

# Ökologisch saubere Nahrungsprodukte

## Nutztierhaltung ohne Antibiotika. Stattdessen Gewährleistung der Zoopharmakognosie durch Naturzeolith und Montmorillonit

**Prof. Dr. Dr. med. Karl Hecht**

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) postulierte im Jahr 2003 drei Säulen der Prävention zur Erhaltung der menschlichen Gesundheit:

- gesundheitsfördernde Ernährung
- regelmäßige Bewegung
- erholsamer Schlaf

Die Nennung der gesundheitsfördernden Ernährung steht an erster Stelle. Damit wird ihr ein hoher Stellenwert beigemessen.

In diesem Zusammenhang erhebt sich aber die Frage: Kann überhaupt in der gegenwärtigen Zeit, in der die unnatürliche, unphysiologische Massennutztierhaltung mit unreaalem Einsatz von Antibiotika dominiert, eine gesundheitsfördernde Ernährung gewährleistet werden?

In Deutschland überwiegt der Verzehr von Nutztierprodukten: Fleisch, Milchprodukte, Eier. Das geht jedenfalls aus Berichten der letzten Jahre hervor. Es besteht daher aus meiner Sicht ein Interessenkonflikt zwischen der Forderung der WHO nach einer gesunden Ernährung und der unmöglichen Machbarkeit im menschlichen Alltag, wegen der industriellen, der Natur widersprechenden Tierhaltung.

Nachfolgend soll der Versuch unternommen werden, auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse aufzuzeigen, wie diese Kluft zwischen WHO-Empfehlung einer gesunden Ernährung und der bestehenden fehlenden Realisierungsbasis in einem bestimmten Maße geschlossen werden kann. Dazu möchte ich auf folgende diesbezügliche Schwerpunkte eingehen.

### Antibiotikaresistente Keime (Krankheitserreger) in Nutztierprodukten

Verbraucherverbände und zum Beispiel die weltweit größte Tierschutzorganisation PETA berichten fast täglich über Lebensmittelskandale und auch darüber: „Antibiotikaresistente Keime und Antibiotikarreste im Fleisch“. Der Verzehr dieses Fleisches kann Krankheiten verursachen.

### WHO zur Antibiotikaresistenz von Krankheitserregern

Am 29.04.2011 gab die WHO erstmals einen umfassenden Bericht zur weltweiten Antibiotikaresistenz von Krankheitserregern heraus. Demnach hat die

Antibiotikaresistenz von Krankheitserregern solche Ausmaße angenommen, dass gegenwärtig, wie vor der Antibiotika-Ära, simple Infektionen tödlich ausgehen können. In Europa sollen jährlich 25.000 Patienten wegen Antibiotikaresistenz sterben.

Der Generaldirektor für Gesundheitssicherheit der WHO, Keiji Fukuda, gab zu dem WHO-Bericht folgende Stellungnahme an die Medien. Er hob zunächst die Wichtigkeit dieser Medikamentengruppe als Arzneimittel hervor. „Wirksame Antibiotika sind einer der Grundpfeiler, die es ermöglichen, dass wir länger und gesünder leben und von denen die moderne Medizin profitiert.“ Dann warnte er aber eindringlich: „Wenn jetzt nicht schnell und koordiniert gehandelt wird, bewegt sich die Welt in eine postantibiotische Ära, in der gewöhnliche Infektionen und kleine Verletzungen, die für Jahrzehnte behandelbar waren, wieder tödlich sein können.“

Erwähnenswert ist, dass sich der in Schloss Elmau im Juni 2015 tagende G7-Gipfel ebenfalls mit der Antibiotikaresistenz beschäftigte und eine Stellungnahme zu Infektionskrankheiten und den antimikrobiologischen Resistenzen erarbeitet hat. Darin werden Vorschläge zur Bewältigung dieser Probleme unterbreitet [Hacker und Kumm 2015].

Die Hauptursachen für die gefährliche Antibiotikaresistenz von Krankheitserregern sind

- die Übertherapie und unkritische Verordnung dieser Medikamente seitens der Mediziner
- die unbegründete und unsachgemäße Anwendung der Antibiotika in der Massennutztierhaltung und die unnatürliche Massentierhaltung selbst

Nachfolgend soll lediglich auf die letztgenannte Ursache weiter eingegangen werden.

### Verwendung von Antibiotika in der Massennutztierhaltung

Am 10.09.2012 veröffentlichte das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) erstmals Zahlen über die Verwendung von Antibiotika in der Tierhaltung. Demnach sollen 1.734 Tonnen Antibiotika im Jahr 2011 von Pharmaunternehmen und Großhändlern an Nutztierhaltungsunternehmen abgegeben worden sein.

Die Bundesregierung hat als Schlussfolgerung aus diesem Bericht des BVL die Informationspflicht für die Firmen, die Antibiotika anwenden, beschlossen. Dieser Beschluss scheint aber wenig beachtet worden sein. Denn am 31.03.2015 veröffentlichte der Tagesspiegel (Morgenausgabe) eine weitere Aussage der Bundesregierung unter der Überschrift: „Tierhalter werden schärfer überwacht“. „Bundesregierung will den Einsatz der Antibiotika in der Massentierhaltung reduzieren“. Der Bundesagrarminister Christian Schmidt (CSU) stellte dazu fest: „Die Antibiotikagaben sind zu hoch, hier müssen wir gegensteuern“.

Es kann in Folge dessen davon ausgegangen werden, dass sich bezüglich der Anwendung von Antibiotika in der Nutztierhaltung in den letzten drei Jahren wenig bewegt hat. Dagegen wird nach Analysen von Verbraucherorganisationen in kurzen Zeitabständen über Antibiotikaresistenzen, Keime und/oder Antibiotikarreste im Fleisch berichtet. Ein wichtiger Faktor in der Massentierhaltung wird aber gar nicht angesprochen:

### In der Massentierhaltung fehlte die natürliche Selbstmedikation (Selbstprävention) der Tiere durch Geophagie, die als Zoopharmakognosie bezeichnet wird

In der industriellen Massentierhaltung fehlt die lebenswichtige Selbstmedikation (Selbstprävention) der im freien lebenden Nutz- und Wildtiere durch Geophagie (Verzehr von Erden, vor allem von Tonmineralien).

Das Selbstmedikationsverhalten von im Freien lebenden Tieren (z. B. Affen, Papageien) hat der brasilianische Biologe Eraldo Medeiro Costa-Neto umfassend untersucht [Costa-Neto 2012]. Er bezeichnete diese Erscheinung Zoopharmakognosie. Ein wesentlicher Bestandteil der Selbstmedikation der verschiedenen Tierarten ist die Geophagie. Sie soll nach Costa-Neto [2012] bei allen pflanzenfressenden Tieren sehr gut ausgebildet sein und Detoxikationseigenschaften erfüllen. Dabei wurde beobachtet, dass die Tiere mit Erde die sie fressen sehr wählerisch umgehen. Meistens wählen sie Tonarten.

Die animalische Geophagie wurde von zahlreichen Wissenschaftlern bei den verschiedensten Tierarten beschrieben [Hachel 2000; Mahaney et al. 1977, 2003; Klaus et al. 1998; Johns und Duquette 1991; Jones et al. 1985; Wiley et al. 1998]. Diese Tierische Geophagie diente nach Beobachtungen dieser Wissenschaften folgenden gesundheitsfördernden Maßnahmen für die Tiere:

- Mineralienzufuhr
- Detoxikation
- antiparasitären Wirkungen
- Übersäuerungsneutralisierung
- Knochengesundheit (Puffereffekt)
- Stärkung der Immunfunktionen

Es ist Tatsache: Durch Konsumieren von Tonmineralien decken Pflanzen- und Allesfresser ihren Bedarf an Mineralien in der artgemäßen Zusammensetzung und mit den entsprechenden physikalischen Eigenschaften [Bgatova und Novoselov 2000]. Bei Tieren Sibiriens und des fernen Ostens Russlands wurde beobachtet, dass die Tiere vor allem siliziumhaltige Mineralien der Zeolith-Gruppe, z. B. Klinoptilolith, Heulandit, Montmorillonit u. a. sowie tonartige Stoffe und kolloidales Silizium enthaltende Wasser mit milchartigem Aussehen, die sich in Flussbetten oder Bächen und Seen befinden, bevorzugen [Bgatova und Novoselov 2000]. Diese Geophagie wurde bei Wildtieren und bei den sich im Freien befindlichen Haustieren (Kühe, Schafe, Ziegen, Vögel, Hühner, Gänse, Enten) beobachtet. Die am Boden von Gewässern befindliche „Tonmilch“ wird von den Tieren mit den Pfoten aufgerührt, damit im Wasser eine gute Mischung entsteht, und dann getrunken. Besonders intensiv wird die Geophagie in der Brunstzeit von Tieren beider Geschlechter und während der Trächtigkeit und Laktationsperiode von den weiblichen Tieren betrieben [Bgatov 1999; Wiley et al. 1998].

Alle von den Tieren instinktiv aufgenommenen Tonmineralien bzw. Tonmilch wiesen Ionenaustausch- und Sorptionseigenschaften aus. Neben den Silikaten und dem kolloidalen Silizium enthielten sie alkalische (Na, K) und erdalkalische Elemente (Mg, Ca, Ba) sowie verschiedene Spurenelemente. Auch die dem Zeolith eigenen aktiven hydroxylen Gruppen, die sich in den Kristallgittern befinden, spielten in den Stoffwechselprozessen der geophagisierenden Tiere eine Rolle [Bgatova und Novoselov 2000].

