



PraktijkRapport Rundvee 35

Vitaminen in voeding van herkauwers in de biologische houderij



Augustus 2003

Rundvee





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek
Postbus 2176, 8203 AD Lelystad
Telefoon 0320 - 293 211
Fax 0320 - 241 584
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie en fotografie

Praktijkonderzoek

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 1570-8616
Eerste druk 2003/oplage 200
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.

Referaat

ISSN 1570 8616

Gidi Smolders ASG, divisie Praktijkonderzoek en Kees Kan (ID TNO Diervoeding)

Vitaminen in voeding van herkauwers in de biologische houderij

PV-PraktijkRapport Rundvee 35

34 pagina's, 39 tabellen

Behoeftenormen voor vitamine A kunnen in de stalperiode, in rantsoenen met hoofdzakelijk voordroogkuil, geheel gedekt worden uit ruwvoer. Voor vitamine D en E is aanvulling van het ruwvoerrantsoen nodig voor dekking van de behoefte. Voor rantsoen berekening zijn betrouwbare en goedkope analysemethoden voor vitamines gewenst. Onderzoek naar alternatieve bronnen voor toevoeging van natuurlijke vitamines onder de huidige EU-regels voor biologische herkauwers is noodzaak

Zoeksleutels:

Vitamin A, D, E requirements, rouhage, organic



PraktijkRapport Rundvee 35

Vitaminen in voeding van herkauwers in de biologische houderij

Vitamins in organic ruminant nutrition

G. Smolders (ASG, divisie Praktijkonderzoek)
K. Kan (ID TNO Diervoeding)

Augustus 2003

Voorwoord

De biologische veehouderij kenmerkt zich vooral door het op een zo natuurlijk mogelijke wijze houden van dieren. Gebruik van kunstmest, bestrijdingsmiddelen, krachtvoer en medicijnen moet geheel of in belangrijke mate gereduceerd worden. Maar er is ook aandacht voor andere in de reguliere veehouderij als gangbare praktijk geaccepteerde werkwijzen. Eén daarvan is het toevoegen van synthetische vitaminen aan rantsoenen voor melkvee. In de reguliere veehouderij worden deze vitaminen toegevoegd aan krachtvoer om een eventueel tekort te voorkomen.

Sinds augustus 2000 is het volgens EU-regels voor biologische landbouw niet toegestaan deze synthetische vitaminen aan rantsoenen in de biologische rundveehouderij toe te passen. In de praktijk, zowel in Nederland als in de omliggende landen, zijn veehouders bevreesd voor het weglaten van extra vitaminen. Diverse landen hebben daarom de EU verzocht om voor een bepaalde periode toevoeging van vitaminen weer toe te staan en in de tussentijd te onderzoeken of toevoeging noodzakelijk is en anderzijds te bekijken of er alternatieven zijn.

In het kader van het onderzoeksprogramma Biologisch Veehouderij heeft het Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij aan de Animal Sciences Group van Wageningen UR opdracht gegeven na te gaan of toevoeging van synthetische vitaminen aan rantsoenen in de biologische rundveehouderij noodzakelijk zijn. Onderzoekers van de divisies Praktijkonderzoek en Voeding hebben op basis van een literatuurstudie beoordeeld in hoeverre met in de biologische rundveehouderij gebruikte rantsoenen voldaan kan worden aan uiteenlopende behoeftenormen zonder dat sprake is van toevoeging van synthetische vitaminen. Daarmee is een eerste stap gezet in het beantwoorden van de vraag of het toevoegen van deze vitaminen noodzakelijk is. Meer kennis over de daadwerkelijke gezondheidsrisico's van tekorten aan vitaminen is nodig om de vraag naar noodzakelijkheid van de toevoegingen te kunnen beantwoorden.

F. Mandersloot,
Manager Onderzoek
Animal Sciences Group, Praktijkonderzoek

Managementsamenvatting

In de biologische landbouw is het niet toegestaan om synthetische vitaminen toe te voegen aan voer voor melkvee. Dit is vastgelegd in de EU verordening 2092/91. De verordening geeft echter tot eind 2005 de lidstaten de mogelijkheid om vitamine A, D en E toe te staan indien aangetoond wordt dat dit nodig is om gezondheidsproblemen te voorkomen. Dit onderzoek heeft als doel te bepalen of gezondheidsproblemen bij melkvee als gevolg van tekorten van vitamine A, D en E te verwachten zijn indien geen synthetische vitamine worden toegevoegd.

De behoeftenormen voor vitamine A, D en E voor rundvee lopen in de diverse landen sterk uiteen. Ook de vitaminegehalten in ruwvoerders vertonen een grote variatie. Voor beiden zijn er onzekerheden voor wat betreft de betrouwbaarheid van de waarden. Onderzoek naar vitaminegehalten van voedermiddelen is duur en geeft niet altijd een betrouwbaar beeld omdat analysemethoden afwijkingen vertonen en gehalten tijdens de bewaring van de voedermiddelen teruglopen. In rantsoenberekeningen voor melkvee wordt daarom geen rekening gehouden met de gehalten in ruwvoerders. De (gangbare) praktijk is dat de behoeften aan vitamine A en D volledig en die voor vitamine E grotendeels gedekt worden door toevoegingen aan het krachtvoer.

Ondanks de onzekerheden omtrent behoeftenormen en gehalten aan vitamine A, D en E in voedermiddelen zijn voor drachtige en melkgevend koeien rantsoenberekeningen uitgevoerd. Weidend melkvee kan hoogstwaarschijnlijk de behoefte aan de vitaminen A, D en E dekken uit het aanbod van vers gras. Bovendien wordt onder invloed van zonlicht vitamine D₃ door de dieren zelf in de huid aangemaakt. Daarom zijn de rantsoenen alleen berekend voor de stalperiode. Op die manier ontstaat enig inzicht in de vraag of er tijdens de stalperiode tekorten aan vitamine A, D en E zijn en of toevoegingen van vitaminen aan melkveerantsoenen eventueel nodig zijn er. De berekeningen zijn gemaakt voor een gemiddelde en een hoge vitaminebehoefte van de melkkoeien, bij twee gebruikelijke rantsoenen van gras- en maissilage, geheleplantensilage, grasbrok en krachtvoer (zowel met als zonder hooi) en bij gemiddelde en lage vitaminegehalten in de voedermiddelen. De behoeftenormen zijn gekozen uit de tabellen die daarvoor in de verschillende landen gebruikt worden. Voor de vitaminegehalten in voedermiddelen is een keuze gemaakt uit de (soms zeer diverse) literatuurbronnen.

- Als gemiddelde behoeftenorm voor vitamine A is gekozen voor de CVB (Nederlandse) norm, voor vitamine D en E voor de GEH (Duitse) norm omdat die, de verschillende literatuurbronnen overziend, gemiddelde waarden geven.
- Als hoge behoeftenorm voor vitamine A is gekozen voor de GEH (Duitse) norm, voor vitamine D voor de NRC (Amerikaanse) norm en voor vitamine E voor de SBA (Zweedse) norm omdat die de hoogste waarden aanhouden. Industriële bronnen geven nog aanzienlijke hogere behoeftenormen.
- De gehalten aan vitamine A, D en E in de voedermiddelen zijn bij benadering gemiddelden van de waarden die in de literatuur gevonden zijn, met dien verstande dat extreme waarden daarin niet meegenomen zijn en dat de waarden in literatuur van Europese origine daarin zwaarder wegen dan de Amerikaanse waarden. Bij vitamine A is dat in de meeste gevallen een berekend gehalte vanuit beta-caroteen.
- Aan het eind van de stalperiode is aangenomen dat ca. de helft van de vitaminen verdwenen is (naar analogie van berekeningen door Swedish Board of Agriculture, 2002).
- De voeropnamecapaciteit van de koeien is gebaseerd op de CVB-voederwaardetabel.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten kan het volgende worden geconcludeerd ten aanzien van vitaminetekorten bij melkvee

Vitamine A

In de stalperiode is er bij gemiddelde behoeftenormen en normale gehalten in ruwvoerders (voordroogsilage, maissilage, grasbrok en GPS) voldoende vitamine A. Ook als uitgegaan wordt van een hoge behoeftenorm of van een halvering van het vitamine A-gehalte in de voedermiddelen is er steeds voldoende om de behoefte van melkkoeien te dekken. Vitamine A komt in het gedrang als rantsoenen van hoofdzakelijk hooi gevoerd worden. Tot nu toe wordt aan standaard krachtvoer 5000 - 9000 IE vitamine A per kg toegevoegd. Berekeningen in Duitsland geven aan dat er ook in het gunstigste geval een tekort is aan vitamine A van 10% voor melkgevende en van 80% bij droogstaande koeien.

Vitamine D

In alle rantsoenen is er voor alle categorieën koeien een tekort aan vitamine D. Het tekort is bij de droge koeien het grootst. Het dichtst in de buurt van de behoeftenorm komen rantsoenen waarin hooi is opgenomen. Uitgaande van een gemiddelde behoeftenorm is het tekort in rantsoenen met hooi 10 - 30%, zonder hooi 50 - 65%. Als van hogere behoeftenormen wordt uitgegaan, loopt het tekort aan vitamine D op tot 80% bij droge koeien in rantsoenen zonder hooi. In hoeverre ook in de winter dit tekort aangevuld kan worden door synthese

van vitamine D in de huid onder invloed van zonlicht, blijft de vraag. Tot nu toe wordt in de praktijk aan krachtvoer gemiddeld ca. 1500 IE vitamine D per kg toegevoegd.

Vitamine E

Tekorten aan vitamine E treden in alle rantsoenen op wanneer wordt uitgegaan van een hoge behoeftenorm of als aangenomen wordt dat de helft van de vitamine verloren gaat bij het vorderen van de stalperiode. Hooi in het rantsoen in plaats van grassilage verhoogd het tekort. Bij gemiddelde behoeftenormen is er voor alle categorieën koeien voldoende vitamine E. Tot nu toe wordt in de (gangbare) praktijk aan krachtvoer niet altijd vitamine E toegevoegd. Het Centraal Veevoederbureau (CVB) heeft geen behoeftenorm voor vitamine E.

Soms wel, som niet in overeenstemming met literatuur

De uitkomsten van de rantsoenberekeningen zijn redelijk in overeenstemming met berekeningen door de Swedish Board of Agriculture, 2002. Rantsoenberekeningen van Manner et al, 2002 in Duitsland gaven voor zowel vitamine A, D als E tekorten te zien. Op praktijkbedrijven in Duitsland en België kwamen, bij naleving van de EU-regels, problemen voor met gezondheid en vruchtbaarheid van hoogproductief melkvee.

Meer onderzoek nodig

Op basis van dit onderzoek zijn theoretische tekorten vast gesteld waarvan verwacht kan worden dat het leidt tot gezondheidsproblemen bij melkvee. Om meer inzicht te krijgen in de daadwerkelijke gezondheidsrisico's van de tekorten aan vitamine A,D en E en mogelijke andere oplossingen is meer onderzoek nodig.

Samenvatting

De Europese verordening 2092/91 verbiedt het toevoegen van synthetische vitaminen aan krachtvoerders voor rundvee. Het verbod heeft met name betrekking op de vitaminen A, D en E. Andere vitaminen worden in het algemeen niet toegevoegd aan krachtvoer omdat ze door het dier zelf gesynthetiseerd kunnen worden. Gebrek aan vitaminen heeft gevolgen voor de diergezondheid en het welzijn van de dieren. In deze studie zijn vanuit diverse literatuurbronnen gegevens omtrent vitaminebehoefte van verschillende categorieën melkvee bijeengebracht en zijn naast literatuurgegevens over gehalten in voedermiddelen, ook vitaminen gehalten in silages bepaald.

De veevoedertabellen in de verschillende landen alsmede de diverse onderzoekresultaten geven aan, dat de aangenomen of waargenomen behoeftenormen sterk variëren en dat behoeftenormen soms al jarenlang onveranderd gehanteerd worden. Bij vitamine A hanteren de Engelsen de laagste norm (voor een koe met 20 kg melk 16250 IU vitamine A per dier per dag) en bedragen behoeftenormen in tabellen uit andere landen tot 71500 IU per dier per dag voor diezelfde categorie koeien. De in Nederland gehanteerde norm ligt daar met 54000 IU tussenin. Voor vitamine D zijn er vergelijkbare verschillen; Nederland zit hier met 6500 IU vitamine D per dier per dag het laagst, terwijl in Zweden voor dezelfde koeien 22000 IU vitamine D per dier per dag wordt aangehouden. Voor vitamine E heeft Nederland geen behoeftenorm, de variatie in de literatuur gaat van 270 – 1700 IU vitamine E per dier per dag voor koeien die 20 kg melk per dag geven.

De kennis over gehalten aan vitaminen van voedermiddelen is beperkt. Analysemethoden zijn niet erg betrouwbaar en onderzoek van met name de vetoplosbare vitaminen A, D en E is duur. Tijdens de oogst, conservering en bewaring van vooral ruwvoerders kunnen grote verliezen aan vitaminen optreden. Vitamine A komt in plantaardig materiaal nauwelijks voor, natuurlijke bronnen zijn o.a. visleverolie. Rundvee kan uit β -caroteen wel vitamine A synthetiseren. Verse jonge ruwvoerders bevatten veel β -caroteen, granen daarentegen nauwelijks. Vitamine D zit vooral in zongedroogde oudere ruwvoerders (hooi, voordroogsilage). Vitamine D kan ook onder invloed van zonlicht in de huid gevormd worden, zelfs in de winter. Vitamine E zit veel in plantaardige oliën en in mindere mate in vers ruwvoer. De gemiddelde gehalten aan vitaminen in de door ons onderzochte voordroogsilages waren voor vitamine A (β -caroteen) en vitamine E redelijk in overeenstemming met waarden in de literatuur, die voor vitamine D in het geheel niet.

