

## Einsatz von Süßstoffen in der Tierernährung

Christina Hof (Cuxhaven)

“The bitter truth about the sweet taste of excess; new research shows even low-calorie sweeteners seduce the appetite” (Die bittere Wahrheit über den süßen Geschmack im Übermaß; neue Forschungsergebnisse zeigen, daß sogar Süßstoffe mit geringem Kaloriengehalt den Appetit steigern) (1990), “Diet soft drinks - too good to be true?” (Diät-Limonade - zu gut um wahr zu sein?)(1987) so lauteten die Schlagzeilen von The Independent und New York Times. Die Annahme, daß neuartige, nicht-kalorische Süßstoffe den Schlankheitstrend in der Bevölkerung unterstützen, ist seitdem ins Wanken gekommen. Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen haben sich damit beschäftigt, ob nicht-kalorische Süßstoffe womöglich sogar die Gesamtkalorienaufnahme erhöhen.

Für den Nutztierbereich allerdings kann man diese Erkenntnisse aufgreifen, um die Futtermittelaufnahme und damit eventuell die tägliche Zunahme abzusichern und zu verbessern.

### Welche Rolle spielt der Geschmack?

Jeder Mensch weiß, welche Bedeutung Geschmack und Geruch haben: sie können in hohem Maße Wohlgefühl oder Aversionen erzeugen. Im Gegensatz zum Seh- oder Gehörsinn ist die Geruchs- und Geschmacksempfindung beim Menschen nicht sehr hoch entwickelt und doch ist der Einfluß sehr groß. Dabei ist die Geruchsempfindung besonders eng mit Emotionen gekoppelt. Dies zeigt sich auch in der Physiologie des Hirns, wo Riechzentrum und die Regionen, die für die Emotionen und Instinkte entscheidend sind, zusammen im limbischen System liegen. Doch in den nachfolgenden Ausführungen soll der Geschmack im Vordergrund stehen. Geschmack und Geruch sind dabei voneinander getrennt zu betrachten, weil Riechstoffe sich durch mehr oder weniger hohe Flüchtigkeit auszeichnen und Geschmackstoffe nicht flüchtig sind.

### Wie jedoch ist es um die Geschmacksempfindung beim Tier bestellt?

Welch ungleich bedeutendere Rolle Geschmack beim Nutztier (wie Schwein und Kalb) im Gegensatz zum Menschen spielt, zeigt die nachstehende Tabelle (Tab.1).

**Tabelle 1: Anzahl der Geschmacksknospen bei verschiedenen Spezies (nach Kare, 1966)**

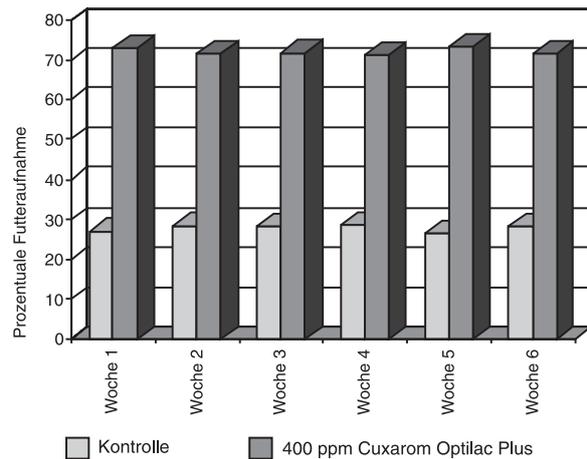
Spezies	Anzahl Geschmacksknospen
Huhn	24
Taube	37
Katze	473
Hund	1.706
Mensch	9.000
Schwein / Ziege	15.000
Kaninchen	17.000
Kalb	25.000

Eine Möglichkeit, den Geschmack von Futtermitteln positiv zu beeinflussen, stellt der Einsatz von Süßstoffen dar. Die Wahrnehmung von Geschmack und somit die Präferenz unterliegt jedoch starken individuellen Veränderungen, z.B. bedingt durch Alter, Umgebung oder Prägung. Mittlerweile gibt es sogar einige Hinweise darauf, daß schon im Mutterleib

