



# **Informationsmaterial zu Futterzusatzstoffen**

Juni 2001

**Freistaat**  **Sachsen**  
Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft



## Vorwort

Futterzusatzstoffe leisten einen wertvollen Beitrag zur nachhaltigen und standortsicheren Veredlungswirtschaft. Das vorliegende Beratungsmaterial bezieht sich auf Zusatzstoffe in der Tierernährung gemäß der europäischen Richtlinie 70/524/EWG bzw. nach Anlage 3 der Futtermittelverordnung im deutschen Futtermittelrecht sowie Einzelfuttermittel in der Art von Futterzusatzstoffen. Hauptsächlich handelt es sich um folgende Zusatzstoffgruppen:

- Aminosäuren
- Enzyme und Probiotika
- Färbende und geschmacksverbessernde Stoffe
- Konservierungsstoffe, Futtersäuren und Stabilisatoren
- Leistungsförderer, Coccidiostatica und Histomonostatica
- Spurenelemente und Wirkstoffvormischungen (Prämixe)
- Technische Hilfsstoffe wie Emulgatoren, Fließhilfsstoffe, Verdickungs- und Gelmittel
- Vitamine und Carotinoide

Futterzusatzstoffe werden für bestimmte Verwendungszwecke und Tierarten zugelassen und unterliegen strengen Abgabevorschriften, deren Einhaltung ständig überwacht und kontrolliert wird. Sie werden nur an anerkannte Vormischbetriebe und Vormischungen an anerkannte Mischfutterhersteller geliefert.

Tiere füttern heißt, den Menschen ernähren. Diesem Grundsatz müssen auch Zukunftskonzepte für die Tierernährung treu bleiben. Der Verbraucher in Europa bekommt bereits heute eine Vielfalt besonders sicherer Lebensmittel tierischer Herkunft angeboten, dennoch wachsen insbesondere die qualitativen Ernährungsbedürfnisse der Menschen weiter. Futterzusatzstoffe unterstützen eine Entwicklung tierischer Lebensmittel, die damit Schritt halten kann.

Das Beratungsmaterial soll den Fachberatern in den Staatlichen Ämtern für Landwirtschaft und Mitarbeitern in der Agrarverwaltung einen Gesamtüberblick vermitteln, damit die Erzeuger und Verbraucher von Nahrungsmitteln tierischer Herkunft noch besser über Nutzen, Sicherheit und Qualität von Futterzusatzstoffen informiert werden können.

Prof. Dr. Irene Schneider-Böttcher  
Präsidentin der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft



## Inhaltsverzeichnis

	Seite	
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>EG - Recht für Zusatzstoffe</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Ergotropika</b>	<b>14</b>
3.1	Antibiotische Leistungsförderer	15
3.2	Probiotika	19
3.3	Präbiotika	21
3.4	Säurezusätze in der Fütterung	21
3.5	Kräuter und Pflanzenextrakte	23
<b>4</b>	<b>Enzyme</b>	<b>24</b>
4.1	Phytasen	25
4.2	Nicht-Stärke-Polysaccharid (NSP) spaltende Enzyme	26
<b>5</b>	<b>Antioxidantien</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>Aroma- und appetitanregende Stoffe</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Bindemittel</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>Emulgatoren</b>	<b>30</b>
8.1	Propylenglykol	30
8.2	Glycerin	31
<b>9</b>	<b>Kokzidiostatika</b>	<b>33</b>
<b>10</b>	<b>Vitaminisierte Mineralfuttermittel</b>	<b>33</b>
<b>11</b>	<b>Anionische Kraftfutter zur Gebärpause-Prophylaxe</b>	<b>35</b>
<b>12</b>	<b>Vitaminergänzungen</b>	<b>36</b>
<b>13</b>	<b>Niacin</b>	<b>36</b>
<b>14</b>	<b>L-Carnitin</b>	<b>37</b>
<b>15</b>	<b>Aminosäuren</b>	<b>40</b>
15.1	Lysin	41
15.2	DL-Methionin	42
<b>16</b>	<b>NPN-Verbindungen</b>	<b>43</b>
<b>17</b>	<b>Puffer</b>	<b>44</b>
<b>18</b>	<b>Natronlauge</b>	<b>45</b>
<b>19</b>	<b>Fettzusatz zur Milchviehration</b>	<b>45</b>
<b>20</b>	<b>Omega - 3 - Fettsäuren</b>	<b>46</b>
<b>21</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>47</b>
<b>22</b>	<b>Anhang</b>	<b>53</b>
22.1	Fütterungssäuren	53
22.2	Antibiotika	55
22.3	Präbiotika	55
22.4	Probiotika	56
22.5	Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP) und Enzyme	57
22.6	Kationen/Anionen-Bilanz bei Zuchtsauen	60
22.7	Propionsäurekonservierung bei Einzel- und Mischfutter	61
22.8	Phytogene Substanzen	62



## 1 Einleitung

Die Intensivierung der Produktion führte dazu, dass den Futtermitteln zusätzlich zu den natürlich enthaltenen Wirk- und Mineralstoffen gezielt weitere Stoffe, auch solche, die keinen Wirkstoffcharakter aufweisen, zugesetzt werden. Man spricht deshalb in der Gesetzgebung nicht mehr von Wirkstoffen, sondern von Zusatzstoffen. Mit diesen Zusatzstoffen werden folgende Zielstellungen verfolgt:

- **Verbesserung von Aussehen, Geruch, Geschmack, Konsistenz, Haltbarkeit und technologische Eigenschaften der Futtermittel,**
- **Verbesserung der ernährungsphysiologischen und diätetischen Eigenschaften der Futtermittel,**
- **Krankheitsvorbeuge (nur bei Geflügel).**

Der Mischfutterhersteller übernimmt für die deklarierten Zusatzstoffe eine Gehaltsgarantie, meist für die Dauer von 4 Monaten ab Herstellung.

Im Folgenden wird über die Einteilung und Verwendung der Futterzusatzstoffe und den Bestimmungen, denen sie unterliegen, berichtet.

**Aufgabe dieser Beratungsunterlage ist es, Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der Futterzusatzstoffforschung und -anwendung darzustellen. Dabei wird entsprechend dem Erkenntniszuwachs verschiedenen Substanzklassen ein breiterer Raum eingeräumt, während bei bekannten, deren Einsatz immer weniger Akzeptanz findet und die futtermittelrechtlich bereits stark eingeschränkt sind, auf vorhandene Zusammenstellungen verwiesen** wird (MENGE und KRAMPITZ 1973, HENNIG 1982, JEROCH 1980, GREIFE und BERSCHAUER 1988, FLACHOWSKY und RICHTER 1990, MEIXNER und FLACHOWSKY 1990 a, b, MEIXNER u. a. 1990, KIRCHGESSNER 1997, GROPP und SCHUMACHER 1997, SCHWARZ 1997). In anderen Sprachen wie Englisch, Französisch oder Spanisch ist der Begriff "Wirkstoff" unbekannt. Man spricht dort von Mikronährstoffen oder Futterzusatzstoffen (englisch: feed additives).

## 2 Rechtliche Grundlagen für Zusatzstoffe

Nach der Gründung der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft wurde damit begonnen, die futtermittelrechtlichen Vorschriften der Mitgliedsstaaten nach Möglichkeit zu vereinheitlichen. Als besonders dringliches Problem ergab sich die Zulassung und Verwendung von Zusatzstoffen, um Wettbewerbsverzerrungen zu vermeiden. Es ging darum, dass die Produktionsbedingungen in allen Mitgliedsstaaten vergleichbar wurden und der innergemeinschaftliche Verkehr mit Lebensmitteln tierischer Herkunft keinen Beschränkungen unterlag. **Die EG-Kommission bildete deshalb einen "Sachverständigenausschuss Zusatzstoffe", der aus Experten der Mitgliedsstaaten besteht.** Dieses Gremium erarbeitete die "Richtlinie über Zusatzstoffe in der Tierernährung", die bereits 1970 verabschiedet wurde (**Zusatzstoffrichtlinie 70/524**). Im Laufe einer zweijährigen Übergangsfrist wurde sie in die jeweiligen nationalen futtermittelrechtlichen Vorschriften übernommen (WEINREICH u. a. 1999). Die Zusatz-



stoffrichtlinie 70/524 unterliegt einem ständigen Anpassungsprozess auf der Basis neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse. Sie wurde bisher über 100 mal angepasst durch Aufnahme neuer Zusatzstoffe, Änderung der Anwendungsbedingungen oder Widerruf der Zulassung (MÖSCH, 1997). **§ 5 des Futtermittelgesetzes (FMG) befasst sich mit den allgemeinen Grundsätzen über Futterzusatzstoffe und Vormischungen.**

Die Zusatzstoffe sind unter folgenden Gruppenüberschriften (1.-15.) aufgelistet (WEINREICH u. a. 1999):

1. Leistungsförderer <sup>1)</sup>
2. Antioxidantien <sup>2)</sup>
3. Aroma- und appetitanregende Stoffe
4. Bindemittel, Fließhilfsstoffe und Gerinnungshilfsstoffe <sup>2)</sup>
5. Emulgatoren, Stabilisatoren, Verdickungs- und Geliermittel
6. Färbende Stoffe einschließlich Pigmente <sup>2)</sup>
7. Zusatzstoffe zur Verhütung der Histomoniasis und der Kokzidiose <sup>1)</sup>
8. Konservierungsstoffe <sup>2)</sup>
9. Säureregulatoren
10. Spurenelemente <sup>2)</sup>
11. Vitamine, Provitamine und ähnlich wirkende Stoffe, die chemisch eindeutig beschrieben sind
12. Wasserbindende Stoffe
13. Enzyme, Enzymmengen-Einheiten <sup>2)</sup>
14. Mikroorganismen <sup>2)</sup>
15. Radionuklid-Bindemittel <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>firmengebundene Zulassungen

<sup>2)</sup>durch EG-Verordnungen zugelassene Zusatzstoffe (gemäß Anlage 3 FMV)

**Die Liste der Zusatzstoffe ist in 8 Spalten unterteilt:**

**Spalte 1** enthält die EG-Registriernummer des Zusatzstoffes.

**Spalte 2** schreibt die Bezeichnung des Zusatzstoffes vor.

**Spalte 3** nennt die chemische Bezeichnung und die Beschreibung des Zusatzstoffes.

**Spalte 4** nennt den Verwendungszweck des Zusatzstoffes für die Tierart oder Tierkategorie.

**Spalte 5** gibt das Höchstalter der Tiere an für die der Zusatzstoff verwendet werden kann.

**Spalte 6** legt die Mindest- und Höchstgehalte für die Zusatzstoffe im Mischfutter fest; diese beziehen sich auf Alleinfuttermittel mit 88 % Trockensubstanz.

**Spalte 7** setzt bei einigen Zusatzstoffen "Wartezeiten" für die Verabreichung der Zusatzstoffe im Mischfutter fest.

**Spalte 8** gibt Bestimmungen für Verwendungsbeschränkungen, Futtermittelarten, Gebrauchsanweisungen und Empfehlungen für den betreffenden Zusatzstoff.

**Die zulässige Dosierungshöhe der aufgeführten Zusatzstoffe im Alleinfutter ergibt sich aus Spalte 6 der Anlage 3.**



Die meisten Futterzusatzstoffe haben keinen Nährstoffcharakter. Dies trifft nicht für Spurenelemente und Vitamine zu. Diese sind jedoch hier mit erfasst, da sie - wie alle Zusatzstoffe - den Futtermischungen in kleinsten Mengen (mg-Bereich) zugesetzt werden und deshalb eine sachgerechte Verwendung durch strenge Vorschriften sichergestellt werden muss.

**Bevor ein Zusatzstoff eingesetzt werden kann, muss er ein strenges Zulassungsverfahren durchlaufen.** Für die Zulassung eines Leistungsförderers in der EU sind folgende Instanzen zuständig:

1. National: In Deutschland sind das die Sachverständigenausschüsse des Bundeslandwirtschaftsministeriums und des Bundesgesundheitsamtes,
2. EU-Kommission, Generaldirektion Landwirtschaft,
3. EU-Sachverständigenausschuss,
4. EU-Wissenschaftsausschuss,
5. Ständiger EU-Futtermittelausschuss.

**Die Prüfung erfolgt nach der EU-Richtlinie 70/524 EWG des Rates über Zusatzstoffe in der Tierernährung. Wesentliche Voraussetzungen für die Zulassung in der Tierernährung sind folgende Kriterien:**

**Wirksamkeit,  
Kontrollierbarkeit,  
Gesundheitliche Unbedenklichkeit,  
Umweltverträglichkeit,  
Kein medizinischer Anwendungsvorbehalt.**

Damit wird sichergestellt, dass die zugelassenen Zusatzstoffe positiv auf die Leistung der Tiere wirken bzw. die Beschaffenheit der Futtermittel verbessern. Besonders wichtig ist der Nachweis, dass der Einsatz nicht zu unerwünschten Rückständen in den Nahrungsmitteln führt. Die Anwendung von Zusatzstoffen darf sich nicht schädlich auf die Gesundheit von Mensch und Tier auswirken. Hierzu sind umfangreiche pharmakologische und toxikologische Untersuchungen durchzuführen, die in der EU-Richtlinie 87/153/EWG des Rates für die wissenschaftliche Beurteilung von Zusatzstoffen in der Tierernährung festgelegt sind.

Die Übersicht 1 enthält EU-Richtlinien, die einen wesentlichen Beitrag zur Sicherheit und sachgemäßen Anwendung von Futterzusatzstoffen leisten (SANDWIDI, 1998).



## Übersicht 1: EU-Richtlinien, die einen wesentlichen Beitrag zur Sicherheit und sachgemäßen Anwendung von Futterzusatzstoffen leisten

- |   |  |
|---|--|
| 1. Richtlinie 96/51/EG:<br>(Zusatzstoffrichtlinie)  | Firmenbezogene Registrierung bei LF, nur<br>qualitätsgeprüfte, sichere Substanzen              |
|   | +  |
| 2. Richtlinie 95/96/EG:<br>(Anerkennungsrichtlinie) | Registrierungspflicht für Hersteller®<br>Vormischer<br>Mischfutter® selbstm. Landwirt          |
|   | +  |
| 3. Richtlinie 95/53/EG:<br>(Kontrollrichtlinie)     | Einheitliche Überwachung des gesamten<br>Bereiches Tierernährung inkl. Futterzu-<br>satzstoffe |

Von grundsätzlicher Beurteilung ist die Forderung, dass Zusatzstoffe nicht zur Verhütung oder Heilung von Tierkrankheiten eingesetzt werden dürfen. Hierzu gibt es allerdings zwei Ausnahmen, nämlich Zusatzstoffe zum Vorbeugen gegen Kokzidiose bei Geflügel und die Schwarzkopfkrankheit (Histomoniasis) bei Puten. Sie stehen an der Grenze zu den Fütterungsarzneimitteln, die vom Tierarzt zu verschreiben sind und daher nicht mehr in das Gebiet der Tierernährung, sondern in die Tiermedizin fallen (FRIESECKE, 1984).

Die Prüfung auf Umweltverträglichkeit bezieht sich auf das Verhalten der Zusatzstoffe bzw. deren Abbauprodukte in Boden, Wasser und Pflanze.

Die Zusatzstoffe werden für die in den Gruppenüberschriften bestimmten Verwendungszwecke zugelassen. Die Zulassung eines Zusatzstoffes besteht nur, solange und soweit nicht eine EG-Zulassungsverordnung eine Regelung für diesen Zusatzstoff trifft oder dessen Zulassung durch eine Verordnung nach Artikel 9g Abs. 5 Satz 2 Buchstabe a oder Artikel 9m Satz 1 der Richtlinie 70/524/EWG aufgehoben wird. **Zugelassene Substanzen werden in die Futtermittelrechtlichen Vorschriften aufgenommen und dürfen nur von streng kontrollierten Herstellern im Mineralfutter oder Mischfutter eingesetzt werden** (WEINREICH u. a. 1999).

Der aktuelle Stand im Futtermittelrecht wird in der **jährlich neu erscheinenden Grünen Broschüre "Das geltende Futtermittelrecht"** veröffentlicht. Die neueste Ausgabe (SÜLFLOHN, 2000) enthält eine **Beilage mit Typenliste für Einzel- und Mischfuttermittel** - Stand August 2000- und eine **Extra-Anlage (EG) Zusatzstoffe**. Im Interesse der Rechtssicherheit für alle dem Futtermittelrecht unterliegenden Unternehmen sind darin die nach dem 1.4.1998 durch EG-Verordnungen zugelassenen Zusatzstoffe aufgelistet. **EG-Verordnungen gelten in jedem Mitgliedsstaat unmi ttelbar - im Gegensatz zu EG-Richtlinien.**



Das neue System der EG-einheitlichen Zulassung von Zusatzstoffen durch EG-Verordnungen (§5 Abs. 1 FMG - neu) ist für die Zusatzstoff-Hersteller von besonderer Bedeutung.

Die neu gefassten §§ 16 bis 17 der FMV beschreiben ausführlich die Vorschriften bei der Antragstellung auf Zulassung oder Änderung der Zulassung eines Zusatzstoffes oder der Verlängerung der zehnjährigen Zulassung eines Zusatzstoffes mit firmengebundener Zulassung.