Bgatova und Novoselov [1999] berichten, dass Bären das siliziumreiche Zeolithgestein fressen, um den Mineralhaushalt für das Überstehen im sibirischen Winter zu gewährleisten. Wissenschaftliche Untersuchungen ergaben, dass diese Tiere in der Brunstzeit besonders große Mengen Zeolith zu sich nehmen. Demnach sollen ein Bär und eine Bärin bevor sie sich zur Zeugung von Nachwuchs entschließen, mehrere Kilogramm Zeolith zu sich nehmen, um „bärenstarken“ Nachwuchs zu haben. Auch während der Trächtigkeit und Laktation nehmen die weiblichen Tiere große Mengen Zeolith zu sich.

Es erhebt sich die Frage, warum wird in der industriellen Massentierhaltung die Zoopharmakognosie mittels Geophagie nicht berücksichtigt? Die Anwendung der Silikate Naturzeolith und Montmorillonit ist einfach, nutzbringend und unschädlich.

### Kurzbeschreibung der beiden Silikate

Silikate sind sehr stabile Silizium-Sauerstoff-Verbindungen, in die auch sehr stabil andere Elemente, z. B. Aluminium (dritthäufigstes Element auf unserem Planeten), Magnesium, Eisen, Natrium u. a., eingebunden sind. Das einfachste Silikat ist das Siliziumdioxid

(SiO<sub>2</sub>). Für Tiere wichtige Silikate sind Naturzeolith und Montmorillonit (auch unter der Bezeichnung Bentonit und Smektik bekannt).

Es gibt natürlich noch mehr Silikate. Allein über 40 Aluminiumsilikate präsentieren sich als sehr fruchtbare Böden der Erdkruste unseres Planeten: Tone, Lehm, Löss [Hecht und Hecht-Savoley 2005].

### Naturzeolith

Der Naturzeolith ist ein natürliches mikroporöses Gestein vulkanischen Ursprungs, welches in bestimmten Gebirgen vieler Länder vorkommt. Es gibt mehr als 100 verschiedene Zeolitharten. Der Klinoptilolith-Zeolith, der vorwiegend für medizinische und veterinärmedizinische Zwecke verwendet wird, zählt zu den kristallinen Formen. Das Grundskelett des Klinoptilolith-Zeoliths ist ein Kristallgitter welches kalibrierte Hohlräume von 4,0–7,2 Ångström ausweist (1 Ångström = 10<sup>-10</sup> m = 0,1 nm). Das Kristallgitter (Anionenteil) besteht aus Silizium-(SiO<sub>4</sub>)- und Aluminium-(AlO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>Tetraedern. In diesen festen SiO<sub>4</sub>-AlO<sub>4</sub>-Kristallgittern, die netzartig gestaltet sind, befinden sich Kationen wie Kalzium, Magnesium, Natrium, Kalium u. a. im Verbund mit Kristallwasser (nicht freies H<sub>2</sub>O). Bisher sollen in den Naturzeolithen (Klinoptilolith) mindestens 34 Mineralien nachgewiesen worden sein. Der Anteil des SiO<sub>2</sub> beträgt 65–75%.

Die wichtigsten Funktionen des Naturzeoliths sind:

- Selektiver Ionenaustausch, wodurch dem menschlichen Körper nur die und so viel Mineralien zugeführt werden, wie er sie für die systemische Regulation benötigt. Andererseits werden Schadstoffe aus dem Körper entfernt.
- Adsorption, d. h. Bindung von Stoffen, z. B. Toxinen (Giften), die damit unschädlich gemacht werden. Beide Funktionen wirken untrennbar zusammen.
- Zufuhr von kolloidalem Siliziumdioxid

Die in zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten nachgewiesenen positiven Präventions- und Therapieeffekte des Klinoptilolith-Zeoliths lassen sich durch folgende Funktionseigenschaften erklären.

- Detoxikation (Entgiftung) durch Ionenaustausch und Adsorption
- Zufuhr notwendiger Mineralien und Regelung des Mineralstoffwechsels
- Sicherung des Elektrolythaushalts und der bioelektrischen Aktivität durch Ionenaustausch
- Beseitigung freier Radikale /Antioxidantienwirkung
- Stärkung des Immunsystems

- Radioprotektive Wirkungen (Bindung von Radionucliden)

### Wirkfunktionen des Naturzeoliths im menschlichen Körper

Naturzeolith

- dient der Steuerung und Aktivierung der Selbstregulations- und Selbstheilungsprozesse
- schwächt die unerwünschten Nebenwirkungen klassischer Pharmaka ab (Chemotherapeutika, Antibiotika)
- ist bester Adsorbent zur Bindung von Schwermetallen, Ammoniak, Dioxin u. a.
- aktiviert das körpereigene Abwehrsystem
- ist ein aktiver Regulator der Verdauungsfunktionen
- bietet Schutz vor der Entwicklung von überschüssigen freien Radikalen
- bindet Radionuklide von Atomreaktorstrahlen
- gewährleistet das Säure-Basen-Gleichgewicht im menschlichen Körper
- führt zum Ausgleich des Elektrolyt-Mineralstoffwechsels

### Montmorillonit/Bentonit

Bentonit ist eine weiße bzw. grauweiße Tonart mit einem hohen Gehalt an Mineralien. Die Bezeichnung erhielt diese Tonart nach dem Fundort: Fort Benton, Montana, USA. Bentonit ist ein infolge „Verwitterung“ aus siliziumhaltigem vulkanischem Tuff, durch Kieselbakterien, Flechten und Pilzen entstandenes „Schichtsilikat“, dessen Hauptanteil Montmorillonit ist. Montmorillonit wurde nach der französischen Stadt Montmorillon (Vienne) bezeichnet, die auch als Fundort gilt. Reiner Montmorillonit hat ebenfalls eine grauweiße Farbe und wird auch als Schichtsilikat charakterisiert, ebenfalls mit einem Anionenanteil von SiO<sub>4</sub>- und Aluminium-(AlO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>Tetraedern. Das Verhältnis von Silizium zum Aluminium ist im Naturzeolith und Montmorillonit gewöhnlich 3:1 bis 8:1.

### Wann sagt man Bentonit, wann Montmorillonit?

Bentonit und Montmorillonit (auch als Smektik bezeichnet) kommen gewöhnlich als ein Gemisch mit unterschiedlichen Anteilen beider Silikate vor.

International hat man sich derzeit so geeinigt, dass jene Schichttonart als Bentonit bezeichnet wird, deren Anteil von Montmorillonit < 50% beträgt. Ist Montmorillonit mit > 50% enthalten, ist die Bezeichnung Montmorillonit obligatorisch.

Der Montmorillonit hat einen SiO<sub>2</sub>-Anteil von 65–70%. Der Tuffsteincharakter von Naturzeolith und Montmorillonit weist annähernd ähnliche Wirkungen beider Silikate aus.

Wesentliche Eigenschaften des Montmorillonits, die für seine regulative und heilende Wirkung für den Menschen von Bedeutung sind

- **Selektiver Ionenaustausch**

Der selektive Ionenaustausch erfolgt über die in den Zwischenräumen des Schichtsilikats eingelagerten Kationen. Diese können, wenn der Montmorillonit in den Darm gelangt, gegen Schadstoffe ausgetauscht werden.

NH<sub>4</sub> (Ammoniak), Blei (Pb), Caesium (Cs), Strontium (Sr), Quecksilber (Hg) und andere Giftstoffe, die sich im menschlichen Körper befinden, haben eine große Affinität (Anziehungskraft) zu den Schichten des Silikats und werden angezogen, dort aufgenommen und gebunden (Adsorption). In den freigewordenen Rezeptoren im Körper können nun die Kationen wie Magnesium (Mg), Kalium (K), Natrium (Na), Eisen (Fe), Zink (Zn) u. a. aufgenommen und wirksam werden.

- **Adsorption**

Mittels der Adsorption kann der Montmorillonit Schadstoffe, die aus den Zellen und dem Bindegewebe ausgeleitet worden sind, binden und neutralisieren. Adsorption wird abgeleitet von adsorbere, lateinisch an sich binden. Die Makro- und Mikroporen des Montmorillonits haben eine hohe spezifische Oberfläche. 1 Gramm Montmorillonit kann eine spezifische Oberfläche von 700–800 m<sup>2</sup> entfalten und somit große Mengen Gift- und Schadstoffe binden und neutralisieren, wenn er sich im menschlichen Körper befindet. Gewöhnlich sind Adsorption und Ionenaustausch sowohl bei der Montmorillonitwirkung als auch beim Naturzeolith funktionell gekoppelt. Montmorillonit kann aber nicht nur die durch Ionenaustausch aus dem Bindegewebe und den Zellen ausgeführten Schad- und Giftstoffe binden, sondern auch jene, die sich im Darm befinden. Das gilt auch für bestimmte Bakterien, Pilze und Viren

### Wesentliche Wirkungen des Montmorillonits

Seit mehreren Jahrzehnten hat Montmorillonit folgende Anwendungen in der Medizin und Veterinärmedizin erfahren:

- als pharmazeutischer Hilfsstoff
- zur Entgiftung und Ausleitung von Schadstoffen (Detoxikation)
- zur Ausleitung und Bindung von Radionukliden (Radioprotektion)
- zur Behandlung von Störungen des Verdauungssystems, vor allem bei Durchfällen

### Schutz der Schleimhäute des Verdauungssystems

Bei peroraler (durch den Mund erfolgter) Verabreichung wird die Schleimhaut von Magen und Darm mit einem dünnen Montmorillonitgel-Schutzfilm belegt, wodurch die Wirkung gegenüber Noxen (krankheitserregenden Faktoren) herabgesetzt und die Nervenendigungen des Magens und Darms ruhiggestellt werden. Auf diese Weise wird auch die Wirkung von Säuren, die zu Entzündungen im Darm führen können, erheblich vermindert [Vankov und Petkova 1980; Slanina 1974]. Zahlreiche Wissenschaftler erklären diesen Schleimhautschutz mit einer durch Montmorillonit bewirkten Modifikation der Glycoproteinsynthese der Magen- und Darmschleimhaut [Meyer-Jonas 1966; Fioramonti et al. 1988]. Das ist eine einzigartige Schonwirkung im Darm [Schwarz et al. 1989].

