

Ein Beitrag zum β -Carotin- und Vitamin-A-Stoffwechsel des Pferdes

H. Meyer¹, A. Boos², Barbara Weisweiler¹, L. Völker³ und Simone Radicke¹

¹ Institut für Tierernährung der Tierärztlichen Hochschule Hannover

² Anatomisches Institut, Tierärztliche Hochschule Hannover,

³ Hoffmann -La-Roche, Basel

Einleitung

Dem β -Carotin wird ein spezieller Einfluß auf die Entwicklung und Reifung der Follikel bzw. Oozyten zugeschrieben (Schweigert 1988, Kramer 1992). Nach vorliegenden Befunden bei Rindern scheint über eine Speicherung von β -Carotin im Ovar und dessen kontinuierliche Umwandlung in Vitamin A durch eine Carotinase ein ausreichend hoher Gehalt an Retinol in Follikeln sichergestellt werden zu können. Vitamin A stimuliert offenbar die Hormon- und Proteinsynthese und könnte dadurch die Lebensfähigkeit der Oozyten verbessern. Im Rahmen einer Untersuchung über den Darminhalt bei Kleinpferden (Peters 1994; Tötung der Pferde zu Lehrzwecken) konnte der Einfluß zusätzlicher Vitamin-A- bzw. β -Carotin-Gaben auf den Gehalt in Blut, Leber und Ovar bzw. in der Follikelflüssigkeit bei einer allerdings nur kleinen Tierzahl überprüft werden.

Material und Methoden

Für die Untersuchung standen 10 Stuten und 6 Wallache (Alter zwischen 4–15 Jahre; Lebendmasse 110–215 kg; z.T. Weidetiere) zur Verfügung, die eine Wiesenheu/Kraftfütteration (60:40 %) erhielten. Die TS-Aufnahme pro Tier lag bei 1,4 % der Lebendmasse. Bei je 8 Tieren (3 männliche und 5 weibliche) wurde das Mischfutter, bestehend aus 40 % Haferschrot und 60 % kommerziellem Mischfutter, mit β -Carotin bzw. Vitamin A (-palmitat und -acetat) supplementiert, Aufnahme von β -Carotin bzw. Vitamin A insgesamt 229 mg bzw. 97280 I.E. pro 100 kg LM erreichte. (Tab. 1).

Die Fütterung erfolgte 2x täglich im 12stündigen Intervall. Zu Beginn des Versuchs, nach 3, 6 und 9 Wochen sowie am Tötungstag wurden Blutproben entnommen und die Gehalte an Retinol und β -Carotin bestimmt. Nach einer Fütterungsdauer von mindestens 4 Wochen wurden pro

Zusammenfassung

Je 8 Pferde erhielten zu einer Ration aus 60 % Heu und 40 % Kraftfutter entweder 2,3 mg β -Carotin oder 295 μ g Vitamin A/kg LM. β -Carotin und Retinol wurden bei den Tieren im Blut sowie nach Euthanasie (frühestens 4 Wochen nach Beginn der Supplementierung) in der Leber (n=15) bzw. im Ovar (n=10) und in der Flüssigkeit verschiedener Follikel bestimmt (n=37). Nach Ergänzung mit β -Carotin stieg der Plasma- β -Carotinspiegel auf rd. 250 μ g/l an, während der Retinolgehalt im Blut sich weder nach β -Carotin- noch Vitamin-A-Zulage änderte (Abb. 1). In der Gruppe mit Vitamin-A-Zulage stieg der Retinolgehalt in der Leber auf 800 μ g Retinol/g uS an, während der Carotingehalt durch keine der Zulagen beeinflusst wurde (Abb. 2). Nach Carotiner Ergänzung erhöhte sich der Gehalt in der Follikelflüssigkeit an β -Carotin und Retinol signifikant.

