

# Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Milchkühen

Ausschuss für Bedarfsnormen

## **Vitamine**

Federführend: K. Eder & H. Schenkel

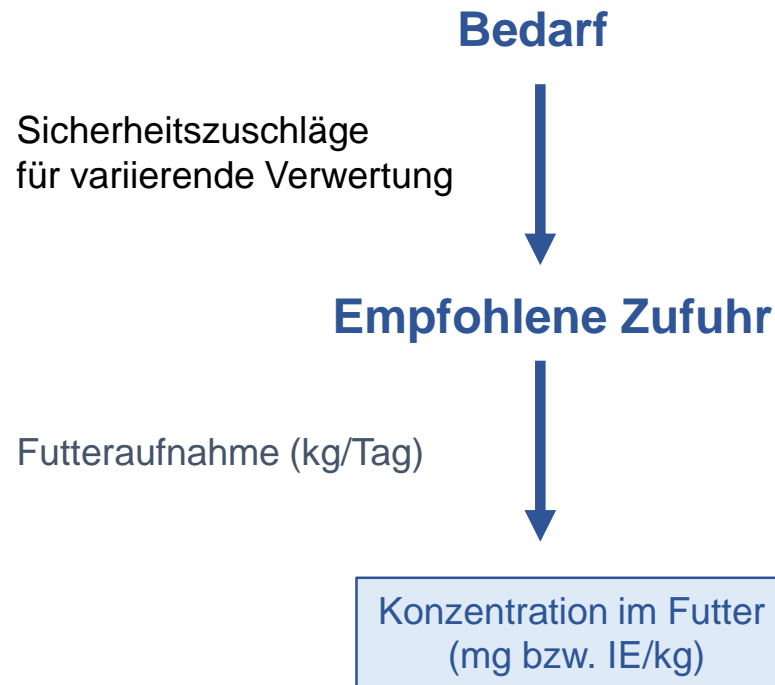
## Biokatalysatoren mit spezifischen Funktionen im Organismus

**Bedarf:** Zufuhr, bei der spezifische  
Funktionen in optimaler Weise erfüllt sind

**Bedarf setzt sich zusammen aus:**

- **Erhaltungsbedarf**
- **Leistungsbezogene Komponente:**
  - Ausscheidung über die Milch
  - Wachstum
  - Bildung von Konzeptionsprodukten (Fötus, Adnexe)
  - Erhöhter Bedarf für erhöhte Stoffwechselaktivität

Sonderwirkungen von Vitaminen (Niacin, Biotin, Vitamin E) bei hohen Dosierungen sind im Kapitel „Besondere Ernährungsmaßnahmen“ dargestellt.



# Schwierigkeiten bei der Abschätzung des Bedarfs und der Versorgungssituation von Vitaminen

- Vitamine sind als organische Moleküle instabil und können unter dem Einfluss von Hitze, Licht, Sauerstoff durch chemische Veränderungen ihre Wirksamkeit verlieren
- Die Analytik von Vitaminen ist aufwändig
- Es existieren nur wenige Dosis-Wirkungsbeziehungen zum Bedarf an Vitaminen
- Es ist wenig bekannt über die Bioverfügbarkeit von Vitaminen (Absorption, intermediäre Verwertung)

- Vitamin A existiert im Organismus in drei Formen (Retinol, Retinal, Retinsäure)
- Bedarfsdeckung durch Retinol (tierische, synthetische Form) oder  $\beta$ -Carotin (Provitamin A)
- Erhaltungsbedarf: 40.000 IE\*/Tag
- Abgabe über die Milch: 1.000 IE/kg Milch (bei bedarfsorientierter Zufuhr)  
Bruttobedarf: 2.000 IE/kg Milch (Verwertung: 50 %, Abbau im Pansen)#
- Empfehlungen zur Zufuhr an Vitamin A:  
5.000 IE/kg Futter-TM bei Milchkühen und Aufzuchttrindern  
10.000 IE/kg Futter-TM bei trockenstehende Kühen
- Bedarfsdeckung durch  $\beta$ -Carotin: 1 mg  $\beta$ -Carotin = 400 IE Vitamin A (Umwandlung: 1:8)
- $\beta$ -Carotin hat nach neueren Erkenntnissen keine direkten Effekte auf die Fruchtbarkeit. Daher wird im Unterschied zu GfE (2001) kein Bedarf formuliert.

---

\* 1 IE Vitamin A = 0,30  $\mu$ g all-trans Retinol

# Veränderung im Vgl. zu GfE (2001), Verwertung 70%

- 2 Formen (Vitamin D<sub>2</sub> in Pflanzen, Vitamin D<sub>3</sub> aus Eigensynthese)
- Bedarf orientiert sich an anzustrebenden Plasmaspiegeln an 25-Hydroxy-Vitamin D<sub>3</sub> (25-OHD)
- Abgabe von Vitamin D<sub>3</sub> über die Milch ist sehr gering: 12-40 IE\*/kg Milch
- Plasmakonzentrationen von 20 ng 25-OHD/ml sind ausreichend für Aufrechterhaltung der Homöostase von Calcium und Phosphor
- Plasmakonzentrationen von 40 bis 80 ng 25-OHD/ml sind notwendig zur Optimierung der Immunfunktion
- Neue Empfehlungen für die Zufuhr an Vitamin D:
  - 1.250 IE Vitamin D<sub>3</sub>/kg Futter-TM bei Milchkühen und Aufzuchtrindern (GfE 2001: 500 IE Vitamin D<sub>3</sub>/kg Futter-TM )
  - 3.000 IE Vitamin D<sub>3</sub>/kg Futter-TM bei trockenstehenden Kühen (GfE 2001: 500 IE Vitamin D<sub>3</sub>/kg Futter-TM)
- Bei Außenhaltung in den Monaten zwischen April und Oktober wird der Vitamin D-Bedarf durch Synthese in der Haut durch UV-Strahlung gedeckt

---

\*1 IE = 0,025 µg Vitamin D<sub>3</sub>

- Gruppe von 8 Tocopherolen und Tocotrienolen ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -Tocopherole und Tocotrienole)
- $\alpha$ -Tocopherol hat höchste Bioaktivität, relative Aktivität der anderen Formen beim Rind unbekannt  
(1 mg RRR  $\alpha$ -Tocopherol = 1,49 IE, 1 mg DL- $\alpha$ -Tocopherolacetat = 1 IE)
- Abgabe von Vitamin E über die Milch ist gering: 0,5-1 mg/kg Milch
- Empfehlungen für die Zufuhr an Vitamin E:
  - 35 IE Vitamin E/kg Futter-TM bei Milchkühen (GfE 2001: 25 mg Vitamin E/kg Futter-TM )
  - 75 IE Vitamin E/kg Futter-TM bei trockenstehenden Kühen (GfE 2001: 50 mg Vitamin E/kg Futter-TM)
  - 25 IE Vitamin E/kg Futter-TM bei Aufzuchtrindern (GfE 2001: 15 mg Vitamin E/kg Futter-TM)
- Mögliche Wirkungen erhöhter Vitamin E-Zufuhr zur Mastitis-Prophylaxe: siehe Sonderwirkungen von Nährstoffen.

- 3 Formen: Vitamin K<sub>1</sub> (Phyllochinon, in Pflanzen), Vitamin K<sub>2</sub> (Menachinon, in Mikroorganismen), Vitamin K<sub>3</sub> (Menadion, synthetische Form)
- Vitamin K<sub>2</sub> wird umfangreich durch Mikroorganismen im Pansen gebildet
- Daten zu duodenalen Flussmengen von Vitamin K liegen nicht vor
- Da die mikrobielle Syntheserate sehr hoch ist und Grünfutter reich an Vitamin K sind, ist bei einer wiederkäuergerechten Fütterung eine ausreichende Versorgung mit Vitamin K gesichert

- Gruppe von 8 Vitaminen: Thiamin (B<sub>1</sub>), Riboflavin (B<sub>2</sub>), Niacin (B<sub>3</sub>), Pantothensäure (B<sub>5</sub>), Pyridoxin (B<sub>6</sub>), Folsäure (B<sub>9</sub>), Biotin (H), Cobalamin (B<sub>12</sub>) mit ähnlichen physiologischen Eigenschaften und Funktionen
- B-Vitamine unterliegen einem Abbau und einer Synthese durch Mikroorganismen im Pansen.
- Abbau und Synthese von B-Vitaminen variieren in Abhängigkeit der mikrobiellen Besiedelung und des Umfangs der Fermentation. Die ruminale Bilanz (mikrobielle Synthese minus Abbau aus der Futterration) und die Flussmengen am Duodenum können deshalb stark variieren.
- Für die meisten B-Vitamine zeigen sich positive Korrelationen zwischen der Zufuhr an Stärke, der mikrobiellen Bildung von Propionsäure, der mikrobiellen Proteinsynthese und der ruminalen Bilanz der B-Vitamine.
- Versorgung eines B-Vitamins ergibt sich aus der Differenz der Flussmenge am Duodenum und dem Bedarf für Erhaltung und Leistung.