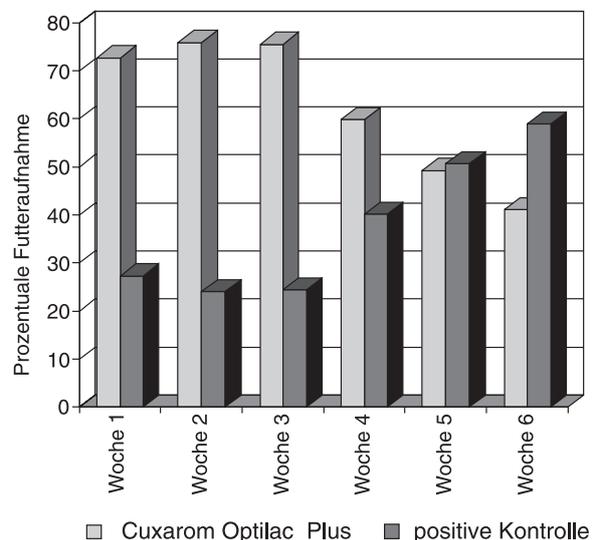
eine gewisse Prägung erfolgen kann. Beim Menschen ist die Präferenz für Süße beim Kind sowie bei Frauen sehr ausgeprägt, wohingegen Männer eher Salzige-Fettes vorziehen.

Bei Schwein wie auch Rind nimmt die Vorliebe für Süßes mit dem Alter ab. Um dies zu überprüfen, wurden in den folgenden Versuchen Schweinen in unterschiedlichen Lebensmassenabschnitten im Präferenztest zwei Futtermittel angeboten, die sich nur durch ihre Aromatisierung unterschieden. Im ersten Mastabschnitt wurde neben einer vanillebetonten Aroma-Süßstoffkombination ein unaromatisiertes Futter gleichzeitig zur Aufnahme angeboten, wohingegen im späteren Abschnitt die gleiche Aroma-Süßstoffkombination gegen ein vanillig-herbes Aroma ohne Süßstoffergänzung getestet wurde (Abbildung 1 und 2).

**Abbildung 1: Präferenztest beim Schwein (LM 22-49 kg) an der Universität Leuven (Belgien, 1993)**



**Abbildung 2: Präferenztest beim Schwein (LM 76-107 kg) an der Universität Leuven (Belgien, 1993)**

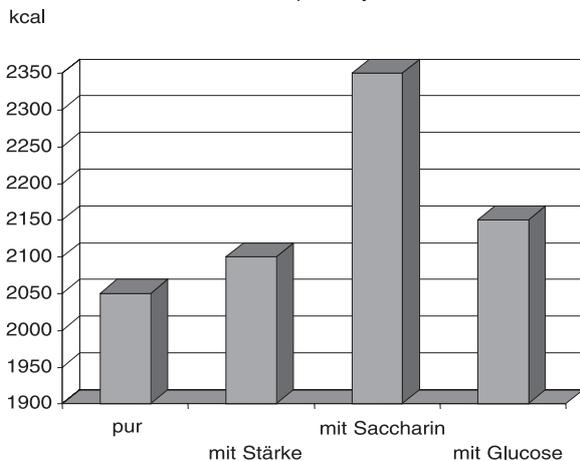


Im ersten Abschnitt wird ganz deutlich, daß eine ausgeprägte Präferenz für das süß schmeckende Futter besteht. Erst mit zunehmender Adoleszenz verliert die Süße an Attraktivität. Das Präferenzmuster für süßen Geschmack ändert sich erwartungsgemäß mit dem Alter. Allerdings muß hier berücksichtigt werden, daß der Effekt nicht nur auf den Süßstoff zurückzuführen ist, sondern das Vanillearoma auch einen Einfluß gehabt haben kann.