Schlüsselwörter: Pferd, Vitamin A, β -Carotin, Leber, Follikelflüssigkeit

A contribution to the β -carotene and Vitamin-A metabolism in horses

16 horses ingested a daily ration, containing 60% hay and 40% concentrates. For each 8 horses the mixed feed was supplemented with 2,3 mg β -carotene or 295 μ g vitamin A/kg bw/d. Carotene and retinol were determined in the plasma and after euthanasia (adaptation for at least 4 weeks) in the liver (n=15), ovary (n=10) and in the fluid of various follicles (n=37). β -carotene supply resulted in an increase of plasma carotene to 250 μ g/l, while neither the β -carotene nor the vitamin A supplementation influenced the retinol content in the plasma (figure 1). The vitamin A content in the liver increased after vitamin A supply (800 μ g/g fresh matter, figure 2). The carotene content was not influenced by the treatments. Feeding β -carotene resulted in a significant increase of β -carotene and retinol in the follicle fluid (table 2).

keywords: horse, vitamin A, retinol, β -carotene, liver, follicle fluid

Woche 2–4 Pferde 6 Stunden ppr. getötet. Die letzten zwei Tiere erhielten das Futter über einen Zeitraum von 10,5 Wochen. Nach der Tötung (Bolzenschuß und Blutentzug) wurden Leber und bei den weiblichen Tieren die Ovarien entnommen, die Follikel entsprechend ihrem Funktionszustand mit mikromorphologischer Methode (Wesson und Ginther 1981, Boos und Weisweiler 1995) klassifiziert. Follikelflüssigkeit bzw. Eierstockgewebe wurden separat auf ihren Gehalt an Retinol und Carotin untersucht. Die Bestimmung des Retinol- und Carotingehaltes erfolgte nach Vuilleumier et al. (1983).

Ergebnisse und Diskussion

Plasma

Die Plasmawerte für β -Carotin stiegen nach Supplementierung kontinuierlich an (Abb. 1) und erreichten am Ende des Versuchs Werte, wie sie für Weidetiere typisch sind (s. Meyer 1992). Auf der anderen Seite fielen die Plasma- β -Carotin-Gehalte in der Vitamin-A-Gruppe von niedrigen Ausgangswerten von 51 μ g/l ab und lagen nur noch um 15 μ g/l, d.h. wie bei sehr geringer Aufnahme (Gottwald 1992).

Tab. 1: Tägliche Energie- und Nährstoffaufnahme (pro 100 kg LM)
daily energy- and nutrient intake (per 100 kg bw)

		Carotin- Vitamin-A-Gruppe	
Energie	MJ DE	13,8	13,8
TS	kg	1,43	1,43
verd. Rp	g	71	71
Rfe	g	33	33
Ca	g	7,7	7,7
P	g	3,9	3,9
Vitamin A	I.E.	3800	97280
β -Carotin	mg	229	23

Mischfutter mit 10000 I.E. Vitamin A/kg

Die Retinolgehalte im Plasma variieren in beiden Gruppen zwischen 100 und 200 $\mu\text{g/l}$, einem Bereich, der für Pferde als normal anzusehen ist (Meyer 1992). Bemerkenswert sind jedoch die geringgradig, aber konstant und signifikant

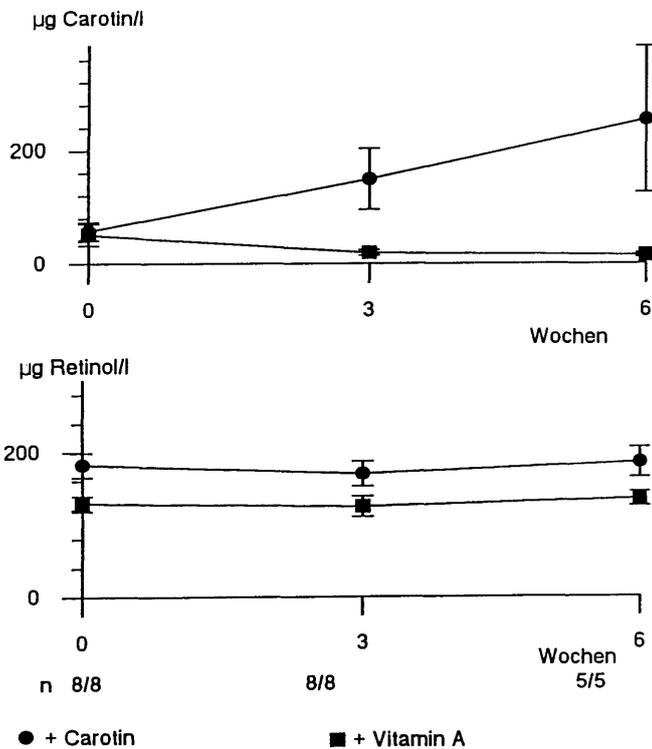


Abb. 1: β -Carotin- und Retinolgehalt im Plasma in Abhängigkeit von der Supplementierungsdauer. Die Werte für die 9. Woche blieben wegen der geringen Zahl der Tiere ($n=2/2$) unberücksichtigt.