Weidend melkvee kan hoogstwaarschijnlijk de behoefte aan de vitaminen A, D en E dekken uit het aanbod van vers ruwvoer. In de stalperiode is dat niet altijd het geval. Rantsoenberekeningen met gemiddelde behoeftenormen voor de diverse categorieën melkvee en met gemiddelde gehalten in ruwvoerders (voordroogsilage, maissilage, grasbrok en GPS) laten zien dat vitamine A altijd voldoende aanwezig is. Ook de vitamine E behoefte wordt ruim gedekt. Vitamine D is volgens deze berekeningen steeds te weinig aanwezig, daarvan wordt de behoefte slechts voor ca. 50% gedekt. Uitgaande van hoge behoeftenormen of een halvering van de vitamine gehalten in ruwvoer (eind stalperiode) blijft er steeds ruim voldoende vitamine A. De vitamine E behoefte wordt dan niet meer volledig gedekt en de behoefte aan vitamine D wordt nog slechts voor ruim 20% gedekt. Als voordroogsilage in de rantsoenen vervangen wordt door hooi, komt er een berekend tekort aan vitamine A en wordt het tekort aan vitamine D minder groot. Op grond van deze berekeningen zou de toevoeging van vitamine A, waarvan nu meestal 5000 – 6000 IU aan krachtvoer wordt toegevoegd, achterwege kunnen blijven in rantsoenen met voordroogsilage. In de vitamine D behoefte zal volgens deze gegevens alleen voorzien kunnen worden als er aanvullingen op het ruwvoerrantsoen mogelijk zijn. De dekking van de vitamine E behoefte hangt af van de omstandigheden; als de behoefte hoger is dan gemiddeld of het gehalte in het ruwvoer lager, dan wordt de behoefte niet meer gedekt. In verder onderzoek zal onder praktijkomstandigheden nagegaan moeten worden of dan inderdaad de behoeften van melkvee aan vitamine D en E niet gedekt worden en welke mogelijkheden er zijn om dit conform de uitgangspunten van de biologische melkveehouderij te kunnen oplossen.

Summary

EU regulation 2092/91 forbids the supplementing of concentrates for cattle with synthetic vitamins. It is primarily aimed at vitamins A, D and E; other vitamins are not generally added to concentrates because they can be synthesised by the animal. The consequences of vitamin deficiency are problems of animal health and welfare. In this study we compiled data on the vitamin requirements of various categories of dairy cattle from various publications, and calculated vitamin contents in feedstuffs and silages.

From the feedstuff tables of various countries and also from the various research results it can be seen that the assumed or observed standard requirements vary hugely and that sometimes they remain unchanged for years. The standard for vitamin A is the lowest in the UK (16250 IU vitamin A per animal per day for a cow yielding 20 kg milk). This compares with up to 71500 IU per animal per day for the same category of cow in the tables of standard vitamin requirements used by other countries. The standard used in the Netherlands is 54000 IU. There are similar disparities for vitamin D: the lowest requirement is the Dutch standard of 6500 IU vitamin D per animal per day, while in Sweden the equivalent standard is 22000 IU vitamin D per animal per day. There is no standard requirement for vitamin E in the Netherlands; the standards in the literature vary from 270 to 1700 IU vitamin E per animal per day for cows yielding 20 kg milk per day.

Little is known about the vitamin content of feed stuffs. The analytical methods are not very reliable, and research is expensive, particularly on the fat-soluble vitamins A, D and E. During harvest, conservation and storage there can be large losses of vitamins, especially from roughage. Plant matter contains hardly any vitamin A; natural sources of this vitamin include fish liver oil. Cattle can synthesise vitamin A from β -carotene. Fresh, young fodder contains large amounts of β -carotene, but cereals contain hardly any. Vitamin D is found mainly in sun-dried older roughage (hay, pre-dried silage). It can also be synthesised in skin exposed to sunlight, even during the winter. Vitamin E is present in large amounts in vegetable oils and to some extent in fresh fodder. The average values for vitamin A (β -carotene) and vitamin E in the pre-dried silage we studied agreed fairly well with the values reported in the literature; this was not the case for vitamin D.

Dairy cattle put out to graze can probably meet their requirements for vitamins A, D and E from the fresh roughage. They do not always do so when kept indoors. Calculations assuming diets with average vitamin contents in roughage (pre-dried silage, maize silage, grass pellets and WPS) plus average standard requirements for the various categories of dairy cattle revealed that there was always sufficient vitamin A present. Requirements for vitamin E were also exceeded. But these calculations revealed that vitamin D is always deficient: only about 50% of the requirement is met. Assuming high requirements, or a halving of the vitamin content of roughage (the end of the period of being kept indoors) there was always more than enough vitamin A. However, the vitamin E requirement was no longer fully met, and only just over 20% of the vitamin D requirement was still met. Substituting hay for pre-dried silage in the diet resulted in a calculated deficiency of vitamin A and reduced the deficiency of vitamin D. These calculations imply that it is not necessary to supplement concentrates with vitamin A (the usual rate is 5000 – 6000 per kg) if the diet contains pre-dried silage. They also imply that the vitamin D requirement will be met only if it is possible to supplement the roughage ration. Whether or not the vitamin E requirement is met depends on the circumstances: it will not be met if the requirement is above average or the roughage contains less vitamin E than average. Follow-up studies done under the conditions prevailing on commercial dairy farms are needed to find out if there is indeed a shortfall meeting in the requirements for vitamins D and E, and to indicate ways of remedying such a shortfall while conforming with the principles of organic dairy farming.

Vitamins in the diet of ruminants on organic farms

Abstract

ISSN 1570 8616

Gidi Smolders (Animal Sciences Group) and Kees Kan (ID TNO Animal Nutrition)

Vitamins in the diet of ruminants on organic farms

PV Practical Scientific Report 35

34 pages, 39 tables

During the period ruminants are kept indoors and fed diets consisting mainly of pre-dried silage, the animals' vitamin A requirements can be fully covered by roughage. To meet the requirements for vitamins D and E, the roughage must be supplemented. There is a need for reliable and cheap methods for analysing for vitamins when composing diets. Research needs to be done on alternative sources of natural vitamins that comply with current EU regulations for ruminants on organic farms.

Key words: Vitamin A, vitamin D, vitamin E, requirements, roughage, organic farming

Executive summary

EU regulation 2092/91 forbids the supplementing of organic dairy cattle feed with synthetic vitamins, though until the end of 2005 member states are permitted to make exceptions for vitamins A, D and E if it can be demonstrated that this is necessary to avert health problems. This study was set up to find out whether dairy cattle are likely to suffer health problems resulting from deficiency of vitamins A, D and E if they receive no supplements of synthetic vitamins.

There are big differences between countries in the vitamin requirements prescribed for cattle. The vitamin content of roughages also varies hugely. In both cases, there is uncertainty about the reliability of the values. Research on the vitamin content of feed is expensive and does not always deliver a reliable picture because of the discrepancy between analytical methods and because the vitamin content of feedstuffs declines during storage. For this reason, the vitamin content in roughage is ignored when working out diets for dairy cattle. In conventional farming, supplements in the concentrates ensure that the requirements for vitamins A and D are met fully and those for vitamin E are largely met.

Despite the uncertainty about the standard requirements for vitamins A, D and E and about the contents of these vitamins in feedstuffs, we did calculations for the diets for pregnant and lactating cows. It is probable that dairy cattle put out to pasture are able to meet their requirements for vitamins A, D and E from the fresh grass. Furthermore, animals exposed to sunlight produce vitamin D₃ in their skin. This is why we did the dietary calculations solely for the period the animals are kept indoors, thereby giving some insight into whether deficiencies of vitamins A, D and E arise during that period and whether vitamin supplements need to be added to dairy cattle rations. We calculated the average vitamin requirements and the high vitamin requirements, assuming two commonly used diets comprising grass and maize silage, whole plant silage (WPS), grass pellets and concentrates, with or without hay, and for average and low vitamin contents in the feedstuffs. The standard requirements were obtained from the tables used for this purpose in the various countries. The vitamin contents of the feedstuffs were taken from published sources (sometimes these varied greatly).

- For the average requirements we used the CVB (Dutch) standard for vitamin A, and the GEH (German) standard for vitamins D and E. We did so because from reviewing the literature we knew these were the average values.
- For the high requirements we used the GEH (German) standard for vitamin A, the NRC (American) standard for vitamin D and the SBA (Swedish) standard for vitamin E. We did so because these were the highest values. Industrial sources give even higher requirements.
- For the contents of vitamins A, D and E in the feedstuffs we used averages of the values given in the literature. When calculating these, we excluded extreme values and attached more weight to values from European sources than to American values. In most cases, for vitamin A this was a content calculated from beta carotene.
- We assumed that at the end of the period indoors approximately half the vitamins had disappeared (by analogy with calculations done by the Swedish Board of Agriculture, 2002).
- We based the cows' capacity for feed intake on the CVB table of feedstuff values.

Based on the preceding assumptions, we conclude the following about vitamin deficiencies in dairy cattle.

Vitamin A

Assuming average vitamin requirements and standard contents in roughage (pre-dried silage, maize silage, grass pellets and WPS), while the animals are being kept indoors the supply of vitamin A is sufficient. Even assuming that requirements are high or that the vitamin A content of the feedstuffs is halved, there is still sufficient to meet the needs of the dairy cows. Vitamin A becomes short when rations consist mainly of hay. To date, a supplement of 5000 - 9000 IE vitamin A per kg has been added to standard concentrates in the Netherlands. In Germany it has been calculated that even in the most favourable circumstances there will be a deficiency of vitamin A: of 10% in lactating cows and of 80% in dry cows.

Vitamin D

All diets lead to a deficiency of vitamin D in all categories of cow. The deficiency is greatest in dry cows. The diets that most closely approached the requirements contained hay. Assuming an average requirement, the deficiency was 10 - 30 % in diets with hay versus 50 - 65% in diets without hay. Assuming higher requirements, the deficiency in vitamin D was as much as 80% in dry cows on a diet without hay. It is unclear to what extent this deficiency can be ameliorated by synthesis of vitamin D in the skin during winter. To date, a supplement of approximately 1500 IE vitamin D per kg has been added to concentrates in the Netherlands.

Vitamin E

Assuming a high requirement, or that the vitamin content is halved as the period of indoor housing proceeds, all diets lead to a deficiency of vitamin E. The deficiency is aggravated by having hay in the diet instead of grass silage. Assuming average requirements, there is sufficient vitamin E for all categories of cow. To date, vitamin E has not always been added to concentrates in the Netherlands. The Central Livestock Feed Bureau (CVB) does not have a standard requirement for vitamin E.

Not always in agreement with the literature

Our calculations agree reasonably well with those of the Swedish Board of Agriculture, 2002. In their calculations based on diets in Germany, Manner et al., 2002, found deficiencies for vitamins A, D and E. On commercial farms in Germany and Belgium high-yielding dairy cattle exhibited problems of health and fertility when the EU regulations were implemented.

More research needed

This study revealed hypothetical deficiencies that can be expected to cause health problems in dairy cattle. More research is needed, to elucidate the real health risks of the deficiencies of vitamins A, D and E, and to generate other possible solutions.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
1.1	Wijze van aanpak	1
2	Functie van vitaminen en de gevolgen van tekorten	2
2.1	Geldende adviezen over normen voor vitaminen.....	2
2.1.1	Vitamine A.....	3
2.1.2	β -Caroteen	5
2.1.3	Vitamine D.....	5
2.1.4	Vitamine E.....	7
2.1.5	Vitamine K.....	9
2.1.6	B vitaminen	9
3	Vitaminen in ruwvoerders voor melkvee	10
3.1	Factoren die gehalte aan vitaminen in planten beïnvloeden.....	10
3.2	Omrekeningen	10
3.2.1	Vitamine A.....	11
3.2.2	Vitamine D.....	11
3.2.3	Vitamine E.....	11
3.3	Analysesresultaten gras/klaversilages herfst 2002.....	11
3.4	Gemiddelde gehalten in literatuur.....	13
3.5	Berekeningen rantsoenen	13
3.6	Huidige toevoegingen aan krachtvoer	16
4	Conclusies	17
5	Suggesties voor vervolgacties c.q. onderzoek	18
	Literatuur	19
	Bijlagen	21
Bijlage 1	Gehalte aan vitamine A in IU per kg droge stof in ruwvoerders en grondstoffen.....	21
Bijlage 2	Gehalte aan vitamine D in IU per kg droge stof in ruwvoerders en grondstoffen	22
Bijlage 3	Gehalte aan vitamine E in IU per kg droge stof in ruwvoerders en grondstoffen.....	23

1 Inleiding

Miller (1979) schetst de situatie als volgt zeer kernachtig: Melkvee heeft behoefte aan dezelfde vitamines als eenmagigen (pluimvee en varkens). Maar omdat er synthese plaats vindt in de pens en in verschillende weefsels, hoeven de meeste vitamines niet via het voer verstrekt te worden aan runderen met een actieve pens. Verder stelt hij: "In de praktische melkveevoeding behoeven tekorten aan vitamine geen groot probleem te zijn". Ballet et al (2000) wijzen er daarnaast wel op dat de vitamines A, D en E vrijwel geheel uit het ruwvoer deel van het rantsoen moeten komen aangezien krachtvoergrondstoffen deze vitamines van nature vrijwel in het geheel niet bevatten. Bovendien komt vitamine A nauwelijks voor in planten en wordt het voor het belangrijkste deel gevormd uit β -caroteen.

