

## Herbivorie

# Die Bedeutung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe in der Tierernährung

Text von David M. Küpfer<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe übernehmen in Pflanzen wichtige Funktionen wie Kommunikation oder Frassschutz. Ihre Wirkungen auf den Tierkörper sind dementsprechend sehr unterschiedlich. Da gerade herbivore Kleinsäuger auf Pflanzennahrung angewiesen sind, verfügen sie über Strategien und Mechanismen, um mit problematischen Pflanzenstoffen zurechtzukommen. Viele Kleinsäuger wie Hasenmäuse (*Lagidium* spp.), Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*) oder Degus (*Octodon degus*) ernähren sich in der Wildnis auch von problematischen Pflanzen, bei einigen Arten wie Akazienratten (*Thallomys nigricauda*), Meerschweinchen (*Cavia porcellus*) oder Ratten (*Rattus norvegicus*) sind auch Vermeidungsstrategien bekannt. Neben verhaltensbasierten Strategien spielen die enzymatische und mikrobielle Entgiftung eine wichtige Rolle beim Umgang mit problematischem Futter.

In der Fütterungspraxis kommen Tiere bei naturnaher, ausgewogener Ernährung durchaus mit problematischem Futter zurecht. Letztlich trägt eine abwechslungsreiche, gesunde und ausgewogene Ernährung zur Robustheit der Tiere bei, was wiederum dazu führt, dass auch problematische Stoffe besser vertragen werden.

## Was sind sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe?

Als sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe oder sekundäre Pflanzenstoffe werden Verbindungen bezeichnet, die für das Wachstum und die Entwicklung der Pflanzen nicht essentiell sind (Hess 2003). Allerdings gilt diese Definition als überholt, da sie im letzten Jahrhundert entstand, als über Pflanzeninhaltsstoffe relativ wenig bekannt war. So wurde bei diesen als sekundäre Pflanzenstoffe bezeichneten Substanzen aus Unwissenheit angenommen, dass es sich dabei um „Abfallstoffe“ ohne spezielle Funktion handle (Bickel-Sandkötter 2003). Die genaue Funktion dieser Stoffe wurde erst später allmählich erkannt. Viele dieser Stoffe sind wichtig als Boten- oder Lockstoffe, spielen eine Rolle in Bezug auf Stressreaktionen oder werden als Fraßschutz in den Organen der Pflanze eingelagert (Bickel-Sandkötter 2003; Schulze et al. 2002).

<sup>1</sup> Kontaktadresse: info@octodons.ch

## Herbivorie - Wie Wildtiere mit Fraßschutzstoffen umgehen

Pflanzenstoffe haben auf den tierischen Organismus verschiedene Wirkungen. Einerseits finden sich, bedingt durch die grosse Vielfalt dieser Stoffe, unter ihnen hochgiftige Verbindungen, wie beispielsweise das Aconitin, ein im Blauen Eisenhut (*Aconitum pyramidale*) vorkommendes Alkaloid oder das Phasein, ein in rohen Feuerbohnen (*Phaseolus multiflorus*) vorkommendes Lektin, welchen diese Pflanzen ihre Giftwirkung verdanken (Alberts & Mullen 2003). Auf der anderen Seite ist eine Vielzahl dieser Pflanzenstoffe wenig schädlich oder wirkt sich gar positiv auf den tierischen Organismus aus. Oftmals ist die Menge entscheidend.