Der Bundesrat hat aus Anlass des Dioxinskandals in Belgien in seiner 746. Sitzung am 18. Dezember 1999 eine Stellungnahme zur Änderung des FMG abgegeben. Darin heißt es: "Wenn der begründete Verdacht einer konkreten Gefahr für die menschliche Gesundheit darin besteht, dass Futtermittel, Zusatzstoffe oder Vormischungen, ganz oder teilweise zur Verfütterung an Nutztiere gelangen oder gelangt sind und wenn der direkte Zugriff auf die betreffenden Produkte, Hersteller und Inverkehrbringer nicht möglich ist, kann eine Warnung der Öffentlichkeit unter Nennung des Produktes und des Herstellers oder des Inverkehrbringers ergehen".

Die jüngste Meldung über Medikamentenmissbrauch in bayrischen und österreichischen Schweinebetrieben zeigt, dass Futterzusätze und Arzneimittelanwendung klar zu unterscheiden sind. Übersicht 2 verdeutlicht die Abgrenzung.

## **Übersicht 2: Abgrenzung der Futterzusatzstoffe von den Arzneimitteln**

	<b>Zusatzstoffe</b>		<b>Tierarzneimittel</b>
<b>Zweck</b>	Ernährung	→	Gesundheit
<b>Einsatz</b>	lebenslang		indikationsbezogen
<b>Anwender</b>	Mischfutterindustrie		Tierarzt
<b>Gesetz</b>	EG-Futtermittelrecht		Arzneimittelrecht

Die FVO § 16 Abs. 3 FMV legt in Umsetzung von Artikel 9g, Abs. 4 der Zusatzstoffrichtlinie fest, dass die gleichzeitige Verwendung von Mikroorganismen mit Zusatzstoffen der Gruppen "Antibiotika", "Wachstumsförderer", "Kokzidiostatika" und andere Arzneimittel nur erlaubt ist, wenn dies in der Zulassung des Mikroorganismus ausdrücklich vorgesehen ist. Damit wird - anders als bei der Tierarzneimittelanwendung - jegliche Kombination in freier Entscheidung des Verwenders ausgeschlossen. Diese Vorschrift dient gleichermaßen der Anwendungssicherheit und dem Verbraucherschutz.



### 3 Ergotropika

Für bestimmte Wirkstoffe hat HENNIG (1972) den Begriff **ergotrope Stoffe oder Ergotropika eingeführt**. Diese Stoffe kommen normalerweise nicht in Futtermitteln vor, rufen aber im Tier Sonderwirkungen hervor. Man kann bei den ergotropen Futterzusätzen grundsätzlich nicht von einem bestimmten Bedarf ausgehen, obwohl ihre Wirksamkeit stets eine von Tier und Umwelt abhängige Mindestdosierung voraussetzt (KIRCHGESSNER, 1997).

Eine Unterteilung wird wie folgt vorgenommen:

- **Darmflorastabilisatoren wie Antibiotika, Chemobiotika, Probiotika, organische Säuren**
- **Pansenfermoregulatoren sowie andere die Verdauung im Pansen beeinflussende Substanzen**
- **Geschlechtshormone, hormonoide Substanzen, Wachstumshormone und Agonisten (Der Einsatz von Hormonen zur Leistungsförderung in der Tiermast ist EU-weit verboten!)**
- **Sonstige Substanzen mit leistungs- und gebrauchswerterhöhenden Eigenschaften wie Enzyme, Antioxidantien, verzehrsbeeinflussende Substanzen.**

Weitere, unter "feed additives" zusammengefasste Gruppen von Stoffen, wie die Ergänzungsstoffe (Vitamine, Aminosäuren, Spurenelemente, NPN-Verbindungen, kalorienliefernde Stoffe), Hilfsstoffe (Aromastoffe, Emulgatoren, Konservierungsstoffe, Fließ- und Presshilfsstoffe), krankheitsverhütende Stoffe (Kokzidiostatika, Präparate zur Verhütung der Schwarzkopfkrankheit), sollten im engeren Sinne nicht zu den Ergotropika gerechnet werden. Eine scharfe Abgrenzung des Ergotropikabegriffes erscheint gegenwärtig schwierig, da z. B. Vitamine (Niazin) oder einige Spurenelemente (Cu, As) in bestimmten Mengen die tierische Leistung verbessern.

Wirkstoffe werden dem Futter im Verhältnis 1 : 100 000 bis 1 : 10 000 000 beigemischt. Um eine gleichmäßige Verteilung dieser kleinen Mengen im Futter zu erzielen, müssen Wirkstoffe vorverdünnt werden, bevor sie dem Futter zugesetzt werden. Manche Wirkstoffe kommen bereits verdünnt oder als Vormischung in den Handel. Aus den anderen wird mit einem geeigneten Trägerstoff eine Vormischung (Premix) hergestellt, in der die Wirkstoffe möglichst gut verteilt sind. Diese Vormischung wird dann mit den übrigen Komponenten des Mischfutters gründlich vermischt und weiterverarbeitet.

Im Folgenden wird auf ausgewählte Zusatzstoffe eingegangen, die für den Tierhalter von besonderem Interesse sind.



### 3.1 Antibiotische Leistungsförderer

**Leistungsförderer sind Futterzusatzstoffe mit antibiotischer Wirkung**, die dem Futter in kleinsten Mengen (Größenordnung 5 - 60 mg je kg Futter) zugesetzt werden. **Die Antibiotika haben in der Human- und Tiermedizin als Medikament große Bedeutung**. Seit etwa 40 Jahren ist bekannt, dass bestimmte Antibiotika das Wachstum und die Futterverwertung in der Mast verbessern. Im Gegensatz zu den therapeutisch eingesetzten Antibiotika werden Fütterungsantibiotika in sogenannter nutritiver Dosierung (=1/100 der therapeutischen Dosierung) dem Futter beigemischt. In dieser geringen Dosierung bewirken sie eine Stabilisierung der natürlich vorkommenden Organismen im Darm.

Die Vermehrung von krankmachenden Keimen und die Bildung von Toxinen wird verringert. Es entstehen weniger Proteinabbauprodukte wie Ammoniak und biogene Amine, die den Organismus belasten. Dies führt zu einer verbesserten Energie- und Nährstoffverfügbarkeit und besseren Nährstoffdurchlässigkeit der Darmwand.

**Entscheidend ist vor allem, dass dadurch der Gesundheitsstatus der Tiere verbessert wird.** Das Ergebnis ist eine entsprechende Leistungsverbesserung (Tageszunahmen und Futterverwertung).

Es werden nur Substanzen zugelassen, die weder in der Human- noch in der Tiermedizin eingesetzt werden. Da sie kaum aus dem Darm absorbiert werden, kommt es im Fleisch zu keinen Rückständen. Wartezeiten zwischen der letzten Verabreichung und der Schlachtung sind deshalb nicht vorgeschrieben.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass Mindest- und Höchstdosierungen der einzelnen Leistungsförderer in den verschiedenen Mischfuttermitteln laut Futtermittelverordnung geregelt sind. **In Ergänzungs- und Mineralfuttermitteln sind höhere Dosen zu wählen, damit in Kombination mit Getreide oder anderen Einzelfuttermitteln die wirksame Dosierung in der Gesamtmischung erreicht wird. Eine Kombination mehrerer antibiotischer Leistungsförderer in einem Mischfuttermittel ist nicht gestattet.**

**Es ist bekannt, dass durch den verstärkten Antibiotikaeinsatz Resistenzen bei bestimmten Keimen entstehen.** Zusammenhänge mit antibiotischen Leistungsförderern werden vermutet. Wenn dieser Verdacht für ein Antibiotikum nicht mit Sicherheit auszuschließen ist, erfolgt aus Gründen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes ein Verbot. 1997 ist dies EU-weit für das Fütterungsantibiotikum Avopacin vorgenommen worden. Ebenso sind ab 01.01.1999 die Zulassungen für Tylosin, Spiramycin, Zink-Bacitracin und Virginamycin aufgehoben worden (Übergangsfrist bis 30.06.1999). Zu diesem Termin wurden auch die chemisch hergestellten Leistungsförderer (Chemobiotika) Carbadox und Olaquinox verboten (Übergangsfrist bis 31.08.1999).

Die Diskussionen um ein sofortiges generelles Verbot der antibiotischen Leistungsförderer nehmen ständig zu. **Das von der EU für 2005 vorgesehene Verbot reiche nicht aus, notfalls müsse ein nationaler Alleingang her** (DGS intern Wo. 9/2001 S. 8, Bauernzeitung 9/2001 S. 12).



**Zur Zeit sind noch folgende vier antibiotische Leistungsförderer futtermittelrechtlich zugelassen:**

<b>Avilamycin</b>	(für Ferkel, Mastschweine)
<b>Flavophospholipol (=Flavomycin)</b>	(für Legehennen, Puten, Ferkel, Mastschweine, Kälber, Mastrinder)
<b>Monensin-Natrium</b>	(für Mastrinder)
<b>Salinomycin-Natrium (=Salocin)</b>	(für Ferkel, Mastschweine)

Monensin-Natrium (Handelsname "Rumensin") ist seit 1978 in Deutschland für den Einsatz in der Tierernährung zugelassen. Es senkt in der Bullenmast den Futteraufwand um ca. 3% (SCHNEIDER, 1990).

Flavophospholipol und Monensin bewirken eine Verschiebung der Pansenfermentation. Die Produktion von Propionsäure ist gegenüber der von Essig- und Buttersäure stark erhöht, die Methanbildung ist verringert. Diese Bedingungen führen bei Mastrindern zur verbesserten Futterverwertung. Aufgrund der Verengung des Essigsäure - Propionsäure - Verhältnisses im Pansen eignen sich diese Futterzusätze nicht für Milchkühe.

**Gegen die noch zugelassenen Produkte Avilamycin, Flavomycin und Salinomycin wurden vom Wissenschaftlerausschuss der EU keine Bedenken geäußert, denn es gibt:**

- 1. keine vergleichbaren und verwandten Substanzen in der Human- oder Tiermedizin**
- 2. keine Substanzen in der Human- oder Tiermedizin, die dieselbe Wirkungsart besitzen und**
- 3. keine Substanzen in der Human- oder Tiermedizin, die an derselben Stelle auf das Bakterium einwirken.**

In Tabelle 1 ist der Einfluss der noch zugelassenen und jüngst verbotenen Fütterungsantibiotika auf die Lebendmassezunahme von Ferkeln und Mastschweinen zusammengefasst.

Die in Tabelle 1 enthaltenen großen Schwankungsbreiten ergeben sich aus folgenden Zusammenhängen: Je niedriger die Wachstumsrate der Kontrolltiere als Bezugsgröße, je mangelhafter die Zusammensetzung der Futtermittelration, je schlechter der Gesundheitszustand der Tiere, je ungünstiger die Stallhygiene und andere Umwelteinflüsse sind und je frühzeitiger Antibiotika beigefüttert werden, desto größer ist die Antibiotikawirkung, d. h. bei genügendem Eiweißgehalt der Ration bleibt das Fleisch-Fett-Verhältnis konstant. Lediglich bei zu niedrigem Eiweißgehalt im Futter kann aufgrund des schnelleren Wachstums bei Antibiotikazulage der Fettanteil etwas vergrößert sein. Bei Ferkeln, die in den ersten Lebenswochen besonders stark durch Infektionen und andere ungünstige Umwelteinflüsse gefährdet sind, ist die Antibiotikawirkung meist am höchsten.



**Tabelle 1: Einfluss von Antibiotika als Futterzusatzstoffe auf die Lebendmassezunahme von Ferkeln und Mastschweinen unter Berücksichtigung neuerer Versuchsergebnisse (nach 1980) aus Deutschland (Mehrzunahme in % zur Kontrolle, Zahlen in Klammern: Anzahl der Versuche bzw. Variationen**

Substanz	Ferkel	Mastschwein
Carbadox	18,2 (9) (-1,6 bis 37,1)	-
Olaquinox	10,6 (8) (2,7 bis 33,6)	-
<b>Avilamycin</b>	<b>12,2 (6)</b> (6,8 bis 22,7)	<b>2,9(8)</b> (-0,6 bis 6,4)
<b>Flavomycin</b>	-	<b>1,4(3)</b> (0 bis 2,5)
<b>Salinomycin</b>	<b>6,2(4)</b> (3,1 bis 10,3)	<b>5,1(13)</b> (2,8 bis 10,0)
Spiramycin	5,5(3) (1,9 bis 12,0)	-
Tylosin	3,5(3) (2,8 bis 4,1)	3,6(14) (0,4 bis 6,2)
Virginiamycin	-	1,3(4) (-1,3 bis 3,4)
Zinkbacitracin	-	3,4(4) (1,1 bis 6,7)
<b>im Mittel</b>	<b>9,4</b>	<b>3,0</b>

Quelle: FLACHOWSKY und SCHULZ (1998)

Aufgrund der mangelnden Vorbereitung auf das generelle Verbot von antibiotischen Leistungsförderern 1986 in Schweden, waren zunächst Beeinträchtigungen der biologischen Leistungen zu verzeichnen. In der Ferkelerzeugung stieg 1986 die Mortalitätsrate um 1,2 Prozentpunkte an; die Aufzuchtperiode bis 25 kg verlängerte sich um 3 bis 5 Tage bei einem um 2 kg erhöhtem Futterverbrauch. Die Mortalität bei abgesetzten Ferkeln stieg um 10 bis 15 % (INBORR, 1997; VIAENE, 1997). **Heute zeigt das hohe Leistungsniveau der schwedischen Schweineproduktion, dass auch ohne Antibiotika eine ökonomisch tragbare Tierhaltung möglich ist.**

Auch in Dänemark bereitete der seit einem Jahr bestehende Fütterungsantibiotika - Stopp in der Ferkelerzeugung Schwierigkeiten. In 25 % der Ferkelbestände leiden die Tiere an Durch-



fall und die Tiere wachsen langsamer. Die Wachstumsverzögerung beträgt drei bis sechs Tage, z. T. acht bis zehn Tage.

In Schweden wurden, nachdem das generelle Verbot von antibiotischen Leistungsförderern zu den genannten Leistungseinbußen geführt hatte, folgende Maßnahmen ergriffen, die sich zur Verbesserung der Gesundheitslage bewährt haben (INBORR, 1997) und in Deutschland Anwendung finden könnten.

1. **Senkung der Nährstoffkonzentration, insbesondere der Energie- und Proteinkonzentration**
2. **Reduzierung des Einsatzes von Sojaschrot und Zulage synthetischer Aminosäuren**
3. **Einsatz von aufgeschlossenem Getreide und Futterenzymen**
4. **Größere Futterstruktur**
5. **Reduzierung der Tierdichte**
6. **Verbesserung von Hygienekontrollprogrammen**
7. **Einführung der Gruppenabferkelung in der Sauenhaltung**

**Eine weitere Maßnahme, die aber in Deutschland nicht zulässig ist, ist der Einsatz von 2000 mg Zinkoxid je kg Futter in den ersten zwei Wochen nach dem Absetzen.**

Nach § 17a (1) FMV ist für Zinkoxid ein Höchstgehalt von max. 250 mg je kg festgelegt, so dass die unter 8. genannte Maßnahme in Deutschland nicht statthaft ist.

Als Varianten eines reduzierten Antibiotikaeinsatzes bzw. als mögliche Alternativen zu Antibiotika als Futterzusatzstoff können u. a. aufgeführt werden:

- **ein beschränkter Einsatz von Antibiotika auf Perioden, in denen die größten Effekte zu erwarten sind (z.B. Ferkel- und Läuferperiode),**
- **der Einsatz von Mikroorganismen (Probiotika), organischen Säuren, Fructo- und Galakto - Oligosacchariden (Präbiotika), Kräutern oder anderen nicht-essentiellen Futterzusatzstoffen.**

Enzyme als Futterzusatzstoffe sind nicht als Alternativen zum Antibiotikaeinsatz zu betrachten, da sie einen anderen Wirkungsmechanismus aufweisen (HABERER und SCHULZ 1998). Das Verbot der Fütterungsantibiotika bringt aber auch den Enzymeneinsatz stärker in die Diskussion.



### 3.2 Probiotika

Im deutschen Futtermittelrecht werden diese Produkte als "**mikrobielle Zusatzstoffe zur Stabilisierung der Darmflora**" bezeichnet. Sie dienen also der Erhaltung und Wiederherstellung der Eubiose, des ausgewogenen Gleichgewichtszustandes zwischen Magen - Darm - Flora und Wirtsorganismus.

**Bisher werden vornehmlich die folgenden Wirkungsweisen diskutiert** (KÜHN, 1998):

- **Förderung der erwünschten Darmflora**
- **Hemmung unerwünschter Bakterien im Darm über**
- **Konkurrenz um limitierte Nährstoffe**
  - **Bildung kurzkettiger Fettsäuren**
  - **Absenkung des pH-Wertes**
  - **Änderung der Sauerstoffkonzentration**
  - **Blockierung der Anhaftstellen an der Darmwand**
- **Bildung von Enzymen**
- **Bindung und/oder Abbau unerwünschter Stoffe**
- **Beeinflussung des Gallensäure-Stoffwechsels**
- **Stimulieren der im Darm befindlichen Immunzellen**
- **Förderung der Ausbildung der Darmzotten und damit verbesserte Nährstoffabsorption**
- **Verminderte Gewebeerneuerung im Darm und damit geringerer Nährstoff- und Energieverbrauch**
- **Verminderter Wasserverlust über den Darm.**

Bei monogastrischen Nutztieren werden vorwiegend Milchsäurebakterien und Sporenbildner eingesetzt. Produkte aus Hefen werden bei monogastrischen Nutztieren und im Wiederkäuerbereich mit Erfolg eingesetzt. Da sich diese Keime nicht auf Dauer im Darm von Nutztieren ansiedeln, müssen sie dem Futter kontinuierlich zugesetzt werden, damit sie ihre vollen, reproduzierbaren Effekte erzielen können. Die Wirkungen der Probiotika umfassen eine verbesserte Überlebensrate neugeborener Ferkel, Verringerung oder Verhinderung von Durchfallerkrankungen, verbessertes Wachstum und verbesserte Futtermittelverwertung. Tabelle 2 gibt einen Überblick zum Einfluss verschiedener Probiotika auf die Lebendmassezunahme von Ferkeln und Mastschweinen.