Tegen deze achtergrond is het verklaarbaar dat de Europese verordening voor de biologische landbouw (2092/91) de toevoeging van synthetische vitamines aan voeders voor meermagigen verbiedt.

De tekst van deze verordening (Informal consolidation March 2001) luidt:

4.16 In order to satisfy nutritional requirements of livestock, only products listed in Annex II, part C (...) and Part D sections 1.1 (trace elements) and 1.2 (vitamins, pro-vitamins and chemically well-defined substances having a similar effect) can be used for animal feeding.

Section D 1.2 Vitamins, pro-vitamins and chemically well-defined substances having a similar effect. The following substances are included in this category:

Vitamins authorised under Directive 70/524/EEC:

- *preferably derived from raw materials occurring naturally in feedingstuffs or*
- *synthetic vitamins identical to natural vitamins only for monogastric animals*

De biologische rundveehouders geven aan, dat ze toch door dit verbod om synthetische vitamines toe te voegen aan rantsoenen voor meermagigen in de problemen zouden kunnen komen. Anderzijds zijn biologisch rundveehouders het eens met het niet toepassen van synthetische vitamines als blijkt dat de diergezondheid en het welzijn in dit verband (op andere manieren) gegarandeerd kunnen worden. Het gaat daarbij hoofdzakelijk om vitamine A, D en E. Dit rapport beoogt na te gaan welke de bekende behoefte cijfers voor vitamines voor herkauwers zijn, welke gehalten aan (pro)vitaminen in de verschillende grondstoffen voorkomen en welke factoren van invloed zijn op de gehalten en te evalueren in hoeverre een tekort zou kunnen optreden. Een volgende stap is na te gaan welke mogelijkheden er zouden kunnen zijn om een mogelijk tekort aan vitamines te voorkomen.

1.1 Wijze van aanpak

Gebruik is gemaakt van de volgende bronnen:

1. De notitie van januari 2002 van ID TNO Diervoeding over vitamine A, D en E en onderliggende stukken
2. Een notitie van 18-3-2002 van de Swedish Board of Agriculture over Vitamin needs for ruminants
3. Er is in de databases Agricola, Agris en CAB abstracts over de jaren 1970-2002 gezocht met behulp van de trefwoorden vitamin*, requirement*, cow*, sheep* en ruminant* en de relevante literatuur is opgevraagd.
4. Er is informatie opgevraagd bij Europese onderzoekers en controle instanties voor biologische productie.

2 Functie van vitaminen en de gevolgen van tekorten

Vitamine A (retinol) en provitamine A (β -caroteen en γ -caroteen) hebben een functie in de vorming van weefsel (epitheel en membranen). Tekorten bij koeien kunnen onder andere tot verminderde voeropname, ruige vacht, trage groei, verminderd zicht (nachtblindheid), beschadigingen aan vliezen en huid, een verstoorde botgroei, slechtere voortplanting en verhoogde gevoeligheid voor infecties leiden (McDowell 1989).

Vitamine D (Ergocalciferol - D2: Cholecalciferol – D3) heeft een belangrijke functie bij de botopbouw (calcium en fosfor opname). Klinische symptomen van een tekort bij rundvee zijn onder andere verminderde voer opname en groei, slechtere beweging van de dieren en aantasting van het beendergestel (McDowell 1989).

Vitamine E (α -tocopherol, β -tocopherol, γ -tocopherol en δ -tocopherol) is essentieel voor groei, vruchtbaarheid en voortplanting, in de preventie van verschillende ziekten en bij de weefselvorming. Het vertoont een sterke interactie met selenium, ze zijn beide actief als anti-oxidanten. Ziekten ten gevolge van onvoldoende Vitamine E en selenium komen voort uit een aantasting van het afweermecanisme (aan de nageboorte blijven staan, mastitis ((McDowell, 1989, Williams et al. 1996) (Chew 1996; Ferguson 1996; Weiss, Hogan et al. 1997), (Hemingway 1999)). In alle diersoorten treedt daarnaast spierdystrofie op (White muscle disease) bij een gebrek aan vitamine E (McDowell 1989).

2.1 Geldende adviezen over normen voor vitaminen

De adviezen voor minimum gehalten per dier of per kg voer blijken aanzienlijke verschillen te vertonen tussen de verschillende landen, maar ook tussen de instanties die de adviezen uitbrengen. Minimum gehalten geadviseerd door wetenschappelijke adviesorganen blijken – niet onverwacht – vaak aanzienlijk lager te liggen dan adviezen verstrekt door de toeleverende industrie. Daarnaast nemen de geadviseerde minimum gehalten ook toe met het verstrijken van de jaren. Dit heeft vermoedelijk zowel te maken met toegenomen productie van melk of groei waardoor per dier meer input nodig is als ook met het beschikbaar komen van scherpere of andere criteria zoals immuniteitsstatus, voortplanting of andere bijvoorbeeld aan welzijn gerelateerde criteria. Voor de biologisch veehouderij speelt zeker mee dat, meer dan in de gangbare veehouderij, gestreefd wordt naar een grote mate van zelfvoorziening waarbij steeds kleinere hoeveelheden krachtvoer ingepast worden in rantsoenen. Enerzijds bestaat daarbij een groter deel van het rantsoen uit ruwvoer en anderzijds bestaat het krachtvoer voor een groter deel uit eigen gewonnen krachtvoer waaraan geen toevoegingen gedaan zijn. In zijn overzicht stelt Weiss, (1998) dat de huidige normen gebaseerd zijn op gegevens van 20 tot zelfs meer dan 50 jaar geleden. Allison & Laven (2000) stellen dat de behoeftenormen voor vitamine E vooral gebaseerd moeten zijn op het voorkomen van spierdystrofie (myopathie) en mastitis. Vooral management en productie zijn in de afgelopen jaren aanzienlijk gewijzigd, voor de gangbare melkveehouderij nog meer dan voor de biologische melkveehouderij. Enerzijds is de fokkerij, verzorging en huisvesting sterk gewijzigd, anderzijds is ook de samenstelling van het rantsoen (zowel wat betreft ruwvoerders als grondstoffen voor krachtvoer) de laatste tientallen jaren veranderd. Het productieniveau in de biologische melkveehouderij ligt gemiddeld ongeveer 1000 kg lager dan op het gemiddelde gangbare bedrijf en ligt ook daar dus duidelijk boven de gemiddelde productie van 20 jaar geleden (gemiddeld 5500 kg). Weiss (1998) adviseert daarom de behoeftenormen voor vitamine A 50% te verhogen en die voor vitamine E met 500% voor droge koeien en met 700% voor melkgevende koeien. De normen voor vitamine D zouden nog wel in overeenstemming kunnen zijn met de echte behoefte van de dieren.

In deze discussie beperken we ons vooral tot diergezondheid en welzijn van melkkoeien. Vleesvee, geiten en schapen zullen slechts zijdelings worden behandeld. Het positieve effect van vitamine E en C als antioxidant in de producten van rundvee (melk en vlees) zal niet aan de orde komen.

In het vervolg van dit hoofdstuk zijn per vitamine de door diverse commissies in verschillende landen geadviseerde behoeftenormen weergegeven. Waar mogelijk zijn ook door de industrie gehanteerde/voorgestelde behoeftenormen opgenomen. De behoeften zijn weergegeven in de eenheden waarin ze in de oorspronkelijke teksten zijn weergegeven. Vervolgens zijn per vitamine de verschillende behoeftenormen samengevat in een tabel. Voor een goede vergelijkbaarheid zijn de normen daarin omgerekend naar de behoeften per dier per dag waarbij de volgende omrekeningsfactoren zijn gehanteerd:

Gewichten in kg: Koe = 650, Schaap = 75

Opname aan droge stof: koe met een productie van 10 – 30 kg melk	= 18 kg
Koe met een productie van > 30 kg melk	= 22 kg
Droogstaande koe	= 10 kg
Groeiende runderen	= 15 kg
Schaap (ooi)	= 1.5 kg.

Voor het omrekenen van Ug naar IU zijn de volgende factoren aangehouden:

Vitamine A: 1 ug = 1 IU

Vitamine D: 0.025 ug = 1 IU

Vitamine E: 1 mg all-rac α -tocopherolacetaat (ook wel dl- α -tocopherolactetaat) = 1 IU

1 mg RRR α tocopherol (ook wel d- α - tocopherol) = 1.49 IU Vitamine E

Voor berekening van de totale vitamine E activiteit uit de vier tocopherolen worden de door McDowell (1989) gegeven richtlijnen gevolgd:

α -tocopherol+ β -tocopherol * 0.5 + γ -tocopherol * 0.1 + δ -tocopherol * 0.3

2.1.1 Vitamine A

Engeland, (A.R.C. 1980)

Tabel 2.1 Vitamine A behoefte in $\mu\text{g}/\text{kg}$ lichaamsgewicht per dier per dag en de beta-caroteen behoefte per kg lichaamsgewicht per dag

Dieren	<i>Vitamine A (Retinol)</i>		<i>β-caroteen</i>
	$\mu\text{g}/\text{kg}$ BW/dag	$\mu\text{g}/$ dier/dag	$\mu\text{g}/$ kg BW/dag
Runderen			
Onderhoud en groei	20	13000	120
Drachtig	30	19500	180
Lacterend (minimum)	25	16250	150
Lacterend (zoogkoe)	65	42250	390
Schape			
Onderhoud en groei	10	750	60
Drachtig	20	1500	120
Lacterend	15	1250	90

De behoefte van de zoogkoe wordt hierbij bepaald door de hoeveelheid die het kalf nodig heeft en die dus via de melk het kalf moet bereiken.

USA, N.R.C. (N.R.C. 2001)

Tabel 2.2 Behoeftte aan vitamine A in IU per kg lichaamsgewicht per dier per dag

Runderen	<i>Vitamine A (Retinol)</i>	
	IU/kg BW/dag	IU/ dier/dag
Groei	80	52000
Drachtig, melkgevend	110	71500

De Fransen (I.N.R.A., Wolter, 1988) houden nog de oude NRC normen aan van 46000 IU per dier per dag voor een melkgevende koe van 650 kg en 45000 IU per dier per dag voor onderhoud van een koe van 600 kg.

Voor schape varieert de behoefte van 2800 IU per dier per dag aan het begin van de dracht tot 6000 IU per dier per dag in de lactatie.

Voor geiten gaan de Fransen uit van 2000 IU per dier per dag voor onderhoud en aan het begin van lactatie en van 3100 IU per dier per dag aan het eind van de dracht.

Duitsland, G.E.H. (Flachowsky, Jeroch et al. 2001)

Tabel 2.3 Behoeftte aan vitamine A in IU per dier per dag

Runderen	Vitamine A (Retinol)
Onderhoud	40000
Droogstand	70000
Melkgevend	70000 +1500 per kg melk

Zweden, SLU (Spörndly 1999)

Tabel 2.4 Behoeftte aan vitamine A in µg per kg droge stof in voer en inµg per dier per dag

Runderen	Vitamine A (Retinol)	
	µg/kg ds voer	µg/ dier/dag
Onderhoud en groei	2200	30000
Droogstand	4000	40000
Lacterend, < 30 kg melk	3200	57600
Lacterend > 30 kg melk	3200	70400

Nederland, (C.V.B., 2002)

Het Handboek Melkveehouderij (1997) opgesteld door het Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR) zegt in hoofdstuk 7.5.4:

“De vitaminen A en D zijn het belangrijkste. In plantaardige producten bevinden zich in het algemeen geen vitaminen A en D. Wel bevatten deze producten de pro-vitaminen A en D, respectievelijk caroteen en calciferol. In tabel 7.32 staan voor enkele voedermiddelen de gehalten aan caroteen, de vitamine D werking en de spreiding daarvan. In tabel 7.33 staan de minimum adviesgehalten voor de vitamine A en D gehalten in het mengvoer”

Het Handboek Melkveehouderij geeft de volgende adviezen (in tabel 7.33):

Krachtvoer	Minimale vitamine A gehalten (IU/kg)
Rundveebrok (melkveehouderij)	5000
Snijmaïskernbrok (idem)	20000
Schapenbrok	5000

Tabel 2.5 Behoeftte aan vitamine A in IU per dier per dag en per kg droge stof van het rantsoen van volwassen rundvee (M = hoeveelheid melk in kg)

Behoeftte	per dier per dag	per kg droge stof in rantsoen
Algemeen melkkoe	24000 + 1500 x M	2000-3500
Bij 25 kg melk/20kg ds opname	61500	3100

Industrie adviezen

Weiss (1998) geeft een overzicht van gehalten zoals die in de USA aanbevolen en gebruikt worden. Ter vergelijking is het NRC-advies 1989 weergegeven

Tabel 2.6 Praktijkdosering gemiddeld en standaardafwijking voor vitamine A in IU per dier per dag in vergelijking met NRC advies 1989

Runderen	Advies NRC 1989	Gemiddeld praktijk	sd
Droogstaand	40 000	104 000	42 600
Vlak voor het kalven	40 000	121 000	55 000
Hoog productief	80 000	158 000	48 000
Laag productief	51 600	121 000	37 000

Uit dit overzicht blijkt duidelijk dat in de meeste gevallen het in de praktijk gehanteerde gehalte ongeveer tweemaal zo hoog ligt als het advies van de NRC. Wel is blijkens de grote standaarddeviatie (SD) het verschil tussen de diverse adviezen in de praktijk aanzienlijk.

Wolter (1988) maakt ook melding van de aanbevelingen van AEC (1987) die zijn weergegeven in tabel 2.7. Vooral voor melkgevend dieren is de spreiding groot. Bij een productie van 10 – 40 kg melk is de variatie alleen daardoor al (bij 1500 IU vitamine A per kg melk) 45000 IU per dier per dag.