Wildtiere verfügen über verschiedene Strategien, mit Pflanzeninhaltsstoffen umzugehen. Weit verbreitet ist das vorsichtige Testen von neuen, unbekanntem Pflanzen in kleinen Mengen. Stellt sich die Pflanze als unbekömmlich heraus, wird sie das nächste Mal gemieden. Oft lernen die Tiere auch durch Beobachten ihrer Artgenossen beim Fressen. So lernen Ratten (*Rattus norvegicus*) nicht nur durch eigene Erfahrung, sondern auch durch Beobachten von Artgenossen, unbekömmliches Futter zu meiden (Freeland & Janzen 1974). Erstaunlicherweise stehen bei Wildtieren oft auch „schädliche Unkräuter“ oder sonst als problematisch geltende Pflanzen auf dem Speiseplan. So erwähnt Boback (1970), dass Wildkaninchen (*Oryctolagus cuniculus*) unter anderem Robinie, Esche, Eiche und Buche fressen. Aber auch viele pflanzenfressende Nagetiere, ernähren sich in der Wildnis von giftigen Pflanzen wie Kreuzkräuter (*Senecio* spp.), Fuchsschwanzgewächse (*Atriplex* spp., *Heterostachis* spp., *Rumex* spp., *Suaeda* spp.), Pfefferbäume (*Schinus* spp.) und Rittersterne (*Hippeastrum* spp.) (Tabelle 1). Kreuzkräuter (*Senecio* spp.) gelten wegen ihres Gehalts an Pyrrolizidin-Alkaloiden als leberschädigend, krebserregend, missbildungsfördernd und erbgutschädigend (Hiller & Melzig 2003), Rittersterne (*Hippeastrum* spp.) sind bei uns als stark giftige Zimmerpflanzen bekannt, deren Zwiebeln besonders giftig sind (Hiller & Melzig 2003; Roth et al. 1994), die Giftigkeit der Pfefferbäume (*Schinus* spp.) beruht auf toxischen Phenolen, welche in vielen Arten enthalten sind (Aguilar-Ortigoza et al. 2003; Fuentes et al. 1983; Roth et al. 1994) und Fuchsschwanzgewächse wie Ampfern (*Rumex* spp.) oder Melden (*Atriplex* spp.) sind bekannt für ihre hohen Gehalte an Oxalsäuren und Oxalaten, welche die Calciumaufnahme im Darm beeinträchtigen und durch den Calciumentzug schädigende Wirkungen auf das Herz und zentrale Nervensystem haben (Roth et al. 1994). Versuche mit Labortieren zeigten ähnliche Resultate. Degus, die mit tanninhaltigen Diäten ernährt wurden, zeigten keine Gewichtsverluste, kompensierten aber mit Änderung ihrer Fressstrategien die geringere Verdaubarkeit der tanninhaltigen Diät (Bozinovic et al. 1997). Tannine reduzieren die Nährstoffaufnahme, indem sie Verdauungsenzyme an sich binden, den Futterverzehr und die Verdaubarkeit von Futter im Allgemeinen reduzieren (Bozinovic et al. 1997; Hess 2003). Fette Sandratten (*Psammomys obesus*) zeigten auch unter Laborbedingungen grosse Verträglichkeiten für oxalathaltige Diäten, welche durch einen hohen Salzgehalt noch begünstigt wurden (Palgi et al. 2005). Akazienratten (*Thallomys nigricauda*) dagegen konnten Diäten mit hohem Tanningehalt erkennen und mieden sie, sprich sie fraßen nur geringe Mengen davon, was bei fehlenden Alternativen Gewichtsverluste zur Folge hatte (Downs et al. 2003). Auch Meerschweinchen (*Cavia porcellus*) zeigten bei Präferenztests, dass sie die tanninhaltige Diät erkannten und mieden, ja durch assoziatives Lernen sich dieser Effekt sogar noch verstärkte (Lichtenstein & Cassini 2001).

Viele Kleinsäuger, insbesondere Pflanzenfresser, verfügen also über Strategien, mit problematischen Pflanzeninhaltsstoffen zurechtzukommen. Neben verhaltensbedingten Strategien wie Vermeidung von problematischem Futter (Akazienratte, Meerschweinchen, Ratte) oder Steigerung der