**Tabelle 2: Einfluss der drei zugelassenen Probiotika auf die Lebendmassezunahme von Ferkeln und Mastschweinen unter Berücksichtigung neuerer Ergebnisse (nach 1980) aus Deutschland, (Mehrzunahmen in % zur Kontrolle, Zahlen in Klammern: Anzahl der Versuche bzw. Variationsbreite, Literaturauswertung nach Freitag et al. 1998)**

<b>Substanz</b>	<b>Ferkel</b>	<b>Mastschwein</b>
<b>Bacillus - Arten</b>	<b>3,6</b> (11) (-8,1 bis 13,6)	<b>4,6</b> (2) (4,2 bis 5,1)
<b>Milchsäurebakterien</b>	<b>5,2</b> (9) (-2,7 bis 24,3)	<b>4,5</b> (4) (3,0 bis 6,7)
<b>Hefen</b> <b>(Saccharomyces cerevisiac)</b>	<b>0,2</b> (3) (-2,6 bis 3,1)	<b>1,2</b> (2) (-0,3 bis 2,8)
<b>im Mittel</b>	<b>3,0</b>	<b>3,4</b>

Quelle: FLACHOWSKY und SCHULZ (1998)

Zur Zeit werden Probiotika entweder als einzelne mikrobielle Additiva oder in Kombination mit anderen Substanzen (z. B. Fütterungssäuren) eingesetzt. Auch eine Kombination verschiedener Probiotika, z. B. Lebendhefen mit Milchsäurebakterien, zeigte in der Sauen- und Ferkelfütterung positive Wirkung (HOLL, 2000).

Im Verbot zu antibiotischen Leistungsförderern, die direkt auf ungünstige Darmkeime einwirken, entfalten die Probiotika ihre Wirkung auf indirektem Wege. Durch Stärkung der positiven Darmflora werden ungünstige Darmkeime verdrängt. Dies erklärt auch, warum ihre Wirkung nicht spontan, sondern erst nach einem längeren Zeitraum der Verfütterung erwartet werden kann. Dabei besteht eine wesentliche Voraussetzung zur Erzielung der gewünschten Wirkungseffekte darin, dass dem Tier relativ hohe Keimzahlen von einigen hunderttausend bis Millionen je Gramm Futter in einem noch lebensfähigen Zustand kontinuierlich zugeführt werden.

Die Leistungsförderung durch Probiotika erreicht zwar nicht das Niveau der Fütterungsantibiotika (vergl. Tabellen 1 und 2), jedoch werden positive Wirkungen bei Sauen, Ferkeln und Kälbern beschrieben (KREUZER und ZETHUSEN, 1995, DURST u. a., 1998, MERKL, 2000).

Zum diesbezüglich weiterführenden Studium wird die von der Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung (AWT) 1999 herausgegebene Broschüre mit dem Titel "Probiotika in der Tierernährung" empfohlen. Ferner sei auf die Übersichtsreferate von GEDEK (1986), TUSCHY (1986), STEWERT u. a. (1995), FLACHOWSKY (1994), HOLL (2000), NAGEL (2000) und SIMON u. KÜHN (2000) verwiesen.



### 3.3 Präbiotika

Ein immer größeres Interesse finden unverdauliche Zucker (Fructo-Oligosaccharide), die entweder allein oder in Kombination mit Mikroorganismen, die diese Zucker verwerten können, eingesetzt werden (z. B. *Pediococcus acidilactici*, Handelsname Bactocell PA). Der Einsatz von Oligosacchariden zur positiven Beeinflussung der intestinalen Mikroflora stellt eine Alternative zum Einsatz von Mikroorganismen (Probiotika) dar. Anstelle einer Zufuhr von lebenden Mikroben tritt eine spezifische Förderung der bereits im Gastro-Intestinaltrakt anwesenden günstigen Bakterien. Als Hauptprodukte der Fermentation im Darm entstehen kurzkettige Fettsäuren, wie Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure. Diese können vom Wirtsorganismus verstoffwechselt werden und stehen als Energiequelle zur Verfügung. Die Menge und die Verteilung der gebildeten FFS sind von der Art der eingesetzten Oligosaccharide abhängig. Die aus der Bildung der FFS ebenfalls resultierende pH-Wert Senkung im Darm schafft ungünstige Bedingungen für potentiell pathogene Mikroorganismen, wie *E. coli*, Salmonellen und Clostridien, die diese Zucker nicht verwerten können. Der Hauptfermentationsort ist bei den einzelnen Oligosacchariden unterschiedlich, je länger die Molekülketten, desto weiter hinten im Darmtrakt werden sie verstoffwechselt.

Der Einsatz von Oligosacchariden kann die Zunahmen erhöhen und den Futteraufwand verringern (BOLDUAN, 1998).

### 3.4 Säurezusätze in der Fütterung

Die Säurekonservierung feuchter Futtermittel wird seit langem, praktiziert (vorrangig Milchsäuregärung). Säuren sind als Konservierungsstoffe zugelassen und können vom Landwirt direkt bezogen und eingesetzt werden (ECKEL, 1998). Das für Tierernährung zuständige EU-Gremium weist ausdrücklich darauf hin, falls Futtersäuren als "Leistungsförderersatz" oder "gegen Coli" angepriesen werden, sie eine entsprechende Zulassung haben müssen (SUS 3/99,5). Dieses Gremium kritisierte den in letzter Zeit hoch dosierten Einsatz von Futtersäuren, der bei Schweinen zu Futterverweigerung, Unverträglichkeitsreaktionen und Magenverätzungen geführt hat und strebt eine Höchstmengenregelung für den Einsatz von Futtermitteln an. Die ergotropen Effekte durch organische Säuren in der Ferkelaufzucht und Schweinemast werden von KIRCHGESSNER und ROTH (1998) umfassend beschrieben.

Organische Säuren, wie z. B. Ameisensäuren, erhöhen die Verdaulichkeit des Futtereiweißes und tragen dadurch zu einer besseren Futterverwertung bei (FREITAG, 1998).

Die flüssige Ameisensäure, deren Handhabung aufgrund der hohen Korrosivität problematisch ist, wird auch als Ameisensäureadsorbat in Pulverform angeboten. Die Dosierung der organischen Säuren liegt im Bereich von 0,6 bis über 2 % je nach Säureart und Anwendungsbereich. Einige Säurepräparate enthalten Kombinationen verschiedener organischer Säuren mit der anorganischen Ortho-Phosphorsäure, z. B. die gekapselten Säuren mit dem Handelsnamen "Aciprol" (REICHENBACH, 1999). Diese werden mit einer Dosierung von nur 0,3 % eingesetzt. Die additive Wirkung von Futterzusatzstoffen beschreibt PAPE (1994).



**Die in der Fütterung verwendeten organischen Säuren werden auch im Verdauungstrakt oder im intermediären Stoffwechsel der Tiere normalerweise gebildet, so dass sie als natürliche Produkte anzusehen sind.**

Die Verminderung der bakteriellen Aktivität im Gastrointestinaltrakt durch Verabreichung organischer Säuren ist mehrfach beschrieben (ECKEL 1997, KERCHER 1999, BOLDUAN 1994, 1996, 1999, BOLDUAN und SEEMANN 1999). Die Abnahme der mikrobiellen Stoffwechsellätigkeit bedeutet für den Mikroorganismus eine verminderte Belastung durch bakterielle Toxine (biogene Amine, Ammoniak), die wachstumsdepressiv wirken können. Dies trifft insbesondere bei nicht lagerfähigem Futter (über 12,5 - 14 % Feuchtigkeitsgehalt) sowie auch für Flüssigfutter in Fütterungsanlagen ohne Spülsystem zu. Dieser konservierende Effekt kann bereits einen wesentlichen Einfluss auf Leistung und Gesundheit der Tiere haben.

Besonders effektiv ist die Säurewirkung auf die Magenfunktion bei Jungtieren. Es ist bekannt, dass die Salzsäure-Produktion im Magen in den ersten Lebenswochen für eine störungsfreie Verdauung nicht ausreicht. Dadurch wird das Wirkungsoptimum des Enzyms Pepsin zur Proteinspaltung ebenso wenig erreicht, wie eine wirksame Bakterienschranke gegen die mit dem Futter aufgenommenen Keime mit der Folge einer Vermehrung von unerwünschten Keimen in den vorderen Darmabschnitten.

**Die Zufuhr von Säuren über das Futter kann sich positiv in Richtung pH-Wert - Absenkung im Magen auswirken.** Dadurch werden die Verdauungsvorgänge insgesamt günstig beeinflusst und eine zu starke Bakterienentwicklung verhindert. Dies führt nicht nur zu verbesserter Wachstumsleistung, sondern auch zu einer Verringerung der Durchfallhäufigkeit (Coli - Durchfälle).

Beim Einsatz von organischen Säuren deuten sich auch Effekte im Intermediärstoffwechsel der Tiere in Richtung Verbesserung der Verwertung der umsetzbaren Energie für den Ansatz und die Stickstoffverwertung an. **Auch die mit dem Futter zugeführten organischen Säuren werden im Stoffwechsel entsprechend energetisch genutzt.** Neuerdings erfolgt in der Ferkelfütterung der Einsatz flüchtiger Fettsäuren. In mehreren Untersuchungen wurde insbesondere die günstige Auswirkung von Butyrat auf die Darmgesundheit beschrieben. Butyrat ist ein wichtiger Energielieferant und spielt eine große Rolle in der Erneuerung und Vermehrung der Darmepithelzellen. Außerdem vermindern die flüchtigen Fettsäuren (bes. Buttersäure) das Wachstum pathogener Keime, z. B. E. coli. Neueste Erkenntnisse belegen, dass Butyrat im Darm die Sekretion von Verdauungsenzymen der Bauchspeicheldrüse und des Darms positiv beeinflussen, wodurch die Fettverwertung steigt.

Der Einfluss organischer Säuren bzw. deren Salze auf die Lebendmassezunahme von Ferkeln und Mastschweinen ist in Tabelle 3 zusammenfassend dargestellt.



**Tabelle 3: Einfluss organischer Säuren bzw. ihrer Salze auf die Lebendmassezunahme von Ferkeln und Mastschweinen unter Berücksichtigung neuerer Ergebnisse (nach 1980) aus Deutschland, (Mehrzunahmen in % zur Kontrolle, Zahlen in Klammern: Anzahl der Versuche bzw. Variationsbreite, Literaturlauswertung nach FREITAG et al. 1998)**

Substanz	Ferkel	Mastschwein
<b>Ameisensäure</b> (0,25 - 2,5 %)	<b>9,9</b> (14) (- 15,1 bis 26,9)	<b>2,2</b> (2) (1,5 bis 3,0)
<b>Formiate</b> (0,4 - 2,7 %)	<b>2,9</b> (15) (-1,9 bis 9,3)	<b>2,7</b> (5) (0 bis 6,7)
<b>Fumarsäure</b> (0,5 - 4,0 %)	<b>4,9</b> (18) (-8,4 bis 12,6)	<b>3,4</b> (10) (0 bis 6,7)
<b>Propionsäure</b> (0,3 - 1,0 %)	<b>-1,2</b> (6) (-10,6 bis 13,8)	<b>2,5</b> (2) (1,9 bis 3,0)
<b>Gemische aus Säuren und Salzen</b>	<b>10,3</b> (21) (1,9 bis 22,0)	<b>6,3</b> (9) (2,7 bis 11,2)
<b>im Mittel</b>	<b>5,4</b>	<b>3,4</b>

Quelle: FLACHOWSKY und SCHULZ (1998)

Die besten Ergebnisse beim Einsatz von Säuren wurden bei Absetzferkeln und stressbelasteten Kälbern erzielt.

### 3.5 Kräuter und Pflanzenextrakte

Die Forschung wurde bisher vornehmlich für den Humanbereich durchgeführt. Ob eine ähnliche antimikrobielle Aktivität wie bei den herkömmlichen Leistungsförderern auftritt wird gegenwärtig u. a. an der Universität Leipzig geprüft (Gropp, F/E Projekt "Alternative Leistungsförderer unter Berücksichtigung tiergesundheitslicher Aspekte"). Pflanzliche Produkte können offensichtlich auch den Appetit anregen oder reduzieren und die Sekretion der Verdauungssäfte verändern (KÜHN u. a. 2001).

Bereits Ende der achtziger Jahre wurde von dem damaligen Bundesgesundheitsamt folgenden ätherischen Ölen eine antimikrobielle/antibakterielle, bakteriostatische oder virustatische Wirkung zuerkannt: Dillöl, Kümmelöl, Zimt- bzw. Zimtrindenöl, Fenchelöl, Queckenwurzelstocköl, Pfefferminzöl und Salbeiöl. Es sind weitere Pflanzenextrakte bekannt, die eine ähnliche Wirkung aufweisen.



**Für den Einsatz von Kräutern oder Pflanzenextrakten können verschiedene Einflussfaktoren bedeutend sein:**

- **Herkunft und Anbau der Pflanzen,**
- **Verwendung bestimmter Pflanzenteile (Stängel, Blatt, Frucht, Wurzel),**
- **Isolation und Konzentration einzelner Wirksubstanzen,**
- **Akzeptanz, Verträglichkeit und Rückstandsverhalten.**

Gerade für die heterogene Gruppe der Kräuter und Pflanzenextrakte sind daher vergleichende Untersuchungen zwischen verschiedenen Zusatzstoffgruppen nur begrenzt aussagefähig.

WEIB und QUANZ (2000) fanden bei Einsatz der Produkte Ergosan-Porc (Fa. Elorisan GmbH, Deggendorf) und Aromex Solid (Fa. Delacon Biotechnik, Steyregg, Österreich) auf hohem Zunahmehiveau (ca. 900 g im Lebendmassebereich von 30 - 115 kg) keine Leistungssteigerungen.

Demgegenüber berichtet HOPPENBROCK (1998) von einer Verbesserung der Mastleistung der Schweine bei Zusatz des natürlichen Verdauungsförderers "Sangrovit" (Hoechst Roussel Vet., Wiesbaden) im Schweinemastfutter. Sangrovit ist ein aus der Wurzel von *Sanguinaria canadensis*, einer im Nordosten von Nordamerika vorkommenden Pflanze, gewonnener Futterzusatzstoff. Er enthält ausschließlich natürliche Pflanzeninhaltsstoffe, wobei Sanguinarin den Hauptwirkstoff darstellt. Die Stoffe dieser Pflanze sind seit über 100 Jahren als Hausmittel zur Stimulierung der Blutzirkulation bekannt. Da Sanguinarin nach eingehender toxikologischer Prüfung ein in der Mundhygiene des Menschen umfangreich eingesetzter Stoff ist, bestehen keine Bedenken hinsichtlich der Gesundheit der Konsumenten. Somit ist SANGROVIT® als natürlich vorkommender, appetitanregender Stoff gemäß der Ratsrichtlinie 70/524/EWG Kat. C als Futterzusatzstoff gemäß Anlage 3, Absatz 3, 3.1 zugelassen (LEIBTSEDER, 1997).

## **4 Enzyme**

Eine Übersichtarbeit zum Einsatz von Enzympräparaten gibt WERNER (1982).

**Für die Tierernährung sind ausschließlich die Hydrolasen von Bedeutung.** Enzyme sind aufgrund ihrer chemischen Natur besonders sorgfältig zu behandeln. Ihre Wirkung zeigen Sie nur unter ganz bestimmten Bedingungen (Temperatur, pH-Wert und Feuchtigkeitsgehalt) und nur mit ihren spezifischen Substraten. Die benötigte Menge ist gering, da Enzyme während der katalysierten Reaktion nicht verbraucht werden. Im Verdauungstrakt werden sie allerdings wie andere Eiweiße verdaut und müssen deshalb ständig dem Futter zugesetzt sein. Im Kot bzw. in der Gülle entstehen keine Rückstände. Es sind auch keine Wartezeiten einzuhalten, bevor mit enzymhaltigen Rationen gefütterte Tiere geschlachtet werden. **Während beim Geflügel der Enzymeinsatz schon verbreitet ist, hat sich die Verwendung beim Schwein bisher weitestgehend auf die Phytase beschränkt.**



Da die Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung (AWT) 1997 eine Broschüre mit dem Titel "Enzyme in der Tierernährung" herausgegeben hat, soll hier lediglich auf einige spezielle Aspekte eingegangen werden.