Tabel 2.7 Behoeftte aan vitamine A in IU per dier per dag (Wolter, 1988)

Runderen	Vitamine A
Melkgevende runderen	40000 - 80000
Vleesdieren	40000 - 60000

De adviezen van Rhône Poulenc/Adisseo (Ballet & Robert, 2000) liggen duidelijk hoger dan de NRC normen.

Tabel 2.8 Behoeftte aan vitamine A in IU per dier per dag volgens Ballet & Robert, 2000

Runderen	Vitamine A
Melkgevende runderen	80000 - 120000
Droogstaande runderen	75000 - 125000
"Cattle finishing"	40000 - 70000
Vaarzen	40000 - 60000
Vleesvee	50000 - 100000

De behoeftenormen in de verschillende literatuurbronnen zijn in de tabel 2.9 samengevat.

Tabel 2.9 Overzicht behoeftte aan vitamine A voor de verschillende categorieën herkauwers in IU per dier per dag

Bron	ARC 1980	NRC 2001	GEH 2001	SLU 1999	CVB 2002	Weiss 1998	Ballet 2000
Onderhoud	13000		40000		24000		
Drachtig	19500	71500	70000	40000	39000	104000	90000
Productie 20 kg melk	16250	71500	70000	57600	54000	121000	80000
Productie 30 kg melk	42250	71500	85000	70400	69000	158000	120000
Groei	13000	52000		33000			55000

2.1.2 β -Caroteen

β -Caroteen is een pro-vitamine A maar schijnt ook zelfstandig een biologische functie te vervullen. 1 mg β -caroteen kan door herkauwers omgezet worden in en heeft dezelfde werking als 400 IU vitamine A. Maar zoals Bieber-Wlaschny (1988) schrijft, toediening van β -caroteen aan melkkoeien heeft in de regel slechts effect als ze – blijkens voorafgaande plasma analyse – reeds deficiënt waren. Flachowsky et al. (2001) geven ook aan dat voor de zekerheid meer dan 15 mg β -caroteen per kg ds in voer voor pinken en melkkoeien zou moeten worden opgenomen. Bij een opname van resp. 10 en 20 kg ds zou dat voor pinken en melkkoeien uitkomen op 150 en 300 mg per dier per dag. Spann & Moosmeyer (1994) bevelen 200 mg per dier per dag aan gedurende de droogstand en het begin van de lactatie. Na de bevruchting zou 100 mg per dier per dag wel genoeg zijn

2.1.3 Vitamine D

De door diverse commissies geadviseerde normen aan vitamine D (D2 + D3) zijn weergegeven. Vitamine D2 wordt onder invloed van zonlicht in planten gevormd, D3 wordt onder invloed van zonlicht door het dier zelf gevormd. De vraag is dus in hoeverre vitamine D3 via het voer toegediend moet worden.

Engeland, A.R.C. (1980)

Tabel 2.10 Behoeftte aan vitamine D in $\mu\text{g/kg}$ lichaamsgewicht per dag en in IU per dier per dag

Dieren	$\mu\text{g/kg}$ BW	IU/dier/dag
Runderen		
Groeiend	0.10	2600
Lacterend en drachtig	0.25	6500
Kalveren	0.10	600
Schape		
alle dieren	0.13	260

USA, N.R.C. (N.R.C. 2001)

Tabel 2.11 Behoeftte aan vitamine D in IU perkg lichaamsgewicht per dag en in IU per dier per dag

Runderen	IU/kg BW	IU/dier/dag
Lacterend en droogstaand	30	19500

Duitsland, G.E.H. (Flachowsky, Jeroch et al. 2001)

Tabel 2.12 Behoeftte aan vitamine D behoeftte in IU per kg droge stof voer en in IU per dier per dag (van opgestalde dieren)

Runderen	IU/kg ds voer	IU/dier/dag
Lacterenden droogstaand	500	10000
Groeiende dieren	500	7500

Zweden, SLU (Spörndly 1999)

Tabel 2.13 Behoeftte aan vitamine D in IU per kg droge stof voer en per dier per dag

Runderen	IU/kg ds voer	IU/ dier/dag
Onderhoud en groei	300	4500
Droogstand	1.200	12000
Lacterend, < 30 kg melk	1.000	18000
Lacterend > 30 kg melk	1.000	22000

Nederland, CVB (2002)

Het Handboek Melkveehouderij (1997) opgesteld door Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR) zegt in hoofdstuk 7.5.4: " De vitamines A en D zijn het belangrijkste. In plantaardige producten bevinden zich in het algemeen geen vitamines A en D. Wel bevatten deze producten de pro-vitamines A en D, respectievelijk caroteen en calciferol. In tabel 7.32 staan voor enkele voedermiddelen de gehalten aan caroteen, de vitamine D werking en de spreiding daarvan. In tabel 7.33 staan de minimum adviesgehalten voor de vitamine A en D gehalten in het mengvoer"

Het Handboek geeft de volgende adviezen (in tabel 7.33):

Krachtvoer	Minimale vitamine D gehalten (IU/kg)
Rundveebrok (melkveehouderij)	1.000
Snijmaiskernbrok (idem)	4.000
Schapenbrok	1.000

Tabel 2.14 Behoeftte aan vitamine D in IU per dier per dag en in IU per kg droge stof van het rantsoen van volwassen runderen (LG = lichaamsgewicht in kg)

Behoeftte	per dier per dag	per kg droge stof in rantsoen
Algemeen melkkoe	10 x LG	300-500
Bij 650 kg/ 20 kg ds opname	6.500	325

Industrie adviezen

Weiss (1998) geeft een overzicht van gehalten zoals die in de USA aanbevolen en gebruikt worden.

Tabel 2.15 Praktijkdoseringen vitamine D in IU per dier per dag gemiddelde en standaardafwijking en oude NRC-norm

Runderen	NRC (1989)	Gehalte in praktijk	SD
Droogstaand	10 000	26 200	10 000
Vlak voor het kalven	10 000	31 500	12 500
Hoog productief	25 000	40 000	10 700
Laag productief	16 000	32 500	8 200

Uit dit overzicht blijkt duidelijk dat in de meeste gevallen het in de praktijk gehanteerde gehalte vaak ongeveer tweemaal zo hoog ligt als het advies van de NRC Wel is blijkens de grote standaard deviatie (SD) het verschil tussen de toevoegingen aanzienlijk.

Wolter (1988) maakt ook melding van de aanbevelingen van AEC (1987), ze zijn vermeld in tabel 2.16.

Tabel 2.16 Behoeftte aan vitamine D3 in IU per dier per dag

Runderen	IU/dier/dag
Melkgevende runderen	2000 – 4000
Vleesdieren	3000 – 9000

De adviezen van Rhône Poulenc/Adisseo (Ballet& Robert, 2000) liggen voor bepaalde categorieën dieren duidelijk hoger dan de NRC normen. Voor droogstaande en hoogproductie koeien is dat het dubbele van de NRC-norm.

Tabel 2.17 Behoeftte aan vitamine D in IU per dier per dag volgens Ballet&Robert (2000)

Runderen	IU/dier/dag
Melkgevende runderen	15000 – 50000
Droogstaande runderen	10000 – 20000
“Cattle finishing”	4000 – 7000
Vaarzen	3000 – 5000
Vleesvee	3.000 – 5000

In tabel 2.18 is een samenvatting gegeven van de in diverse landen gebruikte behoeftenormen voor vitamine D. In sommige landen wordt wel rekening gehouden met melkproductie, in andere landen, waaronder Nederland, niet.

Tabel 2.18 Behoeftte aan vitamine D voor de verschillende categorieën herkauwers in IU per dier per dag

Bron	ARC 1980	NRC 2001	GEH 2001	SLU 1999	CVB 2002	Weiss 1998	Ballet 2000
Onderhoud		19500	10000		6500		
Drachtig/droogstand	6500	19500	10000	12000	6500	26200	20000
Productie 20 kg melk	6500	19500	10000	18000	6500	32500	15000
Productie 30 kg melk	6500	19500	10000	22000	6500	40000	50000
Groei	2600	19500	10000	4500	6500		
Kalveren	600						

2.1.4 Vitamine E

Hieronder zijn allereerst de door diverse commissies geadviseerde normen weergegeven.

Engeland, A.R.C. (A.R.C. 1980)

Tabel 2.19 Behoeftte aan vitamine E in mg per kg droge stof voer en in mg per dier per dag

Runderen	mg/kg ds voer	mg/dier/dag
Alle herkauwers	15	
Melkkoe	15	330

USA, N.R.C. (N.R.C. 2001)

Tabel 2.20 Behoeftte aan vitamine E in IU per kg lichaamsgewicht en in mg per dier per dag

Runderen	IU/kg BW/dag	mg/dier/dag
Melkgevende koeien	2.6	1700
Hoogdrachtige koeien	2.6	1700

Deze aanbeveling geldt zowel voor hoogdrachtige als melkgevende koeien en is vooral gericht op het voorkomen van mastitis maar ook kwaliteitskenmerken van de melk spelen een rol bij deze aanbeveling.

Duitsland, G.E.H. (Flachowsky, Jeroch et al. 2001)

Tabel 2.21 Behoeftte aan vitamine E in mg per kg droge stof voer en in mg per dier per dag

Runderen	mg/kg ds voer	mg/dier/dag
Lacterend en droogstaand	25	500
Groeiende dieren	50	500

Zweden, SLU (Spörndly 1999)

Tabel 2.22 Behoeftte aan vitamine E in mg per kg droge stof in voer en in mg per dier per dag

Runderen	mg/kg ds voer	mg/dier/dag
Onderhoud en groei	25	375
Droogstand	15	150
Lacterend, < 30 kg melk	15	270
Lacterend > 30 kg melk	15	330

Industrie adviezen

Weiss (1998) geeft een overzicht van gehalten zoals die in de USA in 1989 werden aanbevolen en zoals ze in 1998 gebruikt werden. Ter vergelijking is ook de NRC-norm uit 1989 opgenomen. Het blijkt dat het in de praktijk gehanteerde gehalte in de droogstand en vlak voor het kalven tot wel vijfmaal zo hoog ligt als het (oude) advies van de N.R.C. Blijkens de grote standaard deviatie (SD) is het verschil tussen de adviezen aanzienlijk.

Tabel 2.23 Praktijkdoseringen vitamine E in IU per dier per dag gemiddeld en standaardafwijking en de NRC-norm

Runderen	NRC (1989)	Gehalte in praktijk	SD
Droogstaand	150	760	280
Vlak voor het kalven	150	1080	170
Hoog productief	375	590	160
Laag productief	240	450	160

Wolter (1988) maakt ook melding van de aanbevelingen van AEC (1987) zoals aangegeven in tabel 2.24. Hij geeft ook waarden van 5 – 10 IU per kg rantsoen wat neerkomt op 90/110 – 180/220 IU per dier per dag voor de verschillende categorieën koeien.

Tabel 2.24 Behoeftte aan vitamine E in mg per dier per dag (Wolter, 1988)

Runderen	mg/dier/dag
Melkgevende runderen	25 – 50
Vleesdieren	60 - 90

De adviezen van Rhône Poulenc/Adisseo (Ballet& Robert, 2000) liggen duidelijk hoger dan de (oude) NRC normen zoals blijkt uit tabel 2.25.

Tabel 2.25 Behoeftte aan vitamine E in mg per dier per dag volgens Ballet,& Robert, 2000

Runderen	mg/dier/dag
Melkgevende runderen	300 - 1000
Droogstaande runderen	500 - 900
“Cattle finishing”	200 - 1500
Vaarzen	200 - 300
Vleesvee	200 - 400

McDowell et al (1996) citeren de volgende aanbevelingen van Hoffman - La Roche

Tabel 2.26 Behoeftte aan vitamine E in IU (mg) per dier per dag

Runderen	IU/dier/dag
Melkgevende runderen	500 – 1200
Vleesdieren	150 - 340
Schape	
Vleeslammeren	50 - 80

Allison & Laven (2000) stellen dat, zeker bij vitamine E, de behoefte niet uitgedrukt zou moeten worden per kg ds opname. In tijden dat vitamine E het hardst nodig is (bijvoorbeeld rond het afkalven) is de opname van voer het laagst. Zij benadrukken dat de omstandigheden grote invloed kunnen hebben op de behoefte aan vitamine E (voeding, klimaat, selenium, management, milieu). Bij het vergelijken van Amerikaanse met Europese normen moet daar rekening mee gehouden worden.

In tabel 2.27 zijn de behoeftenormen uit de verschillende landen samengevat.

Tabel 2.27 Overzicht behoefte aan vitamine E voor de verschillende categorieën herkauwers in IU per dier per dag

Bron	ARC 1980	NRC 2001	GEH 2001	SLU 1999	CVB 2002	Weiss 1998	Ballet 2000	McDowell 1996
Onderhoud		1700	500					
Drachtig/droogstand	150	1700	500	150	Geen	760	700	
Productie 20 kg melk	270	1700	450	270	Geen	450	300	500
Productie 30 kg melk	330	1700	550	330	Geen	590	1000	1200
Groei	375	1700	375	375	Geen		<1500	<340

2.1.5 Vitamine K

De NRC aanbevelingen (N.R.C. 2001) stellen dat een vitamine K tekort bij herkauwers zelden optreedt. Uitsluitend wanneer beschimmelde klaver waarin antistolling factoren waren gevormd werd verstrekt, dan traden stollingsproblemen op. Kolb et al (1999) geven hierover nog een nadere uitleg.