aufgenommenen Futtermenge (Degu) spielen Entgiftungsmechanismen im Tierkörper durch enzymatische und mikrobielle Entgiftung eine bedeutende Rolle (Freeland & Janzen 1974). Während Leber und Nieren die hauptsächliche Entgiftungsarbeit zukommt, werden auch andere Mechanismen diskutiert, welche einen indirekt positiven Einfluss auf die Entgiftung haben sollen. So beispielsweise der saure Magen, dem allerdings keine bedeutende Rolle zugemessen wird, zumal er einerseits durch die Proteinverdauung zwar auch einige giftige Verbindungen abbaut, andererseits aber wiederum auch inaktive Vorstufen von giftigen Glykosidverbindungen wie Blausäure aktiviert (Freeland & Janzen 1974). Bei den mit Mikroorganismen bevölkerten Vormägen einiger Nagetierarten (u. a. Goldhamster, *Mesocricetus auratus*) wird dagegen diskutiert, dass diese neben Vorteilen in der Nährstoffvergärung auch bei der mikrobiellen Entgiftung vorteilhaft sein könnten (Langer 2002). Einige Tiere können mit Hilfe von speziellen Enzymen im Speichel (Foley & McArthur 1994) oder durch gezielte Aufnahme von entgiftend wirkenden Substanzen (u. a. Geophagie) (Cork & Foley 1991) den giftigen Substanzen entgegenwirken. Dazu ernähren sich die meisten Kleinsäuger von einem breiten Pflanzenspektrum, wodurch in gewissem Sinne ein „Verdünnungseffekt“ zustandekommt, da problematische Pflanzenstoffe jeweils nur in geringeren Mengen aufgenommen werden. Diese als Polyphagie bekannte Fressstrategie dient also auch als Schutz gegen Vergiftungen durch einseitige Ernährung (Schulze et al. 2003: 710) und entlastet dadurch die körpereigene Entgiftung. Einige Nahrungsspezialisten zeigen zusätzlich spezielle Schutzmechanismen. So schälen Rote Viscacharratten (*Tympanoctomys barreae*) und Känguruhrratten (*Dipodomys microps*) mit ihren oberen Schneidezähnen die äusserste Schicht der sukkulenten Salzmeldeblättern (*Atriplex* spp.) ab, welche besonders salzhaltig ist (Giannoni et al. 2000; Kenagy 1972).

<i>Tierart</i>	<i>Pflanze</i>	<i>Studienort</i>	<i>Quelle</i>
Cuvier-Hasenmaus ( <i>Lagidium viscacia</i> )	Kleinere Mengen: <i>Senecio</i> sp. <i>Schinus patagonicus</i> <i>Rumex acetosella</i>	Nordwest-Patagonien, Argentinien	Galende et al. 1998
Peruanische Hasenmaus ( <i>Lagidium peruanum</i> )	Hauptfutterpflanzen: <i>Senecio adenophylloides</i> <i>S. antennaria</i> <i>S. spinosus</i>	Peru	Pearson 1948
Gewöhnlicher Degu ( <i>Octodon degus</i> )	<i>Senecio adenotrichius</i>	Mittelchile	Kenagy et al. 2004
Darwin-Blattohrmaus ( <i>Phyllotis darwini</i> )	Grosse Mengen: <i>Hippeastrum</i> sp. Samen und Blätter	Fray Jorge, Nordchile	Meserve 1981
Chilenische Feldmaus ( <i>Akodon olivaceus</i> ) und Degu ( <i>Octodon degus</i> )	Kleine Mengen: <i>Hippeastrum</i> sp, Samen und Blätter	Fray Jorge, Nordchile	Meserve 1981
Rote Viscacharatte ( <i>Tympanoctomys</i> <i>barrerae</i> )	Hauptfutterpflanzen: <i>Heterostachis ritteriana</i> <i>Atriplex</i> sp. <i>Suaeda divaricata</i>	West-Argentinien	Ojeda et al. 1996
Meißelzahn-Kängururatte ( <i>Dipodomys microps</i> )	<i>Atriplex confertifolia</i>	westliches Nordamerika	Kenagy 1972
Fette Sandratte ( <i>Psammomys obesus</i> )	<i>Atriplex halmitus</i>	Süd-Israel	Frenkel et al. 1972