Wie wirkt Montmorillonit gegen krankmachende Bakterien?

Die prophylaktische Wirkung des Montmorillonits gegenüber Infektionen im Magen-Darm-Trakt ist bekannt. Hierfür gibt es einige Erklärungsmodelle:

- Bindung pathogener (krankmachender) Bakterien an das Montmorillonit
- Eingreifen des Montmorillonits in die Populationsdynamik der Bakterien

Es konnte nachgewiesen werden, dass Montmorillonit selektiv verschiedene Bakterienpopulationen beeinflussen kann. PH-Wert und Nährstoffverfügbarkeit der Bakterien spielen dabei eine Rolle [Schwarz et al. 1989].

Haydel et al. [2008] konnten mit in-vitro-Untersuchungen nachweisen, dass mit Tonmineralien (Montmorillonit) ein breites Spektrum von antibiotikaresistenten Bakterien unschädlich gemacht werden konnte. Diese spezifische, antibakterielle Wirkung der siliziumhaltigen Tonmineralien ist beachtenswert.

Naturzeolith und Montmorillonit haben keine toxischen und unerwünschten Nebenwirkungen. Außerdem sind sie umweltfreundlich.

Weitere Informationen über Naturzeolith und Montmorillonit sind unseren Büchern Hecht und Hecht-Savoley: Naturmineralien [2005] und Hecht und Hecht-Savoley: Klinoptilolith-Zeolith Siliziummineralien zu entnehmen.

### Nutztieren der industriellen Massenhaltung ist unbedingt die Zoopharmakognosie durch Geophagie zu gewährleisten

Die zur natürlichen Lebenserhaltung der im freien lebenden Wild- und Nutztiere gehörende Selbstmedikation (Zoopharmakognosie) [Costa-Neto 2012] durch Geophagie wird den Tieren der industriellen Haltung völlig entzogen. Sie müssen die Aufnahme von Erden,

vor allem die Siliziumdioxid enthaltenden Tonmineralien entbehren. Infolge dessen erfolgt eine erhebliche Reduzierung ihres Gesundheitszustands, den man vergebens versucht mit hohen Dosierungen von Antibiotika herzustellen. Für den Verbraucher bedeutet das minderwertige Produkte, denen wichtige Nährstoffe fehlen. Gleichzeitig besteht die Gefahr, mit antibiotikaresistenten Erregern befallen zu werden.

An nachfolgenden Beispielen von Studienergebnissen über die Anwendung von Naturzeolith und/oder Montmorillonit/Bentonit bei verschiedenen Nutztierarten wird bewiesen, dass die genannten Silikate in der industriellen Tierhaltung deren Gesundheitszustand und Leistungsfähigkeit fördern könnten. Inzwischen liegen so erdrückend viele Studienergebnisse vor, die jeden Nutztierhalter veranlassen müssten, Naturzeolith und Montmorillonit einzusetzen und auf Antibiotika zu verzichten.

Es ist aber erstaunlich und auch unverständlich, dass noch kein Agrarminister oder EU-Experte sich für die Effektivität dieser Silikate in der Tierhaltung interessiert hat. Ich trage die Hoffnung, dass dieser Artikel dazu Anregung geben wird.

Bevor ich die Studienergebnisse beschreibe, möchte ich eine mir vor 15 Jahren persönlich übermittelte Information des kroatischen Naturzeolith-Produzenten Tihomir Lelas (Zagreb) zu diesem Thema wiedergeben.

Beschwerden von Anwohnern einer großen Schweinemasterei über die Geruchsbelästigung veranlassten den Schweinemäster T. Lelas die Lieferung von Naturzeolith, der bekanntlich Ammoniak bindet und die Geruchsbelästigung beseitigen kann, zu beauftragen. Als T. Lelas den Zeolith direkt in die Schweineställe ablud, stürzten sich die Schweine auf den Zeolith und fraßen diesen mit Hast. Diese Beobachtung veranlasste Schweinemäster und T. Lelas zu der Überlegung, dass die Tiere den Naturzeolith unbedingt benötigen. In der Folgezeit wurde den Tieren regelmäßig Zeolith als Beifutter gegeben. Das führte in kurzer Zeit zu einer erheblichen Verbesserung des Gesundheitszustands der Tiere und zu einer Reduzierung der Ferkelsterblichkeit.

### Beispiele von Studienergebnissen zur effektiven Anwendung von Naturzeolith und Montmorillonit/Bentonit in der Haltung verschiedener Nutztiere

Aus der Fülle der vorliegenden Studien zur effektiven Applikation der beiden Silikate in der Nutztierhaltung werden nachfolgend einige, zufällig herausgegriffene wissenschaftliche Studienergebnisse als Beispiele kurz beschrieben. Diese Beispiele beziehen sich auf Schweine, Rinder, Schafe und Geflügel.

Die Ergebnissaussagen der angeführten Beispiele fußen auf sogenannten harten Daten (Laborbefunde,

Blut- und Gewebeanalysen, Strukturmessungen und Gewichtskontrollen) sowie auf Verhaltensbeobachtungen. Es handelt sich um Langzeitanwendungen der Silikate, die sich von Wochen bis Monate erstrecken. In allen angeführten Untersuchungen lief parallel mindestens eine Kontrollgruppe häufig waren es zwei bis drei.

Die Dosierungen der Silikate sind unterschiedlich. Sie erstrecken sich von 0,1 % bis 3 % Anteil am Gesamtfutter. Teilweise wurden Dosierungsvergleiche in einer Untersuchung angestellt. Die pulverisierten Silikate wurden entweder dem angefeuchteten Futter beige-mischt oder als Getränk verabreicht.

### Schweine

#### Zuchtsauen

Zuchtsauen, denen langfristig eines der beiden Silikate appliziert worden ist, zeigten gegenüber den Kontrollen

- einen verbesserte Gesundheitszustand
- größere Ferkelwürfe, geringere Ferkelsterblichkeit, bessere Knochenstrukturen, geringere (oder keine) Aggressivität anderen Tieren gegenüber sowie normale Mineral-, Vitamin- und immunologische Parameterdaten [Kyriakis et al. 2002; Papaioanon et al. 2002; Ma et al. 1984; Cheshmedzie et al. 1985].

Im Blut und Körpergewebe dieser Tiere wurden die Konzentrationen der Vitamine A und E, der Mineralien Kalium, Natrium, Phosphor, Calcium, Magnesium, Kupfer und Zink sowie von immunologischen Parametern bestimmt. Desweiteren erfolgte laufende Gewichtskontrolle der Sauen und dann auch der Ferkel. Die Zahl der Ferkel pro Wurf war gegenüber den Kontrollen erhöht [Kyriakis et al. 2002; Kyriakis et al. 2002].

#### Mastschweine

Nach täglicher Applikation von Naturzeolith oder Bentonit wurde gegenüber den Kontrollen ein verbesserter Gesundheitszustand, verminderte Aggressivität, beschleunigtes Wachstum (Gewichtszunahme), verbesserte Mineralienkonzentration im Blut und Gewebe, hochwertige Eiweißzusammensetzung und damit eine höhere Qualität des Fleisches festgestellt [Coffey et al. 1989; Shurson et al. 1989; Ward et al. 1991; Pond et al. 1988].

Bei diesen Tieren erfolgte eine kontinuierliche Gewichtskontrolle bis zur Schlachtreife. Der Gesundheitszustand der Tiere wurde an verschiedenen Gewebe- und Blutparametern (Mineralien, Vitamine u. a.) sowie am Verhalten der Tiere nachgewiesen.

Pond et al. [1983] berichten, dass sie mittels Naturzeolithapplikationen die durch Cadmium (aus der Umwelt) induzierte Anämie der Tiere beseitigen und in Folge

dessen einen besseren Gesundheitszustand der Tiere mit einer schnelleren Gewichtszunahme gegenüber den Kontrollen nachweisen konnten.

Lindemann et al. [1993] sowie Thieu et al. [2009] stellen bei Mastschweinen und Aufzuchtferkeln nach täglicher Applikation von Naturzeolith oder Bentonit ein verbessertes Wachstum (Gewichtszunahme) nach Beseitigung der Aflatoxine bei den Tieren, an analogen Parametern, wie zuvor beschrieben, feststellen

### Rinder

Die Studien, die im Bereich der Rinderhaltung und Rinderzucht die Wirkung der Langzeitanwendung von Naturzeolith und Montmorillonit/Bentonit reflektieren, beziehen sich auf die

- Milchproduktion
- Aufzucht von Kälbern
- Rindermast und
- Therapie von Erkrankungen

Aus der Fülle der vorliegenden Studien wurden einige wissenschaftliche Arbeiten nach dem Zufallsprinzip herausgegriffen, um sie in engem Rahmen dieses Artikels als Beispiele kurz zu beschreiben.