2.1.6 B vitaminen

De ARC aanbevelingen (A.R.C. 1980) stellen dat onder normale omstandigheden de aanmaak van B vitaminen in de pens voldoende is om aan de behoefte van de herkauwer te voldoen. Een uitzondering wordt gemaakt voor thiamine en vitamine B12 (cyanocobalamine) waarvan onder bepaalde omstandigheden de behoefte van het dier de aanmaak in de pens zou kunnen overtreffen. Een kwantitatief gegeven wordt echter niet vermeld.

De NRC aanbevelingen (N.R.C. 2001) concluderen dat aanmaak van B vitaminen in de pens meestal voldoende is. Hier wordt een uitzondering gemaakt voor mogelijke tekorten aan foliumzuur en pantotheenzuur. Verder wordt er op gewezen dat extra verstrekking van niacine, biotine en foliumzuur soms een gunstige invloed blijkt te hebben op productie of gezondheid van de dieren.

De Duitse deskundigen (Flachowsky, Jeroch et al. 2001) zeggen voor de B vitaminen geen aanbevelingen voor koeien te kunnen doen. Wolter (Wolter 1988) maakt melding van de AEC aanbeveling van 6-8 gram niacine per dier per dag voor melkkoeien, terwijl de latere Rhône Poulenc aanbevelingen (Ballet, Robert et al. 2000) tussen 0 en 2 gram per dier per dag voor niacine liggen. Adisseo (2002) geeft in de nieuwste lijst een behoefte tussen de 3 en 6 gram per dag voor melkkoeien en vaarzen, voor droogstaande koeien zou tot 1 gram per dag voldoende moeten zijn. Ook thiamine zou in onvoldoende mate uit het ruwvoer kunnen komen maar hiervoor wordt geen aanbeveling gedaan. Bieber-Wlaschny (1988) citeert in dit verband een behoefte van 2-3 mg/kg ds voor thiamine in rundveevoer. Steinberg and Klünter (1995) noemen in dit verband een getal van 4-6 mg/kg voer. Ogenschijnlijk hiermee in tegenspraak is de stelling van Edwin & Jackman (1981) in 1981 dat onder normale huisvestingsomstandigheden runderen en schapen geen extra thiamine nodig hebben.

Miller (1979) stelde in 1979 nog dat met uitzondering van choline, er bij koeien met een normaal functionerende pens geen positief effect van extra vitamine toediening te verwachten was.

Girard (1998) geeft – twintig jaar later – toch een overzicht van de mogelijke invloed van de toediening van B vitaminen aan melkvee. Hieruit blijkt een positief effect van niacine in de periode van negatieve balans bij de hoogproductieve melkkoe. Positieve effecten van biotine werden niet gerapporteerd met uitzondering van een mogelijk positief effect op klauwkwiteit. Ook extra foliumzuur zou in de vroeg lactatie een positief effect op het dier en haar productie kunnen hebben (zie ook (Girard, Matte et al. 1995)). Vitamine B12 deficiëntie zou eerder bij schapen optreden dan bij koeien.

Ook de gegevens van Flachowsky (1993) ondersteunen de stelling dat ongeveer 6 gram niacine per dag aan het einde van de dracht en in het begin van de lactatie bij hoog productieve melkkoeien een positieve invloed op de prestaties zouden hebben. Ak and Boluktepe (1998) hebben dit recent nog weer eens experimenteel ondersteund.

3 Vitaminen in ruwvoerders voor melkvee

In het eerste deel van de literatuurstudie is aangegeven welke normen gehanteerd worden in de verschillende landen voor de behoefte van melkvee aan vitamine A, D en E. In dit deel wordt ingegaan op de gehalten van voedermiddelen aan deze vitaminen en wordt, op basis van enkele rantsoenen voor de stalperiode, een schatting gemaakt van mogelijke tekorten bij verschillende productieniveaus van de koeien. Daarbij worden alleen rantsoenen tijdens de stalperiode berekend. Bij het voeren van verse voedermiddelen zijn geen tekorten te verwachten. Volgens de NRC, (2001), is er bij het op stal houden van het vee en het minder blootstellen aan zonlicht een grotere behoefte aan vitamine A, D en E waarin voorzien moet worden door toevoeging aan het rantsoen. Als geen synthetische vitaminen verstrekt worden, zijn herkauwers voor vitamine A, D en E totaal afhankelijk van de gehalten in ruwvoer omdat krachtvoergrondstoffen nauwelijks vitaminen bevatten (Ballet et al, 2000). Zij stellen verder dat, hoewel ruwvoer in potentie kan bijdragen aan de voorziening met vitaminen, het zeer moeilijk is ze op een betrouwbare manier in rantsoenberekeningen op te nemen. Het is niet duidelijk of de gehalten aan vitamine A, D en E in voedermiddelen in de loop der jaren gewijzigd zijn onder invloed van andere rassen en variëteiten van gras en voedergewassen en bijvoorbeeld bemesting. De vraag is of de resultaten van huidige analysemethoden vergelijkbaar zijn met de resultaten van vroegere onderzoekingen en in overeenstemming met die waarop de behoeftenormen zijn gebaseerd.

3.1 Factoren die gehalte aan vitaminen in planten beïnvloeden

Er zijn grote verschillen in gehalten aan vitaminen in voedermiddelen onder invloed van een aantal factoren (Ballet, 2002; McDowell, 1989; Swedish Board of Agriculture, 2002; Wolter, 1988). Genoemd worden de volgende:

- Verschillende plantensoorten bevatten verschillende hoeveelheden vitaminen (klaver en luzerne meer dan gras, Kropaar meer dan Timothee), de bladeren van een plant meer dan de stengel).
- Klimaat: gematigde temperaturen en vochtige omstandigheden zijn gunstig voor een hoog gehalte aan caroteen (voorloper van vitamine A) en tocopherol (vitamine E).
- Weersomstandigheden bij de oogst: onder natte omstandigheden bij de winning van hooi verdwijnt 90% van de caroteen uit het gras.
- Leeftijd (ouderdom) van de plant bij oogsten: jonge planten bevatten meer caroteen en tocopherol (vitamine E) dan oude planten, oudere planten bevatten meer vitamine D dan jongere.
- De manier van conserveren cq. methode en duur van de bewaring. Bij de oogst en bewaring speelt o.a mee dat caroteen en tocopherol worden afgebroken door oxidatie. Dat proces wordt versneld door ultraviolet licht en warmte. Hooi zal dus lagere gehalten bevatten dan silage. Hoge gehalten aan vitamine D in planten worden bevorderd door gematigde hoeveelheden ultraviolet licht, extreme blootstelling daarentegen leidt tot lagere gehalten aan vitamine D. Bij inkuilen gaat een deel van de caroteen verloren door fermentatie, bij klavers meer dan bij grassen. De Swedish Board of Agriculture (2002) meldt dat het vitamine E gehalte in silage, geperst in grote balen, slechts een kwart was van hetzelfde uitgangsmateriaal in een silo. Bij kunstmatig drogen blijft het grootste deel van caroteen en tocopherol behouden. Bij het bewaren van ruwvoer bij lage temperaturen blijven vitaminen het best behouden. Baker (1995) meldt dat door fermenteren van graan alle vitamine E verloren gaat.
- De beschikbaarheid van vitaminen in voedermiddelen voor het vee is o.a afhankelijk van de aard van voedermiddelen en soms van de hoeveelheid, cq tekoren of overschotten aan andere vitaminen en mineralen in voedermiddelen.

Onderzoek van ruwvoer op vitaminegehalte wordt niet standaard uitgevoerd omdat het erg duur is en, volgens sommige onderzoekers, de betrouwbaarheid van de uitslagen laag is door grote spreiding binnen en tussen partijen alsmede onnauwkeurigheden in de analysemethoden die in gebruik zijn.

3.2 Omrekeningen

Voor het gehalte vitamine A in ruwvoerders zijn de gehalten aan caroteen in literatuurbronnen ongerekend en is voor rundvee uitgegaan van 400 IU vitamine A per mg β -caroteen (Baker, 1995). Gehalten aan vitamine E in voedermiddelen zijn soms weergegeven als totale hoeveelheid vitamine E. Soms zijn de afzonderlijke tocopherolen weergegeven en soms is alleen Alfa tocopherol weergegeven. In het geval dat de vier tocopherolen afzonderlijk zijn weergegeven, zijn ze, volgens richtlijnen die McDowell (1998) daar voor geeft, opgeteld tot een gehalte aan vitamine E. In het geval alleen alfa tocopherol is gegeven, is het gehalte – rekening houdend met de biologische activiteit van de verschillende componenten - daarvan vermenigvuldigd met 1.2 om het totale gehalte aan vitamine E te krijgen (McDowell, 1989). In de bijlagen staan de gehalten zoals ze in de verschillende voederwaardetabellen of door

verschillende onderzoekers gehanteerd of vastgesteld zijn. Gehalten in het product zijn teruggerekend naar gehalten in de droge stof.

3.2.1 Vitamine A

Volgens Baker (1995) is het kwantificeren van de beschikbaarheid van vitamine A vrij moeilijk. Zo zou β -caroteen in luzernehooi beter beschikbaar zijn dan in grashooi en zou in silage de β -caroteen wel langer of meer aanwezig blijven maar slecht beschikbaar zijn voor het vee. Tekorten of overschotten aan andere vitaminen en mineralen beïnvloeden de beschikbaarheid van vitamine A en β -caroteen. De toevoeging van vitamine A aan krachtvoer gebeurt vooral door middel van vislever olie en synthetische producten.

3.2.2 Vitamine D

De NRC (2001) stelt dat vitamine D niet perse in het rantsoen opgenomen hoeft te zijn omdat het vee dit vitamine zelf kan vormen in de huid onder invloed van ultraviolet licht. Ze moeten dan wel aan zonlicht blootgesteld worden en niet steeds op stal gehouden worden. Studies met weidende schapen bevestigen dat het blootstellen aan zonlicht hetzelfde effect heeft als, dan wel een beter effect heeft op de vitamine D voorziening dan het verstrekken van vitamine D via het voer (Baker, 1995). Nagegaan zou kunnen worden of zonlicht in de winter ook onder Nederlandse omstandigheden kan voorzien in de vitamine D behoefte van het vee. Dierlijke producten die veel vitamine D kunnen bevatten, mogen niet in veevoer voor herkauwers verwerkt worden

3.2.3 Vitamine E

Vitamine E wordt afgebroken door oxidatie. Dit proces wordt versneld door warmte, vocht, onverzadigde vetzuren en door bepaalde mineralen (genoemd wordt Mg). Tijdens de opslag van voedermiddelen kan er dus veel vitamine E verdwijnen of niet meer te benutten zijn door het vee (Baker, 1995). Schelling et al, (1995) stellen dat een overmaat aan vitamine A de effectiviteit van de aanwezige vitamine E kan verlagen. Vooral plantaardige oliën zijn rijk aan vitamine E.

Vitamine E analyses in bloed brengen Small et al (1996) tot de conclusie dat er zelfs binnen Groot Brittannië grote verschillen zijn in de voorziening met vitamine E. In Engeland en Wales is het percentage koeien met een vitamine tekort in de winter aanzienlijk hoger dan in Schotland, waarschijnlijk als gevolg van silage met hoge vitaminegehalten in Schotland.

3.3 Analyseresultaten gras/klaversilages herfst 2002

In de herfst van 2002 zijn tien gras- en gras/klaversilages geanalyseerd. Ze zijn op de bedrijven uit het project "Bioveem" en het Praktijkcentrum Aver Heino geselecteerd op grond van grondsoort, maaidatum, botanische samenstelling van de zode en het type grasland. In tabel 3.1 zijn de specificaties van de silages weergegeven. Alle partijen zijn redelijk tot goed gewonnen zonder extreme weersomstandigheden tijdens de oogst. De veldperiode was in het algemeen 2 dagen. Partij 5 van bedrijf 4 is gewonnen van grasland met beheersbeperkingen. De botanische samenstelling van de zode op dat soort percelen wijkt nogal af (hoger aandeel slechte grassen en kruiden, kleiner aandeel goede en matige grassen) van de gemiddelde botanische samenstelling op productiegrasland. Ook wordt dat soort materiaal vaak laat gemaaid en wordt er weinig of niet bemest. Op drie bedrijven is een kuil gekozen van grasland met een hoog aandeel klaver in de zode.

Tabel 3.1 Specificaties van de onderzochte gras/klaverkuilen

Bedrijf	Kuil	Gewas	Grondsoort	Maaidatum	Snedes	Type Grasland	Maand in opslag
1	1	Gras/60% klaver	Zand	2 sept 2002	3	Productie	2.5
2	1	Gras	Klei op veen	16 mei 2002	1	Productie	6
	2	Gras	Klei op veen	20 juni 2002	2	Productie	5
	3	Gras	Klei op veen	4 aug 2002	3	Productie	3.5
3	1	Gras	Zand	15 mei 2002	1	Productie	6
	2	Gras/20% rode klaver	Zand	29 mei 2002	1	Productie	5.5
	3	Gras/40% rode klaver	Zand	15 juli 2002	2	Productie	4
4	2	Gras	Zavel	30 juni 2002	2	Productie	5
	4	Gras/50% klaver	Zavel	12 aug 2002	3	Productie	3.5
	5	Gras	Zavel	16 juni 2002	1	Beheer	5

Het bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek heeft de chemische en minerale samenstelling onderzocht volgens standaardmethoden voor ruwvoeronderzoek. Het Masterlab, onderdeel van Trouw Nutrition, te Putten heeft de gehalten aan vitamine A + β -caroteen, vit. D (D2 en D3) en vit. E (de afzonderlijke tocopherolen) in duplo geanalyseerd volgens daarvoor in de Sterlab-procedure vastgelegde methoden. In tabel 3.2 zijn de belangrijkste gehalten in de droge stof van de kuilen weergegeven. Het gehalte aan vitamine A is daarin op twee manieren weergegeven: het gehalte zoals het bepaald is in het voer en het gehalte bij omrekening vanuit β -caroteen. Het gehalte aan vitamine E is een somming van de gehalten aan de vier tocopherolen zoals aangegeven paragraaf 2.1.