#### 4.1 Phytase

Vom DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung wurde mit der DLG-Information 1/1999 (Schweinefütterung auf Basis des verdaulichen Phosphors) die Anwendung des verdaulichen Phosphors in der Fütterungspraxis empfohlen. Ergänzend wurden vom Arbeitskreis Empfehlungen zur Bewertung der mikrobiellen Phytase in der Mischungsplanung erarbeitet. Der Phosphor aus pflanzlichen Futtermitteln wird im Vergleich zu anderen P-Quellen von Schwein und Geflügel nur zu geringen Anteilen verwertet. Dies ist darauf zurückzuführen, dass rund zwei Drittel des enthaltenen Gesamtphosphors als Phytasephosphor gebunden vorliegen. Diese Phosphorverbindung stellt die Hauptspeicherform für Phosphor in pflanzlichen Samen dar. Sie kann nur durch Phytasen gespalten werden, die im Magen-Darm-Trakt vom Schwein und Geflügel nicht vorkommen. Lediglich in einigen pflanzlichen Futtermitteln (z. B. Weizen und Roggen) lässt sich eine bestimmte Phytase-Aktivität nachweisen, auf die primär die Unterschiede in der P-Verdaulichkeit verschiedener pflanzlicher Futterkomponenten zurückzuführen sind. Die Wirkung nativer Phytasen kann bei der Ermittlung des in der Gesamtration enthaltenen verdaulichen bzw. verfügbaren Phosphors nur dann Berücksichtigung finden, wenn das Futter nicht pelletiert oder anderen hydrothermischen Verarbeitungsprozessen unterzogen wird, da diese zur Inaktivierung nativer Phytasen führen. Eine Vorhersage des Einflusses ist schwer möglich, da die native Phytase-Aktivität außerdem starken Schwankungen unterliegt. Grundsätzlich darf deshalb angenommen werden, dass der Einfluss einer Phytaseergänzung auf die P-Verdaulichkeit bei pflanzlichen Komponenten unterschiedlich ausfällt und zum Beispiel von deren Gehalt an Phytat-P und der pflanzeneigenen Phytaseaktivität bestimmt wird. Es fehlt jedoch Datenmaterial für eine komponentenbezogene Beschreibung der Beziehung zwischen der Höhe der Phytasedosierung und der P-Verdaulichkeit. Aus diesem Grunde wurde in der DLG-Information 1/1999 auf Grundlage der verfügbaren Daten festgelegt, dass bei Zulage von 500 Einheiten mikrobieller Phytase in der fertigen Mischung mit einer Verdaulichkeit des pflanzlich gebundenen Phosphors von 65 Prozent gerechnet werden soll. Für die Optimierung und Rationsgestaltung unter Zusatz mikrobieller Phytase werden weitere Festlegungen für notwendig erachtet. Ziel der Vorgaben ist die Gewährleistung einer bedarfsgerechten Versorgung der Schweine mit verdaulichem Phosphor in der Praxis nach möglichst einfachem Prinzip. Neuerdings werden verschiedene Phytasen mit unterschiedlicher Wirksamkeit angeboten, so dass die Höhe der notwendigen Phytasezulage produktspezifisch ist. Eine aktuelle Kalkulation zur Preiswürdigkeit des Phytaseeinsatzes im Vergleich zu anorganischen Phosphorzusätzen gibt RICHTER (2001), siehe Anhang. HESEKER u. a. (2000) geben folgende Empfehlungen:



1. 100 Einheiten entsprechen 0,16 g verdaulichen Phosphor (Äquivalenzwert)
2. Geltungsbereich 0 bis 500 Einheiten Phytase je kg Futter  
Der Äquivalenzwert gilt für den Bereich von 0 bis 500 Einheiten Phytase je kg fertiger Futtermischung. Wenn Futtermischungen mikrobielle Phytase zugelegt wird, werden mindestens 200 Einheiten je kg empfohlen, um bei der Reduzierung der P-Gehalte in den Futtermischungen einen relevanten Umfang zu erreichen. Der obere Wert resultiert aus der DLG -Information 1/1999, um die P-Verdaulichkeit des pflanzlichen Phosphors nicht zu überschätzen.
3. bei pflanzlichen Komponenten maximal 65 Prozent P-Verdaulichkeit  
Entsprechend der Angabe in der DLG-Information 1/1999 beträgt die P-Verdaulichkeit des pflanzlich gebundenen Phosphors maximal 65 Prozent. Der Austauschwert von 0,16 g verdaulichen Phosphor je 100 Einheiten Phytase ist daher nur bis zu einer Steigerung der P-Verdaulichkeit auf max. 65 Prozent in den pflanzlichen Komponenten in Ansatz zu bringen. Durch diese Vorgehensweise wird sicher gestellt, dass die zugesetzte mikrobielle Phytase auch pflanzlich gebundenen Phosphor (Phytat) zur Umsetzung in den Mischungen in ausreichender Menge vorfindet.
3. Maßnahmen zur Erhaltung der Phytaseaktivität nutzen  
Um die angesetzte Freisetzung von Phosphor aus den pflanzlichen Komponenten durch die gezielte Zulage mikrobieller Phytase umfassend zu erreichen, müssen alle Maßnahmen genutzt werden, die einem möglichen Verlust der Phytaseaktivität entgegenwirken. Hierzu zählt insbesondere das Vermeiden von zu hohen Trocknungs-, Lager- und Verarbeitungstemperaturen bei der Futterherstellung. Bei der Lagerung in landwirtschaftlichen Betrieben sollte eine direkte Sonneneinstrahlung auf Lagerbehälter vermieden werden. Außensilos sollten möglichst im Schattenbereich aufgestellt werden. Besonders bei der Mineralfutterlagerung muss gleichzeitig gewährleistet sein, dass eine Einwirkung übermäßiger Feuchtigkeit ausgeschlossen ist. Des weiteren sollte die Lagerdauer von hofeigenen Mischungen im Sommer maximal eine Woche und im Winter maximal zwei Wochen betragen. Mineralfutter mit Phytase sollte im Sommer für zwei und im Winter für maximal drei Monate im landwirtschaftlichen Betrieb vorgelagert werden.

## 4.2 Nicht-Stärke-Polysaccharid (NSP) spaltende Enzyme

Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP) sind eine Stoffgruppe, die von Monogastriern nicht verwertet werden kann. Hierunter fallen Zellulose, Beta-Glukan, Pentosane, Pektine u. a. Da sie vorwiegend in den Zellwänden von Pflanzen vorkommen, werden sie auch unter dem Begriff "pflanzliche Gerüstsubstanzen" zusammengefasst. Diese sind in einzelnen Futtermitteln mit unterschiedlicher Größenordnung enthalten, im Roggen z. B. mehr als im Weizen. Enzymzusätze zu NSP - reichen Futtermitteln können die Kohlenhydratverdaulichkeit und damit die Energieverwertung verbessern. Auch kann dann der Anteil an Futtermitteln mit hohen NSP - Gehalten in den Futtermischungen entsprechend erhöht werden.



**Insbesondere lösliche NSP, wie  $\beta$  - Glucane und Arabinoxylane, führen zu einer Viskositäts-erhöhung im Verdauungstrakt von Tieren, bei denen der mikrobielle Nährstoffabbau im Verdauungstrakt gering ist (JEROCH u. a. 1999).**

Unlösliche NSP können als Zellwandkomponenten eine Barriere zwischen Verdauungsenzymen und Substraten sein. Die antinutritiven Effekte dieser NSP bestehen in einer Verminderung der Nährstoffverwertung, Leistungsminderung und im Auftreten von Durchfällen. Sie sind auf ihre hochmolekulare Struktur und ihr Wasserbindungsvermögen zurückzuführen.

SCHURZ (1997) **charakterisiert die Eigenschaften der NSP wie folgt:**

- **Umhüllung anderer Nährstoffe (Käfigeffekt)**
- **Erhöhung der Viskosität des Darminhalts - Störung des Nahrungstransits und der Durchmischung der Digesta mit den Verdauungssäften**
- **Erhöhung des Wassergehalts und der Viskosität der Exkremente - teilweise verbunden mit Einstreu- und Schlachtkörperqualitätsproblemen**

Der Einsatz NSP-spaltender Enzyme zielt nicht allein auf die Verfügbarmachung der NSP als Nährstoff. Dies würde bedeuten, dass ein Abbau bis hin zu Monosacchariden erfolgen müsste. Dazu wäre eine Vielzahl einzelner Enzyme notwendig. Im Falle der Pentosane ist bekannt, dass entstehende Pentosen (Xylose) schlecht verwertbar sind, zum großen Teil im Harn wieder ausgeschieden werden und somit sogar stoffwechselbelastend wirken können. Deshalb liegt das eigentliche Ziel des Enzymeinsatzes in der Beseitigung der oben genannten antinutritiven Eigenschaften von NSP. Dazu ist ein Aufbrechen der Makromoleküle, also ein teilweiser Abbau ausreichend. Sie können durch **Zusätze von entsprechenden Enzympräparaten (mit  $\beta$ -Glucanase-Aktivität bzw. Xylanaseaktivität)** aufgehoben oder gemildert werden. Eine positive Enzymwirkung ist von Tierart, Alter und Rationskomponenten abhängig.

Fütterungsversuche verschiedener Enzymanbieter bzw. -verwender lassen erkennen, dass auch in der Legehennenfütterung bei Einsatz von NSP-Enzymen der Maisanteil in den Mischungen deutlich reduziert werden kann und der Einsatz von Gerste möglich ist.

HABERER und SCHULZ (1998) haben alle bis dahin publizierten Ferkelaufzucht- und Schweinemastversuche ausgewertet. Die Daten zeigen, dass bei Enzymeinsatz sowohl in der Aufzucht, als auch in der Mast die Futterraufnahme der Schweine gegenüber den ungesupplementierten Kontrollgruppen geringfügig anstieg (0,7 bis 2,8 %). Deutlichere Effekte waren bei den Zunahmen sowohl in der Aufzucht bzw. Vormast (4,2 bis 10,5 %) als auch in der Endmast (3,3 bis 5,1 %) nach Enzymeinsatz zu beobachten. Öfers führte der Enzymeinsatz zur Reduzierung des Futterraufwandes bei Ferkeln (JEROCH u. a., 2000). Die veröffentlichten Ergebnisse aus Schweinemastversuchen mit NSP-Enzymen sind teilweise sehr widersprüchlich und haben nachhaltige Effekte bisher vorrangig mit Roggen-Rationen gezeigt. Über den Einfluss des z. Z. noch zugelassenen antimikrobiellen Zusatzstoffes Avilamycin und eines NSP-hydrolysierenden Enzyms und deren Kombination auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und den Gehalt an umsetzbarer Energie beim Schwein berichten RATTAY u. a. (1998).



In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen Eigenschaften und Grenzen des Einsatzes von Substanzen, die als Alternativen zu Antibiotika in der Fütterung diskutiert werden, dargestellt.

**Tabelle 4: Wesentliche Eigenschaften und Grenzen des Einsatzes von Substanzen, die als Alternativen zu Antibiotika in der Fütterung diskutiert werden**

Substanz bzw. Maßnahme	Eigenschaften	Grenzen
Beschränkter Einsatz von Antibiotika in der Ferkel- und Läuferfütterung	Ausnutzung der Perioden des größten Effektes, vermutlich größere Akzeptanz	Verzicht auf mögliche Effekte in anderen Perioden
Mikroorganismen (Probiotika)	Größere Akzeptanz beim Verbraucher	Geringere Effekte als Antibiotika, Wirkungsmechanismus teilweise unklar
Organische Säuren und Salze	Größere Akzeptanz beim Verbraucher	Handhabung nicht einfach, z. T. beeinflusste Futterakzeptanz, spezifische Wirkungen
ZnO (lt. Futtermittelgesetz sind nur 250 mg/kg bei 88 % T zugelassen)	Durch gezielten Einsatz des Tierarztes gute Wirkung (2,5 g Zn als ZnO in den ersten 2 Wochen nach dem Absetzen)	Wirkungsmechanismus weitgehend unklar, Umweltbelastung mit Zn
Cu (lt. Futtermittelgesetz bis 16. Wo. max. 175 mg/kg zugelassen)	Sicherer Effekt, insbesondere beim Ferkel mit 250 mg/kg	Erhebliche Umweltbelastung, hohe Cu-Konzentration, vor allem in der Leber
Oligosaccharide	Akzeptanz beim Verbraucher, z. T. Bindekapazität für Mycotoxine	Geringere Effekte als Antibiotika, Wirkungsmechanismus nicht vollständig geklärt
Kräuter, Pflanzenextrakte	Hohe Akzeptanz beim Verbraucher	Keine wissenschaftlichen Belege für Wirkung
NSP - spaltende Enzyme	Abbau von Inhaltsstoffen, die durch körpereigene Enzyme nicht verdaut werden können	NSP - Gehalte in den Getreidearten schwanken in Abhängigkeit von Standort, Sorte und Erntebedingungen



## 5 Antioxidantien

**Antioxidantien verzögern die Oxidation von Fetten und fettlöslichen Vitaminen.** Sie spielen bei der Stabilisierung von Futterfetten und fettreichen Mischfuttermitteln eine Rolle. U. a. sind in dieser Gruppe auch Ascorbinsäure (Vitamin C) und Tocopherole (Vitamin E) eingeordnet. Vitamin E wirkt als einziges Antioxidans unmittelbar in Membransystemen. Es schützt so vor allem die ungesättigten Fettsäuren vor Lipidperoxidation.

**Vitamin E wirkt mit Selen synergistisch. Eine hohe Vitamin E - Speicherung im Organismus bewirkt auch in Eiern, Milch, Fleisch und in daraus hergestellten Produkten einen Schutz vor Oxidationsprozessen (Ranzigwerden).** Qualitätsparameter für Eier, Milch, Fleisch und Fleischprodukte, wie Lagerstabilität, Geruch und Aussehen - also Kriterien, die in Zeiten von Ernährungs- und Qualitätsbewusstsein einen hohen Stellenwert einnehmen, lassen sich durch Vitamin E-Gehalt als Folge einer Zulage an bedarfsangepasste Antioxidantien zum Futter deutlich verbessern (VAN DER VARST, 2000). Vitamin E-Mangel Symptome betreffen vor allem das reproduktive System (bes. Fertilitätsstörungen bei männlichen und weiblichen Tieren).

## 6 Aroma- und appetitanregende Stoffe

Aroma- und appetitanregende Stoffe finden **besonders in Ferkel- und Kälberfutter** Verwendung. Neuerdings werden derartige Substanzen auch als wachstumsfördernde Zusatzstoffe eingesetzt. Durch vermehrte Ausschüttung der Verdauungssekrete (Magensaft, Gallenflüssigkeit und den Säften der Bauchspeicheldrüse) soll die Verdauung der Tiere stimuliert werden, wodurch sich Tageszunahmen und Futterverwertung verbessern können.

## 7 Bindemittel, Fließstoffe und Gerinnungshilfsstoffe

In dieser Gruppe finden sich z. B. die Substanzen Bentonit-Montmorillonit und Diatomeenerde, denen z. T. eine absorbierende Wirkung gegenüber den im Darm entstehenden Eiweißbauprodukten (Ammoniak) aber auch gegenüber Mycotoxinen zugeschrieben wird. Damit soll das Tier "entlastet" und die Ammoniakkonzentration in der Stallluft verringert werden. Die Zulassung erfolgt aber nicht aufgrund dieser speziellen Wirkung. Tonminerale werden mit 4 bis 10 kg/Tonne Futter eingemischt. Hierdurch wird allerdings die Umwelt erheblich belastet. So kann z. B. kalkuliert werden, dass ein Betrieb mit 3.000 Mastschweinen/Jahr die Gülle mit 20 Tonnen an Tonmineralien/Jahr anreichert.



## 8 Emulgatoren, Stabilisatoren, Verdickungs- und Geliermittel

Sie werden vor allem Milchaustauschern zugesetzt, damit die hier verwendeten pflanzlichen Fette vom Kalb annähernd so gut wie das Milchfett verwertet werden können (gleichmäßige Verteilung der Fetttropfchen in Wasser oder Magermilch).

In dieser Gruppe finden sich auch **Propylenglykol** und **Glycerin**.

### 8.1 Propylenglykol

(Q.: Rinder, Futter, Fütterung, Futterberatungsdienst Landwirtschaftskammer Hannover, 1999, STAUFENBIEL u. a. 1997, Propylenglykol, Informationsblatt zum Einsatz in der Milchviehfütterung, WEIB u. a. 2000)

Zur Vorbeugung gegen Acetonämie kann neben einer leistungsgerechten Fütterung (besonders der altmelkenden und trockenstehenden Kühe) der Einsatz glukoplastischer Substanzen wie Propylenglykol (1.2-Propandiol) dienen. 1.2-Propandiol ist eine farblose Flüssigkeit mit einem Energiegehalt von 16,8 MJ NEL/kg. Es wird sehr schnell aus dem Pansen absorbiert, wodurch die Verluste, die durch die Mikrobenaktivität im Pansen entstehen können, stark reduziert werden. Ein weiterer Vorteil liegt in der Vermeidung der Pansenazidose.

Zur Ketoseprophylaxe müssen die Milchkühe mindestens 150 g Propylenglykol/Tier/Tag erhalten.

In der Praxis haben sich folgende Dosierungen bewährt:

#### Dosierungsempfehlung für Propylenglykol

Laktationsstadium	Propylenglykol Tier/Tag
<b>Trockensteher in der Vorbereitungsfütterung</b>	<b>150 g</b>
<b>0. bis 4. Laktationswoche</b>	<b>250 g</b>
<b>2. bis 3. Monat post partum (je nach Milchleistung)</b>	<b>150 g</b>

Das flüssige Propylenglykol wird in bzw. auf das Futter gesprüht. Die Substanz muss homogen in die Futtermischung eingebracht werden. Mit Hilfe einer Flüssigkeitsdosieranlage wird die genaue Dosierung und außerdem eine homogene Verteilung des Propylenglykols in der Futtermischung möglich. Beim Einsatz einer TMR kann das Propylenglykol direkt über den Futtermischwagen eingesetzt werden. Eine ausführliche Beschreibung der Applikation bei der Beschickung von Futtermischwagen und Futterbändern findet sich bei STAUFENBIEL u. a. (1997). Die vorgeschriebene max. Einsatzmenge von 12 g je kg lufttrockene Substanz (88 %T) muss eingehalten werden. Dies entspricht bei einer Trockenmasseaufnahme der Kühe von 20 kg einer Tagesmenge von ca. 250 g Propylenglykol je Kuh.