Plasma β -carotene and retinol concentration in relation to duration of supplementation. Data for week 9 were excluded for the small number of animals (2/2).

tiefere Werte in der Vitamin-A-supplementierten Gruppe. Auch in einem Versuch von Mäenpää et al. (1988) fällt auf, daß die Plasma-Retinolwerte in einer Stutengruppe, die zusätzlich 30–70 I.E. Vitamin A/kg LM/d zu einer Vitamin-A-freien Heu/Haferration aufnahm, nur geringfügig über den Werten der Kontrolltiere lagen und daß nach Austrieb auf die Weide mit erhöhter β -Carotin-Aufnahme die Plasma-Retinolwerte generell anstiegen, allerdings in der Gruppe ohne Vitamin-A-Zulage stärker als in der supplementierten.

Da die Plasmawerte vor allem aus dem Zufluß (Absorption) und der Retention resultieren, können die eher niedrigen Plasmawerte in der Vitamin-A-Gruppe nicht sicher interpretiert werden. Aus den Leber-Vitamin-A-Gehalten (Abb. 2) ist aber zu entnehmen, daß offenbar eine effektive Absorption vorlag.

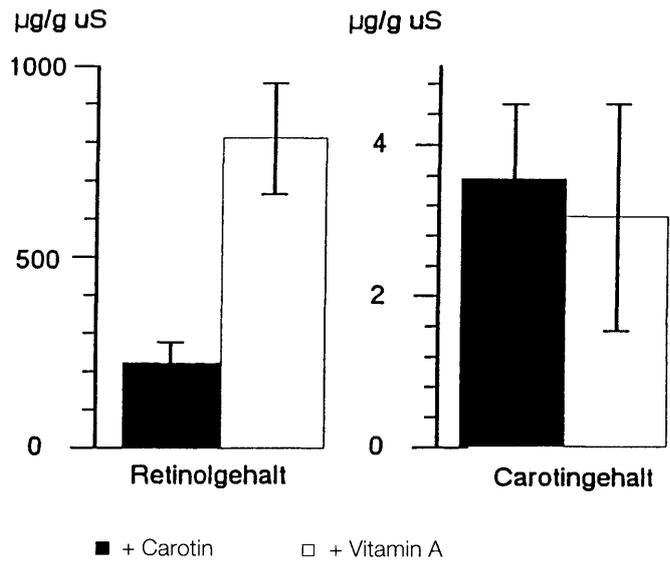


Abb.2: Carotin- und Retinolgehalt in der Leber in Abhängigkeit von der Supplementierung ($x \pm s$).

Liver carotene- and retinol concentration in relation to supplementation.

Leber

Die Leber- β -Carotingehalte (Abb. 2), die vermutlich vor Versuchsbeginn bereits hoch lagen (z.T. Weidetiere), blieben von der Supplementierung unbeeinflusst. Möglicherweise besteht eine maximale Speicherkapazität für das β -Carotin in der Leber.

Die Leber-Vitamin-A-Gehalte stiegen in der Vitamin-A-supplementierten Gruppe in Abhängigkeit von der Dauer der Ergänzung ($r=0,67$; $n=7$) auf etwa 1000 μg (≈ 3300 I.E.)/g Leber am Ende des Versuchs an. Die β -Carotिंगabe führte dagegen zu keiner Veränderung des Vitamin-A-Gehalts, so daß signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen blieben.