Tabel 3.2 Gehalten aan vitaminen en β -caroteen per kg droge stof van gras- en gras/klaversilages herfst 2002

Gras/klaverkuil	1_1	2_1	2_2	2_3	3_1	3_2	3_3	4_2	4_4	4_5	Gem
Droge stof (g)	396	344	415	369	357	410	352	468	430	400	394
Ruw eiwit (g)	190	146	144	174	166	137	149	159	198	119	158
Ruwe celstof (g)	252	270	281	278	270	277	282	266	266	277	272
Ruw as (g)	144	109	122	136	102	101	93	117	122	148	119
vcOS (%)	79.1	77.4	74	74.9	77.5	76.1	73.4	76.5	79.2	71.8	76
NH ₃ -fractie	9	10	9	12	12	11	12	7	8	10	10
VEM	887	884	825	833	898	874	843	871	918	771	860
Vit. A (IU)	253	87	72	108	84	98	85	427	209	125	155
β -caroteen (mg)	96	128	82	70	129	76	57	105	84	45	87
Vit A, uit caroteen (IU)	38384	51163	32771	28184	51541	30244	22727	41880	33488	18000	34838
Vit. D2 (IU)	4600	1500	1000	2600	900	300	300	400	800	1000	1340
Vit. D3 (IU)	152	872	482	1084	1120	244	170	427	698	500	575
Vit D totaal (IU)	4752	2372	1482	3684	2020	544	470	827	1498	1500	1915
α -tocopherol (mg)	38	52	43	51	73	6	4	58	74	28	43
β -tocopherol (mg)	1.0	1.7	1.2	1.1	1.7	0.7	0.6	1.1	0.7	0.5	1.0
γ -tocopherol (mg)	4.8	7.8	6.3	5.1	9.0	5.1	2.8	5.6	5.8	3.5	5.6
δ -tocopherol (mg)	1.3	0.9	1.2	0.8	1.7	1.2	0.6	1.1	0.5	0.5	1.0
Vit. E totaal (mg)	39	54	45	53	75	7	5	59	75	28	44

De onderzochte silages bevatten gemiddeld bijna 40% droge stof. Het ruw-eiwitgehalte is gemiddeld 158 gram per kg droge stof met uitersten van 119 g voor kuil 5 op bedrijf 4 (beheersgrasland) en 190 g voor kuil 1 op bedrijf 1 (herfstkuil met een hoog aandeel klaver). Het gehalte aan ruwe celstof is gemiddeld hoog, 272 gram per kg droge stof met slechts weinig variatie tussen de silages. De verteringscoëfficiënt is gemiddeld 76 % met de hoogste waarde voor de silages met veel klaver (silage 1 op bedrijf 1 en silage 4 op bedrijf 4).

De silages bevatten te verwaarlozen hoeveelheden vitamine A, gemiddeld slechts 155 IU per kg droge stof. Het uit β -caroteen berekende vitamine A-gehalte is gemiddeld 34800 IU per kg droge stof en varieert van bijna 18000 IU in de kuil van beheersgrasland op bedrijf 4 tot ruim 51000 IU in de voorjaarskuilen op de bedrijven 2 en 3. Het gehalte aan vitamine D is gemiddeld 1915 IU per kg droge stof waarvan gemiddeld ongeveer 70% vitamine D2. Ook hier is de variatie groot, zowel in de gehalten aan vitamine D als in de verhouding tussen vitamine D2 en vitamine D3. De kuilen 1 op bedrijf 1 en 3 op bedrijf 2 (beiden herfstkuilen, korte bewaarduur) hebben veruit het hoogste vitamine D-gehalte, in beide kuilen vooral als gevolg van het hoge gehalte aan vitamine D2. De laagste Vitamine D-gehalten zijn gemeten in de kuilen 2 en 3 van bedrijf 3 (zomerkuilen met veel rode klaver). Ondanks herhaalde onderzoeken is het niet duidelijk of de opgegeven waarden in alle monsters inderdaad de juiste zijn. Het vitamine E-gehalte is gemiddeld 44 mg per kg droge stof met de laagste gehalte (7 en 5 mg) in de zomerkuilen met veel rode klaver op bedrijf 3 en een hoogste gehalte van 75 mg per kg droge stof in de voorjaarskuil op bedrijf 3 en in de klaverrijke herfstkuil op bedrijf 4. Van de tocopherolen is α -tocopherol de meestvoorkomende: gemiddeld is de berekende hoeveelheid vitamine E ca. 1.18 keer de hoeveelheid α -tocopherol. Ook hier vallen de zomerkuilen met veel rode klaver van bedrijf 3 met ruimere verhoudingen uit de toon. In tabel 3.4 zijn de gehalten in het eigen onderzoek vergeleken met gehalten die andere auteurs voor silages aangeven.

3.4 Gemiddelde gehalten in literatuur

In tabel 3.3 zijn gemiddelde en standaardafwijking gegeven van gehalten aan vitamine A, D en E zoals die door Ballet et al, (2000) uit verschillende bronnen bijeengebracht zijn. De gehalten aan vitamine A zijn berekend vanuit β -caroteen. Het gehalte aan vitamine E is berekend uit α -tocopherol. Voor ruwvoerders met minder dan 5 waarnemingen is geen waarde vermeld.

Tabel 3.3 Gemiddelde gehalten aan vitaminen volgens Ballet et al, 2000 (vitamine A en E berekend)

Ruwvoer	Vit. A IU/kg ds		β -Caroteen (mg/kg ds)		α -Tocopherol (mg/kg ds)		Vitamine E (IU/kg ds)		Vitamine D (IU/kg ds)	
	Gem	std	gem	std	gem	std	Gem	std	gem	std
Vers gras en vlinderbl. gewassen	78400		196	108	161	91	193		365	470
Gedroogd ruwvoer, luzerne	63600		159	73	125	57	150			
Silage (gras, mais, vlinderbl. gewassen)	32400		81	68				440		311
Hooi gras en vlinderbl. gewassen	14400		36	34	61	62	73	1156		1161

De auteurs maken daar de opmerking bij dat, hoewel het lijkt of ruwvoerders een goede bron van vitaminen zijn, de cijfers met voorzichtigheid bekeken moeten worden. Ze wijzen erop dat er een grote spreiding in gehalten is binnen en tussen partijen, dat voldoende betrouwbare analytische methoden om vitaminen te bepalen ontbreken en dat het vrijwel onmogelijk is om de biologische beschikbaarheid van vitaminen te kunnen vaststellen. Ballet et al, (2000) geven aan dat, ook bij hoge gehalten aan β -caroteen en α -tocopherol in het voer, door de passage door de pens en door de omzetting naar vitamine A en E in of door het dier er uiteindelijk toch tekorten kunnen bestaan. In tabel 3.4 zijn de vitaminegehalten met de spreiding weergegeven die door Männer et al, (2002) gehanteerd worden. Ook hier zijn de gehalten aan vitamine A berekend vanuit het gehalte aan β -caroteen en het gehalte aan vitamine E vanuit α -tocopherol. Ter vergelijking van de gegevens voor silages, zijn in tabel 3.4 ook de gemiddelden van het eigen onderzoek in tabel 3.4 opgenomen.

Tabel 3.4 Gemiddelde, laagste (L) en hoogste (H) gehalte aan vitaminen volgens Männer et al (2002) (vitamine A en E berekend) en de waarden voor silages uit dit onderzoek

Ruwvoer	Vit. A IU/kg ds		β -Caroteen (mg/kg ds)		α -Tocopherol (mg/kg ds)		Vitamine E (IU/kg ds)		Vitamine D (IU/kg ds)	
	Gem	std	gem	L - H	gem	L - H	gem	std	gem	L - H
Vers gras en vlinderbl. gewassen	78400		196	3-500	161	3-400	193		30	31-80
Granen	320		.8		23	13-40	28			
Hooi	4000		10	1-20	15	8-30	18	425		150-620
Silage (gras, mais, vlinderbl. gewassen)	32400		81	2-273	70		84	160		80-250
Silages gras en gras/klaver (dit onderzoek)	34838		87	45-129	43	4 - 74	44	1915		470-4752

Voor silages worden door beide auteurs (Ballet et al, 2000 en Männer et al, 2002) dezelfde waarden aangehouden. De gemiddelde waarden in de Nederlandse gras- en gras/klaversilages komen voor vitamine A op basis van berekening vanuit β -caroteen goed overeen met die in de literatuur. Ook met de gegevens in bijlage 1 zijn de Nederlandse resultaten redelijk vergelijkbaar. De gehalten aan α -Tocopherol en vitamine E zijn in de Nederlandse silages aanzienlijk lager dan de in de literatuur genoemde waarden. Het gehalte aan vitamine D in de Nederlandse silages is onwaarschijnlijk hoog in vergelijking met de literatuurwaarden.

3.5 Berekeningen rantsoenen

In de tabellen 3.6a, 3.6b, 3.7a, 3.7b en 3.8a, 3.8b is voor melkgevende en droogstaande koeien weergegeven of er tekorten zijn te verwachten aan vitamine A, D en E bij op biologisch bedrijven gebruikelijke rantsoenen in de

stalperiode. Daarbij is uitgegaan van een koe met een levend gewicht van 650 kg. De gehalten aan vitamine A, D en E, aangenomen op basis van literatuurgegevens, zijn weergegeven in tabel 3.5. De berekeningen zijn gemaakt met steeds dezelfde rantsoenen voor drie situaties:

- in tabel 3.6a en 3.6b is uitgegaan van de gemiddelde behoeftenorm van melkkoeien op basis van de literatuurstudie voor resp. rantsoenen zonder en met hooi,
- in tabel 3.7a en 3.7b is uitgegaan van een hoge behoeftenorm voor resp. rantsoenen zonder en met hooi en
- in tabel 3.8a en 3.8b is uitgegaan van de gemiddelde behoeftenorm maar met slechts de helft van de gehalten aan vitamines in de voeders (in de tweede helft van de stalperiode) voor resp. rantsoenen zonder en met hooi.

In de tabellen 3.6a t/m 3.8b is steeds het werkelijke en procentuele overschot/tekort aan vitamine A, D en E per categorie melkkoeien weergegeven.

Tabel 3.5 Aanname gehalte vitamines in voedermiddelen voor berekening van rantsoenen en hoeveelheid van de diverse voedermiddelen in de berekende rantsoenen in kg droge stof

Gehalten in voeders	vit A	vit D	vit E	Kg van voedermiddel in rantsoen			
				Droog staande koe	5000 kg melk	8000 kg melk	10000 kg melk
Graskuil	50000	400	100	9/4 ¹	9/4	9/4	9/4
Maiskuil	4000	300	18		3	4	4
Hooi	5000	1000	50	0/5	0/5	0/5	0/5
GPS	1500	200	80	1	3	3	3
Grasbrok	36000	400	100		1	1	1
Krachtvoer	100	50	0		2	3	5

¹In de rantsoenen met hooi is 5 kg ds graskuil vervangen door 5 kg ds hooi en is steeds 4 kg ds uit graskuil opgenomen.

Tabel 3.6a. Behoefte en hoeveelheden in rantsoen **zonder hooi** in IU per dier per dag en verschoot/tekort in procenten van behoefte aan vitamine A, D en E in rantsoen voor melkkoeien in de stalperiode bij **gemiddelde behoeftenormen** (vit. A volgens ≈CVB, vit. D en E volgens ≈GEH)

Vitamine	A (IU)			D (IU)			E (IU)		
	behoefte	rantsoen	%	behoefte	rantsoen	%	behoefte	Rantsoen	%
Droge koe	40000	451500	1129	10000	3800	38	700	980	140
5000 kg	49000	502700	1026	10000	5600	56	700	1294	185
8000 kg	64000	456900	714	10000	5600	56	700	1212	173
10000 kg	74000	500700	685	10000	6050	61	700	1312	187

Tabel 3.6b Behoefte en hoeveelheden in rantsoen **met hooi** in IU per dier per dag en verschoot/tekort in procenten van behoefte aan vitamine A, D en E in rantsoen voor melkkoeien in de stalperiode bij **gemiddelde behoeftenormen** (vit. A volgens ≈CVB, vit. D en E volgens ≈GEH)

Vitamine	A (IU)			D (IU)			E (IU)		
	behoefte	rantsoen	%	behoefte	rantsoen	%	behoefte	Rantsoen	%
Droge koe	40000	226500	566	10000	6800	68	700	730	104
5000 kg	49000	277700	567	10000	8600	86	700	1044	149
8000 kg	64000	281800	440	10000	8950	90	700	1062	152
10000 kg	74000	282000	381	10000	9050	91	700	1062	152

Tabel 3.7a Behoefte en hoeveelheden in rantsoen **zonder hooi** in IU per dier per dag en overschoot/tekort in procenten van behoefte aan vitamine A, D en E in rantsoen voor melkkoeien in de stalperiode bij **hoge behoeftenormen** (vit A volgens ≈GEH, vit. D volgens ≈NRC en vit. E volgens ≈SBA)

Vitamine	A (IU)			D (IU)			E (IU)		
	behoefte	rantsoen	%	behoefte	rantsoen	%	behoefte	Rantsoen	%
Droge koe	40000	451500	1129	19500	3800	19	1700	980	58
5000 kg	65000	502700	773	19500	5600	29	1700	1294	76
8000 kg	80000	456900	571	19500	5600	29	1700	1212	71
10000 kg	90000	500700	556	19500	6050	31	1700	1312	77

Tabel 3.7b Behoeftte en hoeveelheden in rantsoen **met hooi** in IU per dier per dag en overschot/tekort in procenten van behoefte aan vitamine A, D en E in rantsoen voor melkkoeien in de stalperiode bij **hoge behoeftenormen** (vit A volgens ≈GEH, vit. D volgens ≈NRC en vit. E volgens ≈SBA)

Vitamine	A (IU)			D (IU)			E (IU)		
	behoefte	rantsoen	%	behoefte	rantsoen	%	behoefte	Rantsoen	%
Droge koe	40000	226500	566	19500	6800	35	1700	730	43
5000 kg	65000	277700	427	19500	8600	44	1700	1044	61
8000 kg	80000	281800	352	19500	8950	46	1700	1062	62
10000 kg	90000	282000	313	19500	9050	46	1700	1062	62

Vitamine A is, ook als uitgegaan wordt van een hoge behoeftenorm of een halvering van het gehalte in ruwvoerders steeds ruim voldoende aanwezig om de behoefte te dekken. Zelfs in de slechtste situatie is voor de hoogproductieve koe nog ruim 300% van de behoefte gedekt, m.a.w. bij gehalten eenderde van waarmee rekening gehouden is, kunnen alle koeien nog voldoende vitamine A opnemen. Voor de Nederlandse situatie is uitgegaan van rantsoenen met een belangrijk aandeel silage. Als de helft van de graskuil vervangen wordt door hooi wordt de behoefte aan vitamine A nog zeer ruim gedekt. Pas als rantsoenen overwegend uit hooi bestaan (vitamine A-gehalte ongeveer een tiende deel van dat van silage), kunnen ook voor vitamine A aanzienlijke tekorten verwacht worden.