**Wofür werden Süßstoffe eingesetzt?**

Wie schon angedeutet werden nicht-kalorische Süßstoffe im Food-Bereich dazu eingesetzt, um die Lust auf Süßigkeiten nicht durch das schlechte Gewissen der Kalorien wegen zu schmälern. Doch mit der Zeit kam die Vermutung auf, daß genau das Gegenteil damit erreicht wird: man nimmt durch sogenannte "Light"-Produkte zu, weil das Hungergefühl durch die Süßstoffe gesteigert wird und damit die Gesamtkalorienaufnahme steigt. ROGERS und BLUNDELL (1989) wiesen z. B. beim Menschen nach, daß der Wunsch zu essen und das Hungergefühl nach dem Verzehr von einem mit Saccharin gesüßten Joghurt gegenüber dem Verzehr von ungesüßtem oder mit Glucose gesüßten Joghurt signifikant stieg. Die beiden süßen Varianten waren geschmacklich süß-äquivalent eingestellt.

**Abbildung 3: Kumulative Energieaufnahme über den Tag nach der Aufnahme eines Joghurts mit verschiedenen Zusätzen (Rogers und Blundell, 1989)**



Diese Unterschiede in der Empfindung waren nicht nur kurzfristig, sondern hatten signifikante Auswirkungen auf die gesamte Kalorienaufnahme über den ganzen Tag. Allerdings muß an dieser Stelle gefragt werden, ob eine Übertragung dieser Ergebnisse vom Menschen auf das Tier statthaft ist. Man muß dies sicherlich mit Bedacht tun, aber die Geruchs- und Geschmacksempfindungen des Menschen können zumindest als Anhaltspunkte dienen. Denn bis heute hat man leider keine Möglichkeit, die subjektive Aroma- und Geschmacksempfindung des Tieres zu ermitteln. Gewisse Rückschlüsse vom Menschen auf das Tier sind sicherlich in abstrahierter Form zu ziehen. Dabei steht der Allesfresser, also das Schwein, dem Menschen sicherlich näher als der Pflanzenfresser (adulte Wiederkäuer), und junge Säuger haben ähnliche Geschmacksvorlieben wie der Mensch.

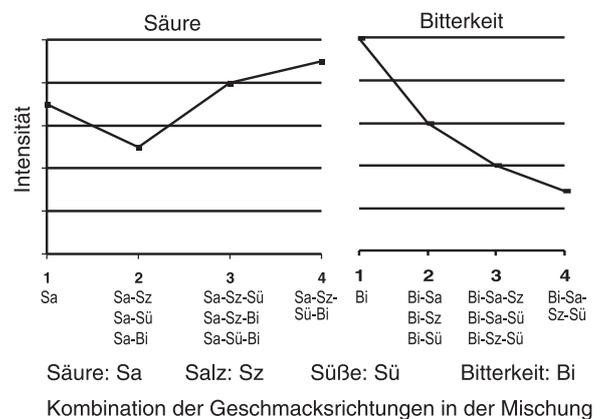
In der Literatur gibt es unzählige Hinweise darauf, daß süß schmeckende Komponenten die Futteraufnahme auch beim

Tier signifikant erhöhen. Dies ist heute als allgemein gültig akzeptiert.

Ein weiterer Grund, warum Süßstoffe eingesetzt werden, ist die Überdeckung von negativen Geschmacksempfindungen wie Bitterkeit und Säure, die verzehrshemmend wirken können.

Auch an dieser Stelle muß wieder auf den Menschen als Referenz zurückgegriffen werden. Sicher kennt jeder den Fall, z.B. den bitteren Geschmack einer Grapefruit durch Aufstreuen von Zucker zu mildern. BARTOSHUK (1975) hat das Phänomen der Maskierung wissenschaftlich am Menschen untersucht. Ausgehend von der Tatsache, daß vier verschiedene Geschmacksrichtungen auf der Zunge - nämlich süß, sauer, salzig und bitter - wahrgenommen werden können, wurde untersucht, wie sich die Geschmacksintensität verändert, wenn die vier Geschmacksrichtungen (Zucker = süß, Kochsalz = salzig, Salzsäure = sauer und Quinhydrochlorid = bitter) als Mischung statt als Einzelsubstanz vorliegen. In dem Versuch wurde die zu testende Substanz zuerst alleine bezüglich der Intensität beurteilt. Dann wurden sukzessive die anderen Geschmacksrichtungen dazu verkostet und die zuerst vorgelegte Substanz in der Intensität bewertet (Abbildung 4).

**Abbildung 4: Säure und Bitterkeit - Wahrnehmung in Abhängigkeit von der Anzahl der Geschmacksfaktoren**



Quelle: Bartoshuk (1974)

Dabei zeigt sich, daß Bitterkeit sehr gut durch Zugabe von z.B. Süße überdeckt werden kann und Säure in geringem Maße auch. Soll also in Futtermitteln oder Medizinalmischungen Bittergeschmack überdeckt werden, ist der Einsatz von geeigneten Süßstoffen eine naheliegende Alternative.

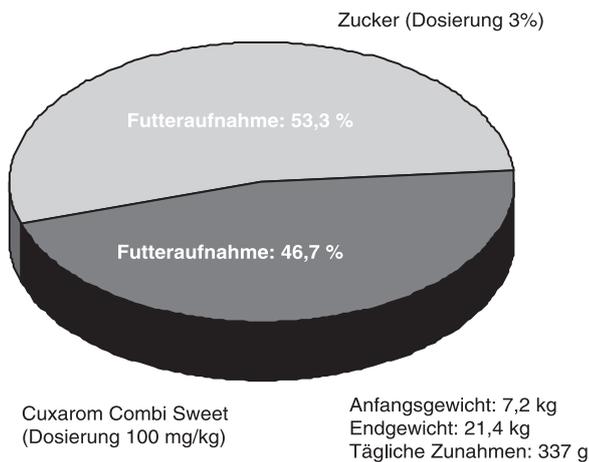
**Welche Süßstoffe gibt es?**

Schon seit langem werden süß schmeckende Substanzen dem Futter zugegeben, um die Schmackhaftigkeit zu verbessern. Früher waren das im wesentlichen Zucker (Saccharose), Dextrose oder auch Lactose. Der Einsatz dieser Substanzen war natürlich auch auf fehlende Alternativen zurückzuführen. Heute sind die Kosten für den Einsatz von 3-5 % Zucker im Mischfutter zu hoch, wenn es nur um den süßen Geschmack geht. Darüber hinaus kann Zucker in höheren Einsatzraten auch das Auftreten von Durchfällen fördern. Trotz dieser Gründe, die gegen den Einsatz von Zu-

cker und für den von nicht-kalorischen Süßstoffen sprechen, wird Zucker nach wie vor vereinzelt eingesetzt, weil noch immer die Mär geht, daß Zucker die am besten akzeptierte Süßquelle beim Tier darstellt. Durch die Einführung der "neuen Generation" von nicht-kalorischen Süßstoffen kann heute allerdings die Akzeptanz von Zucker erreicht werden.

In dem folgenden Präferenzversuch (Abbildung 5) wurden Ferkel parallel zwei gesüßte Futter zur freien Aufnahme angeboten, wobei eines mit Saccharose und das andere mit einer speziellen Süßstoffkombination (CUXAROM COMBI SWEET) supplementiert war. Die beiden Futter waren süß-äquivalent eingestellt. Die Tiere waren in 2 Gruppen aufgeteilt. Das Leistungsniveau lag in diesem Versuch recht hoch: in der Gruppe 1 mit einem Gewicht von 8,1 kg zu Anfang des Versuchs bis 24,4 kg am Ende lag die Futteraufnahme insgesamt bei 643 g/d und die tägliche Zunahme bei 388 g; die Futteraufnahme betrug in der Gruppe 2 474 g/d und die Zunahme 288 g/d (LG 6,3 kg -18,4 kg). Die Versuchsdauer betrug 42 Tage.

**Abbildung 5: Präferenzversuch mit Ferkeln (7-25 kg LM) an der Universität Leuven (Belgien, 1994)**



Es wird ersichtlich, daß Futtermittel mit geeigneten nicht-kalorischen Süßstoffkombinationen ebenso gut aufgenommen werden wie mit Zucker supplementierte. Somit bestehen von seiten der Akzeptanz keine Gründe, die gegen den Einsatz von Süßstoffen sprechen.

Der gesamte Markt für nicht-kalorische Süßstoffe ist beinahe unüberschaubar. Für einen Einsatz im Futtermittelsektor müssen jedoch folgende Kriterien erfüllt sein:

- Zulassung nach dem Futtermittelrecht
- Relative Preiswürdigkeit
- Hitze- und Säurestabilität.

Aus dem großen Angebot für den Humanbereich kristallisieren sich dann wenige Produkte heraus (Tabelle 2).

Der sicherlich bekannteste und am häufigsten eingesetzte Süßstoff ist **Saccharin**. Dieser synthetische Süßstoff zeichnet sich durch einen günstigen Preis aus. Nachteilig ist beim Saccharin der metallische Nachgeschmack, der bei hohen Dosierungen auftritt.

Ähnliches gilt für **Glycyrrhizin**, das bei hohen Dosierungen lakritzartig schmeckt, was auch nicht verwundert, da Glycyrrhizin ein Extrakt der Süßholzwurzel ist, aus der auch Lakritz

**Tabelle 2: Die in der Tierernährung gebräuchlichen, nicht-kalorischen Süßstoffe**

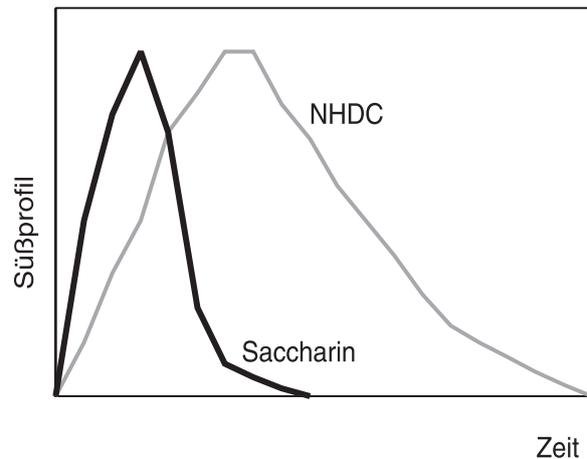
Bezeichnung	Herkunft	Intensität der Süsse im Vergleich zu Zucker
Glycyrrhizin	Extrakt der Lakritzwurzel	50-100
Saccharin	synthetisch	300-400
NHDC*	hydrierte Komponenten aus Zitrusfrüchten	2000-4500
Thaumatococcus	Protein der Katemfe-Pflanze	200

\*NHDC =Neohesperidindihydrochalcon

hergestellt wird. Bei zu hohen Einsatzraten kann dadurch die Futteraufnahme beeinträchtigt werden.

Der metallische Geschmack von Saccharin kann durch eine Ergänzung mit **NHDC** überdeckt werden. Ein weiterer Vorteil des synthetischen Stoffes NHDC ist, daß in Mischungen mit Saccharin - je nach Verhältnis der beiden Stoffe zueinander - Synergieeffekte auftreten, die bis zu 80 % der ursprünglichen, additiven Süßkraft betragen können. Darüber hinaus unterscheiden sich die Süßprofile dieser beiden Süßstoffe organoleptisch (Abbildung 6).

**Abbildung 6: Das Süßprofil von Saccharin und NHDC**



Saccharin bewirkt einen schnellen Anstieg der "Süßigkeit" auf der Zunge, die Wirkung läßt jedoch auch relativ schnell wieder nach. Die Süße von NHDC entwickelt sich langsamer, bleibt aber in der Wirkung deutlich länger bestehen.