Die Retinolgehalte in der Leber lagen in der β -Carotin-Gruppe mit rd. 280 μg (800 I.E.)/g uS auf einem hohen Niveau. Nur wenige Vergleichswerte stehen für Pferde zur Verfügung. Nach Rudra (1946) erreichten die Leber-Vita-

Tab. 2: β -Carotin- und Retinolgehalte in Ovar und Follikelflüssigkeit
 β -carotene and retinol concolltratioll in ovary and follicle fluid

	n ¹	Carotingehalt		Retinolgehalt	
		β -Carotin-Gruppe	Vitamin-A-Gruppe	β -Carotin-Gruppe	Vitamin-A-Gruppe
Gesamtovar $\mu\text{g/g uS}$	5/5	2,3 \pm 1,5	1,7 \pm 1,5	0,1 \pm 0,05	0,14 \pm 0,04
Follikelflüssigkeit $\mu\text{g/l}$	3/4	55,4 \pm 34 ^a	8,5 \pm 2,4 ^b	85 \pm 26	62 \pm 12
Einzelfollikel					
– wachsend, reif	8/9 ²			109 \pm 20 ^a	71 \pm 11 ^b
– atretisch	9/11 ²			76 \pm 22 ^a	53 \pm 14 ^b

1) Zahl der Tiere, 2) Zahl der Einzelfollikel

Mittelwerte mit unterschiedlicher Buchstabenkennzeichnung sind signifikant voneinander verschieden.

min-A-Gehalte bei Pferden, die im Stall und auf der Weide gehalten wurden, im Mittel 630 I.E./g uS (32–2000). Nach Sklan und Donoghue (1982) fielen die Leber Retinolgehalte bei annähernd Vitamin-A- und β -Carotin-freien Rationen auf rd. 10 I.E./g Leber, während nach Zulage von 40 I.E. Vitamin A/kg LM/d Gehalte von 184 I.E./g uS erreicht wurden. Nach Zulage von rd. 1000 I.E./kg LM/d für 10 Wochen, d.h. dem 10fachen der üblichen Empfehlungen (Meyer 1992), stiegen die Werte in den eigenen Untersuchungen auf etwa 2600 I.E./g uS. Sie sind im Vergleich

zu den Gehalten bei Rindern und Schweinen als sehr hoch einzustufen (Landes 1994). Sklan und Donoghue (1982) fanden nach rd. 40wöchiger Aufnahme von 4000 I.E. Vitamin A/kg LM/d Zeichen einer milden Vitamin-A-Intoxikation (stumpfes Haarkleid) und Leber-Vitamin-A-Gehalte von rd. 3740 I.E./kg LM/d und bei Tieren, die 40000 I.E./kg LM/d erhielten, bereits nach 15 Wochen schwere Intoxikationserscheinungen (Alopezie, Ataxie, Festliegen) und nach ca. 24 Wochen Vitamin-A-Gehalte von 2660 I.E./g Leber. Je nach Höhe und Dauer der Vitamin-A-

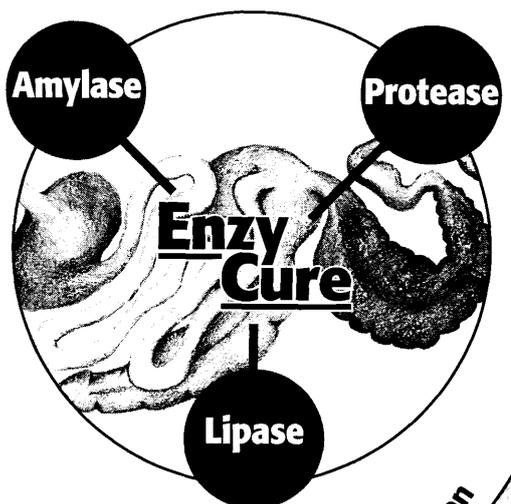
neue
für Pferde

Fehlverdauung, Diarrhoe,
Kolikanfälligkeit, Caecumazidose
Leberprobleme?

Wirksame Hilfe bringt jetzt



Enzy
Cure*



*Nahrungsergänzung mit konzentrierten aktiven Pankreasenzymen

***Fordern Sie Informationen an bei:**
Dr. E. Moll - Mühle Ebert Dielheim (M.E.D.)
 Talstr. 27 · 69234 Dielheim
 Tel.: 0 62 22 - 9900 · Fax: 75111

Vertrieb: EFA - DIETICS · Tel.: 06252 - 2628 · Fax: 2984



Senden Sie mir bitte Informationen über Enzy Cure zu.