Tabel 3.8a Behoeftte en hoeveelheden in rantsoen **zonder hooi** in IU per dier per dag en overschot/tekort in procenten van behoefte aan vitamine A, D en E in rantsoen voor melkkoeien in de stalperiode **bij gemiddelde behoeftenormen** (vit A volgens CVB, vit. D en E volgens GEH) en **de helft van de gehalten aan vitaminen** in de voedermiddelen (tweede deel stalperiode)

Vitamine	A (IU)			D (IU)			E (IU)		
	behoefte	rantsoen	%	behoefte	rantsoen	%	behoefte	rantsoen	%
Droge koe	40000	225750	564	10000	1900	19	700	490	70
5000 kg	49000	251350	513	10000	2800	28	700	647	92
8000 kg	64000	228450	357	10000	2800	28	700	606	87
10000 kg	74000	250350	338	10000	3025	30	700	656	94

Tabel 3.8b Behoeftte en hoeveelheden in rantsoen **met hooi** in IU per dier per dag en overschot/tekort in procenten van behoefte aan vitamine A, D en E in rantsoen voor melkkoeien in de stalperiode **bij gemiddelde behoeftenormen** (vit A volgens CVB, vit. D en E volgens GEH) en **de helft van de gehalten aan vitaminen** in de voedermiddelen (tweede deel stalperiode)

Vitamine	A (IU)			D (IU)			E (IU)		
	behoefte	rantsoen	%	behoefte	rantsoen	%	behoefte	rantsoen	%
Droge koe	40000	113250	283	10000	3400	34	700	365	52
5000 kg	49000	138850	283	10000	4300	43	700	522	75
8000 kg	64000	140900	220	10000	4475	45	700	531	76
10000 kg	74000	141000	191	10000	4525	45	700	531	76

Uitgaande van een gemiddelde behoeftenorm, die voor vitamine D hoger is dan de nu in Nederland gehanteerde norm, blijkt dat bij geen van de categorieën koeien een voldoende voorziening met vitamine D gehaald wordt. Vitamine D is steeds in onvoldoende mate aanwezig; uitgaande van een gemiddelde behoefte wordt ongeveer de helft van de behoefte gedekt. Als hooi in plaats van grassilage gevoerd wordt, is het tekort het kleinst; bij een melkgevende koe wordt dan ongeveer 90% van de behoefte gedekt. Bij een hoge behoefte en in het tweede deel van de stalperiode wordt slechts ruim een kwart van de berekende behoefte aan vitamine D gedekt. Bij een hoge behoefte in het tweede deel van de stalperiode wordt slechts 15% van de behoefte gedekt. Introductie van hooi in het rantsoen in de plaats van silage vermindert het tekort aan vitamine D.

Voor vitamine E is er bij een gemiddelde behoefte een ruime dekking van de behoefte. Als uitgegaan wordt van een hoge behoefte of van een halvering van het gehalte in het voer in de tweede helft van de stalperiode, dan krijgen alle categorieën koeien te weinig vitamine E. Als uitgegaan wordt van hoge behoefte en halvering van het gehalte aan vitamine E in het tweede deel van de stalperiode, dan is de dekking van de behoefte voor alle categorieën melkkoeien 40% of minder. Het opnemen van hooi in het rantsoen ten kosten van grassilage verlaagd de hoeveelheid vitamine E in het rantsoen. Bij een groter aanbod aan voedermiddelen is een gevarieerder en beter uitgebalanceerd rantsoenen te maken.

Männer et al (2002) berekenen voor de stalperiode in alle gevallen een tekort aan vitamine A, D en E indien geen extra toevoeging aan het voer wordt gegeven. Voor melkgevende koeien worden de behoeften aan vitamine A (caroteen), D en E voor resp. 94, 40 en 18% gedekt, voor droogstaande koeien is de dekking resp. 19, 25 en 10% van de behoefte. De Swedish Board of Agriculture (2002) komt in haar berekeningen voor de stalperiode (oktober en maart) voor koeien met een productie van 30 en 16 kg, voor een droogstaande koe en voor een drachtige vaars op voldoende vitamine A, een dekking van de vitamine D behoefte van 60-30% voor de koeien in oktober en van 15 – 30% in maart. De vaarzen hebben alleen in maart een tekort aan vitamine D, de behoefte wordt dan voor slechts ruim 60% gedekt. Voor vitamine E varieert de dekking van de behoefte voor de koeien in oktober (het eerste deel van de stalperiode) van 97% bij de hoogproductieve koe tot 40% bij de droge koe, in maart (het tweede deel van de stalperiode) is dat resp. 50 en 20% van de totale behoefte aan vitamine E.

3.6 Huidige toevoegingen aan krachtvoer

Een telefonische rondvraag bij een aantal fabrikanten van krachtvoer voor biologisch melkvee leverde de gegevens in tabel 3.9. De schatting is dat, afhankelijk van de ervaringen met het niet toevoegen en de vrees voor een aantekening van SKAL, 50 – 95 % van de biologische melkveehouders vitaminen aan krachtvoer laat toevoegen. Van degenen die dat niet doen, voert een aantal losse mineralen/vitaminenmengsels aan de dieren. De belangrijkste reden om toe te voegen is de angst voor problemen met vruchtbaarheid en klauwen. Bij jonge dieren, speciaal geiten en schapen, speelt ook de vitaliteit van de dieren mee. Sommige krachtvoerfabrikanten houden er bij het toevoegen van vitaminen (en ook mineralen) rekening mee dat de hoeveelheden krachtvoer op biologische bedrijven lager zijn dan op gangbare bedrijven en dat meer (krachtvoer)grondstoffen van eigen bedrijf gebruikt worden. Er wordt dan een wat hogere dosering toegevoegd aan het commerciële krachtvoer. In gebieden waar weinig snijmaïs gevoerd wordt, lijken minder veebedrijven vitaminen aan het krachtvoer toe te laten voegen.

Tabel 3.9 Toevoegingen aan biologische rundveebrok door Nederlandse producenten van biologische krachtvoer voor melkvee in IU/kg

Fabrikant	Rundvee			Schaap/geit/kalf					
	Standaard/A brok			Mais kern/maatwerk			Standaard		
	Vit. A	Vit. D3	Vit. E	Vit. A	Vit. D3	Vit. E	Vit. A	Vit. D3	Vit. E
1	6500	1500	5				8000	2000	10
2	5000	1200	-	26000	2850	-	10000	2000	-
3	8000	2000	10						
4	6700	1350	3	20.000	4000	5	12500	2500	10
	9000	1800	4				7500	1500	2.5
5	5000	1200	-	10000	2400	-			

De Schothorst en de CLO-controle stellen in een brief van Van der Aar (21 dec 2000) dat de behoefte van het dier gebaseerd is op internationaal geaccepteerde waarden van 3000 IU vitamine A en 300 IU vitamine D per kg ds rantsoen. Daarbij is geen rekening gehouden met de gehalten in de grondstoffen van krachtvoerders of van de ruwvoerders omdat goede waarden niet beschikbaar zijn of sterk afhankelijk zijn van de kwaliteit van het product of het productieproces.

In contacten met Blivo in België en met Bioland in Duistland bleek, dat de naleving van de EU-regels op dit terrein als dieronvriendelijk werd beschouwd. Enkele hoger productieve bedrijven in België hebben problemen gehad met de gezondheid en vruchtbaarheid van de koeien. Uit bloedonderzoek bleek dat het vitamine E gehalte laag was. Op grond daarvan is nu in België besloten dat, wanneer problemen aangetoond worden, wel vitaminen toegevoegd mogen worden aan het voer. Er is daar een projectvoorstel ingediend om in 2003 te inventariseren in hoeverre op praktijkbedrijven het gebruik van kruidenmengsels, kruidenrijk grasland (beheersgrasland) en het inzaaien van kruiden in productiegasland soelaas kan bieden op dit terrein.

Voor in de Noordelijke Europese landen wordt fragmentarisch onderzoek gedaan naar effecten van vitaminen voor biologisch rundvee. Ook zijn de onderzoekers op dat terrein zeer geïnteresseerd in bevindingen in Nederland. Voor het op een lijn brengen van de aanpak van de verschillende onderzoeken en evalueren van de uitkomsten zou coördinatie op dat terrein zeer wenselijk zijn.

4 Conclusies

- Vitaminen in ruwvoerders zijn op dit moment moeilijk betrouwbaar te bepalen. Bovendien is zijn de methoden voor praktisch gebruik te duur. Vooral voor vitamine D zijn analysemethoden vooralsnog niet betrouwbaar gebleken.
- De behoeftenormen voor vitamine A, D en E zijn afgestemd op de eisen aan melkkoeien en in het management van 50 – 20 jaar geleden. Management en productie, maar ook de genetische achtergrond van de dieren, zijn sindsdien sterk gewijzigd.
- Tijdens oogst, conservering en bewaring van vooral ruwvoerders treden aanzienlijke verliezen aan vitaminen op.
- Gehalten aan vitaminen in ruwvoerders zijn niet “bruikbaar” in rantsoenberekeningen. Daarom worden er in rantsoenberekeningen geen rekening gehouden met aanwezige vitaminen in ruwvoerders en grondstoffen. Er wordt van uitgegaan dat alle vitaminen moeten worden toegevoegd; de behoefte van de dieren wordt zo voor 100% gedekt door toevoegingen.
- Bij voldoende aanbod van verse voedermiddelen (in de weideperiode) is er geen tekort aan vitamine A, D en E te verwachten.
- Rantsoenberekeningen voor de stalperiode geven aan dat, bij rantsoenen met grassilage, vitamine A altijd voldoende aanwezig is voor alle categorieën melkkoeien (droogstaande tot hoogproductieve koeien). Bij gedeeltelijke vervanging van grassilage door hooi wordt de behoefte aan vitamine A ruimschots gedekt. Als rantsoenen hoofdzakelijk uit hooi bestaan kunnen tekorten aan vitamine A optreden.
- Aan krachtvoerders wordt standaard 5000 – 6000 IU vitamine A per kg toegevoegd, aan speciale voeders meer. Deze toevoeging kunnen onder normale omstandigheden en rantsoenen ook tijdens een groot deel van de stalperiode achterwege blijven of verlaagd worden.
- Vitamine D is voor alle categorieën melkkoeien in stalrantsoenen te weinig aanwezig; de tekorten lopen op tot 80% van de behoefte (ofwel tot 8000 IU uitgaande van normale behoefte en tot 16000 IU uitgaande van een hoge behoefte). Het opnemen van hooi in het rantsoen heeft een gunstige effect. Aan krachtvoer wordt standaard 1200 tot 2000 IU per kg toegevoegd, aan speciale voeders meer.
- Op basis van eigen onderzoek zou de behoefte aan vitamine D bij alle categorieën dieren ruimschoots gedekt worden. Omdat getwijfeld wordt aan de uitkomsten, zijn literatuurgegevens gebruikt.
- Aan vitamine E is er een tekort als wordt uitgegaan van hoge behoeftenormen of halvering van de gehalten aan het begin van de winter in het rantsoen in de stal. Dat tekort kan oplopen tot 40% van de behoefte ofwel 800 IU. Het tekort aan vitamine E wordt vergroot door het opnemen van hoi in het rantsoen. Aan krachtvoer wordt in Nederland vitamine E niet standaard toegevoegd.
- Bij het opnemen van verschillende voedermiddelen in rantsoenen kunnen evenwichtiger rantsoenen worden samengesteld.
- Dit onderzoek geeft geen uitsluitsel over de risico's voor het vee bij het niet toevoegingen van vitaminen aan rantsoenen van rundvee. Onderzoek op praktijkbedrijven is nodig om daarover conclusies te kunnen trekken.
- Als het volgens EU-regels verboden blijft (of wellicht over enkele jaren weer wordt) om synthetische vitaminen toe te voegen zal (zomogelijk internationaal) naar alternatieven gezocht moeten worden.