Naturzeolith oder Montmorillonit/Bentonit werden größtenteils in Dosen von 1,25–2,5% Anteil der gesamten Futtermenge appliziert. In manchen Fällen wurden in einer Studie höhere Dosen verwendet. Gewöhnlich hatte die höhere Dosierung bessere Effekte.

Die pulverisierten Silikate wurden dem feuchten Futter beigemischt oder als Getränk in Form einer Suspension verabreicht.

### Milchproduktion

Die Langzeitanwendung der Silikate bewirkte im Vergleich zu den Kontrollen (ohne Silikate) eine

- Erhöhung der Milchproduktion (Menge)
  - Verbesserung der Qualität der Milch (Proteingehalt, Fettgehalt, Mineralgehalt)
  - starke Reduzierung von Erkrankungen, vor allem solche des Verdauungssystems
- [Dschaak et al. 2010; Homken et al. 1984; Bosi et al. 2002; Garcia Lopez et al. 1992; Roussel et al. 1992; Lopez et al. 1992; Lemerle et al. 1984; Rindsig et al. 1969]

Zur Verifizierung dieser Effekte wurden chemische Analysen der Milch, Mengenumessungen und Laktationsdauer bestimmt. Zur Charakterisierung des Gesundheitszustand der Milchkühe wurden klinische Laboruntersuchungen des Bluts und Gewebes der Tiere, Temperaturmessungen und Kontrollen des Körpergewichts, Erkrankungshäufigkeit und Verhaltensbeobachtungen verwendet.

### Kälberaufzucht

Nach Applikation der Silikate zeigten die Kälber gegenüber den Kontrollen eine schnellere Zunahme des Körpergewichts, eine geringere Erkrankungshäufigkeit und ein früheres Beenden der Saugperiode [Mohini et al. 1999; Losada et al. 1976].

### Masttiere (Bullen)

Nach täglicher Applikation der Silikate zeigte sich gegenüber den Kontrollen ein verbesserter Gesundheitszustand, besserer Mineralstatus, eine schnellere Gewichtszunahme und hochwertigere Eiweißzusammensetzung des Fleisches [Berthiaume et al. 2007; Eng et al. 2006; Sherwood et al. 2006].

### Anwendung von Naturzeolith und Bentonit/Montmorillonit in der Prävention und Therapie in der Rinderhaltung

Die beiden Silikate wurden sowohl in der Prävention als auch in der Therapie von Rindern verwendet. Dazu sollen einige Beispiele angeführt werden:

- Prävention und Therapie der bei der Therapie der Diarrhoe bei Kälbern [Vrzgula und Kuhm 1986; Karatzia et al. 2010]
- Therapie von Ketosen der Milchkühe [Katsonlos et al. 2006a]
- Therapie von Paresen der Kühe [Katsoulos et al. 2006b]
- Mineralstatus zur Kontrolle des Gesundheitszustands [Katsoulos et al. 2005; Račikov 1999]
- zur Förderung der Antikörperbildung [Karatzia 2010]

### Schafe

Es liegen einige Studien, vor allem aus Australien, vor, welche die Effektivität der Anwendung von Naturzeolith [Pond et al. 1984, 1989] und von Bentonit [Fenn und Leng 1989; Round 2000; Murray et al. 1990; Walzel et al. 1998] in der Schafhaltung belegen. In diesen Arbeiten wird über die Verbesserung des Wachstums (ausgewiesen an den Lebendgewichten) und über die Erhöhung der Wollproduktion berichtet.

### Geflügel/Hühner

Der größte Teil der uns vorliegenden Studien zum Einfluss von Naturzeolith und Bentonit sowie anderen Tonmineralien wird den Hühnern gewidmet und zwar mit den Schwerpunkten Legeleistung/Eierqualität [Ali et al. 1994; Ambula et al. 2003; Bhatti und Sahota 1998; Olver 1989; Vogt 1992] und Aufzucht von Masthähnchen (Broiler) [Harvey et al. 1993; Cabanero et al. 2005; Prvulovic et al. 2008; Shi et al. 2005; Lon-Wo et al. 1991; Manafi et al. 2009; Miazzo et al. 2005; Nikolakakis et al. 2013; Bailey et al. 2006].

Aus dieser großen Anzahl von Studien geht hervor, dass mittels Applikation beider Silikate die Legeleis-

tung der Hennen gegenüber den Kontrollen gesteigert wird und dass deren Eier eine höhere Qualität ausweisen als die Kontrolltiere. Mit der Silikatapplikation an die Hennen wurden auch Schwermetalle und Aflatoxine adsorbiert (beseitigt).

Die Tiere der Masthähnchenzucht, die Naturzeolith und Bentonit oder andere Tonminerale erhielten, zeigten gegenüber den Kontrollen (ohne Silikat) einen geringeren Verlust durch Sterblichkeit, schnelleres Wachstum (Gewichtszunahme), bessere Knochenbildung und eine bessere Eiweißbildungsqualität.

Diese Ergebnisse stimmen mit denen der USA-Silizium-Forscherin Edith Muriel Carlisle [1986] überein, die aufgrund ihrer Forschungsergebnisse postulierte: „Ohne Silizium ist kein Wachstum möglich und nachweis, dass  $\text{SiO}_2$  in der Eiweißsynthese einbezogen wird.

Während den großen Nutztieren die Silikate mehr in Pulverform verabreicht wurden, erhielten die Hühner vorwiegend Körner dieser Silikate mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 4 mm. Damit wird der natürliche Pickfunktion der Hühner entsprochen.

Auch in den Masthähnchenaufzucht-Studien wird über die Neutralisierung (Beseitigung) von Schwermetallen und Aflatoxinen berichtet.

### Naturzeolith und Bentonit gegen Aflatoxine

Aflatoxine sind Pilzgifte (Mykotoxine). Sie wurden erstmals im Schimmelpilz nachgewiesen. Dieser hat die wissenschaftliche Bezeichnung *Aspergillus flavus*. Aus dieser Bezeichnung wurde die Abkürzung A-fla gebildet. Aflatoxine (Mykotoxine) kommen in verschiedenen Pilzarten vor.

In den letzten Jahren wurden Aflatoxine in Futtermitteln, Getreide, Mais, Heu und Stroh nachgewiesen. Öffentlich wurde 2013 ein Aflatoxinskandal: Serbischer Mais war Aflatoxinbelastet [Pressemitteilung 2013]. Aflatoxine haben hepatotoxische (lebervergiftende) Wirkungen und verursachen eine Leberdystrophie. Dieser Toxineffekt kann schon bei Zufuhr von geringen Dosen auftreten. Auch karzinogene Wirkungen wurden bei den Aflatoxinen festgestellt. Vor allem aber wird das Immunsystem von Aflatoxinen geschwächt. Schimmelpilze können sich sehr schnell vermehren. Nutztiere leiden bei aflatoxinbelasteter Futterzufuhr: Reduktion der erreichten Körpergewichtszunahme, reduzierter Knochenaufbau, Durchfall sowie Leber- und Nierenschäden. Dieser Erscheinungen können bei allen Nutztieren, z. B. bei Schweinen, Rindern, Schafen und Geflügel, auftreten.

In der Tierhaltung ist diese Gefahr schon seit langem bekannt. Deswegen wurde Bentonit [Maignan et al. 1971; Salmon 1985; Tavenera et al. 1984] oder Naturzeolith [Philips et al. 1988; Thompson und Newton 1994] schon vor mehr als 35 Jahren zur Prävention und Therapie angesetzt.

In zahlreichen Studien wurde nachgewiesen, dass Aluminiumsilikate, vor allem Bentonit/Montmorillonit, die Aflatoxine adsorbieren (unschädlich machen) können. Das zeigen folgende Beispielstudien:

- bei Kühen in der Milchproduktion: Thompson et al. 1994; Veldman 1992
- bei Schweinen: Shi et al. 2005, 2007; Schell et al. 1993
- in der Hühneraufzucht: Santurio et al. 1999; Southern et al. 1994; Srebocan et al. 1988; Fauqir et al. 2000; Pasha et al. 2006; Eraslan et al. 2005; Chaturvedi 2004

Diese zahlreichen Studien geben Anlass, dass den Aflatoxinen in der Fleisch- und Milchproduktion mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

In diesem Zusammenhang ist noch zu erwähnen, dass Aflatoxine nicht selten auch in älteren Erdnüssen, Wallnüssen und Haselnüssen nachgewiesen worden sind [Cusomano et al. 1996; Barell 2005].

### Radioprotektive Wirkung von Naturzeolith und Montmorillonit/Bentonit nutzen

Spätestens seit der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl 1986 ist bekannt, dass die beiden Silikate Naturzeolith und Montmorillonit Radionuclide binden können. In Tschernobyl wurden zirka 500.000 Tonnen Naturzeolith zur Schadenbegrenzung eingesetzt [Malsy und Döblin 2004; Armbruster 2001]. Vielen ist das Ereignis heute nicht bekannt oder es wurde vergessen.

Leider sind die Folgen dieser Katastrophe noch immer gegenwärtig. Die Radionuclidwolke hatte damals auch vor allem Süddeutschland und Mitteldeutschland erreicht und Wälder und Felder verseucht. Zwei Pressemitteilungen aus dem Jahr 2014 haben manchen deutschen Bürger aufgeschreckt.