Fütterung traten somit – unabhängig von der Höhe der Vitamin-A-Speicherung in der Leber – klinische Symptome einer Vitamin-A-Intoxikation auf. Vitamin-A-Gehalte > 2000 I.E./g Leber können beim Pferd als Indikator für eine überhöhte Vitamin-A-Zufuhr gelten. Bei Katzen mit einer Vitamin-A-Intoxikation reichten die Leber-Vitamin-A-Gehalte bis 100000 I.E./g (Seawright et al. 1967).

Ovar

Die für die Ovaruntersuchung herangezogenen Tiere (max. 5 je Gruppe) waren mindestens 7 Wochen supplementiert worden. In dem Zeitraum zwischen 7. und 11. Woche bestanden keine auffallenden Unterschiede, so daß die \bar{O} -Werte in Tabelle 2 zusammengefaßt sind. Im Ovar lagen die β -Carotingehalte in der Carotin-Gruppe geringgradig höher als in der Vitamin-A-Gruppe, während beim Retinolgehalt die umgekehrte Tendenz bestand.

In der Follikelflüssigkeit war ein signifikanter Effekt der β -Carotin-Supplementierung auf den β -Carotin-Gehalt zu erkennen. Vom Rind sind ähnliche Befunde bekannt (Schweigert et al. 1986, Schweigert und Zucker 1988), allerdings liegen die β -Carotinwerte beim Rind mit 2000 – 3000 $\mu\text{g/l}$ Follikelflüssigkeit erheblich höher als beim Pferd. Zum Plasma-Carotingehalt, der zeitgleich in der Carotingrouppe rd. 250 $\mu\text{g/l}$ betrug, bestand ein deutlicher Gradient (etwa 5:1). Beim Rind wurde eine Relation Plasma:Follikelflüssigkeit von etwa 3:1 beobachtet (Schweigert und Zucker 1988). Nach Schweigert et al. (1987) soll nur das HDL-gebundene β -Carotin in die Follikelflüssigkeit übertreten.

Der Retinolgehalt der Follikelflüssigkeit lag in beiden Gruppen beim Vergleich der Tiere in einem ähnlichen Bereich (Tab. 2), in der Gruppe mit β -Carotinzulage jedoch tendenziell höher. Werden die Mittelwerte für die Einzel-follikel berechnet, so erreichte sowohl bei den reifen ($p < 0,001$) als auch atretischen Follikeln ($p < 0,05$) die Differenz Signifikanz. Gegenüber den Befunden beim Rind sind die Gehalte deutlich niedriger, wie die Angaben von Rosival et al. (1987) mit 55 – 900 $\mu\text{g/l}$ Flüssigkeit (Zunahme mit steigender Follikelgröße) sowie von Schweigert und Zucker (1988) zeigen, die ebenfalls mit zunehmender Größe der Follikel Gehalte von 150 bis 329 $\mu\text{g/l}$ feststellten. Auch in dem eigenen Material lag der Gehalt in wachsenden und reifen Follikeln ($88,6 \pm 25$) signifikant ($p < 0,01$) höher als in den atretischen Follikeln (63 ± 21 , $n = 17$ bzw. 20).

Die Befunde zum β -Carotin- und Retinolgehalt in der Follikelflüssigkeit stehen mit der von Schweigert und Zucker (1988) aufgestellten Hypothese, daß über eine β -Carotinfütterung eine Anreicherung von β -Carotin im Ovar erreicht und durch eine kontinuierliche Umwandlung in Vitamin A ein hoher Vitamin-A-Spiegel in der Follikelflüssigkeit gesichert werden kann, nicht in Widerspruch.

Aufgrund der wenigen Daten über die Vitamin-A- und β -Carotingehalte im Ovar ist aber die entscheidende Frage, ob bei einem β -Carotinmangel die Fruchtbarkeit der Stute durch Zulage von β -Carotin verbessert werden kann, nicht zu beantworten. Nach Ergebnissen von Felduntersuchungen wird diese Frage noch kontrovers diskutiert (Ahls-wede und Konermann 1980, Schubert et al. 1981).