Neben den genannten guten Kombinationseigenschaften von NHDC ist auch der Preis mit ausschlaggebend dafür, daß NHDC als Einzelsubstanz nicht eingesetzt wird.

Beitrag noch **Thaumatococcus** zu erwähnen. Legt man die oben genannten Kriterien für eine Eignung im Futtermittelbereich zugrunde, erscheint dieser Süßstoff auf den ersten Blick hervorragend geeignet. Berücksichtigt man jedoch die Arbeiten von HELLEKANT (1980) und HARD AF SEGERSTAD und HELLEKANT (1989a, 1989 b), so stellt man fest, daß Thaumatococcus bei den relevanten Tierarten wie Schwein und Kalb im Gehirn keine neuronale Erregung hervorruft. In diesen Arbeiten wurden u. a. einzelne Substanzen wie z. B. Salz (NaCl), Glucose, Saccharin etc. Tieren verabreicht und dann die neuronale Reaktion des Chorda Tympani-Nervs im Gehirn gemessen. Die Höhe der Reaktion läßt keinen Rückschluß darüber zu, ob eine Substanz als negativ oder

positiv empfunden wird, sondern nur auf die Wahrnehmbarkeit. Bei Thaumatin ergab sich keine Reaktion und somit die Hypothese, daß Thaumatin von den landwirtschaftlich relevanten Spezies nicht wahrgenommen wird. Insofern bleibt es dahingestellt, wie sinnvoll ein Einsatz in Futtermitteln tatsächlich ist. Abgesehen von der reinen Süßwirkung bietet Thaumatin - ebenso wie auch NHDC - die Eigenschaft, die Intensität von Aromen v.a. der Fruchtrichtung zu verstärken.

**Wie wirken Süßstoffe?**

Vielleicht sollte an dieser Stelle ein Fragezeichen stehen, weil nichts abgesichert scheint und verschiedene Theorien existieren. Im Folgenden soll versucht werden, einen kurzen Überblick zu geben, wobei auch hier wieder auf die Humannahrung zurückgegriffen werden muß.

Erhöhte Kalorienaufnahme könnte eventuell auf eine Senkung des Blutglucosespiegels in Folge eines cephalisch ausgelösten Insulinreflexes zurückzuführen sein. Die Arbeiten von TEFF et al. (1995) und ABDALLAH et al. (1997) über eine mögliche Veränderung des Plasmainsulins und der Plasmaglucoese durch Saccharin und Aspartam zeigten unabhängig voneinander keine Effekte auf. Auch HÄRTEL et al. (1993) fanden keinen Effekt von verschiedenen nicht-kalorischen Süßstoffen auf den Insulin- und Glucosespiegel.

In einer systematisch angelegten Arbeit über Saccharin an Ratten versuchten TORDOFF und FRIEDMAN (1989 a-d) die Effekte, die zu einer erhöhten Futtermittelaufnahme führten, zu klären. Zusammenfassend ist zu sagen, daß das hypomotische Potential von Saccharin einen geringen Beitrag leistet und Insulin durch die Gabe von Saccharin zwar ein wenig beeinflusst werden konnte, dies jedoch nicht für den Anstieg der Futtermittelaufnahme verantwortlich sein kann. Dagegen gibt es Hinweise auf eine Beteiligung der Leber an diesen Vorgängen.

Zudem fanden ROGERS et al. (1988), daß sich durch die Aufnahme von einem Getränk mit Saccharin im Vergleich zu reinem Wasser oder einem Glucose-gesüßten Getränk bei freiem Essensangebot die Speisenauswahl verändert. Durch Saccharin stieg die Präferenz für fette, kohlenhydratreiche Speisen, und es wurde mehr verzehrt.

Die Mehrzahl der Untersuchungen (ROGERS et al. (1989), ROGERS et al. (1990), CANTY und CHAN (1991), TORDOFF und REED (1991)) kommt jedoch zu dem Schluß, daß der süße Geschmack als Stimulanz wirkt und damit für ein gesteigertes Hungerempfinden entscheidend ist.