„Viele Wildschweine in Thüringens Wäldern sind mit radioaktivem Cäsium belastet – eine Spätfolge des Reaktorunfalls in Tschernobyl vor 28 Jahren. Wer Wild liebt, sollte also nicht unbedingt auf Wildschwein zurückgreifen – die Tiere sind besonders stark belastet. 28 Jahre nach dem Atomunfall von Tschernobyl sind in Thüringen etliche Wildschweine noch immer so sehr verstrahlt, dass ihr Fleisch nicht verkauft werden darf. Voriges Jahr wurden laut Gesundheitsministerium 586 erlegte Tiere untersucht und bei fast jedem zehnten der Grenzwert von 600 Becquerel pro Kilogramm überschritten. Ein Ende des Problems sei nicht abzusehen, da sich die Cäsium-Belastung nur alle 30 Jahre halbiere, sagte die Leiterin des Referats für Lebensmittelüberwachung, Karin Schindler, der Nachrichtenagentur dpa.“

„... Untersuchungen werden aber nicht alle geschossenen Wildschweine. Vielmehr gibt es ein abgestuftes System mit Schwerpunktgebieten, in denen alle Tiere

getestet werden müssen, Jagdbezirken, in denen nur Stichproben von jedem fünften Tier untersucht werden und den übrigen Landesteilen mit noch kleineren Stichproben, erläuterte Schindler.“ [dpa/Patrick Pleul: „Achtung, radioaktives Wildschwein! In Thüringen sind viele der Tiere radioaktiv belastet“. *Gesundheit - Focus Online - Nachrichten*, 16.08.2014]

Am 20.11.2014 veröffentlicht das Umweltinstitut München e. V. (Newsletter) erschreckende Daten über gemessene radionuclidkontaminierte Waldfrüchte und Wildschweine in Bayern. Die Ergebnisse sind in Landkarten von Bayern übersichtlich dargestellt. Nachgewiesen wurde radioaktives Cäsium 137, welches mit höchster wahrscheinlicher Sicherheit dem Super-GAU des Reaktors des AKW Tschernobyl aus dem Jahr 1986 entstammt. Man kann davon ausgehen, dass Menschen, die diese Waldfrüchte und/oder Wildschweinbraten verspeisen, sich der Gefahr niedrig dosierter radioaktiver Schäden (stochastische radioaktive Effekte) aussetzen. Das heißt, die Folgen geringer Mengen mit der Nahrung aufgenommenen Cäsiums könnten sich erst nach Jahren oder Jahrzehnten in Form von Krebserkrankungen zeigen [Pflugbeil et al. 2011].

Diese Daten wurden von engagierten Bürgern zusammengestellt. Dabei handelt es sich um eigene Messungen dieser Bürger oder von bayrischen Jägern gemessene Daten, die diese der Bürgerinitiative zur Verfügung gestellt haben.

Es ist lobenswert, dass beherzte Bürger und Jäger die schlimmen Folgen der Tschernobylkatastrophe (wenn auch noch nicht flächendeckend) überzeugend darstellen. Eigentlich hätten derartige Messungen von staatlichen Umweltbehörden durchgeführt werden müssen. Wie das Münchener Umweltinstitut mitteilte, hat das bayrische Umweltministerium es abgelehnt, diese Daten zu veröffentlichen.

Inwieweit zum Beispiel Weiden oder Ackerland noch mit Radionucliden verseucht sind, wurde niemals geprüft.

Der Einsatz der genannten Silikate in der Nutztierhaltung bietet auf jeden Fall einen großen Schutz gegen „strahlende“ Nahrungsprodukte. Das zeigen die Erfahrungen von Tschernobyl und u. a. die Arbeiten von Mima [1970], Vogt [1993], Unworth et al. [1989] und Ahman [1996].

Eine Anmerkung: Im Sommer 2015 warnt das russische Fernsehen vor „strahlenden Waldfrüchten“. Selbst erlebte ich in Russland, wie auf Basaren Waldfrüchte mit strahlennachweisenden Geräten überprüft wurden.

### Schlussbemerkung

Die dargelegten Studienergebnisse zeigen, dass mittels Naturzeolith und Montmorillonit/Bentonit ökologisch reine Nutztierprodukte erzeugt werden können.

Die Erkenntnisse der Anwendung dieser Silikate in der Nutztierhaltung und die mögliche Kontaminierung der Nutztierhaltung mit umweltinduzierten Schadstoffen und Radionucliden war für die Russische Föderation Anlass, ein Pilotprojekt mit dem Titel „Schadstoff- und radionuclidfreie, mineralreiche natürliche Tierprodukte“ [Yanikov 1998] durchzuführen. An diesem Pilotprojekt beteiligten sich folgende staatliche Institute in Form von Teilpilotprojekten:

- Landwirtschaftliche Staatsakademie des Ministeriums für Landwirtschaft und Lebensmittel der Russischen Föderation, Bryansk
- Ostsibirische technologische Staatsuniversität Ulan-Ude des Bildungsministeriums der Russischen Föderation
- Wissenschaftliches allrussisches Forschungsinstitut für Physiologie, Biochemie und Ernährung des landwirtschaftlichen Viehs, Dubrowizy
- Allrussisches wissenschaftliches Forschungsinstitut für Pferdezucht, Diwowa, Rjasanskaya Gebiet
- Moskauer Staatsakademie „K. I. Skryabin“ für Veterinärmedizin und Biotechnologien, Dubrowizy, Moskauer Gebiet
- Fernöstliche staatliche Agraruniversität Krasnojarsk
- Russische Akademie der landwirtschaftlichen Wissenschaften, Wissenschaftliche Produktionsvereinigung „Niwa Tatarstona“, Kasan

Uns liegen die Ergebnisse der Teilprojekte aus diesen Institutionen zu folgenden Themen vor:

- Veränderung des Gehalts der Spurenelemente und Ausföhrung der Radionuklide aus Organen und Gewebe der Rinderjungtiere bei Verfütterung von Zeolithergänzungen [Račikov 1999]
- Entwicklung der Futterergänzung auf Grundlage von Zeolithen und Bewertung ihrer immunomodulierenden Aktivität [Bildujeva 2001]
- Einfluss von Zeolith-Tuff aus dem Sikeyewer Vorkommen des Kalushskaya Gebiet auf Verdauungsprozesse des Magen-Darm-Trakts bei Mastjungbullen [Bogoljubova 2001]
- Einfluss von Propolis, Zeolithen, Biotrin, Bifidumbakterien und deren Kompositionsformen auf Immunstatus und Produktivität der Stuten der baschkirischen Rasse [Shagivaleyev 2001]
- Effektivität der Anwendung der bilanzierenden Ergänzungen mit Zeolith und Karbamid beim Mästen des Rindjungviehs [Gamsajev 2001]
- Ökologische Aspekte der Anwendung der Naturzeolithe des Wanginer Vorkommens in der Viehzucht [Moshshewikin 2000]

- Wissenschaftliche Begründung und Perspektiven der Anwendung der Zeolith enthaltenden Nahrungsergänzungen in der Viehzucht [Yakimov 1998]

Um eine reale gesunde Ernährung zu gewährleisten, wäre es wünschenswert, dass die Agrarminister der europäischen Länder derartige Projekte initiieren und realisieren würden.

Unter den gegenwärtigen Bedingungen der industriellen Massennutztierhaltung mit Antibiotikaeinsatz und ohne Berücksichtigung der natürlichen Zoopharmakognosie mittels Geophagie fehlt die Grundlage für eine gesunde Ernährung, wie sie seitens der WHO gewünscht wird.

Dieser Mangel kann durch Fütterung von Naturzeolith und/oder Bentonit/Montmorillonit reduziert werden. In diesem Fall kann mit einer höheren Qualität der Tierprodukte aufgewartet werden.

Keinesfalls aber ist die Fütterung der Tiere in der Massenhaltung mit Naturzeolith und/oder Montmorillonit/Bentonit ein Alibi für das Weiterbestehen dieser Unnatürlichkeit. Diese wäre ein erster wichtiger Schritt, bessere Produkte zu erhalten und den Antibiotikaeinsatz zu beseitigen. Ideale Produkte, die eine gesunde Ernährung gewährleisten, bietet die natürliche Tierhaltung plus Zugabe von Naturzeolith und/oder Montmorillonit/Bentonit.

Wissenschaftliche Gutachten bestätigen, dass die beiden Silikate nicht toxisch sind und unbedenklich verabreicht werden können.

Für Bentonit bestätigt ein wissenschaftliches „Gutachten der EFSA (European Food Safety Authority [2012]) über die Sicherheit der Wirksamkeit von Bentonit als technologischer Futterzusatzstoff für alle Tierarten“ die Unbedenklichkeit bezüglich der Fütterung der Tiere mit Bentonit.

Für Naturzeolith bestätigt ein wissenschaftliches „Gutachten der EFSA [2013] über die Sicherheit und Effektivität des Klinoptilolith-Zeolith natürlicher Herkunft für alle Tierarten“ die Unbedenklichkeit der Verfütterung. Die gleiche Sicherheitsbestätigung für Klinoptilolith-Zeolith (E568) erfolgt im Final Report für Nahrung der Experten Group for Technical Advice on Organic Production EGTOP [2011] sowie durch die „Commission Implementing Regulation der EU vom 13.07.2013.

Prof. em. Prof. Dr. med. habil. Karl Hecht  
Müggelschloßchenweg 50  
12559 Berlin-Köpenick | Deutschland  
T +49 (0)30.67489325  
F +49 (0)30.67489323  
hechtka@googlemail.com

#### Literatur

- Abdel-Wahhab, M. A.; S. A. Nada; I. M. Farag; N. F. Abbas; H. A. Amra (1998): Potential protective effect of HSCAS and bentonite against dietary aflatoxicosis in rat: with special reference to chromosomal aberrations. *Nat Toxins* 6, Iss 5, S. 211–218
- Ahman, B. (1996): Effects of bentonite and ammonium-ferrit(III) hexacyanoferrate(III) on uptake and elimination of radiocaesium in reindeer. *J. of Environmental Radioactivity* 31, S. 29–50
- Ali, S.; M. S. Chaudhry; M. S. Anjum; S. Ali; M. Y. Baig (1994): Study on the effect of sodium bentonite on the performance of commercial layers. *Pakistan Journal of Science* 46, S. 134–136
- Ali, S.; A. H. K. Niazi; T. Kausar; M. Hassan (1996): Effect of bentonite on the performance of broiler chicks. *Science International* 8, S. 159–160
- Ambula, M. K.; G. W. Oduho; J. K. Tuitoek (2003): Effects of high-tannin sorghum and bentonite on the performance of laying hens. *Tropical animal health and production* 35, S. 285–292
- Andersson, I.; J. Haekansson; K. Anner (1990): Transfer of cesium-137 from grain to muscle and internal organs of growing finishing pigs, and the effect of feeding bentonite. *Swedish Journal of Agricultural Research* 20, S. 43–48
- Armbruster, T. (2001): *Clinoptilolite-heulandite: applications and basic research. Studies in Surface Science and Catalysis 135. Zeolites and Mesoporous Materials at the Dawn of the 21st Century.* A. Galarnau, F. Di Renzo, F. Faujula, J. Veddrine (Editors), S. 135ff
- Bailey, C. A.; G. W. Latimer; A. C. Barr; W. L. Wigle; A. U. Haq; J. E. Balthrop; L. F. Kubena (2006): Efficacy of montmorillonite clay (NovaSil PLUS) for protecting full-term broilers from Aflatoxicosis. *Journal of Applied Poultry Research* 15, S. 198–206
- Berthiaume, R.; M. Ivan; C. Lafreniere (2007): Effects of sodium bentonite supplements on growth performance of feedlot steers fed direct-cut or wilted grass silage based diets. *Canadian Journal of Animal Science* 87, S. 631–638
- Bgatov, V. I. (1999): *Naturminerale im Leben der Menschen und der Tiere. Proceedings der wissenschaftlich-praktischen Konferenz „Mineralien im Dienste der Gesundheit des Menschen“*, Ekor, Novosibirsk, S. 8–11
- Bgatova, N. P.; Ya. B. Novoselov (2000): *Die Bedeutung biologischer aktiver Nahrungsergänzungsmittel auf der Grundlage von Naturminerale für die Detoxikation des Organismus*, Novosibirsk
- Bhatti, B. M.; A. W. Sahota (1998): Effect of dietary supplementation of sodium bentonite on leing performance of White Leghorn, Fayoumi and Rhode Island Red breeds of chickens. *Pakistan Veterinary Journal* 18, S. 168–169
- Bildujeva, D. G. (2001): *Entwicklung der Futterergänzung auf der Grundlage von Zeolithen und Bewertung ihrer immunomodulierenden Aktivität. Dissertation, Ulan-Ude. Ostsibirische technologische Staatsuniversität des Bildungsministeriums der Russischen Föderation*

- Bogoljubova, N. V. (2001): Einfluss von Zeolithtuff aus dem Sikejewer Vorkommen des Kalushskaja Gebiet auf Verdauungsprozesse des Magendarmtrakts bei Mastjungbullen. Dissertation Dubrowizy. Wissenschaftliches Allrusslandsforschungsinstitut für Physiologie, Biochemie und Ernährung des landwirtschaftlichen Viehs
- Bosi, P.; D. Creston; L. Casini (2002): Production performance of dairy cows after the dietary addition of clinoptilolite. *Ital. J. Anim. Sci* 1, S. 187
- Cabnero, A. I.; Y. Madrid; C. Camara (2005): Effect of animal feed enriched with Se and clays on Hg bioaccumulation in chickens: In Vivo experimental study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, S. 2125–2132
- Carlisle, E. M. (1986a): *Silicon in Animal Tissues and Fluids*. Academic Press. Inc. New York
- Carlisle, E. M. (1986b): Silicon as an essential trace element in animal nutrition. In: *Ciba Foundation Symp. 121: Silicon biochemistry*, John Wiley u. Sons, Chichester u. a., S. 123–139
- Chaturvedi, V. B.; K. S. Singh (2004): Effect of aflatoxin and hydrated sodium bentonite on nutrient utilization in chickens. *Animal Nutrition and Feed Technology* 4(2), S. 187–195
- Cheshmedzhiev, B. V.; A. Angelov; N. Nestorov; S. Bakalivanov; R. Cheshmedzhieva (1985): Effect of zeolite in the feeding of pregnant and nursing sows and sucking piglets. *Zhivotnov dni Nauki* 22, S. 40–46 (abstract)
- Coffey, M. T.; D. W. Pilkington (1989): Effect of feeding Zeolite-A on the performance and carcass quality of swine. *Journal of Animal Science* 67 (Supplement 2), S. 36 (abstract)
- Commission Implementing Regulation (EU) (2013): Concerning the authorisation of clinoptilolite of sedimentary origin as a feed additive for all animal species and amending regulation (EC) No 1810/2005. (EU) No 651/2013 of 9 July (text with EEA relevance)
- Costa-Neto (2012): Zopharmacognosy. The selfmedication behaviour of animals. *Inter Faces Cientificans* 01, S. 66–72
- Dschaak, C. M.; J.-S. Eun; A. J. Young; R. D. Stott; S. Peterson (2010): Effects of supplementation of natural zeolite on intake, digestion, ruminal fermentation, and lactational performance of dairy cows. *The Professional Animal Scientist* 26, S. 647–654
- Dwyer, M. R.; L. F. Kubena; R. B. Harvey; K. Mayura; A. B. Sarr; S. Buckley; R. H. Bailey; T. D. Phillips (1997): Effect of inorganic adsorbents and cyclopiazonic acid in broiler chicken. *Poultry Science* 76, S. 1141–1149
- Eraslan, G.; D. Essiz; M. Akdogan; F. Sahindokuyucu; L. Altintas (2005): Teh effects of aflotaxin and sodium bentonite combined and alone on some blood electrolyte levels in broiler chickens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 29, S. 601–605
- European Food Safety Authority (EFSA) (2013a): Scientific opinion on safety and efficacy of bentonite as a technological feed additive for all species. 20. July 2012, EFSA-Q-2010-01593
- European Food Safety Authority (EFSA) (2013b): Scientific opinion on safety and efficacy of clinoptilolite of sedimentary origin for all animal species. EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). Parma, Italy, EFSA Journal 11(1), S. 3039
- Expert Group for Technical Advice on Organic Production (EGTOP) (2011): Final Report on Feed. The EGTOP adopted this technical advice at its 3rd plenary meeting on 29 and 30 June
- Fenn, P. D.; R. A. Leng (1989): Wool growth and sulfur amino acid entry rate in sheep fed roughage based diets supplemented with bentonite and sulfur amino acids. *Australian Journal of Agricultural Research* 40, S. 889–896
- Gamsajev, R. A. (2001): Effektivität der Anwendung der bilanzierenden Ergänzungen mit Zeolith und Karbamid beim bilanzierenden Ergänzungen mit Zeolith und Karbamid beim Mästen des Rindjungviehs. Dissertation, Dubriwizi, Moskauer Gebiet. Moskauer Staatsakademie „K. I. Skryabin“ für Veterinärmedizin und Biotechnologien
- García Lopez, R.; A. Elias; M. S. Menchaca (1992): The utilization of zeolite by dairy cows. 2. Effect on milk yield. *Cuban J. Agric. Sci* 26, S. 131
- Eng, K. S.; R. Bechtel; D. Hutcheson (2006): The use of Biolite (a calcium clinoptilolite zeolite) in diets for natural beef production. In: R. S. Bowman; S. E. Delap: *Zeolite 06. Inst. of Mining and Technology, Socorro, New Mexico*
- Fioramonti, J.; H. Navetat; M. Droy-Lefaix; J. More; L. Busno (1988): Antidiarrheal properties of clay minerals: pharmacological and clinical data. 4th Congress of the European Association for Veterinary Pharmacology and Toxicology. Budapest, 28.08.–02.09.1988
- Hachel, W. (2000): Warum Papageien Erde fressen? *Spektrum der Wissenschaft*, 2, S. 14–16
- Hacker, J.; S. Kumm (2015): Antibiotika und Antibiotikaresistenzen. vorkommen und Perspektiven. *Deutsches Ärzteblatt* 112/7, S. 464–466
- Harvey, R. B.; L. F. Kubena; M. H. Elissalde; T. D. Phillips (1993): Efficacy of zeolitic ore compounds on the toxicity of aflatoxin to growing broiler chickens. *Avign Diseases* 37, S. 67–73
- Hecht, K.; E. N. Hecht-Savoley (2005, 2008): *Naturmineralien, Regulation, Gesundheit*. Schibri-Verlag, Berlin, Milow, 1. und 2. Auflage, ISBN 3-937895-05-1
- Hecht, K.; E. Hecht-Savoley (2008): *Klinoptilolith-Zeolith - Siliziummineralien und Gesundheit*. Spurbuch Verlag, Baunach; 2. Auflage 2010, 3. Auflage 2011. ISBN 987-3-88778-322-8
- Haydel, S. E.; C. M. Rememih; L. B. Williams (2008): Broad-spectrum in vitro antibacterial activities of clay minerals against antibiotic-susceptible and antibiotic resistant bacterial pathogens. *J. Antimicrob. Chemother.* 61; S. 353–361
- Homken, R. W.; R. F. Harmon; L. M. Mann (1984): Effect of clinoptilolite on lactating cows feed diet containing yrea as source of protein. *Geo-agriculture: Use of natural zeolites in agriculture and aquaculture*. New York, S. 171–176

- Ibrahim, I. K.; A. M. Shareef; K. M. T. Al-Joubory (2000): Ameliorative effects of sodium bentonite on phagocytosis and Newcastle disease antibody formation in broiler chickens during aflatoxicosis. *Research in Veterinary Science*, 69, Iss 2, S. 119–122
- Johns, T.; M. Duquette (1991): Detoxification and mineral supplementation as functions of geophagy. *American Journal of Clinical Nutrition* 53, S. 448–456
- Jones, R. C.; H. C. Hanson (1985): Mineral licks, geophagy and biogeochemistry soils eaten by chimpanzees (*Pan troglodytes schreinfurthii*) in Tanzania. Iowa State University Press. In: *Soil Biology & Biochemistry* 2001; 33, S. 199–203
- Karatzia, M. A. (2010): Effect of dietary inclusion of clinoptilolite on antibody production by dairy cows vaccinated against *Escherichia coli*. *Livestock Science* 129 (1–3), S. 149–153
- Katsoulos, P. D.; N. Roubies; N. Panousis; G. Arsenos; E. Christaki; H. Karatzias (2005a): Effects of long-term dietary supplementation with clinoptilolite on incidence of parturient paresis and serum concentrations of total calcium, phosphate, magnesium, potassium, and sodium in dairy cows. *American Journal of Veterinary Research* 66, 12, S. 2081–2085
- Katsoulos, P. D.; N. Roubies; N. Panousis; H. Karatzias (2005b): Effects of long-term feeding dairy cows on a diet supplemented with clinoptilolite on certain serum trace elements. *Biol Trace Elem Res* 108 (1–3), S. 137–145
- Katsoulos, P. D.; N. Panousis; N. Roubies; E. Christaki; G. Arsenos; H. Karatzias (2006): Effects of long-term feeding of a diet supplemented with clinoptilolite to dairy cows on the incidence of ketosis, milk yield and liver function. *Vet Rec* 159 (13), S. 415–418
- Katsoulos, P. D.; S. Zarogiannis; N. Roubies; G. Christodouloupoulos (2009): Effect of long-term dietary supplementation with clinoptilolite on performance and selected serum biochemical values in dairy goats. *American Journal of Veterinary Research* 70:3, S. 346–352
- Klaus, G.; C. Klaus-Hugi; B. Schmid (1998): Geophagy by large mammals at natural licks in the rain forest of the Dzanga National Park, Central African Republic. *Journal of Tropical Ecology* 14, S. 829–839
- Kyriakis, S. C.; D. S. Papaioannou; C. Alexopoulos; Z. Polizopoulou; E. D. Tzika; C. S. Kyriakis (2002): Experimental studies on safety and efficacy of the dietary use of a clinoptilolite-rich tuff in sows: a review of recent research in Greece. *Microporous and mesoporous Materials* 51, S. 65–74
- Lemerle, C.; C. R. Stockdale; T. E. Trigg (1984): Effect of sodium bentonite on the productivity of lactating dairy cows fed good quality pasture supplemented with a high energy concentrate. *Proc. Aust. Soc Anim. Prod.* 15, S. 424–427
- Lindeman, M. D.; D. J. Blodgett; E. T. Kornegay; G. G. Schurig (1993): Potential ameliorators of aflatoxicosis in weanling/growing swine. *Journal of animal science* 71, S. 171–178
- Lon-Wo, E.; J. L. Gonzalez (1991): Comparative evaluation of zeolite, bentonite and kaolin through the productive performance of broilers. *Cuban Journal of Agricultural Science* 25, S. 71–75
- Lopez, R. G. A. Elias; M. A. Menchaca (1992): The utilization of zeolite by dairy cows. 2. Effect on milk yield. *Cuban Journal of Agriculture Science* 26, S. 131–134
- Losada, H.; A. Santos; A. Elias (1976): A note on the use of different levels of forage and sodium bentonite on the performance of calves fed high levels of molasses/urea. *Cuban Journal of Agricultural Science* 10, S. 29–33
- Ma, C. S.; S. K. Yang; C. M. Tzeng; H. K. Wu (1984): Effect of feeding clinoptilolite on embryo survival in swine. In: W. G. Pond; F. A. Mumpton (Eds): *Zeo-Agriculture. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture*. Westview Press Inc, Boulder, Colorado, S. 155–160
- Mahaney, W. C. M. W. Milner; K. Sanmugas; R. G. V. Hancock; S. Aufreiter et al. (1997): Analysis of geophagy soils in Kibale Forst, Uganda. *Primates* 38, S. 159–176
- Mahaney, W. C.; R. Krishnamani (2003): Understanding geophagy in animals: standard procedures for sampling soils. *Journal of Chemical Ecology* 29, S. 1503–1523
- Maignan, C.; A. Pareilleux (1971): Influence of bentonite on the growth of *Candida lipolytica*. *Comptes rendus hebdomadaires des seances de l'Academie des sciences. Serie D: Sciences naturelles* 273(9), S. 835–838
- Malsy, A.; D. Döbelin (2004): Beilagen für den Geographie-Unterricht. Institut für Geologie, Universität Bern
- Manafi, M.; B. Umakantha; H. D. N. Swamy; K. Mohan (2009): Evaluation of high-grade sodium bentonite on performance and immune status of broilers, fed ochratoxin and aflatoxin. *World Mycotoxin Journal* 2, S. 435–440
- McCullum, F. T.; M. L. Galyean (1983): Effects of clinoptilolite on rumen fermentation, digestion and feedlot performance in beef steers fed high concentrate diets. *J. Anim. Sci* 56, S. 517
- Meyer-Jones, L. (1966): *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 3. Aufl. Ames.
- Mohini, M.; G. P. Singh; N. Kewalramani (1999): Effect of bentonite on growth in crossbred calves fed diet containing urea. *Indian Journal of Animal Sciences* 69, S. 823–926
- Moshtshewikin, T. V. (2000): *Ökologische Aspekte der Anwendung der Naturzeolithe des Wanginer Vorkommens in der Viehzucht*. Dissertation, Krasnojarsk, Fernöstliche staatliche Agraruniversität
- Miazzo, R.; M. F. Peralta; C. Magnoli; M. Salvano; S. Ferrero; S. M. Chiacchiera; E. C. Q. Carvalho; C. A. R. Rosa; A. Dalcerio (2005): Efficacy of sodium bentonite as a detoxifier of broiler feed contaminated with aflatoxin and fumonisin. *Poultry Science* 84, S. 1–8
- Mima, A. (1970): Beeinflussung der radioaktiven Kontamination von Tieren durch Zufütterung von Tonmineralien. *Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkontrolle* 26, S. 72–82
- Murray, P. J.; J. B. Rowe; E. M. Aitchison (1990): The effect of bentonite on wool growth, liveweight change and rumen fermentation in sheep. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 30, S. 39–42