Literatur

- Ahlsweide, L. und Konermann, H. (1980): Erfahrungen mit der oralen und parenteralen Applikation von β -Carotin beim Pferd. Der praktische Tierarzt, 1, 47–52
- Boos, A. und Weisweiler, Barbara (1995): Morphological aspects of restoring ovarian activity in the pony mare. Anat. Histol. Embryol. 24, im Druck
- Gottwald, C. (1992): Zum Einfluß der Fütterung auf die fettlösllichen Vitamine des Blutserums und der Milch von Stuten um den Geburtszeitpunkt und auf deren Fruchtbarkeit. Vet. Diss. München
- Kramer, H. (1992): Der Wirkungsmechanismus des β -Carotins am Ovar des Rindes. Übers. Tierernährg. 20, 123–134
- Landes, Elisabeth (1994): Die Konzentration von Vitamin A in der Leber von Rindern und Schweinen. Übers. Tierernährg. 22, 281–320
- Mäenpää, P.H., Pirhonen, A. und Koskinen, E. (1988): Vitamin A, E and D in mares and foals during the winter season: Effect of feeding two different vitamin-mineral concentrates. J. Anim. Sci. 66, 1424–1429
- Meyer, H. (1992): Pferdefütterung 2. Auflage, Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg
- Peters, H. (1994): Einfluß von Wassermangel und Bewegung auf Menge und Zusammensetzung des Darmchymus beim Pferd. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- Rosival, I., Lazar, J., Tucková, M., Toth, G., Ruzikova, A., Poivak, J., Bugarsky, A. und Hlinka, D. (1987): Beta-carotene, Vitamin A and vitamin E contents of corpora lutea and follicular fluid in physiological or hormonally influenced estrus cycle cows. Symp. Vitamine und Ergotropika, Reinhardbrunn, 54–58
- Rudra, M.N. (1946): Vitamin A in the horse. Biochem. J. 40, 500–501
- Schweigert, F.J. (1988): β -Carotin-Stoffwechsel des Rindes und seine Bedeutung für die Fruchtbarkeit. Übers. Tierernährg. 16, 223–246
- Schweigert, F.J., Lutterbach, A., Rambeck, W.A. und Zucker, H. (1987): β -Carotene and vitamin A in the follicular development of the bovine species. In: Roche, J.F. und Callaghan, D.O. (ed.): Follicular growth and ovulation rate in farm animals. Martinus Nijhoff Pub., Dordrecht/Boston, 55–62
- Schweigert, F.J. und Zucker, H. (1988): Concentrations of vitamin A, β -carotene and vitamin E in individual bovine follicles of different quality. J. Reprod. Fertil. 82, 575–579
- Schubert, R., Zimmermann, C., Börner, A., Lauterbach, G., Stahl, U. und Steinbach, P. (1991): Einfluß der Vitamin A und β -Carotinversorgung auf Reproduktionsparameter sowie Hormon- und Proteinkonzentrationen im Serum von Ponystuten. 3. Symp., Vitamine bei Mensch und Tier, Jena, 42–47
- Seawright, A.A., English, P.B. und Gartner, J. (1967): Hypervitaminosis A and deforming cervical spongylosis in cats. J. Comp. Path. 77, 29–39
- Sklan, D. und Donoghue, Susan (1982): Serum and microcellular retinol transport in the equine. Brit. J. Nutr. 47, 273–280
- Vuilleumier, J.P., Keller, H.E., Gysel, D. und Hunziker, F. (1983): Clinical chemical methods for the routine assessment of the vitamin status in human populations. Part 1: The fat-soluble vitamins A and E, and β -carotene. Int. Vit. Nutr. Res. 53, 265
- Wesson, J.A. und Ginther, O.J. (1981): Influence of season and age on reproductive activity in pony mares on the basis of a slaughterhouse survey. J. Anim. Sci. 52, 119–129

Prof. Dr. Dr. h.c. H. Meyer

Dr. Barbara Weisweiler

Dr. Simone Radicke

Institut für Tierernährung,
Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover

Tel. 05 11 / 8 56 74 66

Fax 05 11 / 8 56 76 98

Dr. A. Boos

Anatomisches Institut
Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover