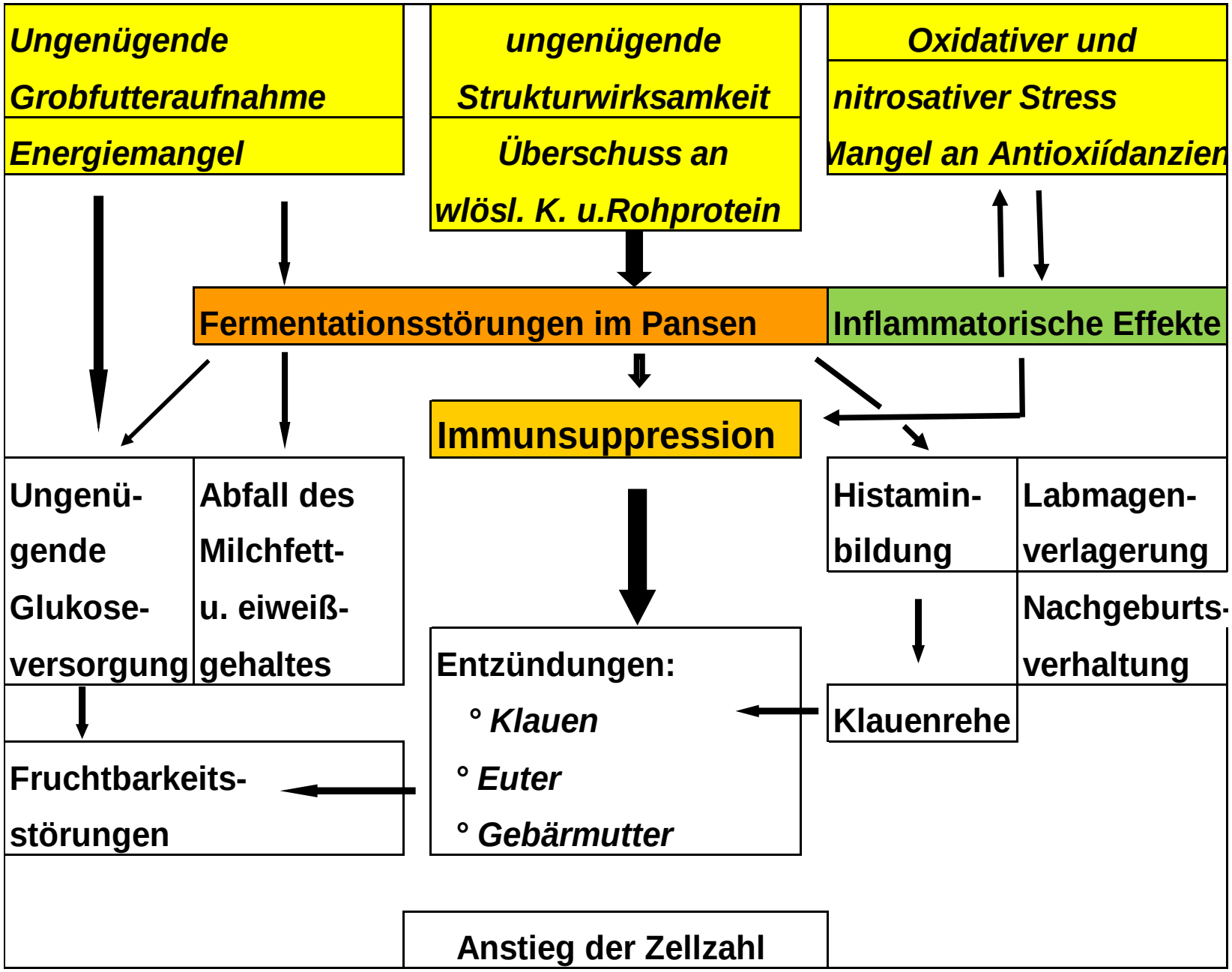
Carotin
ein bedeutender sekundärer Pflanzeninhaltsstoff

Prof. Dr. habil. Manfred Hoffmann

25. Lichtenwalder Kolloquium zur Fütterung
Oktober 2021


Ungenügende Grobfutteraufnahme
Energiemangel
ungenügende Strukturwirksamkeit
Überschuss an wlösl. K. u.Rohprotein
Oxidativer und nitrosativer Stress
Mangel an Antioxiídanzien
Fermentationsstörungen im Pansen
Inflammatorische Effekte
Immunsuppression
Ungenü-gende Glukose-versorgung
Abfall des Milchfett- u. eiweiß-gehaltes
Histamin-bildung
Labmagen-verlagerung
Nachgeburts-verhaltung
Entzündungen:
° Klauen
° Euter
° Gebärmutter
Klauenrehe
Fruchtbarkeits-störungen
Anstieg der Zellzahl