**Wie sind Süßstoffe futtermittelrechtlich geregelt?**

Futtermittelrechtlich sind die Süßstoffe den aroma- und appetitanregenden Stoffen in Anlage 3.3 "Zusatzstoffe" zugeordnet. Alle natürlichen und naturidentischen Stoffe aus dem Bereich Aroma- und Geschmackstoffe sind ohne Einschränkung einsetzbar. Unter diese Regelung fallen Glycyrrhizin und Thaumatin. Saccharin und NHDC fallen unter die synthetischen Stoffe und werden deshalb in ihrem Gebrauch eingeschränkt.

Die Beschränkungen hinsichtlich der Spezies bei Saccharin

**Tabelle 3: Futtermittelrechtliche Regelung der synthetischen Süßstoffe**

Bezeichnung	Tierart	Höchstalter der Tiere	Max. Dosierung (g/t Endfutter)
Saccharin	Ferkel	4 Monate	150
Na-Saccharin	Ferkel	4 Monate	150
Ca-Saccharin	Ferkel	4 Monate	150
NHDC	Ferkel	4 Monate	35
	Hunde		35
	Kälber		30
	Schafe		30

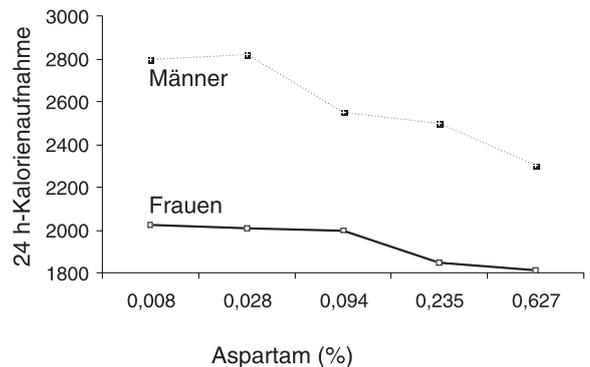
sind nicht auf gesundheitliche Bedenken zurückzuführen, sondern auf Versäumnisse bei der ursprünglichen Registrierung. Auf FEFANA - Ebene bemüht man sich momentan, Saccharin auch für den Einsatz beim Kalb zuzulassen.

**Wie werden Süßstoffe dosiert?**

Generell ist die Dosierung abhängig von den im Handelsprodukt enthaltenen Süßstoffen und dem Anteil an Trägerstoff. Grundsätzlich sollte man sich nach den Einsatzempfehlungen des Herstellers/Anbieters richten. Die Dosierung der Mehrzahl der auf dem Markt befindlichen Produkte liegt zwischen 50-150 g/t Futter. Als Begrenzung für den Einsatz sind in jedem Fall die futtermittelrechtlichen Regelungen bezogen auf die zugelassenen Verbindungen zu berücksichtigen.

Man sollte aber wissen, daß es sich bei Süßstoffen nicht um Stoffe handelt, bei denen viel Einsatzmenge auch viel hilft. Bei zu hoher Dosierung kann es sogar zur Futtermittelverweigerung kommen. Es gibt Hinweise darauf, daß durch niedrige Dosierungen die Gesamtkalorienaufnahme stärker erhöht werden kann.

**Abbildung 7: Kalorienaufnahme in Abhängigkeit von der Aspartamkonzentration beim Menschen**



(in 24 h) (Monneuse et al., 1991)

Nach der Aufnahme eines mit unterschiedlichen Dosierungen von Aspartam gesüßten Joghurts konnten MONNEUSE et al. (1991) zeigen, daß sowohl bei Frauen als auch bei Männern die Gesamtkalorienaufnahme über 24 h bei den niedrigeren Dosierungen höher war.