## 8.2 Glycerin

Glycerin wird in der Futtermittelverordnung Anlage 3 und der Richtlinie über Bestimmungen der E 6 als Futterzusatzstoff mit der Bezeichnung E 422 ohne Einschränkung hinsichtlich Tierart und Einsatzmenge geführt. **Das Interesse an Glycerin als Futtermittel resultiert aus der Tatsache, dass es bei der Produktion von Biodiesel aus Rapsöl als Nebenprodukt in Höhe von etwa 10 % der Ölmenge anfällt. Da es zunächst mit bis zu 30 % Methanol verunreinigt ist, kann es nicht ohne weiteres dem Futter zugesetzt werden.**

In einem Versuch im LVG Köllitsch (ALERT u. a. 1995) wurden im Schweinemastfutter 5 % Gerste erfolgreich durch 5 % Glycerin ersetzt.

Über technische Details bei der Verarbeitung von Glycerin im Mischfutter berichtet LÖWE (2000).

Bedingt durch die Notwendigkeit, Pellets teils auch länger lagern zu müssen, sollten die aus rein presstechnischer Sicht möglichen Glycerinzugaben nicht realisiert werden, da sich Schütt- und Rieselfähigkeit bei hohen Glycerinanteilen erheblich verschlechtern. Glycerin ist hygroskopisch. Entsprechend sind bei längerer Lagerdauer und höheren Glyceringehalten klimatische Lagerbedingungen zu beachten. Die Auswirkungen können sowohl positiv als auch negativ sein. Ist die relative Luftfeuchtigkeit gering (55 %), verhindert Glycerin ein Austrocknen des Futters. Ist die relative Luftfeuchtigkeit dagegen erhöht (75 %), wird im Vergleich zu glycerinfreiem Futter beschleunigt Wasser aufgenommen. Der zulässige Feuchtigkeitsgehalt von 14 % kann dann bei hochglycerinhaltigem Futter überschritten werden. Eine weitere Verschlechterung des Rieselverhaltens durch Quellen der Pellets ist die Folge. Die Struktur lockert sich, die Pelletoberfläche verändert sich und die Abriebkennzahl steigt an. Dadurch wird gleichzeitig bereits in loser Schüttung ein Verhaken der Pellets begünstigt, das im Silo aber auch in gesackter, pelletierter Ware zu Verfestigungen führt. Dieser Effekt wird bei glycerinreichem Futter durch Glycerinanteile an der Oberfläche der Pellets durch Verkleben verstärkt. Dementsprechend ist für die Lagerung glycerinreicher Pellets eine verhältnismäßig trockene Lagerung von 50 bis 60 % r. F. zu empfehlen. Höhere Luftfeuchtigkeiten sind nach Möglichkeit zu vermeiden, können jedoch kurzfristig toleriert werden.

Problemlos erscheint die Lagerung von Pellets nur mit Glycerinanteilen von max. 8 %. Nicht pelletierte Mischungen weisen schon bei einem Glycerinanteil von nur 5 % Zeitverfestigungen auf und sollten nicht in Silos eingelagert werden.

Werden Futtermischungen für den sofortigen Verbrauch hergestellt, können den ernährungsphysiologischen Empfehlungen folgend höhere Anteile eingesetzt werden, jedoch bedarf die Reinigung der verwendeten Anlagen und Geräte besonderer Aufmerksamkeit.

Entscheidend für den Einsatz von Glycerin als Futtermittelkomponente ist allerdings die Preiswürdigkeit. **Es ist davon auszugehen, dass mit zunehmender Biodieselproduktion Rohglycerin für Futterzwecke interessanter wird.** Als Presshilfsmittel kann Glycerin bereits heute vorteilhaft eingesetzt werden.



**Tabelle 5: Nichtessentielle Zusatzstoffgruppen-Wirksubstanzen, Wirkungsort und dominierende Wirkungsmechanismen (nach JEROCH u. a. 1999)**

Stoffgruppe	Wirksubstanzen	Vorrangiger Wirkungsort	Dominierende Wirkungsmechanismen
Antioxydanzien	Vitamin E und C, Butylhydroxytoluol (BHT), Butylhydroxyanisol (BHA), Ethoxyquin u. a.	Futter, tierische Produkte (Vitamine)	Vermeidung bzw. Verzögerung der Peroxidbildung, Erhöhung der oxidativen Stabilität
Aroma- und appetitanregende Stoffe	Natürliche Aromastoffe (Vanillin, Anis, Zimt, u. a.), ihnen entsprechende synthetische Substanzen, Saccharin, Saccharinnatrium	Futter	Angenehmer Geruch des Futters
Fließhilfsstoffe	Calciumsulfat-Dihydrat, Kieselerde, Kieselsäure, Perlit, Steatit, Vermiculit u. a.	Futter	Riesel- und Mischfähigkeit wird erhöht (Verhinderungen von Verklumpungen)
Bindemittel (Presshilfsstoffe)	u. a. Ligninsulfonate	Futter	Verbesserung der Pelletstabilität
Emulgatoren	u. a. Lecithin, Fettsäure- und monoglyceride	Futter	Verbesserung und Stabilisierung der Fettverteilung, in Milchaustauschern
Stabilisatoren	Agar, Agar, Carrageen, Gelatine, Pektine, Traganth u. a.	Futter	
Färbende Stoffe einschließlich Pigmente	Carotinoide zur Dotter- und Hautfärbung u. a. $\beta$ -Apo-8-Carotinal bzw. -Carotinsäure-Ethylester, Canthaxanthin, Capsanthin, Lutein, Zeaxanthin	Eidotter, Schlachtgeflügelhaut	Verbrauchergerechte Eidotter- und Hautfärbung
Kokzidiostatika	u. a. Amprolium, Lasalocid-Natrium, Monensin-Natrium, Halofuginon, Nicarbacin	Dünndarm	Verhütung der Kokzidiose bei Junggeflügel und Mastkaninchen
Antihistomoniaka	Dimetridazol, Ipronidazol, Nifursol, Ronidazol	Leber, Blinddärme	Verhütung der Histomoniasis (Schwarzkopfkrankheit) bei Puten und Perlhühnern
Konservierungsstoffe	Organische Säuren (u. a. Ameisen-, Essig-, Zitronen-, Milch-, Propion-, Sorbinsäure) und ihre Salze, Ortho-Phosphorsäure	Futtermittel	Antimikrobielle Effekte (konservierende Wirkung, Geschmacksverbesserung) <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Außerdem positive Effekte im Verdauungstrakt, u. a. durch pH-Wert - Senkung (milde Säuerung) Verdauungsenzymaktivierung, Zurückdrängung unerwünschter bakterieller Fermentationsvorgänge, Minimierung des Durchfallrisikos, diese Effekte können bei Kälbern und Ferkel zu Leistungsverbesserungen führen; energetische Nutzung der organischen Säuren



## 9 Kokzidiostatika

Kokzidiostatika sind Medikamente, die zur Bekämpfung der Erreger der Roten Kükenruhr (Kokzidiose) in das Aufzuchtfutter der Küken und Junghennen bis zur Legereife beigemischt werden. Bei Schlachtgeflügel muss Futter mit derartigen Medikamenten bis spätestens 3 bzw. 5 Tage vor dem Schlachten abgesetzt werden.

In der zusammenfassenden Tabelle Nr. 5 sind die beschriebenen und weitere, nicht essentielle Zusatzstoffgruppen - Wirksubstanzen aufgeführt, wobei der Wirkungsort und dominierende Wirkungsmechanismen genannt werden.

## 10 Vitaminisierte Mineralfuttermittel

(Quellen: GROPPPEL, 1993; JEROCH u. a., 1999)

Mit der Verfütterung von vitaminisierten Mineralfuttermitteln wird das Ziel verfolgt, unzureichende Gehalte in den Rationskomponenten aufzubessern, d. h. eine bedarfsorientierte Versorgung mit Mengen- und Spurenelementen sowie Vitaminen zu gewährleisten. Die Zusammensetzung der Mineralfutter kann gezielt auf die Rationszusammensetzung ausgerichtet werden.

**Das Mineralfutter kann auch mit freien Aminosäuren angereichert sein.** Für Schweine- und Geflügelfutter (Alleinfutter, Ergänzungsfutter) muss der Gehalt an Lysin (Schwein) bzw. Methionin (Geflügel) ausgewiesen werden. Bei Mineralfuttermitteln besteht Deklarationspflicht für die Gehalte an Calcium, Natrium, Phosphor (jeweils alle Tierarten bzw. Tierkategorien) und Magnesium (nur Mineralfutter für Rinder, Schafe und Ziegen). Außerdem ist der Gehalt an verschiedenen Mengenelementen anzugeben, wenn bestimmte Konzentrationen (z. B. = 5 % Calcium in Ergänzungsfuttermitteln außer Melassefuttermittel) überschritten werden. In Ergänzungsfuttermitteln dürfen Höchstgehalte überschritten werden, wenn sichergestellt ist, dass die mit der Gesamtration aufgenommene Menge nicht höher ist als der für das Alleinfutter festgelegte Wert (Anlage 3, Pkt. 11 der FMV).

Während adulte Tiere meistens mit dem Futter ausreichend Eisen erhalten, führt die Milch- nahrung je nach Fe-Depot in der Leber zwangsläufig zum Fe-Defizit. Vor allem bei Ferkeln, Kälbern und Lämmern kann deshalb nicht auf zusätzliche Fe-Gaben verzichtet werden. Meistens ist bei Wiederkäuern und Geflügel auch eine Ergänzung des Futters mit Mangan (Mn) erforderlich. Für alle Tierarten sind zusätzliche Zink (Zn)-Gaben über das Mischfutter empfehlenswert (Getreide ist zinkarm, oft ist Zn-Resorptionsgestört).

**Besonders Rinder benötigen eine Kupfer (Cu)-Ergänzung über das Mineralfutter.**

Spurenelementzugaben sind nach oben strikt durch die Toxizität dieser Stoffe begrenzt, d. h., die Toleranzschwelle darf keinesfalls überschritten werden. In der Futtermittelverordnung sind bereits unterhalb dieser Toleranzschwellen Höchstgehalte für verschiedene Spurenelemente festgelegt. Dies dient einerseits dem Schutz der Tiere vor Intoxikationen, aber auch der Entlastung der Umwelt, da überhöhte Gaben selten von erhöhter intermediärer Nutzung als



vielmehr vor vermehrter Ausscheidung begleitet sind. Ebenfalls gegen deutliche Erhöhungen, besonders einzelner Spurenelemente, sprechen die ausgeprägten Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Elementen. **Spurenelemente können sich gegenseitig in der Resorption beeinflussen, und zwar meist in negativer Hinsicht wie z. B. Kupfer und Molybdän.** Praktisch bedeutet dies, dass eine starke Erhöhung der Zufuhr eines Elementes die Aufnahme eines anderen stark behindern kann. Der Ausgleich eines Mangels führt damit möglicherweise in eine neue Mangelsituation.

Berücksichtigt man, dass bei Wiederkäuern z. B. weniger als 50 % der zugeführten Selenmenge resorbiert werden, stellt sich die Frage nach möglichen qualitativen Verbesserungen. Die zugeführten Spurenelemente könnten - bei gleicher Menge - der Milchkuh von größerem Nutzen sein, wenn Verluste im Magen - Darm - Trakt verringert bzw. die Resorption und intermediäre Verfügbarkeit erhöht werden. Ein Weg dazu ist der Einsatz von Spurenelementen in organischen Bindungsformen. Futtermittelrechtlich zugelassen wurden aus dieser Gruppe Chelate der Spurenelemente Eisen, Zink, Mangan und Kupfer mit Aminosäuren. Die Bezeichnung Chelat beschreibt eine chemische Bindungsform, in der das Spurenelement von den Aminosäuren wie von der Schere eines Krebses umfassen und festgehalten wird. Im Vergleich dazu sind die üblicherweise verwendeten Spurenelementverbindungen anorganischer Natur, beispielsweise Sulfate und Carbonate, die im Verdauungstrakt zu oft reaktionsfreudigen Ionen dissoziieren. Während anorganische Spurenelementverbindungen daher insbesondere in den Vormägen der Wiederkäuer verschiedenen chemischen Reaktionen unterliegen, die sie beispielsweise in unlösliche, nicht-resorbierbare Verbindungen überführen, ist ein Spurenelement in Chelatverbindungen weitgehend vor Reaktionen geschützt. Physiologisch wichtig ist, dass sich diese organischen Verbindungen ähnlich wie Aminosäuren im Tierkörper verhalten.

**Anorganische Spurenelementverbindungen werden auch in Zukunft eine kostengünstige Grundversorgung mit Spurenelementen sichern.** In Grenzbereichen, die durch den Sicherheitszuschlag der gängigen Empfehlungen nicht mehr erfasst werden, geben organische Bindungsformen die Möglichkeit, durch eine qualitative Verbesserung der Spurenelementversorgung Defizite auszugleichen. Dies betrifft insbesondere hochleistende Spitzenkühe (AZEM, 2000).



## 11 Anionische Kraftfutter zur Gebärparese - Prophylaxe

Quellen: Rinder Futterberatungsdienst Landwirtschaftskammer Hannover (1999), JEROCH u. a. 1999, GROPPÉL 2000, WEIB u. a. 2000, Versuchsbericht Aulendorf 2000)

Die **Gebärparese** (Gebärlähmung, Milchfieber, Festliegen) ist eine der häufigsten Stoffwechselerkrankungen **der älteren, leistungsstarken Milchkühe (Regulationsstörung im Ca und/oder P-Haushalt zu Beginn der Laktation)**.

Das klassische Prophylaxe-Konzept besteht aus einer reduzierten Zufuhr an Ca über Ca - arme Mineralfutter, die im wesentlichen auf die Phosphor-, Spurenelement- und Vitaminversorgung ausgerichtet sind. Ziel dieser Maßnahme ist die Beeinflussung der Parathormonsekretion in der Nebenschilddrüse zur Ca-Mobilisierung aus dem Knochen.

Wichtig ist dabei eine ausreichende Mg-Versorgung. **Nach neueren Untersuchungen spielt weniger das Calcium als vielmehr die Elektrolytbalance in der Ration eine Rolle.** Diese wird als "**Kationen - Anionen-Balance im Futter**" (Dietary Cation-Anion-Balance = DCAB) in Milliäquivalent (meq) ausgedrückt. Es hat sich gezeigt, dass für die Berechnung der DCAB bei trockenstehenden Kühen die Berücksichtigung der Kationen Na und K sowie der Anionen Cl und S ausreicht. Die Berechnung erfolgt nach der Gleichung:

$$\text{DCAB (meq/kg T)} = (435 \times \% \text{ Na} + 256 \times \% \text{ K}) - (282 \times \% \text{ Cl} + 623 \times \% \text{ S})$$

In die Berechnung gehen die Mineralstoffgehalte der jeweiligen Futter auf T-Basis ein. In den letzten drei Wochen vor dem Abkalben wird eine saure Reaktion der Futterration angestrebt. Die Kationen Na und K wirken alkalisch, die Anionen Chlor und Schwefel dagegen sauer. Es muss also eine negative DCAB angestrebt werden. Für eine wirksame Milchfieberprophylaxe sollen die Werte zwischen -100 bis -150 meq/kg T in der Gesamtration liegen. Dies ist in vielen Fällen nicht allein durch Rationsumstellung zu erreichen (Grassilage hat i.d.R. sehr hohe K-Gehalte). Zusätzlich werden dann sogenannte "saure Salze" (z. B. Magnesiumsulfat, Ammoniumsulfat, Calciumsulfat, Calciumchlorid) eingesetzt, die allerdings von den Kühen nicht gerne gefressen werden.

**Drei Wochen vor dem zu erwartenden Abkalbetermin beginnt die anionische Fütterung. Sie darf auf keinen Fall nach der Geburt fortgesetzt werden (laktierende Kuh: positive Bilanz).**

**Voraussetzung für die Anwendung des DCAB-Konzeptes ist die Kenntnis der Na-, K-, Cl- und S-Gehalte aller Futtermittel für Trockensteher. Die DCAB-Werte von Grundfutter variieren sehr stark, Analysen sind unbedingt erforderlich.**



## 12 Vitaminergänzungen

Für das Vitamin D (D2, D3) und z. T. auch für Vitamin A sind Höchstgehalte in Mischfuttermitteln festgelegt. Auf die Bedeutung von Vitamin E-Zusatz als Antioxidans im Futter wurde bereits hingewiesen.

Vitamin K ist für die Blutgerinnung notwendig. **Bei Geflügel, Ferkeln und Kälbern sollte der Gesamtbedarf zugesetzt werden.** Vorübergehend kann ein  **$\beta$ -Carotin-Einsatz** bei Kuh, Sau, Stute und Kaninchen zur Stabilisierung der Reproduktion Erfolg bringen. Mischfutter bzw. Getreiderationen und besonders Milchaustauschfuttermittel erfordern eine **Vitamin B6-Ergänzung. Milchersatzpräparate müssen mit Vitamin B<sub>12</sub> ergänzt werden.** Erwachsene Wiederkäuer decken in der Regel ihren Vitamin B<sub>12</sub>-Bedarf bei ausreichender Kobaltversorgung über die mikrobielle Eigensynthese.

Der native Gehalt der meisten Geflügel- und Schweinerationen an **Pantothensäure** ist nicht bedarfsdeckend, so dass entsprechende Zusätze notwendig sind.

Für Schweine, Pferde, Geflügel, Haus- und Pelztiere sind **Nikotinsäure-Zulagen** unerlässlich. Während **Biotin** bei Geflügel, Schweinen, Haus- und Pelztieren zugesetzt werden muss, kann **Folsäure** bei Schwein und Geflügel sicherheitshalber zugegeben werden.