Stressbedingungen

negative Umwelteinflüsse,

Haltungs- und Fütterungsfehler

Optimierte Haltung
Optimierte Ernährung

Oxidanzien

" freie Radikale "

Antioxidanzien

Vitamin E, ß-Carotin, Selenverb.u.a

Oxidatives
Potential

Antioxidatives
Potential

Homöostase

oxidativer Stress

schlechte Futtereffizienz

Immunsuppression

hohe Futtereffizienz

hohe Leistungsbereitschaft

stabile Gesundheit

Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe mit ergotroper Wirkung

	Anzahl Strukturen	Bioverfüg-barkeit %	Ergotrope Wirkungen
Carotinoide	*> 700*	> 15	antibiotisch, antioxidativ
Saponine	n.b.	3 - 15	antioxidativ
Alkaloide	n.b.	3 - 15	entzündungshemmend
Phytosterine	> 100	3 - 15	immunmodulierend
Glucosinolate	> 120	< 3	antithrombisch
Polyphenole			antioxidativ,antikanzerogen,
Flavonoide	*> 6 500*	< 3	" , entzündungshemmend
Phenolsäuren	n.b.	3 - 15	Flavour erzeugend
Phytooestrogene			hormonelle Wirkung
Isoflavonoide	> 870	3 - 15	entzündungshemmend
Lignane	n.b.	< 3	blutdrucksenkend
Monoterpene	n.b.	< 3	spezifische Wirkungen

Quelle: Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V., 2006; Watzl u.a., 2005

Eigenschaften und Vorkommen des ß-Carotins

- **gehört zur Gruppe der Carotinoide** (ca. 700 Verbindungen)
  α, ß, γ - Carotin, Cryptoxanthin, Zeanxanthin , Lutein, XantophylleL, Lycopine

- **Derivat des Isoprens (Karrer und Euler, 1933)**
  ungesättigter Kohlenwasserstoff → reaktionsaktiv, oxidationsempfindlich
  → trans- cis-Isomerie (trans= wirksame Form)

- **fettlöslich, gelb - rote Farbe**

- **Antagonisten: Nitrit/Nitrat, Sulfate, oxidative Einflüsse, Säuren (in Abhängigkeit vom pH-wert, Licht, Hitze**

- **im Organismus nicht speicherfähig (nur geringe Mengen im Depotfett)**

- **Resorption beim Wiederkäuer 20 - 70 %** (Ausscheidung nur über Kot)

- **Vorkommen in allen chloropyllhaltigen Pflanzen, in einigen Algen, Pilzen und Mikroorganismen**

Funktionen des ß- Carotins

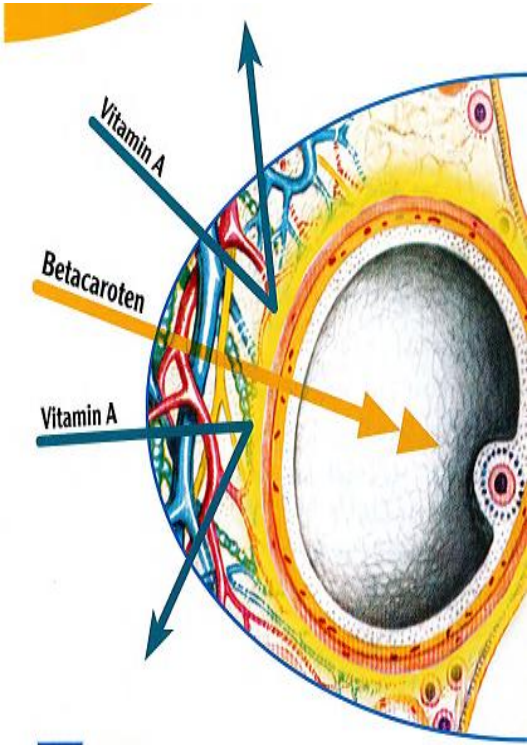
1. Vorstufe des Vitamin A (Provitamin)
2. Vitamin A-Quelle für Neugeborenes
3. Antioxidative Substanz

Funktionen des ß-Carotins bei Rindern

1. Vorstufe des Vitamin A

Systemische Umwandlung im Darm Lokale Umwandlung in peripheren Geweben 1 mg ß-Carotin < = > 400 IE Vitamin A = 120 µg all - trans - Retinol
► Bildung und Funktion äußerer ind inerer Epithelien
► Vitamin A-quelle im Follikel → Fuchtbarkeit • Gute Follikelreifun, keine Verzögerung des Eisprungs • Verminderung von unregelmäßiger und stiller Brunst • Aktivator der Progesteronsynthese • Verminderung der Bildung verschiedener Zysten, insbes. Ovatialzysten • weniger Genitalkarrhe u.a.Schleimhautentzündungen • Verbesserung dews Besamungsindex • Verminderung von embryonalen Verlusten und Frühaborten • Verminderung von Nachgeburtsverhaltungen

mod. nach Hauschulte, H., 2018



ß – Carotin an Lipoproteine gebunden (HDL)

Umwandlung in Vitamin A in Granulosezellen

Erhöhung des Östrogenspiegels (Verstärkung der Brunstsymptome)

Stimmulierung der Proteolyse der Follikelwand

Anhebung des Progesteronspiegels

Stimulierung des Endometriums

Beschleunigung der Uterusinvolution

Funktionen des ß-Carotins bei Rindern

2. Vitamin A-Quelle für Neugeborenes

Transfer in die Kolostralmilch ab 4./5. Woche ante partum

- **Stärkung des antioxidativen Potentials des Kalbes**
- **Ausprägung des Immunstatus des Kalbes**
- **Förderung des Wachstums des Kalbes**
- **Verminderung von Durchfällen**

Funktionen des ß-Carotins bei Rindern

3. Antioxidative Substanz (Vitamin A - unabhängige Wirkung)

- Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Immunsystems und der Antikörperbildung (gemeinsam mit Vitamin E, Selen u.a.)
  Vernichtung von Oxidanzien und freien Radikalen
- Verminderung von Enzündungen (bes. Euter, Gebärmutter, Klauen)
- Senkung des Gehaltes an somatischen Zellen in der Milch

Versorgungsempfehlungen für ß-Carotin bei Milchkühen

mg ß-Carotin je l Blutserum	Versorgungsstatus	mg ß-Carotin - Ergänzung je Tier und Tag
< 1,5	mangelhaft	500 - 1000
1,5 - 2,5	kritisch	300 - 500
2,5 - 3,5	marginal	300
> 3,5	optimal	0

mod. Schliffka, 2006; DSM 2016, 2021; Schweigert 2006, 2021; Staufenbiel 2008, 2012)

Blutuntersuchung nicht im geburtsnahen Zeitraum

Blutuntersuchung "vor Ort" mit iCheck® (nach Schweigert, 2005)

Aufgrund der Resorption, Verwertung , Umwandlung in Vitamin A und der z.Zt. nicht quantifizierbaren Prozesse im antioxidativen System ist eine Bedarfsangabe für ß-Carotin nicht möglich → Supplementierung nur nach Blutuntersuchung

Notwendigkeiten zur ß-Carotin - Ergänzung von Rationen für Milchkühe

° Unterschreiten der Grenzwerte im Blutserum (< 3,5 mg / l)
° Rationen mit hohem Maissilageanteil ° Ratonen mit ungenügender Strukturwirksamkeit ° Rationen mit hohem Strohanteil (trockenstehende Kühe) ° Rationen mit spät genutzten Gräsern u. Leguminosen, einschl. Weide ° Rationen mit nacherwärmten und "abgerutschten" Silagen
° Konzentratreiche Rationen mit hohem Gehalt an Stärke und wasserlöslichen Kohlenhydraten (> 250 g in der TS der Ration) ° Rationen mit überhöhtem Gehalt Rohprotein
° Rationen mit überhöhtem Rohaschegehalt (> 100 g / kg TS der Ration) ° Kaliumreiche Rationen (> 10 g / kg TS) DCAB > 300 mval / kg TS der Ration
° Fütterung von Silagen mit pH-Wert < 3,6, Gehalt an Buttersäure, überhöhtem Besatz an Schimmelpilzen und Hefen
° Oxidativer und nitrosativer Stress (Auftreten von Oxidanzien u. freien Radikalen) durch ungenügende Haltungs-, Umwelt- u. Fütterungsbedingungen In diesem Fall Tagesgabe an ß-Carotin 800 - 1000 mg, kombiniert mit Vitamin E (1000 mg) und organisch gebundenem bzw. pansengeschützem Selen (4 - 5 mg)

ß-Carotingehalt ausgewählter Futtermittel

(mg / kg TS)

Grünfuttermittel	**100 - 300**
° Grünmais	15 - 80
Silagen	
° Klee, Luzerne	50 - 120
° Gras, Futterroggen	20 - 120
° Getreideganzpflanzen	5 - 25
° Mais (Teigreife)	5 - 20
Trockengrünfutter (je Monat -10 bis 15 % des Gehaltes)	
° Klee, Luzerne	150 - 300
° Gras	100 - 200
Heu (je Monat -10 bis 15 % des Gehaltes)	
° Klee, Luzerne	25 - 100
° Gras	5 - 30

*** technisch getrocknet: Heißluft bzw. Unterdachtrocknung mit Entfeuchter / Warmluft**

Einfluss des Vegetationsstadiums auf den ß-Carotingehalt

(M. Hoffmann, 2006)

Vegetations-stadium	Futter-roggen	Gras	Klee	Luzerne	Silomais
I	280	287 18 % Rfa	342	368	156
II	222	228	285 25 % in Blüte	321 25 % in Blüte	51 Milchreife
III	160 Ähren schieben	169 28 % Rfa	220	256	35
IV	121	110	165	180	12 Teigreife

Verdaulichkeit des ß-Carotins in Grobfuttermitteln

	n	Verdaulichkeit %	
		im Mittel	Schwankung
Silagen	21	31,2	0,5 - 62,1
Trockengrünfutter	8	26,2	15,2 - 32,8
Heu	11	25,3	13,0 - 35,2
alle Futtermittel	40	*28,6*	

M. Hoffmann, Diss. Rostock, 1961

Carotingehalt in Grassilagen

(Hoffmann, M. und K. Nehring, 1967)

Vegetationsstadium		1.	2.	3.
Ausgangsmaterial				
Trockensubstanzgehalt	%	15,8	23,7	26,1
ß - Carotingehalt	mg/kg TS	222	128	90
Silage				
Carotinverlust durch Silierung	%	53,1	33,7	19,5
ß - Carotingehalt	mg/kg TS	122	94	72
Verdaulichkeit (Wiederkäuer)				
ß-Carotin	%	57,6	34,0	21,9
Rohprotein	%	79	70	58
Organische Substanz	%	70	59	48
verdauliches ß - Carotin	mg/kg TS	*70*	*32*	*16*

ß - Carotingehalt in Maissilagen

(Hoffmann, M. und K. Nehring, 1967)

Vegetationsstadium		1.	2.	3.	4.
Ausgangsmaterial					
TS - Gesamtpflanze	%	24	30	36	41
TS - Kolben	%	32	41	49	56
ß-Carotingehalt	mg/kg TS	76	44	29	18
Silage					
Carotinverlust (Silierung)	%	34,2	19,7	8,5	12,2
ß - Carotingehalt	mg/kg TS	49	31	22	14
Verdaulichkeit (Wiederkäuer)					
ß-Carotin	%	45,2	28,6	2,8	14,8
Rohprotein	%	72	65	63	61
Organische Subst.	%	74	76	77	77
verdauliches ß - Carotin	mg/kg TS	*22*	*9*	*0,6*	*2*

Verteilung des ß - Carotins in der Maispflanze (im Mittel):

91 % im Blatt, 6 % im Stängel, 3 % im Kolben

Carotingehalt (mg / kg TS) in Silagen in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer

(Lagerungsversuche, je Variante 4 Wdhl., PVC-Beutel mit je 25 kg Frischmasse)

Lagerungs-dauer Tage	Futterroggen	Weidelgras	Rotkleegras
Ausgangsmaterial	183	223	246
8	135	159	96
16	130	152	97
32	126	148	96
64	126	146	82
128	128	148	85
256	125	151	83

Quelle: M. Hoffmann und K. Nehring, 1962

Einfluss der Lagerungsdauer auf den ß - Carotingehalt (mg / kg TS)

Monat nach Einlagerung	Luzernetrockengrünfutter 2		Wiesenheu [2]	Gras-silage
	ohne Zusatz	mit BHT [3]		
0	263	263	182	223
1	220	236	161	148
3	153	218	88	146
5	94	176	52	148
7	34	134	22	151
9	18	128	6	140

[1] gemahlen (5mm), pelletiert [2] gehäckselt [3] Butylhydroxytoluol

Quelle: Hoffmann, M. und Nehring, K. (1962)

Anforderungen an ein ß-Carotinpräparat für Rinder

° Stabil gegenüber Abbau im Pansen
° Stabil gegenüber Antagonisten bzw. Mischungskomponenten
° Hohe Resorptionsrate
° Mischbarkeit Homogenität, gute Fließeigenschaften, keine Staubentwicklung
° Präparat > 100 g / Tier u. Tag (bei 100 g: 3000 ,5000 oder 10 000 mg / Kg) bzw. in Vormischungen Nicht als Bestandteil von Mineralfuttermischungen
° Garantie des deklarierten Gehaltes an ß-Carotin während der ausgewiesenen Lagerungszeit