- Bedarf an B-Vitaminen für Erhaltung und Leistung bei Milchkühen ist wenig untersucht und kann nur abgeschätzt werden.
- Robinson (2019) hat Modellrechnungen zum Bedarf an B-Vitaminen bei Milchkühen publiziert. Die Daten basieren auf Ableitungen des Bedarfs an B-Vitaminen bei Sauen für Erhaltung und Milchbildung.
- Ableitung der Versorgungssituation:  
Gegenüberstellung der duodenalen Flussraten von B-Vitaminen aus neueren Untersuchungen und dem von Robinson (2019) geschätztem Bedarf (Basis: Körpermasse 675 kg, Milchleistung 35 kg/d).

# Versorgung mit B-Vitaminen

| Vitamin        | Zufuhr mit dem Futter<br>(20-24 kg TM) | Duodenale Flussmenge<br>(pro Tag)                           | Bedarf<br>(nach Robinson 2019)<br>für 24 kg Milchleistung |
|----------------|--|---|---|
| Thiamin        | 25-70 mg (1-6)                         | 25-45 mg (1-3)<br>65-100 mg (4-6)<br>17 mg (7)              | Erhaltung: 6 mg<br>Leistung: 15 mg<br>Gesamt: 21 mg       |
| Riboflavin     | 360-1500 mg (1, 4-6)                   | 320-370 mg (4, 5)<br>650-1500 mg (1, 3, 6, 8)               | Erhaltung: 23 mg<br>Leistung: 57 mg<br>Gesamt: 80 mg      |
| Niacin         | 1000-2200 mg (1, 3-5)                  | 1200-2800 mg (1, 2, 4, 5, 8)<br>3900 mg (3)                 | Erhaltung: 60 mg<br>Leistung: 25 mg<br>Gesamt: 85 mg      |
| Pantothensäure | 450-500 mg (9, 10)                     | 79 mg (Grobfutterreich) (9)<br>141 mg (Konzentratreich) (9) | Erhaltung: 72 mg<br>Leistung: 215 mg<br>Gesamt: 287 mg    |

1 Beaudet et al. (2016), 2 Castagnino et al. (2016), 3 Seck et al. (2017), 4 Santschi et al. (2005), 5 Schwab et al. (2006), 6 Castagnino et al. (2017a), 7 Beaudet et al. (2020), 8 Castagnino et al. (2017b), 9 Ragaller (2011), Robinson (2019).

## Versorgung mit B-Vitaminen (II)

| Vitamin   | Zufuhr mit dem Futter<br>(20-24 kg TM) | Duodenale Flussmenge<br>(pro Tag)                            | Bedarf<br>(nach Robinson 2019)<br>für 24 kg Milchleistung  |
|-----------|--|--|--|
| Pyridoxin | 150-200 mg (1, 3, 6, 10)               | 30-150 mg (1, 3-9)   | Erhaltung: 6 mg<br>Leistung: 22 mg<br>Gesamt: 28 mg        |
| Folsäure  | 10-15 mg (1, 3, 5, 6)                  | 23-37 mg (4, 5, 7)<br>77-106 mg (3)                          | Erhaltung: 8 mg<br>Leistung: 24 mg<br>Gesamt: 32 mg        |
| Biotin    | 100-170 mg (2, 5, 10)                  | 100-130 mg (4, 5)  | Erhaltung: 1,2 mg<br>Leistung: 3,3 mg<br>Gesamt: 4,5 mg    |
| Cobalamin | gering                                 | 9-23 mg (3, 6, 8)<br>(bei ausreichender Zufuhr an<br>Cobalt) | Erhaltung: 0,09 mg<br>Leistung: 0,94 mg<br>Gesamt: 1,03 mg |

1 Beaudet et al. (2016), 2 Santschi und Girard (2007), 3 Seck et al. (2017), 4 Santschi et al. (2005a), 5 Schwab et al. (2006), 6 Castagnino et al. (2017a), 7 Beaudet et al. (2020), 8 Castagnino et al. (2017b), 9 Santschi et al. (2005b), 10 Robinson (2019).

## Versorgungsempfehlungen für Vitamine bei Aufzuchtrindern und Milchkühen

| Vitamin             | Aufzuchtrinder | Trockenstehende Milchkühe | Laktierende Milchkühe |
|---------------------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| A (IE/kg Futter-TM) | 5.000          | 10.000                    | 5.000                 |
| D (IE/kg Futter-TM) | 1.250          | 3.000                     | 1.250                 |
| E (IE/kg Futter-TM) | 25             | 75                        | 35                    |

IE: Internationale Einheit

Der Bedarf an B-Vitaminen wird bei wiederkäuergerechter Fütterung durch die mikrobielle Synthese im Pansen gedeckt.