**Trotz der zum Teil hohen Cholin - Werte einiger Futtermittel wird vor allem in der Geflügelfütterung Cholin ergänzt.**

## 13 Niacin

Bei Milchkühen, aber auch bei Mutterschafen mit mehreren Lämmern ist das B-Vitamin Niacin von großer Bedeutung. Besonders in der katabolen Stoffwechsellage nach dem Abkalben, wo in größerem Umfang Körperfett mobilisiert wird (60. - 100. Laktationstag > 25 kg FCM/Tier u. Tag) und die Ketokörperkonzentration im Blut ansteigt, wirken sich hohe Niacingaben in der Größenordnung von 6 g je Kuh und Tag (200 - 400 mg je kg Futtertrokensubstanz) günstig aus. Die Körperfettmobilisation wird vermindert, ebenso wie die Konzentration freier Fettsäuren im Plasma und der Leberfettgehalt. Weiterhin wird von einer erhöhten mikrobiellen Proteinsynthese berichtet.

**Bei Trockenstehern, die Einsatzleistungen von > 30 kg FCM je Tier und Tag erwarten lassen, sollte Niacin bereits 14 Tage ante partum verabreicht werden.** Das Niacin kann über Konzentrat (spezielles Hochleistungsfutter), mittels Vitaminvormischung oder im Mineralfutter (z. B. 30 g Niacin je kg Mineralfutter, bei 200 g Mineralfuttergabe werden 6 g Niacin aufgenommen) an die Milchkühe verabreicht (FLACHOWSKY, 1991).

Das Schwein kann den Niacinbedarf zum einen über die direkte Aufnahme mit dem Futter, zum anderen aber auch in begrenztem Umfang über den Umbau von Tryptophan zu Niacin decken. In heimischen Getreidearten und -nachprodukten ist Niacin zwar enthalten, es besitzt jedoch eine geringe Bioverfügbarkeit. Demgegenüber ist Niacin aus Sojaschroten gut verfügbar. **Die AWT empfiehlt für die Schweinemast von 30 - 100 kg Lebendgewicht eine Er-**



**gänzung mit 30 - 15 mg Niacin pro kg Futter. Bei Mutterschafen mit Mehrlingsgeburten hat sich 1 g Niacinzulage positiv hinsichtlich Ketoseprophylaxe ausgewirkt.** In Wachstumsversuchen mit Mastlämmern (20 - 42 kg LM) verbesserten Niacinzulagen von 0,5 bzw. 1,0 g/kg Mischfutter alle wesentlichen Parameter zum Fettgehalt der Schlachtkörper (DITTRICH, SÜB und GEIBLER, 1993).

## 14 L-Carnitin

L-Carnitin ist in Deutschland für alle Tierarten ohne Einschränkung zugelassen (Anlage 3: Zusatzstoffe, 11. Vitamine, Provitamine und ähnlich wirkende Stoffe, die chemisch nicht eindeutig beschrieben sind).

**Wie andere B-Vitamine spielt L-Carnitin eine wesentliche Rolle im Energiestoffwechsel von Mensch und Tier.** Der natürliche Gehalt im Futter und die Eigensynthese in Leber und Niere sind in der Regel ausreichend, um den normalen Bedarf zu decken. **Bei der heutigen Nutztierhaltung mit hoher Leistungsanforderung ist das Schwein auf eine erhöhte L-Carnitinzufuhr über die Futtermittel angewiesen. In folgenden Fällen deckt die körpereigene Carnitinsynthese zusammen mit dem typischerweise in Futtermitteln enthaltenen L-Carnitin der Bedarf der Tiere nicht** (BAUMGARTEN, 1997):

- **junge Tiere (körpereigene Synthese ist erst im Aufbau, z. B. Ferkel bis 20 kg)**
- **höhere Leistungsanforderungen (Mast: > 700 g Tageszunahmen, Futtermittelverwertung < 1:3,0; Ferkelaufzucht: 500 g Tageszunahmen, Futtermittelverwertung < 1:1,8)**
- **L-Carnitin - arme Futtermischungen**
- **fettreiche Futtermischungen**
- **Stresssituationen (Laktation der Muttersau, Absetzen der Ferkel, Transport, etc.)**

Insbesondere das Futter früh abgesetzter Ferkel sollte einen erhöhten Gehalt an L-Carnitin aufweisen, um die fehlende Zufuhr aus der Milch zu kompensieren. **Das Ferkelfutter sollte mindestens 60 mg L-Carnitin enthalten.** Je nach Zusammensetzung des Ferkelfutters kann der natürliche L-Carnitingehalt stark variieren, das ist bei der Zudosierung zu berücksichtigen. **Futter für Mastschweine sollte insgesamt etwa 40 bis 50 mg L-Carnitin enthalten.**

In Tabelle 6 werden Dosierempfehlungen für Schweine gegeben.



**Tabelle 6: Dosierungen für L-Carnitin bei oraler Aufnahme für Eber, Zuchtsauen und verwaiste Ferkel, Absetzferkel und Mastschweine (LONZA AG, 1994)**

	<b>L-Carnitin-Dosierung</b>
Eber	250 mg pro Tier und Tag
Muttersauen (10 Tage vor dem Abferkeln bis zum Absetzen der Ferkel)	40 mg pro kg Futter
Milchaustauscher für verwaiste Saugferkel	300- 500 mg pro kg Pulver
Ferkel (früh abgesetzt) <sup>1)</sup>	50 mg pro kg Futter
Ferkel (normal abgesetzt) <sup>2)</sup>	30 - 50 mg pro kg Futter
Mastschweine	30 - 50 mg pro kg Futter

<sup>1)</sup> jünger als 28 Tage

<sup>2)</sup> älter als 28 Tage

L-Carnitin spielt beim Wiederkäuer eine noch größere Rolle als beim Monogastrier. Laktierende Kühe haben den höchsten Bedarf, denn über die Milch (insbesondere Kolostralmilch) werden hohe Mengen an L-Carnitin abgegeben. Tabelle 7 enthält Dosierungsempfehlungen für L-Carnitin beim Rind.

**Tabelle 7: Dosierungsempfehlungen für orale Verabreichung von L-Carnitin beim Rind (LONZA AG, 1994)**

	<b>L - Carnitin - Dosierung</b>
Zuchttiere	1 - 5 g pro Tier und Tag
Milchkühe (10 Tage vor Abkalben bis 100 Tage in die Laktation)	1 - 5 g pro Tier und Tag
Mastrinder und Mastbullen	150 - 250 mg pro 100 kg Körpergewicht
Kälber	200 mg pro kg Milchaustauscher <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Für Milchaustauscher auf pflanzlicher Rohstoffbasis. Milchaustauscher sollten einen Gesamtgehalt von ca. 300 mg L-Carnitin pro kg Pulver aufweisen.

Tabelle 8 gibt einen Überblick zur Bedeutung der wasserlöslichen Vitamine bei Schweinen.



**Tabelle 8: Wirkungsweise, Mangelsymptome und Bedarf der wasserlöslichen Vitamine bei Schweinen (nach WEIB u. a. 2000)**

Name(n)	Wirkung im Stoffwechsel	Symptome bei Mangel	Gehalts-empfehlungen je kg Alleinfutter	
<b>Thiamin</b> (Aneurin oder Vit. B <sub>1</sub> )	Das Coenzym Thiaminpyrophosphat katalysiert Reaktionen in zentralen Schaltstellen des inneren Stoffwechsels, z. B. Abbau von Brenztraubensäure zu aktivierter Essigsäure	Anhäufung von Milchsäure und Ketosäuren im Gewebe - Krämpfe, Lähmungen, Ödeme, Durchfall	1,7 mg	
<b>Riboflavin</b> (Laktoflavin oder Vit. B <sub>2</sub> )	Coenzym der Flavinyzyme, die in der Zellatmung (zur Energiefreisetzung) für Wasserstofftransport sorgen	Bei Schweinen Hautentzündungen u. Augenkrankheiten, bei Küken Durchfall, Bein- und Flügelähmung	3 mg	
<b>Niacin</b> (Nikotinsäure oder -amid)	Bestandteil wasserstoffübertragender Coenzyme zur Energiegewinnung: Niacinendinucleotid (NAD), Niacinendinucleotidphosphat (NADP)	Durchfall, Hautentzündungen, bei Geflügel außerdem schlechte Befiederung	Ferkel Mastschwein Zuchtsau	25 mg 15 mg 11 mg
<b>Pantothensäure</b>	Bestandteil des Coenzym A mit Schlüsselfunktion im Kohlenhydrat-, Fett- u. Aminosäurenstoffwechsel	Schorfige Hautentzündungen, Dickdarmentzündung und -geschwüre, Bewegungsstörungen der Hinterbeine von Schweinen ("Paradeschritt")	10 mg	
<b>Pyridoxin</b> (Vit. B <sub>6</sub> )	Wichtigstes Coenzym im Eiweißstoffwechsel (Aminogruppenübertragung usw.), auch an Fett- u. Glykogenstoffwechsel beteiligt	Anämie, Bewegungsstörungen und Krämpfe	Ferkel Mastschwein Zuchtsau	3,2 mg 15 mg 11 mg
<b>Cyanocobalamin</b> (Vit. B <sub>12</sub> )	Übertragung von Methylgruppen, auch am Aufbau des DNS beteiligt	Bewegungsstörungen der Hinterhand beim Schwein, schlechter Schlupf und Nierenschäden bei Geflügel	Ferkel Mastschwein Zuchtsau	2 µg 10 µg 15 µg



## 15 Einsatz von Aminosäuren

Industriell hergestellte Aminosäuren (freie Aminosäuren und deren Hydroxyanaloga) sind als Ergänzungs- und Zusatzstoffe futtermittelrechtlich **ebenso wie NPN-Verbindungen und Mengenelemente Einzelfuttermittel mit Nährstoffcharakter** (JEROCH u. a. 1999). Ihre Einordnung bei den Zusatzstoffen ist jedoch nicht unlogisch, denn vom Herstellungsverfahren, über Dosierungen, technisches Know-how beim Einsatz und nicht zuletzt in ihrer Wirkung, haben sie mehr mit einem Zusatzstoff als mit einer Makrokomponente gemeinsam (PEISKER, 1998). Der Einsatz freier Aminosäuren bzw. ihrer Hydroxyanaloga erfolgt entweder als Bestandteil von Alleinfuttermischungen, Ergänzungsfutter oder Mineralfutter. **Durch den Zusatz fehlender Aminosäuren wird der Tierernährung die Möglichkeit gegeben, Eiweißfuttermittel einzusparen oder den Wert minderwertiger Proteine zu erhöhen.** Die Supplementierung von Rationen mit synthetischen Aminosäuren wird zukünftig noch an Bedeutung gewinnen, da die wertvollen Proteinträger, wie Fisch- und Tiermehl, nicht mehr verfüttert werden dürfen. Außer Lysin und Methionin werden bei Schwein und Geflügel zunehmend auch Threonin und Tryptophan (L-Threonin, L-Tryptophan, DL-Tryptophan) eingesetzt, so dass der Bedarf an limitierenden Aminosäuren effektiver gedeckt werden kann als durch den kombinierten Einsatz verschiedener Futterproteine (SCHUBER, 1980, JEROCH u. a., 1993, 1999). Die Stickstoffausscheidung kann durch den Einsatz freier Aminosäuren im Rahmen einer Phasenfütterung um bis zu 35 % reduziert werden (HOEGEN und Pfeffer, 1996). **Eine umfassende Beschreibung der Aminosäuren als Futterzusatz findet sich in der gleichnamigen Broschüre der AWT und bei LIMPER (1998).**

**In Schweinerationen geht es vor allem darum, durch den Einsatz synthetischer Aminosäuren Protein zu sparen** (GROPP und SCHUHMACHER, 1997). Der Lysingehalt der Ration spielt eine entscheidende Rolle bei der Einstellung des optimalen Lysin - Threonin - Gehaltes (MÜLLER, 1998). Einerseits wird bei einer Überversorgung mit Lysin der Threoninbedarf relativ zur Leitaminosäure Lysin unterschätzt, andererseits basieren die derzeitigen Angaben zum Aminosäurenbedarf auf Bruttogehalten, die ihrerseits Sicherheitszuschläge enthalten, um Schwankungen in den Aminosäureverdaulichkeiten zwischen den eingesetzten Futterstoffen auszugleichen. So variiert das Tryptophan - Lysin - Verhältnis im Mischfutter für Ferkel derzeit etwa zwischen 15 und 24 % (WESTERMEIER und RELANDEAU, 2001). Unter physiologischen Bedingungen können bei Nichtwiederkäuern 50 mg Tryptophan in 1 mg Niacin umgewandelt werden (PEISKER, 1997). Niacin ist Baustein der Coenzyme NAD/NADP und ist essentiell für die normale Funktion der Haut und der Verdauungsorgane (Niacingaben wurden bereits unter 13 abgehandelt). Der Einsatz von essentiellen Aminosäuren ermöglicht ein deutliches Absenken des Rohproteingehaltes und damit der Pufferkapazität des Futters ohne Leistungseinbußen (KÜHN u. a., 2001). Besonders beim Absatzferkel mit noch nicht vollständig ausgebildeter Säuresekretion und einer häufig zu hohen Futteraufnahme, ist ein niedriges Säurebindungsvermögen des Futters von entscheidender Bedeutung, denn sonst besteht das Risiko einer starken Vermehrung unerwünschter Mikroben.

Das Säurebindungsvermögen des Mischfutters wird durch die eingesetzten Rohstoffkomponenten bestimmt. Die Fähigkeit eines Futtermittels Säure zu binden, wird als Pufferkapazität



bezeichnet. Pufferkapazität ist die erforderliche Säuremenge, um den pH-Wert in einem Kilogramm Futter für einen definierten Wert einzustellen. Durch eine gezielte Aminosäuren - Supplementierung kann der Rohproteingehalt in dieser Phase von derzeit etwa 19 % ohne Leistungseinbußen auf bis 16 Prozent reduziert und damit der Infektionsdruck deutlich vermindert werden. BOLDUAN et al (1993) zeigten, dass eine derartige Reduktion zu verminderen Durchfällen führt.

## 15.1 Lysin

**Lysin ist für Schweine und Geflügel die erstlimitierende Aminosäure** . Nur die L-Form ist im Stoffwechsel verwendbar. Das im Handel befindliche L-Lysinwandhydrochlorid weist eine Konzentration von ca. 75 % Lysin auf. Dieses Lysin ist besonders für die Ergänzung getreidereicher Rationen geeignet. In Abhängigkeit vom Aminosäuregehalt der Ration wird es vorrangig über Milch und Mineralfuttermittel verabreicht. Mischfutter für Ferkel bzw. Mastschweine kann beispielsweise 2,4 g bzw. 2,4 - 1,6 g synthetisches L-Lysin-HCl je kg enthalten. L-Lysin wird neuerdings auch als Flüssig-Konzentrat (mindestens 50 % L-Lysin) bereitgestellt.

Die in der Praxis verwendeten Mischfuttertypen werden über unterschiedlich lange Gewichtsabschnitte eingesetzt. Vor allem bedingt durch den steigenden Futtermittelverzehr und den relativ sinkenden Eiweißansatz mit zunehmendem Gewicht sinken im Mastverlauf Protein- und

Aminosäuregehalt in der Futterration. In Abbildung 1 ist der Lysinbedarf kurvenmäßig dargestellt. Der Lysinbedarf, ausgedrückt als Prozent der Ration, nimmt mit zunehmendem Gewicht der Tiere ab. Der schwächere Abfall zwischen 50 und 70 kg Lebendgewicht korrespondiert mit der Periode des höchsten Fleischansatzes. Die Gehalte in einem Mischfutter müssen diesen Gegebenheiten angepasst werden und so ausgerichtet sein, dass sie zu Beginn den täglichen Bedarf weitgehend decken, ohne dass es zum Schluss zu einer übermäßigen "Nährstoffverschwendung" kommt.

Abbildung 1 zeigt, wie der Lysingehalt in den verschiedenen Ferkel- und Schweinemastfutmischungen dem Bedarf angepasst werden.