- Nikolakakis, I.; V. Dotas; A. Kargopoulos; L. Hatzizisis; D. Dotas; Z. Ampas (2012): Effect of natural zeolite (Clinoptilolite) on the performance and litter quality of broiler chickens. *Turk J Vet Anim Sci* 37, S. 682–686
- Olver, M. D. (1989): Sodium bentonite as a component in layer diets. *South Africa British poultry science* 30, S. 841–846
- Papaioannou, D. S.; S. C. Kyriakis; A. Papasteriadis; N. Roubies; A. Yannakopoulos; C. Alexopoulos (2002): Effect of in-feed inclusion of a natural zeolite (clinoptilolite) on certain vitamin, macro and trace element concentrations in the blood, liver and kidney tissues of sows. *Research in Veterinary Science* 72, S. 61–68
- Pasha, T. N.; M. U. Farooq; F. M. Khattak; M. A. Jabbar; A. D. Khan (2006): Effectiveness of sodium bentonite and two commercial products as aflatoxin absorbents in diets for broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 132, S. 103–110
- Phillips, T. D.; L. F. Kubena; R. B. Harvey; D. R. Taylor; N. D. Heidelbaugh (1988): Hydrated sodium calcium aluminosilicate: a high affinity sorbent for aflatoxin. *Poultry Science* 67, S. 243–247
- Pflugbeil, S.; H. Paulitz; A. Clausen; I. Schmitz-Feuerhake (2011): Gesundheitliche Folgen von Tschernobyl – 25 Jahre nach der Katastrophe. IPDNW, Gesellschaft für Strahlenschutz e. V.
- Pond, W. G.; I. T. Yen (1982): Response of growing swine to dietary clinoptilolite from two geographical sources. *Nutrition Reports International* 25, S. 837–848
- Pond, W. G.; I. T. Yen (1983): Protection by clinoptilolite or zeolite NaA against cadmium-induced anemia in growing swine. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 173, S. 332–337
- Pond, W. G.; S. M. Laurent; H. D. Orloff (1984): Effect of dietary clinoptilolite or zeolite Na-A on body weight gain and feed utilization of growing lambs fed urea or intact protein as a nitrogen supplement. *Zeolites* 4, S. 127–132
- Pond, W. G.; I. J. Yen; V. H. Varel (1988): Response of growing swine to dietary copper and clinoptilolite supplementation. *Nutrition Reports International* 37, S. 795–803
- Pond, W. G. (1989) Effects of dietary protein level and clinoptilolite on the weight gain and liver mineral response of growing lambs to copper supplementation. *Journal of Animal Science* 67, S. 2772–2781
- Pond, W. G.; I. T. Yen; I. T. Crouse (1989): Tissue mineral element content in swine fed clinoptilolite. *Bulletin of Environmental Contamination Toxicology* 42, S. 735–742
- Prvulovic, D.; D. Kojic; G. Grubor-Lajsic; S. Kosaric (2008): The effects of dietary inclusion of hydrated aluminosilicate on performance and biochemical parameters of broiler chickens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 32, S. 183–189
- Ra ikov, S. V. (1999): Veränderung des Gehalts der Spurenelemente und Ausführung der Radionuklide aus Organen und Gewebe der Rinderjungtiere bei Verfütterung von Zeolithergänzungen. Dissertation, Brjansk. Landwirtschaftliche Staatsakademie des Ministeriums für Landwirtschaft und Lebensmittel der Russischen Föderation. S. 1–122
- Rindsig, R. B.; L. H. Schultz; G. E. Shook (1969): Effects of the addition of bentonite to high-grain dairy rations which depress milk at percentage. *Journal of Dairy Science* 52, S. 1770–1775
- Round, M. H. (2000): The effect of dietary attapulgit and bentonite on liveweight change of export sheep. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 13 (Suppl., Animal Production for a Consuming World, Vol. C), S. 113–116
- Roussel, J. D.; J. K. Thibodeaux; R. W. Adkinson; G. M. Toups; L. L. Goodeaux (1992): Effect of feeding various levels of sodium zeolite A on milk yield, milk composition and blood profiles in thermally stressed Holstein cows. *International Journal of Vitamin and Nutrition Research* 62, S. 91–98
- Salmon, R. E. (1985): Effects of pelleting, added sodium bentonite and fat in a wheat-based diet on performance and carcass characteristics of small white turkeys. *Animal Feed Science and Technology* 12, S. 223–232
- Santurio, J. M.; C. A. Mallmann; A. P. Rosa; G. Appel; A. Heer; S. Dageforde; M. Bottcher (1999): Effect of sodium bentonite on the performance and blood variables of broiler chickens intoxicated with aflatoxins. *British Poultry Science* 40, S. 115–119
- Schwarz, Th.; B. Seifert; G. Wunsch (1989): Bentonit – mehr als ein inerte pharmazeutischer Hilfsstoff. Beiträge zur Wirkstoffforschung. Heft 34. Akademie-Industriekomplex Berlin, S. 1–27
- Shagivaleyev, A. D. (2001): Einfluss von Propolis, Zeolithen, Biotrin, Bifidumbakterien und deren Kompositionsformen auf Immunstatus und Produktivität der Stuten der kaschirischen Rasse. Dissertation, Ufa. Allrussisches wissenschaftliches Forschungsinstitut für Pferdezucht, Diwowa, Rjasanskaja Gebiet
- Schell, T. C.; M. D. Lindemann; E. T. Korengay; D. J. Blodgett; J. A. Doerr (1993): Effectiveness of different types of clay for reducing the detrimental effects of aflatoxin-contaminated diets on performance and serum profiles of weanling pigs. *Journal of Animal Science* 71, S. 1226–1231
- Sherwood, D. M.; G. E. Erickson; T. J. Klopfenstein (2006): Nitrogen mass balance and cattle performance of steers fed clinoptilolite zeolite clay. *Nebraska Beef Report, Univ. Nebraska, Lincoln*, S. 90
- Shi, Y. H.; Z. R. Xu; J. L. Feng; M. S. Xia; C. H. Hu (2005): Effects on modified montmorillonite nanocomposite on growing/finishing pigs during aflatoxicosis. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences* 18, S. 1305–1309
- Shi, Y. H.; Z. R. Xu; C. Z. Wang; Y. Sun (2007): Efficacy of two different types of montmorillonite to reduce the toxicity of aflatoxin in pigs. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 50, S. 473–478
- Shi, Y.; Z. Xu; Y. Sun; C. Wang; J. Feng (2009): Effects of two different types of montmorillonite on growth performance and serum profiles of broiler chicks during aflatoxicosis. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 33, S. 15–20

- Shurson, G. C.; P. K. Ku; E. R. Miller; M. T. Yokohama (1984): Effects of zeolite A or clinoptilolite in diets of growing swine. *Journal of Animal Science* 59, S. 1536–1545
- Slanina, L. (1974): Pufferung des Panseninhalts mit Montmorillonit bei industriemäßiger Rinderhaltung. *Dt. tierärztl. Wschr.* 81, 23, S. 552–555
- Southern, L. L.; T. L. Ward; T. D. Bidner; L. G. Herbert (1994): Effect of sodium bentonite or hydrated sodium calcium aluminosilicate on growth performance and tibia mineral concentrations in broiler chicks fed nutrient-deficient diets. *Poultry Science* 73, S. 848–854
- Srebocan, V.; J. Pompe-Gotal; E. Srebocan; M. Lopina; S. Feldhofer (1988): Reduction of cadmium and chromium deposition in the chicken's tissues by montmorillonite in the diet. *Veterinarski Arhiv* 58, S. 189–191
- Tavernera, M. R.; R. G. Campbella; R. S. Bidena (1984): A note on sodium bentonite as an additive to grower pig diets. *Animal Production* 38, S. 137–139
- Thieu, N. Q.; B. Ogle; H. Pettersson (2009): Efficacy of bentonite clay in ameliorating aflatoxicosis in piglets fed aflatoxin contaminated diets. *Tropical Animal Health and Production* 40, S. 649–656
- Thompson, J.; G. M. Newton (1994): Dietary hydrated sodium calcium aluminosilicate reduction of aflatoxin M1 residue in dairy goat milk and effects on milk production and components. *Journal of Animal Science* 72, S. 677–682
- Unworth, E. F. et al. (1989): Investigations of the use of clay minerals on Prussion blue in reducing the transfer of dietary radiocaesium to milk. *Sci. Total. Environ.* 85 (Sept.), S. 339–347
- Vankov, T.; E. Petkova (1980): *Bulgarban B-Neues prophylaktisches und therapeutisches Präparat in der Viehzucht. Klinisches Gutachten Pharmachim, Sofia*
- Veldman, A. (1992): Effect of sorbentia on carry-over of aflatoxin from cow feed to milk. *Milchwissenschaft* 47, S. 777–780
- Vogt, H. (1992): The effect of bentonite and kieselguhr in laying hen rations. *Landbauforschung Voelkenrode* 42, S. 89–94
- Vogt, G. (1993): Chemical methods to reduce the radioactive contamination of animals and their products in agricultural ecosystems. *Sci Total. Environ* 137 (Sept.), S. 205–225
- Vrzgula, L.; P. Bartko (1984): Effects of clinoptilolite on weight gain and some physiological parameters of swine. In: W. G. Pond; F. A. Mumpton (Eds): *Zeo-Agriculture. Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture*. Westview Press Inc, Boulder, Colorado, S. 1161–1166
- Vrzgula, L. (1986): Natural zeolite (clinoptilolite) in the prevention and therapy of calf diarrhoea of alimentary etiology. *New Develop. Zeolite Sci Techn.* (Tokyo), S. 365–366
- Wakibara, J. V.; M. A. Huffman; M. Wink; S. Reich; S. Aufreiter et al. (2001): The adaptive significance of geophagy for Japanese macaques (*Macaca fuscata*) at Arashiyama, Japan. *International Journal of Primatology* 22, S. 495–520
- Walz, L. S.; T. W. White; J. M. Fernandez; L. R. Centry; D. C. Blouin; M. A. Froetschel; T. F. Brown; C. J. Lupton; A. M. Chapa (1998): Effects of fish meal and sodium bentonite on daily gain, wool growth, carcass characteristics, and ruminal and blood characteristics of lamb fed concentrate diets. *Journal of Animal Science* 76, s. 2025–2031
- Ward, T. I.; K. I. Watkins; I. I. Southern; P. G. Hoyt; D. D. French (1991): Interactive effects of sodium zeolite-A and copper in growing swine: growth, and bone, and tissue mineral concentrations. *Journal of Animal Science* 69, S. 726–733
- Wiley, A. S.; S. H. Katz (1998): Geophagy in pregnancy: a test of a hypothesis. *Current Anthropology* 39, S. 532–545
- Wilson, M. J. (2003): Clay mineralogical and related characteristics of geophagic materials. *Journal of Chemical Ecology* 29, S. 1525–1547
- Yakimov, A. V. (1998): *Wissenschaftliche Begründung und Perspektiven der Anwendung der Zeolith-enthaltenden Ergänzungen in der Viehzucht. Dissertation, Kasan. Russische Akademie der landwirtschaftlichen Wissenschaften. Wissenschaftliche Produktionsvereinigung „Niva Tatarstana“*