**Tabelle 1:** Problematische Futterpflanzen auf dem Speiseplan einiger wildlebenden Nagetieren.

## Pflanzenstoffe in der Heimtierernährung

Auch unsere Heimtiere haben ihre Fähigkeiten, mit problematischen Pflanzenstoffen umzugehen, bei weitem nicht verloren. Damit sie aber davon Gebrauch machen können, müssen einige Dinge beachtet werden. Im Gegensatz zu Wildtieren sollten unsere Heimtiere nicht unnötigen Gefahren ausgesetzt werden, welche sich vermeiden lassen. Daher sollten stark oder tödlich giftige Pflanzen auf jeden Fall gemieden werden. Die Tiere können bei diesen, im Gegensatz zu mäßig giftigen Pflanzen, welche in kleineren Mengen konsumiert nur zu vorübergehenden Verdauungsproblemen oder Unbekömmlichkeit führen, nicht lernen damit umzugehen und sie zu meiden. Da schon kleine Mengen reichen, um den Tod oder schwere Schäden herbeizuführen, ist es wichtig, diese strikt zu meiden. Das gilt auch, wenn die Pflanzen von Wildtieren gefressen werden (wie z. B. bei Kreuzkräutern oder Rittersterne), da das Risiko durch Vergiftung und schwere Schäden zu hoch ist, gerade wenn die zugrundeliegenden Entgiftungsmechanismen nicht verstanden werden und diese bei den Heimtieren nicht zur Anwendung kommen können, weil beispielsweise Wildtieren zur Verfügung stehende Substanzen (z. B. Pflanzen oder Tonerde) fehlen, welche die Giftstoffe neutralisieren können. Wie die Wildtiere lernen auch unsere Heimtiere durch vorsichtiges Kosten und Beobachten der Artgenossen, was diese fressen und wie sie darauf reagieren. Ein vorsichtiges Herantasten an neues Futter wird daher schon von den Tieren instinktiv befolgt. Trotzdem tut der Halter gut, wenn er bei der Anfütterung neuer Pflanzen behutsam vorgeht, gerade bei potentiell

problematischen Pflanzen diese einzeln einführt und die Reaktion der Tiere und die Konsistenz des Kots der Tiere gut beobachtet.

Neben der Anfütterung ist auch die Ernährung selbst von Bedeutung. Diese sollte abwechslungsreich und möglichst naturnah sein, da erst sie den Tieren es ermöglicht durch gezielte Selektion die gerade benötigte Nahrung aufzunehmen. Industriellen Futtermitteln werden oft Zusatzstoffe (Ergotropika) wie Aromen, Farbstoffe, Enzyme, Appetitförderer, Konservierungsstoffe und andere Stoffe zugesetzt (für eine detailliertere Übersicht der in der Futtermittelproduktion eingesetzten Zusatzstoffe siehe Kersten et al. 2004: 144-156), welche das Fressverhalten der Tiere beeinflussen. Damit werden die Sinne der Tiere ausgetrickst und so die Akzeptanz von Futter verbessert, das sie unter normalen Umständen nicht oder nur in kleinen Mengen fressen würden, weil es nicht oder kaum ihren natürlichen Ernährungsbedürfnissen entspricht (vgl. Grimm 2007). Eine weitere Folge dieser Zusatzstoffe ist, dass sie auch bei natürlicher Nahrung Probleme bekommen, sich ihren Bedürfnissen entsprechend zu ernähren. Das kann zu Mangelerscheinungen durch falsche Nahrungsselektion oder gar Vergiftungen und Verdauungsproblemen führen, bedingt durch übermäßigen Verzehr eines bestimmten Futters. In der Fütterungs-Praxis sollte daher bei industriellen Futtermitteln darauf geachtet werden, dass sie möglichst naturnah und wenig verarbeitet sind und dass ihnen möglichst keine Zusatzstoffe beigemischt sind (Achtung: einige Zusatzstoffe sind nicht deklarationspflichtig. Auf die Futtermittel-Etikette ist daher kein Verlass. Wer es genau wissen möchte, ist auf verlässliche Angaben des Herstellers angewiesen). Sie sollten zudem eine hohe Qualität aufweisen, das heisst schonend verarbeitete Produkte aus qualitativ hochwertigen Rohstoffen, vorzugsweise aus nachhaltigem Anbau. Wichtig ist ausserdem Abwechslung und Vielfalt in der täglichen Futterpalette. Je abwechslungsreicher und je eher zuviel als zuwenig gefüttert wird, desto eher werden die Tiere auch mit Fertigfutter zurechtkommen, was soweit führen kann, dass industrielles Futter gänzlich gemieden wird, zugunsten naturnaher Nahrung. Es sollte allerdings bedacht werden, dass die Umstellung von hauptsächlich mit Fertigfutter ernährten Tiere nicht tückchenfrei ist. Essstörungen lassen sich teilweise nicht durch alleiniges Weglassen von Fertigfutter bereinigen. Gerade bei Süchten nach Inhaltsstoffen kann es nötig sein, bestimmte Futterbestandteile zu limitieren oder ganz wegzulassen, bis die Essstörungen bereinigt sind. So kann beispielsweise durch Weglassen von Getreide für ein paar Wochen einer Sucht nach Weizen entgegenwirken. Oftmals lassen sich Süchte nicht bereinigen, so dass Futter mit problematischen Inhaltsstoffen dauerhaft gemieden werden muss. Letztlich spielt auch die Menge eine Rolle, in denen Fertigfutter gereicht wird und was sonst noch verfüttert wird. In kleinen Mengen und bei gesundem, abwechslungsreichem Beifutter (Grünfutter, Gemüse, Sämereien, etc.) können Wirkungen von allfällig problematischen Stoffen in Fertigfutter begrenzt werden, wie dies eine breite Futterpalette auch bei natürlichem Futter im Sinne eines „Verdünnungseffekts“ bewirkt. Es kommt letztlich auch hier auf die Menge an und was nicht vergessen werden darf, bei ausgewogener und abwechslungsreicher, naturnaher Ernährung sind die Tiere gegenüber problematischen Stoffen robuster, seien sie nun natürlicher oder künstlicher Herkunft.

## Danksagung

Besonderen Dank gilt Christina Scholz für ihre wertvollen Hinweise und Erfahrungen zum Thema Fertigfutter und Probleme bei der Umstellung auf eine naturnahe Ernährung. Ferner möchte ich mich bei Blasius Puchala, Christina Geßner und Angelika Kauz für das Korrekturlesen und ihre Hinweise bedanken.

## **Lizenzbedingungen und Urheberrecht**

Die PDF-Version dieses Artikels (welche unter <http://www.degupedia.de> erhältlich ist) darf in unbearbeiteter und vollständiger Form frei kopiert und weiterverbreitet werden. Für die Verarbeitung, Verwendung für eigene Zwecke dieses Textes oder auch nur Ausschnitten davon gilt das Urheberrecht: eine solche Verwendung ist ohne Einwilligung der Autoren untersagt.

## **Über das Degupedia Magazin**

Das Degupedia Magazin ist eine unregelmässig erscheinende, frei zugängliche Publikation von Degupedia.de. Im Rahmen des Degupedia Magazins sollen qualitativ hochwertige Fachartikel zum Thema Kleinsäuger, Ökologie und Tierernährung veröffentlicht werden.

*Version: 1. Auflage 20. Mai 2008; 2. Auflage 4. Juni 2008*

## Schrifttum

- Aguilar-Ortigoza, C.J. Sosa, V. Aguilar-Ortigoza, M. (2003): Toxic phenols in various Anacardiaceae species. *Economic Botany* 57(3): 354-364.
- Alberts, A. Mullen, P. (2003): *Giftpflanzen in Natur und Garten*. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart.
- Boback, A.W. (1970): *Das Wildkaninchen*. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- Bozinovic, F. Nocoa, F.F. Sabat, P. (1997): Feeding and digesting fiber and tannins by an herbivorous rodent, *Octodon degus* (Rodentia: Caviomorpha). *Comparative Biochemistry and Physiology* 118A: 625-630.
- Bickel-Sandkötter, S. (2003): *Nutzpflanzen und ihre Inhaltsstoffe*. Quelle und Meyer Verlag, Wiebelsheim.
- Cork, S.J. Foley, W.J. (1991): Digestive and metabolic strategies of arboreal mammalian folivores in relation to chemical defenses in temperate and tropical forests. S. 133-166. In: Palo, R.T. Robbins, C.T. *Plant defenses against mammalian herbivory*. CRC Press, Boca Raton (Florida).
- Downs, C.T. McDonald, P.M. Brown, K. Ward, D. (2003): Effects of Acacia condensed tannins on urinary parameters, body mass, and diet choice of an Acacia specialist rodent, *Thallomys nigricauda*. *Journal of Chemical Ecology* 29: 845-858.
- Foley, W.J. McArthur, C. (1994): The effects and costs of allelochemicals for mammalian herbivores: an ecological perspective. S. 370-391. In: Chievers, D.J. Langer, P. *The digestive system in mammals. Food, form and function*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Freeland, W.J. Janzen, D.H. (1974): Strategies in herbivory by mammals: the role of plant secondary compounds. *The American Naturalist* 108: 269-289.
- Frenkel, G. Shaham, Y. Kraicer, P.F. (1972): Establishment of conditions for colony-breeding of the sand-rat *Psammomys obesus*. *Laboratory Animal Science* 22(1): 40-47.