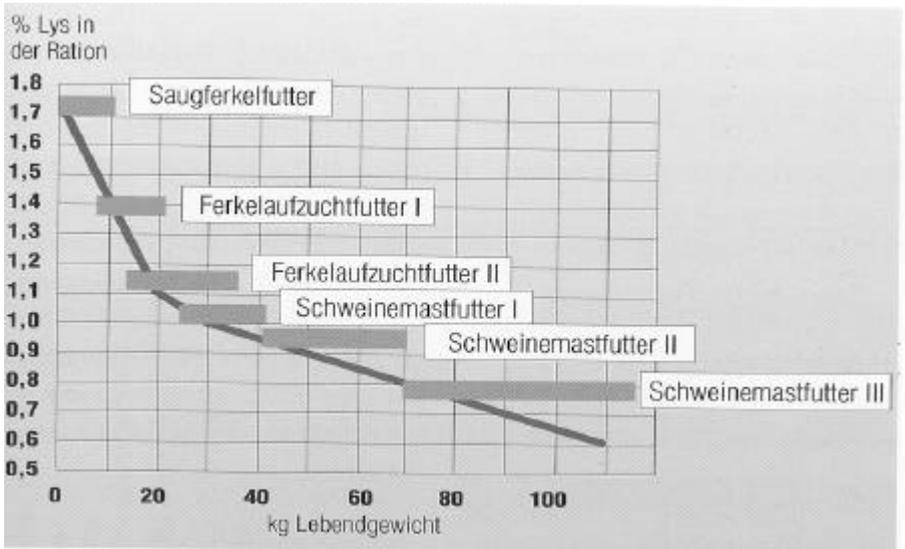


Abbildung 3. Lysinbedarf wachsender Schweine in % der Ration im Vergleich zum Gehalt im Mischfutter (Q.: AWT-Broschüre, Aminosäuren in der Tierernährung 1998, 41)

## 15.2 DL-Methionin

D und L-Form sind physiologisch nutzbar. Die im Handel befindlichen Produkte weisen eine Konzentration von 99 % (DL-Methionin) bzw. 88,15 % (N-Hydroxymethyl-DL-Methionin-Ca) auf. Auch hier gibt es eine flüssige Form, das DL-Methionin-Natrium-Konzentrat (mindestens 40 % DL-Methionin). **Methionin ist in Geflügelrationen meist die zweitlimitierende Aminosäure, während sie für das Schwein nur in Rationen mit Hefe oder Ackerbohnen den Bedarf unterschreiten kann.** Die Supplementierung von Rationen mit Methionin erfordert meist eine gleichzeitige Lysinergänzung, da Methioninüberschuss zu Inbalancen führt, die mit Leistungsdepressionen verbunden sind. **Bei Methionin gibt es Präparate für monogastrische Tiere und für Wiederkäuer.** Dabei handelt es sich bei Wiederkäuern vorrangig um für Milchkühe zugelassene, pansenstabile Methioninpräparate. Für Milchkühe steht außerdem ein geschütztes Präparat mit L-Lysin-Monohydrochlorid und DL-Methionin zur Verfügung. LEBZIN u. a. (1993) berichten über Versuche zum Einfluss von geschütztem bzw. ungeschütztem Methionin auf die Stoffumsetzungen im Verdauungstrakt von Milchkühen, sowie den Methioningehalt im Blutplasma.

Von 55 ausgewerteten Versuchen waren bei 33 Mehrleistungen zwischen zwei bis maximal 10 % erreicht worden. Bei 9 Versuchen konnte kein Effekt beobachtet werden und in 13



Versuchen wurden zwei bis 12 % weniger Milchprotein im Vergleich zu unsupplementierten Kontrollgruppen ermittelt (FLACHOWSKY, 1998). Zur Aminosäurenversorgung der Milchkuh insgesamt, schreiben VOIGT und HAGEMEISTER (1997). HEIMBECK (1997) berichtet über Praxisergebnisse mit aminosäureoptimierten Rationen in der Milchviehfütterung. **Aufgabe zukünftiger Untersuchungen wird sein, die Fütterungsbedingungen, bei denen eine Ergänzung der Milchviehrationen mit pansenstabilen Aminosäuren zweckmäßig ist, genauer zu charakterisieren.** Klar ist, dass Mängel in der Ration allein durch geschütztes Methionin ausgeglichen werden können (dlz Recherche 12/97, 76 - 77).

## 16 NPN - Verbindungen

(Quelle: JEROCH, 1980, PIATKOWSKI u. a., 1999, JEROCH u. a., 1999, WEIß u. a., 2000)

**Unter NPN (Nichtprotein - Stickstoff) wird Stickstoff verstanden, der nicht im Eiweiß gebunden ist und durch die Pansenbakterien für die Eiweißbildung genutzt werden kann.** Nichteiweißartige Stickstoffverbindungen sind generell in Futtermitteln enthalten. Sie werden außerdem großtechnisch hergestellt. Als Einzelfuttermittel sind folgende Präparate zugelassen: Ammoniumacetat, Ammoniumlactat, Ammoniumsulfat, Biuret, Harnstoff, Harnstoffphosphat, Isobutylidenharnstoff sowie Nebenerzeugnisse aus der Herstellung von L-Glutaminsäure und L-Lysin. Die Beschreibung dieser Produkte kann Anlage 1 der FMV entnommen werden.

Der weitaus wichtigste Vertreter dieser Stoffgruppe ist Harnstoff, der als Pulver oder granuliert angeboten wird. Seine starke Hygroskopizität kann die Lagerung und weitere Verarbeitung beeinträchtigen. Dieser Nachteil lässt sich durch Beschichten der Harnstoffpartikel mit amorpher Kieselsäure ( $\text{SiO}_2$ ), Wachs und anderen Substanzen beseitigen. Das "Coaten" verlangsamt außerdem die ansonsten zu rasche Harnstoffhydrolyse (schnelle Ammoniakfreisetzung) im Pansen. **Harnstoff vermindert bei höherer Konzentration im Futter die Fresslust (> 2 % im Mischfutter).**

**Die NPN-Verbindungen dienen zur Aufwertung proteinarmer Futterrationen bei Wiederkäuern.** Der Einsatz erfolgt in erster Linie als Bestandteil des Kraftfutters bzw. Mineralfutters (Monoammoniumphosphat) oder als Zusatz zum Grundfutter (z. B. bei der Maissilierung). Harnstoff findet zudem als Konservierungsmittel Anwendung, dabei findet durch das freigesetzte Ammoniak eine gewisse N-Anreicherung im Konservat (Getreide, Stroh) statt.

Harnstoff ist neben Ammoniak die billigste NPN-Verbindung und weist mit 46,65 % N einen hohen Stickstoffgehalt auf. Die "Verdaulichkeit" des Harnstoffs beläuft sich auf annähernd 100 %, so dass rechnerisch 100 g Harnstoff 292 g verdaulichem Rohprotein entsprechen ( $\text{N} \times 6,25$ ). In Abhängigkeit von der Rationsgestaltung und der Verabreichungsform des Harnstoffs wird die Verwertung beeinflusst (im Durchschnitt ca. 70 % Verwertung). Im Mittel wird deshalb mit 220 g verdaulichem Rohprotein pro 100 g Harnstoff gerechnet (200 g Rohprotein reichen für die Bildung von 2,3 kg Milch mit 4,3 Prozent Fett). Ob der Einsatz von Harnstoff sinnvoll ist, hängt in erster Linie von der Zusammensetzung der Futtration und der Leistungshöhe der Milchkuhe und vom Alter bzw. Gewicht der Masttiere ab. Besteht die Ration



aus Futtermitteln mit hoher Proteinabbaurate (z. B. Grassilage) wird im Pansen ohnehin viel Stickstoff freigesetzt. Eine zusätzliche Harnstoffgabe wäre in diesem Fall nicht angebracht. **Dagegen kann der Harnstoffeinsatz zu Rationen mit geringer Proteinabbaurate (z. B. Silomais), wo evtl. Stickstoff im Pansen fehlt, durchaus sinnvoll sein. Die verabreichte Harnstoffmenge sollte allerdings 100 g je Kuh und Tag nicht wesentlich überschreiten.** An Mastbullen ab ca. 350 kg Lebendgewicht kann Harnstoff in der Größenordnung von 100 - 150 g je Tier und Tag (in Abhängigkeit vom Gewicht) verabreicht werden, womit etwa ein Drittel des Rohproteinbedarfs abgedeckt wird. Einen umfassenden Überblick zum Einsatz von Harnstoff und anderen NPN - Verbindungen in der Wiederkäuerernährung gibt PIATKOWSKI (1978).

**Für die Harnstoffverfütterung nennt HOFFMANN (1997) folgende Grundsätze:**

- **Harnstoff nur an Rinder ab 200 kg Körpermasse verabreichen**
- **Die mögliche (nicht notwendige) Höchstmenge je Tag von 25 g Harnstoff je 100 kg Körpermasse einhalten.**
- **Die Rinder langsam, sprich 10 bis 14 Tage und mit allmählich steigenden Gaben, an den Harnstoff gewöhnen. In dieser Periode kann durch den bitteren Geschmack des Harnstoffes die Futteraufnahme beeinträchtigt werden.**
- **Darauf achten, dass die Ration ausreichende Mengen an Stärke bzw. Zucker enthält (> 20 Prozent der TS).**
- **Harnstoff immer in großen Futtermengen einmischen bzw. mehrmals am Tag füttern. Denn Harnstoff wird schnell gespalten, was bereits 0,5 bis 1 h nach Verfütterung zum Freisetzen von Ammoniak im Pansen führt. Die günstigste Form des Verabreichens ist deshalb die Mischration.**
- **Beim Kauf darauf achten, dass das Produkt als "Futterharnstoff" ausgewiesen ist.**
- **Harnstoff unbedingt trocken lagern, da er stark wasserbindend ist.**

## 17 Puffer

Quelle: PIATKOWSKI u. a. (1990)

Zu dieser Gruppe rechnet man vor allem die **Pansenpuffer**. Die wichtigsten sind  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  und Tonmineralien, wie Zeolite und Bentonite. Ihr Einsatz ist gefragt, wenn energiereiche Rationen (z. B. in der Frühlaktation) im Pansen durch die schnelle Fermentation der leichtverdaulichen Kohlenhydrate zu FFS und die geringe Wiederkauaktivität einen Abfall des pH - Wertes (ungünstig für den Celluloseabbau) und eine Verringerung des Acetat / Propionat - Verhältnisses (Senkung des Milchfettgehaltes) bewirken. Auch bei Verfütterung von großen Mengen Silage oder gemahlener bzw. pelletierten Grobfutter und bei Futterumstellungen (zum rohfaserermeren Grünfutter) ist ein Puffereinsatz zu erwägen. In mehreren Fütterungsversuchen wurde unter azidotischen Bedingungen eine positive Wirkung bei Milchkühen auf Futteraufnahme, Milchleistung und Milchfettgehalt durch den Pufferzusatz (z. B. 1,0 - 2,5 %  $\text{NaHCO}_3$  in der Futter TS) nachgewiesen.



## 18 Natronlauge

Nachdem der Strohaufschluss mit Natronlauge (Zellulose und Hemizellulosen werden für den bakteriellen Abbau freigelegt) für uns an Bedeutung verloren hat (hohes Getreideangebot), wird in Verbindung mit dem Einsatz von Futtermischwagen die Behandlung des Getreides (aber auch Rapssaat und Körnerleguminosen) mit Natronlauge in der Rinderfütterung propagiert (**Sodagrain**).

Dazu werden 3,5 - 4 % Ätznatron und 300 l Wasser je Tonne Getreide intensiv vermischt. Dabei erwärmt sich das Getreide und muss vor der Verfütterung mindestens 2, besser 8 bis 10 Tage lagern. Der Umgang mit Ätznatron erfordert unbedingt entsprechende Schutzvorrichtungen, um jeden Hautkontakt zu vermeiden. Das Getreide wird durch diese Behandlung "aufgeschlossen", d. h. es ist fast schalenlos und kann als ganzes Korn verfüttert werden. Als besonderer Vorteil dieses Verfahrens werden der hohe pH - Wert (ca. 11) und der langsamere Stärkeabbau im Pansen angeführt. Nachteile sind die relativ aufwendige Aufbereitung, die erhöhte Wasseraufnahme durch die Tiere, die vollständige Zerstörung des Vitamin E und eine leichte verminderte Verdaulichkeit der organischen Substanz. Da Ätznatron futtermittelrechtlich für Rinder nicht zugelassen ist, ist derartig behandeltes Getreide nicht verkehrsfähig.

## 19 Fettzusatz zur Milchviehration

(Quelle: Rinder Futterberatungsdienst, 1999, Landwirtschaftskammer Hannover, GROPPÉL 2000, WEIB u. a., 2000)

Um die Energieversorgung trotz einer reduzierten TM - Aufnahme nach der Kalbung sicherzustellen, oder aber um Tagesleistungen von 40 bis 60 Litern bei bester Tiergesundheit zu erfüllen, ist es erforderlich, den Energiegehalt der Rationen weiter anzuheben. **Fette, die im Mittel 20 bis 25 MJ NEL/kg enthalten, werden daher mit den folgenden Zielen vermehrt in Rationen für Hochleistungskühe eingesetzt** (SCHRÖDER u. a. 2000):

- **Minimierung der Körperfettmobilisation in der Phase der Hochlaktation zur Vermeidung von Stoffwechselerkrankungen**
- **Erhöhung der Milchmengenleistung**
- **Sicherstellung der Milchqualität (Fettgehalt, Eiweißgehalt)**
- **Die Zusammensetzung des Milchfettes (Streichfähigkeit, ungesättigte Fettsäuren, fettlösliche Vitamine) kann nachweislich durch die Auswahl geeigneter Fettquellen gezielt beeinflusst werden.** Diese Faktoren der Milchfettqualität werden in der Vergütung derzeit jedoch nur von einzelnen Molkereien berücksichtigt.

Unbehandelte Futterfette werden im Pansen in ihre Bestandteile Glycerin und Fettsäuren gespalten. Diese Fettsäuren hemmen die Tätigkeit und das Wachstum der Pansenmikroorganismen, insbesondere der zellulosespaltenden Bakterien. Als Folge sinken Rohfaserverdaulichkeit, Futteraufnahme, Milchfett und -eiweißgehalt. Futterfette können deshalb bei Milchkühen in größerem Umfang nur geschützt eingesetzt werden. In vollfetten Ölsamen (Sojabohne, Raps) ist das Fett durch die pflanzliche Zellwand eingeschlossen und wird nur sehr lang-



sam freigesetzt. **Als Faustzahl für die praktische Rationsgestaltung gilt, dass etwa 4 % i. T. der Gesamtration nicht überschritten werden sollten.**

**Durch Verseifung (Calciumseifen), Härtung ("kristalline" Fette) oder Umhüllung mit geschütztem Eiweiß werden verschiedene Formen von pansenstabilen Fetten für Futterzwecke hergestellt.** Solche Fette können in der Größenordnung von 0,5 - 1,0 kg je Kuh und Tag eingesetzt werden, so dass 5 - 6 % Fett in der Rationstrockenmasse enthalten sein können. Eine weitere Möglichkeit Fett in dieser Höhe einzusetzen ist die Herstellung sehr kleiner Futterpartikel mit hohem Schmelzpunkt mittels Kaltluft-Sprüh-Kristallisationsverfahren und Stärke als Träger.

## **20 Omega - 3 - Fettsäuren**

(Quelle: BECKER, 2000)

Die Aufwertung des Eies ist verhältnismäßig leicht über die Fütterung der Legehenne möglich. **So können beispielsweise Mineralstoffe wie Jod oder Fluor, Vitamine oder auch Fettsäuren über das Futter in den Dotter gelangen.** Im Fall der Fettsäuren bieten sich interessante Möglichkeiten der Anreicherung, da sich eine bestimmte Gruppe Fettsäuren, die sogenannten Omega - 3 - Fettsäuren, positiv auf den Organismus auswirken können. **Die Anreicherung der Eier mit Omega -3 - Fettsäuren erfolgt entweder durch Zusatz eines speziellen Algenproduktes oder Leinöl im Futter.**



## 21 Literaturverzeichnis

- ALERT, H.-J., KRAMER, G., UHLIG, R., PUHLMANN, B. (1995): Abschlussbericht zum Versuch Glycerinzusatz im pelletierten Schweinemastfutter, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, FB 8, LVG Köllitsch
- AZEM, Elisabeth (2000): Spurenelementergänzung bei Milchkühen, Handbuch der tierischen Veredlung, 401 - 406
- Bauernzeitung 9/2001: Antibiotika Ausstieg angeraten Agrarpolitik/Nachrichten
- BAUMGARTEN, M. (1997): L - Carnitin - Wettbewerbsvorteile durch natürliche Leistungssteigerung, Handbuch der tierischen Veredlung, 125 - 136
- BECKER, K. (2000): Anreicherungsmöglichkeiten von Eiern mit Omega - 3 - Fettsäurem, Veredlungsproduktion 2, 41 - 42
- BOLDUAN, G. (1994): Futterzusätze im Schweinefutter DGS 17, 22 - 24
- BOLDUAN, G. (1996): Diätfutter hält Darmflora in Schach, dlz, 12, 90 - 92
- BOLDUAN, G., SEMMANN, T. (1998): Weniger Durchfälle - höhere Zunahmen, dlz 3, 144 - 146
- BOLDUAN, G. (1998): Versuchsbericht zum Einsatz von BIOMOS in der Ferkelaufzucht, Institut für Angewandte Agrarökologie Rostock, Arbeitsgruppe Ferkelernährung
- BOLDUAN, G. (1999): Neue Anforderungen in der Schweinefütterung - die Ferkelaufzucht ohne Futterantibiotika, Sächsischer Schweinetag
- DGS intern Woche 9/2001: Für sofortiges generelles Verbot der Antibiotika, AgE.
- DITTRICH, A., SÜB, R., GEIBLER, C.(1993): In: Boldt, E., Dittrich, A., Schumacher Annette, Zeyner, Annette (1997): Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik, Leipzig, Kraftfutter 2, 78 - 81
- dlz - Recherche (1997): Sahnehäubchen für's a'la carte-Menue 12, 76 - 77
- DURST, L., FELDNER, M., GEDEK, Brigitte, ECKEL, I. u. B. (1998): Bakterien als Probiotikum in der Sauenfütterung und der Ferkelaufzucht, Kraftfutter 9, 356 - 363
- ECKEL, B. (1997): Fütterungssäuren in der Ferkelfütterung, Kraftfutter 1, 22 - 27
- ECKEL, B. (1998): Konservierung von Getreide, Handbuch der tierischen Veredlung, 180 - 186, Kamlage Verlag GmbH & Co. Osnabrück
- FLACHOWSKY, G. (1990): Leistungsförderer auch in der DDR erlaubt, Tierzucht 44, H 10, 442 - 444
- FLACHOWSKY, G. (1991): Niacin in der Milchkuhfütterung, Tierzucht 45, 138 - 139



