänzung erreicht werden soll, und ob das Selen die gewünschte Wirkung bringen kann. So lassen sich beispielsweise auf eine mangelhafte Brunstbeobachtung zurückzuführende Fruchtbarkeitsprobleme nicht durch eine Selenergänzung beheben. Auch kann Selen bei Mastitisproblemen eine unzureichende Hygiene nicht wettmachen.

**Vitamin E:** Unter Berücksichtigung der Unsicherheit in bezug auf die Vitamin E-Bedarfsnormen und den anzustrebenden Vitamin E-Gehalt im Blut, kann die Vitamin E-Versorgung der Versuchstiere während der Winterfütterung mehrheitlich als korrekt bezeichnet werden. In speziellen Fällen, wie zum Beispiel in Betrieben mit einer hohen Milchproduktion und geringer bis keiner Kraftfutter- beziehungsweise Mineralsalzgabe, ist jedoch die Vitamin E-Versorgung während der Winterfütterung zu überwachen.

### Verdankung

Wir danken allen, die auf die eine oder andere Weise zum Gelingen der Erhebung beigetragen haben. Zu nennen sind die Landwirtschaftlichen Schulen Marcelin, Grangeneuve, Grange-Verney, Strickhof, Hondrich, Flawil, Loveresse, Willisau, Hohenrain und Cernier. Besonderer Dank gilt der Firma Hoffmann-La Roche AG, Basel, für die Durchführung der Vitamin E-Analysen in den Futtermitteln sowie im Blutplasma.

### Literatur

- ARC, 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux Farnham Royal, 351 S.
- BIEBER-WLASCHNY M., 1988. Vitamin E-Einsatz bei der Milchkuh. *Kraftfutter* 8, 279-281.
- BRAUN U., FORRER R., FUERER R. und LUTZ H., 1991. Selenium and vitamin E in blood sera of cows from farms with increased incidence of disease. *Vet. Rec.* 128, 543-547.
- COMBS G. F. and COMBS St. B., 1986. The Role of Selenium in Nutrition. Academic Press Orlando, 532 S.
- DIETHELM M. R., 1989. Untersuchung über die Versorgung von Milchkuhen mit  $\beta$ -Carotin und Vitamin E in Praxisbetrieben. Diss. vet.-med. Fakultät Bern, 106 S.
- FLEISCHER D. Ch., 1987. Selen- und Vitamin E-Gehalt im Blutsrum von Kühen mit unterschiedlicher Fruchtbarkeit. Diss. vet.-med. Fakultät Zürich, 93 S.

- FRIESECKE H., 1984. Handbuch der praktischen Fütterung. BLV Verlagsgesellschaft München, 575 S.
- MATHIS A., 1982. Zur Selenversorgung des Rindviehs in der Schweiz: Untersuchungen auf Ammen- und Mutterkuhbetrieben. Diss. vet.-med. Fakultät Zürich, 69 S.
- NRC, 1983. Selenium in Nutrition. National Academy Press Washington, 174 S.
- QUINCHE J.-P. et DVORAK V., 1981. Les teneurs en sélénium de quelques espèces végétales récoltées en Suisse romande. *Revue suisse Agric.* 13 (2), 67-72.
- SCHORI F., 1990. Modelle der Verzehrsschätzung bei Milchkuhen. Diplomarbeit ETH Zürich, 165 S.
- STÜNZI H., 1989. Selenmangel? Untersuchungen zum Selenstatus des Wiesenfutters. *Landwirtschaft Schweiz* 2 (8), 437-441.
- WHO, 1987. Selenium. WHO Geneva, 306 S.

### Summary

#### Selenium and vitamin E supply of dairy cows during winter feeding

During the winter feeding period 1989/90, the selenium (Se) and vitamin E supply was investigated in ten agricultural school farms with a total of 82 dairy cows.

The average selenium intake per farm varies between 0.018 and 0.168 mg/Se per kg feed dry matter (feed DM). The average Se-content in the blood serum and the activity of the Se-dependent enzyme glutathione peroxidase (GSH-Px) in the hemoglobin (Hb) ranges from 14 to 92  $\mu$ g Se/l serum and from 11 to 74 IU/g Hb, respectively. Compared to the currently recommended Se-standards in the feed (0.1 mg/kg feed DM) and in the blood (Se: >50  $\mu$ g/l serum; GSH-Px: >20-30 IU/g Hb). Se supply of the examined dairy cows is not always optimal. With a vitamin E intake of 355 to 715 IU per animal and day, the individual farms are within the recommended range of 200 to 1200 IU per animal and day. The measured vitamin E contents in the plasma vary between 2.31 and 6.00 mg/l. Values below 3.0 mg/l point to a rather deficient supply. Considering existing uncertainties with respect to recommended standards, the vitamin E supply in the ten agricultural school farms can said to be adequate.

**Keywords:** Dairy cow, selenium, vitamin E, winter feeding

### Résumé

#### Sélénium-vitamine E: approvisionnement de la vache laitière durant l'alimentation hivernale

Durant la période d'alimentation hivernale 1989/1990, l'approvisionnement en sélénium (Se) et en vitamine E de 82 vaches réparties dans 10 exploitations d'écoles d'agriculture a été étudié.

La consommation moyenne en sélénium par exploitation va de 0,018 à 0,168 mg par kg de matière sèche de la ration (MS). Le teneur moyenne en Se dans le sérum sanguin varie entre 14 et 92  $\mu$ g par l. L'activité de l'enzyme dépendant du Se, la glutathion-péroxidase (GSH-Px), a fluctué en moyenne entre 11 et 74 UI/g d'hémoglobine (Hb). Par rapport aux valeurs indicatrices actuelles quant aux concentrations en Se dans la ration (0,1 mg/kg MS) et dans le sang (Se: >50  $\mu$ g/l sérum; GSH-Px: >20-30 UI/g Hb), l'approvisionnement en Se des vaches laitières n'est pas optimal dans l'ensemble des 10 exploitations étudiées.

Avec des valeurs situées entre 355 et 715 UI par animal et par jour, l'ingestion de vitamine E dans les différentes exploitations, se situe dans le domaine des apports recommandés qui va de 200 à 1200 UI par animal et par jour. Les teneurs en vitamine E dans le plasma varient entre 2,31 et 6,00 mg/l. Les valeurs inférieures à 3,0 mg/l signalent un approvisionnement critique. En tenant compte des incertitudes qui règnent quant aux différentes valeurs indicatrices, on peut considérer l'approvisionnement en vitamine E dans les 10 exploitations d'écoles d'agriculture comme suffisant pour couvrir les besoins.