**Zusammenfassung**

Obwohl das Wirkprinzip von Süßstoffen auf die Steigerung der Futteraufnahme noch nicht geklärt ist, ist die Verwendung zu diesem Zweck vor allem beim Jungtier gängige Praxis. In Medizinalfuttern steht darüber hinaus die gezielte Überdeckung von Bitterkeit im Mittelpunkt. Um optimale Ergebnisse zu erzielen, muß genau geprüft werden, welche Süßstoffe eingesetzt werden sollen. Mit neuartigen Süßstoffquellen in der optimalen Zusammenstellung kann das Erreichen dieser Ziele sichergestellt werden.

**Literatur**

- Abdallah, L., Chabert, M., Louis-Sylvestre, J. (1997): Cephalic phase response to sweet taste. *J. Clin. Nutr.* 1997; 65: 737-743
- Bartoshuk, L. M. (1975): Taste Mixture Suppression Related to Compression? *Physiol Behav* 1975; 14: 643-649
- Canty, D.J., Chan, M.M. (1991): Effects of consumption of caloric vs noncaloric sweet drinks on indices of hunger and food consumption in normal adults. *Am. J. Clin. Nutr.* 1991; 53:1159-1164
- Hard af Segerstad, C., Hellekant, G. (1989 a): The sweet taste in calf. I. Chorda tympani proper nerve responses to taste stimulations of the tongue. *Physiol Behav* 1989; 45: 633-638
- Hard af Segerstad, C., Hellekant, G. (1989 b): The sweet taste in calf. II. Glossopharyngeal nerve responses to taste stimulations of the tongue. *Physiol Behav* 1989; 45: 1043-1047
- Härtel, B., Graubaum, H.-J., Schneider, B. (1993): Einfluß von Süßstofflösungen auf die Insulinsekretion und den Blutglucosespiegel. *Ernährungs- Umschau* 40 (1993) Heft 4
- Hellekant, G. (1980): Preference for Sweet taste and the Taste of Sweeteners in Animals. *Advances in Animal Physiology and Animal Nutrition*, Paul Parey Verlag, 1980; 43-52
- Monneuse, M.-O., Bellisle, F., Louis-Sylvestre, J. (1991): Responses to an intense sweetener in humans: immediate preference and delayed effects on intake. *Physiol. Behav.* 1991; 49, 325-330
- Rogers, P.J., Carlyle, J.-A., Hill, A.J., Blundell, J.E. (1988): Uncoupling sweet taste and calories: comparison of the effects of glucose and three intense sweeteners on hunger and food intake. *Physiol. Behav.* 1988; 43, 547-552
- Rogers, P.J., Blundell, J.E. (1989): Separating the Effects of Sweetness and Calories: Effects of Saccharine and Carbohydrates on Hunger and Food Intake in Human Subjects. *Physiol Behav* 1989; 45: 1093-1099
- Rogers, P.J., Fleming, H.C., Blundell, J.E. (1990): Aspartame ingested without tasting inhibits hunger and food intake. *Physiol. and Behav.* 1990; 47, 1239-1243
- Teff, K., Devine, J., Engelman, K. (1995): Sweet taste: Effect on cephalic phase insulin release in men. *Physiol. Behav.* 1995; 57 (6), pp. 1089-1095
- Tordoff, M.G., Friedman, M. I. (1989a): Drinking saccharin increases food intake and preference - I. Comparison with other drinks. *Appetite* 1989; 12, 1-10
- Tordoff, M.G., Friedman, M. I. (1989b): Drinking saccharin increases food intake and preference - II. Hydrational factors. *Appetite* 1989, 12, 11-21
- Tordoff, M.G., Friedman, M. I. (1989c): Drinking saccharin increases food intake and preference - III. Sensory and associative factors. *Appetite* 1989; 12, 23-36
- Tordoff, M.G., Friedman, M. I. (1989d): Drinking saccharin increases food intake and preference - IV. Cephalic phase and metabolic factors. *Appetite* 1989; 12, 37-56
- Tordoff, M.G., Reed, D.R. (1991): Sham-feeding sucrose or oil stimulates food intake in rats. *Appetite* 1991; 17, 97-103