- Fuentes, E.R. Jaksić, F.M. Simonetti, J.A. (1983): European rabbits versus native rodents in Central Chile: effect on shrub seedlings. *Oecologia* 58: 411-414.
- Galende, G.I. Grigera, D. von Thüringen, J. (1998): Composición de la dieta del chinchillón (*Lagidium viscacia*, Chinchillidae) en el Noroeste de la Patagonia. *Mastozoología Neotropical* 5(2): 123-128.
- Giannoni, S.M. Borghi, C.E. Ojeda, R.A. (2000): Feeding behaviour of *Tympanoctomys barrerae*, a rodent specialized in consuming *Atriplex* leaves. *Journal of Arid Environments* 46: 117-121.
- Grimm, H. (2007): *Katzen würden Mäuse kaufen*. Schwarzbuch Tierfutter. Paul Zsolnay Verlag, Wien.
- Hess, H.D. (2003): Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe: antinutritive Faktoren mit Potential als Futterzusätze in der Rindviehfütterung? In: Kreuzer M, Wenk C and Lanzini T. *Gesunde Nutztiere – Heutiger Stellenwert der Futterzusatzstoffe in der Tierernährung*. Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich 24: 89-102.
- Hiller, K. Melzig, M.F. (2003): *Die große Enzyklopädie der Arzneipflanzen und Drogen*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Kenagy, G.J. (1972): Saltbush leaves: excision of the hypersaline tissue by a kangaroo rat. *Science* 178: 1094-1096.
- Kenagy, G.J. Vásquez, R.A. Barnes, B.M. Bozinovic, F. (2004): Microstructure of summer activity bouts of degus in a thermally heterogenous habitat. *Journal of Mammalogy* 85(2): 260-267.
- Kersten, J. Rohde, H.R. Nef, E. 2004. *Mischfutter Herstellung*. Rohware - Prozesse - Technologie. Agrimedia, Bergen/Dumme.

- Langer, P. (2002): The digestive tract and life history of small mammals. *Mammal Review* 32: 107-131.
- Lichtenstein, G. Cassini, M.H. (2001): Behavioural mechanisms underlying food aversion in guinea pigs. *Etología* 9: 29-34.
- Meserve, P.L. (1981): Trophic relationships among small mammals in a Chilean semiarid thorn scrub community. *Journal of Mammalogy* 62: 304-314.
- Ojeda, R.A. Gonnet, J.M. Borghi, C.E. Giannoni, S.M. Campos, C.M. Diaz, G.B. (1996): Ecological observations of the red viscacha rat, *Tympanoctomys barrerae* in desert habitats of Argentina. *Mastrozoología Neotropical* 3(2): 183-191.
- Palgi, N. Vatnick, I. Pinshow, B. (2005): Oxalate, calcium and ash intake and excretion balances in fat sand rats (*Psammomys obesus*) feeding on two different diets. *Comparative Biochemistry and Physiology* 141A: 48-53.
- Pearson, O.P. (1948): Life history of mountain viscachas in Peru. *Journal of Mammalogy* 29(4): 345-374.
- Roth, L. Daunderer, M. Kormann, K. (1994): *Giftpflanzen - Pflanzengifte*. Nikol Verlag, Hamburg.
- Schulze, E.D. Beck, E. Müller-Hohenstein, K. (2002): *Pflanzenökologie*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.