5 Suggesties voor vervolgacties c.q. onderzoek

In rantsoenberekeningen wordt op dit moment geen rekening gehouden met de vitamines in grondstoffen omdat de bepaling ervan onbetrouwbaar is en de gehalten zeer variabel. Rantsoenen berekenen met gemiddelde gehalten aan vitamines brengt dus grote risico's met zich mee omdat de variatie in vitaminegehalten zowel binnen als tussen partijen van in principe dezelfde grondstoffen erg groot is. Bovendien zijn behoeftenormen voor de verschillende categorieën dieren internationaal sterk verschillend en niet altijd goed onderbouwd zodat niet duidelijk is wat de "echte" behoefte norm is.

In de praktijk gaat het er nu om of met de huidige beperkte kennis verder gewerkt kan worden of dat eerst basisonderzoek gedaan moet worden naar betrouwbare en betaalbare analysemethoden en naar betrouwbare behoeftenormen onder verschillende omstandigheden en voor verschillende aflees parameters. Het lijkt bepaald niet ondenkbaar dat behoeftenormen voor maximale productie verschillen van die voor een optimaal functionerend immuun systeem. De sterk verhoogde behoefte normen voor vitamine E in de USA zijn bijvoorbeeld vooral ingegeven door de antioxidant werking in melk. In Denemarken wordt onderzoek uitgevoerd naar mogelijkheden ter verbetering van de verminderde smaak en houdbaarheid van melk en melkproducten van koeien die gevoerd worden met rantsoenen waaraan geen synthetische vitamines zijn toegevoegd.

Voorgesteld wordt daarom om op een aantal biologische melkveebedrijven - die in de komende stalperiode geen vitamines aan krachtvoer toevoegen - voer te (laten) analyseren en dierkenmerken te registreren zo mogelijk ondersteund met analyses van bloed of melk. Bedrijven worden zodanig gekozen dat een grote variatie in rantsoenen bereikt wordt. Daaruit moet dan duidelijk worden of en zo ja wanneer er tekorten dreigen te ontstaan. Dreigende tekorten zullen zo mogelijk conform de regels van de biologische houderij worden opgelost.

Uit de literatuurstudie en de daarvoor gelegde contacten met onderzoekers uit andere Europese landen, blijkt dat er op beperkte schaal onderzoek uitgevoerd wordt met betrekking tot vitamines voor rundvee, al of niet in combinatie met mineralen en spoorelementen. Ook wordt soms gezocht naar alternatieven voor toevoegingen aan krachtvoer. Het intensiveren van contacten en het samenwerken in onderzoek naar vitamines voor de biologische melkveehouder zou zeer wenselijk zijn. Hierbij kan zowel gedacht worden aan vorming van een network of interest met bezoeken over en weer, het gezamenlijk opzetten en evalueren van onderzoeken als ook het formuleren van EU-onderzoekprojecten.

Literatuur

- A.R.C. (1980). Requirements for fat-soluble vitamins. The nutrient requirements of ruminant livestock. Slough, Commonwealth Agricultural Bureau: 269-290.
- A.R.C. (1980). The vitamin B complex. The nutrient requirements of livestock. Slough, Commonwealth Agricultural Bureau: 291-293.
- Ak, I. and S. Boluktepe (1998). The effects of dietary niacin and fat supplementation to diets of dairy cattle on milk composition and some blood parameters. International Conference on Agricultural Engineering, Oslo.
- Allison, R. D. and R. A. Laven (2000). "Effect of vitamin E supplementation on the health and fertility of dairy cows: a review." Veterinary Record 147(December 16): 703-708.
- Baker, D.H., 1995. In: Bioavailability of nutrients for animals. Amino acids, minerals and vitamins, edited by Ammerman, C.B., Baker, D.H. & Lewis, A.J., Academic Press Inc, 415-31.
- Ballet, N., J. C. Robert, et al. (2000). Vitamins in forages. Forage evaluation in ruminant nutrition. D. I. Givens, E. Owen, R. F. E. Axford and H. M. Omed. Wallingford, CABI: 399-431.
- Bieber-Wlaschny, M. (1988). Vitamin requirements of the dairy cow. Nutrition and lactation in the dairy cow. P. C. Garnsworthy. London, Butterworths: 135-156.
- Chew, B. P. (1996). "Importance of antioxidant vitamins in immunity and health in animals." Animal Feed Science and Technology 59: 103-114.
- CVB, 2002. Tabellenboek veevoeding, Centraal Veevoeder Bureau, p18
- Edwin, E. E. and R. Jackman (1981). "Ruminant thiamine requirement in perspective." Veterinary Research Communications 5: 237-250.
- Ferguson, J. D. (1996). "Diet, production and reproduction in dairy cows." Animal Feed Science and Technology 59: 173-184.
- Flachowsky, G. (1993). "Niacin in dairy and beef cattle nutrition." Archives of Animal Nutrition 43: 195-213.
- Flachowsky, G., H. Jeroch, et al. (2001). Empfehlungen zur Versorgung mit Vitaminen. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt (Main), DLG-Verlag: 105-135.
- Girard, C. L. (1998). "B-complex vitamins for dairy cows." Canadian Journal of Animal Science 78(suppl. 1): 71-90.
- Girard, C. L., J. J. Matte, et al. (1995). "Gestation and lactation of dairy cows: a role for folic acid?" Journal of Dairy Science 78: 404-411.
- Hemingway, R. G. (1999). "The influences of dietary selenium and vitamin E intakes on milk somatic cell counts and mastitis in cows." Veterinary Research Communications 23: 481-499.
- Kolb, E., H. Weiser, et al. (1999). "Verwertung, Stoffwechsel, Bedeutung und Anwendung der K-Vitamine bei Haustieren." Tierärztliche Umschau 54: 258-265.
- Männer, K, Busch, A & Schliffka, W., 2002. Müssen bij Ökologisch gehaltenen Wiederkäuern Vitamine im Futter ergänzt werden. Concept rapport.
- McDowell, L. R. (1989). Vitamins in animal nutrition. Comparative aspects to human nutrition. San Diego, Academic Press Inc. 11-131.
- McDowell, L. R., S. N. Williams, et al. (1996). "Vitamin E supplementation for the ruminant." Animal Feed Science and Technology 60: 273-296.

- Miller, W. J. (1979). Vitamin requirements of dairy cattle. Dairy cattle feeding and nutrition. Orlando, Academic Press Inc.: 187-203.
- N.R.C. (2001). Vitamins. Nutrient requirements of dairy cattle. Washington DC, National Academy Press: 162-77.
- NN, (2002). Microvit™ Nutrition Guide, Adisseo. 2002.
- Small, J.N.W., Burke, L., Suttle, N.F., Bain, N.S., Edwards, J.G. & Lewis, C.J., 1996. Seasonal fluctuations in subnormal serum tocopherol concentrations detected in bovine and ovine samples submitted to veterinary investigation centres (VIC) throughout Great Britain during 1995. Proc. Of the XIX World Buiatrics Congress, Edinburgh, July 8-12, 413-15.
- Spann, B. and M. Moosmeyer (1994). "Beta-Carotin im Auge behalten." Der Tierzüchter 7: 41-43.
- Spörndly, R. (1999). Fodertabell för idisslare. Uppsala, SLU Department of agricultural research.
- Schelling, G.T., Roeder, R.A., Garber, M.J. & Pumfrey, W.M., 1995. Bioavailability and interactions of vitamin A and vitamin E in ruminants. Journal of nutrition, 125 6 suppl., 1799-1803.
- Steinberg, W. and A. M. Klünter (1995). Einsatz von B-Vitaminen in der Wiederkäuerfütterung. Vitamine und Zusatzstoff in der Ernährung von Mensch un Tier, Jena.
- Swedish Board of Agriculture, 2002. Vitamin needs for ruminants. 8p.
- Weiss, W. P. (1998). "Requirements of fat-soluble vitamins for dairy cows: a review,." Journal of Dairy Science 81(2493-2501).
- Weiss, W. P., J. S. Hogan, et al. (1997). "Effect of vitamin E supplementation in diets with a low concentration of selenium on mammary gland health of dairy cows." Journal of Dairy Science 80: 1728-1737.
- Wolter, R. (1988). "Besoins vitaminiques des ruminants." INRA production animale 1(5): 311-18.

Bijlagen

Bijlage 1 Gehalte aan vitamine A in IU per kg droge stof in ruwvoerders en grondstoffen

<i>Voedermiddel</i>	<i>Wolter/INRA</i>	<i>Bieber</i>	<i>Ballet</i>	<i>Spröndly</i>	<i>DK</i>	<i>Spann</i>	<i>Gemiddeld</i>
	1988	1988	2000	1999	1995	1994	
Verse ruwvoeder							
Gras	25000	101600	78400		100000	90000	79000
1. gras tot schieten			111200	120000			115600
2. gras tot bloei			53200				53200
3. gras na bloei			23600				23600
Raaigras italiaans					100000		100000
Raaigras eenjarig							48000
Luzerne		32600			80000	70000	57150
Klaver					100000	70000	85000
1. Klaver tot schieten			123600				123600
2. Klaver tot bloei			76800				76800
3. Klaver na bloei			52000				52000
Wortelen					270000	80000	175000
Voederbieten						400	400
Voederbietenblad						68000	68000
Aardappelen						400	400
Hooi.stro							
Vers, gras	6000	7200	14400				9200
Raaigras italiaans	116000						108000
Raaigras eenjarig	48000						48000
Luzerne	46000						46000
Uit opslag	1500	4360				4800	3553
Klaver		3880					3880
Stro (haver, tarwe)	1000	2120					1560
Gedroogde ruwvoerders							
Luzernemeel	32000	37840					34920
Grasmeel		62000	63600			66000	63867
Grasmeel/pellets oud						36000	36000
Silage							
Bonen					4000		4000
Gerst					2000		2000
Gras		48760	64800		60000	36000	52390
Klaver		7720			60000		33860
Lucerne		12720			40000		26360
Mais	6000	4280			1000	4000	3820
Rogge	23000						23000
Tarwe					1000		1000
Voederbietenblad						6000	6000
Granen/bijproducten							
Gerst / Mais	1000						1000
Tarwe gries	1000				3000	800	1600
Tarwekiemen	400						400
Melkpoeder, volle	11000						11000

Bijlage 2 Gehalte aan vitamine D in IU per kg droge stof in ruwvoeders en grondstoffen

Voedermiddelen	Wolter 1988	Spörndly 1999	Ballet 2000	McDowell 1989	Gemiddeld
Verse ruwvoeders					
Vers gras	30		365		198
Timothe			570		570
Rode klaver			1200	235	718
Luzerne				270	270
Hooi/kunstmatig gedroogd					
Vers hooi	600	1000	1156		919
Raaigras italiaans	2000				2000
Rode klaver				2400	2400
Luzerne	600			1670	1135
Gedroogd groenvoer			400		400
Stro	700	800		700	750
Silage					
Mais	300			390	345
Gras			440		440
Luzerne				340	340
Luzerne voordroog				1200	1200
Melasse				780	780
Melk 4% vet		160			160
Melk 4% vet, zomer				330	330
Melk 4% vet, winter				80	80

Bijlage 3 Gehalte aan vitamine E in IU per kg droge stof in ruwvoerders en grondstoffen

Voedermiddelen	DK 1995	Ballet 2000	Bieber 1998	Spörndly 1999	Wolter/ INRA 1988	McDowell Hidirogluo 1992	Gemiddeld
<i>Verse ruwvoerders</i>							
Gras	150	161			17		109
1. gras tot schieten		253		129			191
2. gras tot bloei		98					98
3. gras na de bloei		22					22
Klaver / Timothe / Kroppaar	150						150
Raaigras italiaans	150				211		181
Luzerne	200						106
1. Vlinderbloemige, tot knop		129					129
2. Vlinderbloemige tot eind bloei		116					116
Wortelen	60						60
<i>Silage</i>							
Gras	75	160	33	115			96
Mais	25		11				18
Luzerne	90						90
Klaver/raaigras/Kroppaar/tarwe_GPS	75						75
Gerst-GPS	100						100
Gerst/bonen GPS	85						85
<i>Hooi/stro</i>							
Luzerne			17		11	64	31
Gras / klaver	20	61	16	12	10		24
Stro			17				17
<i>Kunstmatig gedroogd ruwvoer</i>							
Gras/luzerne pellets	80	125			111		105
Gedroogde luzerne					120	97	109
Bierbostel					30		30
<i>Granen</i>							
Gerst	20			40	25	9	24
Haver	20			15	15	13	16
Tarwe	15			25	17	22	20
Mais	15			20	25	49	27
Rogge	15					20	18
Erwten / bonen					8		8
<i>Bijproducten</i>							
Grondnootmeel				15			15
Lijnzaad				4		10	7
Sojabonen, verhit					55		55
Maisglutenmeel	15				26	1	14
Tarwegries					21	24	23
Tarwekiemen					150		150
Rijstevoermeel					66	81	74
Bierbostel	29					36	33
Melasse (biet/riet)	5					8	7
Vet	40					15	28
Melk 4% vet/ melkpoeder				8			8
<i>Plantaardige olie</i>							
Maisolie						790	790
Katoenzaadolie						780	780

Palmpitolie				650	650
Saffloer olie				810	810
Soja olie				960	960
Tarwekiemolie				2570	2570
Katoenzaadschroot		20	35	12	22
Kokosschroot		4			4
Raapzaadschroot	25	15			20
Raapzaadschroot, dubbel laag	150				150
Sojaschroot	5	5	7	4	5
Zonnebloemschroot	10		12		11