- FLACHOWSKY, G. (1994): Leistungsförderer und Qualitätsfleisch - verträgt sich das? dlz Sonderheft Nr. 7
- FLACHOWSKY, G. (1998): Wunder aus dem Futter? Neue Landwirtschaft, 1, 68 - 72
- FLACHOWSKY, G., SCHULZ, E. (1998): Antimikrobielle Zusatzstoffe in der Schweineproduktion Chancen und Grenzen. 2. Internationaler - Congress für Tierärzte und Landwirte Bd. 2, Hannover, 10.-12. Nov. 1998, Euro Tier
- FREITAG, Mechthild, HENSCHKE, H.-U., SCHULTE-SIENBECK, H., REICHEL, Brigitte (1998): Kritische Betrachtung des Einsatzes von Leistungsförderern in der Tierernährung, Fortschrittsberichte des Fachbereiches Agrarwirtschaft Soest Universität - Gesamthochschule Paderborn Nr. 8
- FRIESECKE, H. (1984): Handbuch der praktischen Fütterung, BLV Verlagsgesellschaft München, 112
- GEDEK, B. R. (1986): Probiotika in der Tierernährung. Kraftfutter, 80 - 84
- GREIFE, H. A., BERSCHAUER, F. (1988): Leistungsförderer in der Tierproduktion: Stand und Perspektiven, Übers- Tierernährung 16, 27 - 78, DLG-Verlags GmbH Frankfurt M.
- GROPP, J., SCHUMACHER, A. (1997): Proteinsparen durch Leistungsvermittler, Handbuch der tierischen Veredlung, 115 - 124
- GROPP, J. F/E-Projekt (1999 - 2002): Alternative Leistungsförderer unter besonderer Berücksichtigung tiergesundheitslicher Aspekte
- GROPPEL, B. (1993): Mineralstoffe - Vitamine - Leistungsförderer - Bedeutung - Stoffwechsel - Bedarf - Einsatz, Herausgeber: REKASAN®, Mineralfutter und Futteradditive GmbH Kaulsdorf, Thür.
- GROPPEL, B. (2000): REKA-PLUS® 3000-Ergänzungsfuttermittel zur Absicherung der hohen Anforderungen der Hochleistungskuh, 13/14 REKASAN® Journal
- HABERER, B., SCHULZ, E. (1998): Zum Einfluss NSP - hydrolysierender Enzyme in der Schweinefütterung Übers. Tierern. 26, 25 - 64
- HEIMBECK, W. (1997): Praxisergebnisse mit aminosäureoptimierten Rationen in der Milchviehfütterung, Handbuch der tierischen Veredlung 343 - 353, Kamlage Verlag GmbH & Co. Osnabrück
- HENNIG, A. (1972): Mineralstoffe, Vitamine, Ergotropika, Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- HENNIG, A. (1982): Ergotropika, Eine wissenschaftlich - monografische Zusammenstellung über stoffwechsel- und verzehrsregulierende Substanzen für landwirtschaftliche Nutztiere, Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin



- HESEKER, A., LENZ, H., RODEHUTSCORD, M., SPIEKERS, H., STALLJOHANN, G. (2000): Bewertung der mikrobiellen Phytase Kraftfutter 1, 18 - 21
- HOEGEN, Birgit, PFEFFER, E. (1996): Nährstoffangepasste Fütterung - Möglichkeiten und Grenzen, Forschungsberichte der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn H 41, 10 - 25
- HOFFMANN, M. (1997): Wann Harnstoff ins Milchviehfutter? Dlz 3, 124 - 125
- HOLL, Elisabeth (2000): Ohne Leistungsförderer in das nächste Jahrtausend. Handbuch der tierischen Veredlung 2000, 117 - 126, Kamlage Verlag GmbH & Co. Osnabrück
- HOPPENBROCK, K.-H. (1998): Sonderdruck aus Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen Lippe 1, 1 - 2
- INBORR, I. (1997): No antibiotics, no salmonella - Pig Production according to "the Swedish model". In: Proc. Orffa Denmark Symposium, Vejen, Denmark on March 4, 1997
- JEROCH, H., FLACHOWSKY, G., WEIBBACH, F. (1993): Futtermittelkunde, Gustav Fischer Verlag Jena - Stuttgart 424 - 425
- JEROCH, H., DROCHNER, W., SIMON, O. (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 158 - 159; 262 - 263
- JEROCH, H., ALERT, H.-J., KLUGE, H., EICHLER, W. (2000): Bessere Leistungen durch Enzyme? DGS Magazin 18, 41 - 43
- KERCHER, R (2001): Einsatz ummantelter Säuren (Aciprol ®), Handbuch der tierischen Veredlung, 173 - 186, Kamlage Verlag GmbH & Co. Osnabrück
- KIRCHGESSNER, M. (1997): Tierernährung, 10. Neu bearb. Aufl. Verlage Union Agrar, München, Frankfurt (Main), Wien, Wabern, 196 - 207
- KIRCHGESSNER, M., ROTH, F. X. (1998): Ergotrope Effekte durch organische Säuren in der Ferkelaufzucht und Schweinemast Übers. Tierernährung 16, 93 - 108
- KREUZER, M, ZEHRHUSEN, A. (1995): Neuer mikrobieller Futterzusatz - Wirkungen bei Sauen und Ferkeln, Kraftfutter 3, 98 - 100
- KÜHN, IMKE (1998): Neue Erkenntnisse über die Wirkung von Probiotika in der Tierernährung, Kraftfutter 4, 140 - 144
- KÜHN, IMKE, JACOBS, S., MÜLLER, A. (2001): Die positive Beeinflussung der Darmflora beim Schwein durch geeignete Futterzusatzstoffe, Handbuch der tierischen Veredlung, 148 - 157, Kamlage Verlag GmbH & Co. Osnabrück



- LEBZIEN, P., ROHR, K., ENGLING, F.-P. (1993): Zum Einfluss von geschütztem bzw. ungeschütztem Methionin auf die Stoffumsetzungen im Verdauungstrakt von Milchkühen sowie den Methioningehalt im Blutplasma, *Landbauforschung Völknerode*, 43, 4, 224 - 235
- LEIBETSEDER, J. (1997): SANGROVIT® Ein neuartiger Futterzusatzstoff auf natürlicher Basis *Handbuch der tierischen Veredlung*, Verlag H. Kamlage, Osnabrück, 149 - 153
- LIMPER, J. (1998): Die Rolle der Aminosäuren in der Tierernährung, *Kraftfutter* 4, 134 - 139
- LONZA AG (1994): L - Carnitin in der Tierernährung L - Carnitin - Folder, Lonza AG, 5
- LÖWE, R. (2000): Verarbeitung von Rohglycerin in Mischfutter, *Veredlungsproduktion* 5. Jahrgang 2, 46 - 47
- MEIXNER, B., LÖHNERT, H.-J., LÜDKE, H., JEROCH, H. (1990): Leistungsfördernde Zusätze (Ergotropika) in Mischfuttermitteln der DDR - ihre Bedeutung in der Tierproduktion, *Tierzucht* 44, H 10, 470 - 473
- MEIXNER, B., FLACHOWSKY, G. (1990 a): Ergotropikaeinsatz in der Tierernährung, Teil I: Antibiotika, Chemobiotika, Probiotika, Organische Säuren, Puffersubstanzen, Pansenfermoregulatoren, *Fortschrittsberichte für Ernährung und Landwirtschaft* Bd. 28, H. 8, 5 - 53
- MEIXNER, B., FLACHOWSKY, G. (1990 b): Ergotropikaeinsatz in der Tierernährung, Teil II: Wachstumshormone,  $\beta$  - Rezeptorblocker, Enzyme, *Fortschrittsberichte für Ernährung und Landwirtschaft*, Bd. 28, H 9, 63 - 100
- MENKE, K.-H., KRAMPITZ, G. (1973): Antibiotikawirkungen in nutritiver Dosierung, Übers. *Tierernährung* 1, 255 - 272
- MERKEL, Jessica (2000): Kälberdurchfall, Den Darm mit Probiotika sanieren, *Handbuch der tierischen Veredlung*, 443 - 453, Kamlage Verlag GmbH & Co. Osnabrück
- MÖSCH, A. (1997): Leistungsförderer auf dem Prüfstand, *Kraftfutter* 4, 148 - 150
- MÜLLER, A. (1998): Mastschweine brauchen Threonin, *Handbuch der tierischen Veredlung* 138 - 146, Kamlage Verlag GmbH & Co. Osnabrück
- NAGEL, M. (2000): Probiotische Mikroorganismen für die Verbesserung von Flüssigfutter. *Handbuch der tierischen Veredlung*, Kamlage Verlag GmbH & Co. Osnabrück 70 - 85
- PAPE, H.-Ch. (1994): Additive Wirkung von Futterzusatzstoffen, *Kraftfutter* 11, 427 - 430
- PEISKER, M. (1997): Tryptophan in Mischfuttermitteln, *Kraftfutter* 4, 168 - 170
- PEISKER, M. (1998): Innovationskraft der Futterzusatzstoffbranche, *Kraftfutter* 4, 126 - 133



- PIATKOWSKY, B. (1978): Einsatz von Harnstoff und anderen NPN - Verbindungen in der Wiederkäuerernährung. Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft Bd. 16, H. 7, Herausgeber: Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Institut für Landwirtschaftliche Information und Dokumentation
- PIATKOWSKY, B., GURTNER, H., VOIGT, J. (1990): Grundzüge der Wiederkäuerernährung, Gustav Fischer Verlag Jena
- RATTAY, Dorle, GOLLNISCH, Karen, SCHULZE, E., FLACHOWSKY, G. (1988): Einfluss eines antimikrobiellen Zusatzstoffes, eines NSP - hydrolysierenden Enzyms und deren Kombination auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und den Gehalt an umsetzbarer Energie beim Schwein, Landbauforschung Völkenrode 4, 169 - 175
- REICHENBACH, H.-W. (1999): Mit Säuren im Futter zu besseren Leistungen SUS 1, 38 - 41
- RICHTER, G. (2001): Persönliche Mitteilung
- ROTH, H. (1997): Tiergesundheit fördern - mit Leistungsförderern und Bioregulatoren, Kraftfutter 4, 154 - 159
- SCHNEIDER, W. (1990): Leistungsförderer wirken durch viele Faktoren, Kraftfutter, Sonderdruck Nr. 11, 493 - 497
- SCHRÖDER, Angela, PIEPER, B., LICKFETT, J. (2000): Einsatz von pansengeschütztem Fett bei Hochleistungskühen aus Sicht der Beratung, Handbuch der tierischen Veredlung, 407 - 418, Kamlage Verlag GmbH & Co. Osnabrück
- SCHUBERT, R. (1980): Aminosäuren als Futterzusatz in: Jeroch, H. Biostimulatoren und Futterzusätze 1980, Gustav Fischer Verlag Jena, 234 - 310
- SCHURZ, M. (1997): Zum Einsatz von Enzymen in der Tierernährung. Handbuch der tierischen Veredlung 154 - 163, Kamlage Verlag GmbH & Co. Osnabrück
- SCHWARZ, G. (1997): Zusatzstoffe für eine ordnungsgemäße Tierproduktion, Kraftfutter 9, 348 - 354
- SIMON, O., Kühn, Imke (2000): Neue Ergebnisse zur Wirkung von Probiotika, DGS Magazin 5, 31 - 34
- STAUFENBIEL, R., HÜNNINGER, F., PIEPER, P., POPPE, S. (1997): Propylenglykol, Informationsblatt zum Einsatz in der Milchviehfütterung, Lübke Druck Neuruppin
- STEWART, C. S., HILLMANN, K., MAXWELL, F., KELLY, D., KING, T. P. (1995): Die neuesten Fortschritte in der Probiotik beim Schwein. Übers. Tierernährung 23, 1 - 26
- Sülflohn, K. (2000): Das geltende Futtermittelrecht mit Typenliste für Einzel- und Mischfuttermittel, Grüne Broschüre 2000 - Stand August 2000 - 2000 AS Agrar - Service, Eichendorfweg 51, 53359 Rheinbach



- SÜPHKE, Elvira (1998): Aminosäuren in der Tierernährung, Herausgeber: Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung e. V. AWT, Verlag Alfred Strothe
- TUSCHY, D. (1986): Verwendung von "Probiotika" als Leistungsförderer in der Tierernährung, Übersicht Tierernährung 14, 157 - 178
- VAN DER VARST, Regina (2000): Antioxidantien als Futtermittelzusatzstoffe - Sicherung hoher Produktqualität, Handbuch der tierischen Veredlung, 156 - 168
- Versuchsbericht, Aulendorf (2000): Versuche mit anionischen Kraftfuttern zur Gebärparese - Prophylaxe, Versuchsbericht 2, Herausgeber Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft Aulendorf
- VIANE, J. (1997): The Swedish animal production system - could it be applied across the
- VOIGT, J., HAGEMEISTER, H. (1997): Aminosäurenversorgung der Milchkuh, Handbuch der tierischen Veredlung, 328 - 342
- WEINREICH, O., KRÜSKEN, B., RADEWAHN, P. (1999): Futtermittelrechtliche Vorschriften, Agrimedia GmbH, Bergen Dumme
- WEIB, J., PABST, W., STRACK, K. E., GRANZ, SUSANNE (2000): Tierproduktion, 12. Auflage, Parey Buchverlag Berlin, 701
- WEIB, J., QUANZ, G. (2000): Sie wirken nicht wie Leistungsförderer DGS Magazin 44, 35 - 37
- WERNER, W. (1982): Zum Einsatz von Enzympräparaten in der Tierernährung, Übers. Tierernährung 10, 189 - 226
- WESTERMEIER, Ch., RELANDEAU, C. (2001): Aktuelle Versuchsergebnisse zum Tryptophanbedarf von Ferkeln, Handbuch der tierischen Veredlung, 101 - 105, Kamlage Verlag GmbH & Co. Osnabrück



## 22 Anhang

### 22.1 Fütterungssäuren

(Quelle: Futterberechnung für Schweine, BLT Grub, 7/1999)

Minimale Dosis - ausreichend für gute Wirkung

Höhere Dosis - nur in Problemfällen (Futtermittelverzehr!)

Num.	Fütterungs-säuren	Zusammensetzung	T g	ME MJ	Ca g	P g	Na g	pH- Senkung	Dosie- rung %
	<b>Säuren flüssig</b>								
5915	AMEISEN- SÄURE	85 % Ameisensäure	850	5,6	-	-	-	+++	0,3 - 1,0
5925	ESSIG- SÄURE	Essigsäure	990	14,8	-	-	-	++	0,6 - 2,0
	LUPRO- MIX NC	38 % Prop, 34 % Am.s., 8 % Ammonium	800	9,8	-	-	-	++	0,6 - 1,2
5935	PROPION- SÄURE (Luprosil)	Propionsäure	900	20,7	-	-	-	+	0,6 - 1,2
	SCHAUMA- SIL® flüssig	Propion-, Ameisen- säure, Additiv	990	18,7	-	-	-	+++	0,3
	<b>Säuren fest</b>								
	ACIDO- MIX®58	P-Säure, Zitronensäure	880	4,0	-	185	-	++	0,3 - 0,5
	BERGO FORMACID	Ameisen., Ca-Citrat	960	7,5	190	-	-	++	0,4 - 0,8
	BIOCHEM PAC 17	P-Säure	900	-	-	170	-	++	0,3 - 0,4
5965	CITRONEN- SÄURE Cytronic®	92 % Zitronensäure	920	9,5	-	-	-	+	1,0 - 2,0
		P-Säure, Zitronensäure	850	4,0	-	160	-	++	0,2 - 0,5
	EURACID® 68 Plus	P-Säure, Zitronen-, Fumar-, Apfelsäure	900	0,90	-	170	-	++	0,2 - 0,3
5955	FUMAR- SÄURE	99 % Fumarsäure	990	11,5	-	-	-	++	1,5 - 2,0
	FORMIC- STABIL 65	65 % Am.s., Kieselsäure	980	3,7	-	-	-	+++	0,7 - 1,2



Num.	Fütterungs- säuren	Zusammensetzung	T g	ME MJ	Ca g	P g	Na g	pH- Senkung	Dosie- rung %
5916	SCHAUMA- SIL®- GRANULAT	60 % Propions. Vermiculit	960	12,4	-	-	-	++	0,5
	SCHAUMA- SIL® FLÜSSIG NC	Salz der Propio nsäure	990	13,2	-	-	-	-	0,5
	TROUMIX® Megacid	Zitr.s., Fumars., P-Säure (geschützt, Prebiotika)	900	9,2	-	-	-	+	0,5 - 2,0
	ACID LAC®	Milch-, Fumar-, Prop.-, Zitr-, Am.- säure	980	12,5	-	-	-	++	0,3 - 0,8
	<b>Salze</b> CA- FORMIAT	Ca-Salz der Ameisensäure	990	3,3	305	-	-	-	0,8 - 1,5
	NA- FORMIAT	Na-Salz der Ameisensäure	990	3,3	-	-	330	-	0,8 - 1,8
	CALPRONA ®PP6D	P-, Propion-, Ameisen-, Zitronensäure-Salze	980	4,0	170	60	-	-	0,4 - 1,5
5936	LUPROSIL Salz,Ca- Propionat	Ca-Salz der Propionsäure	990	16,0	205	-	-	-	1,0 - 1,8
	LUPROSIL Na-Salz,Na- Propionat	Na-Salz der Propionsäure	990	15,9	20	-	210	-	1,0 - 1,8



## 22.2 Antibiotika

(Quelle: Futterberechnung für Schweine, BLT Grub, 7/1999)

Nach Futtermittelrecht zugelassene Leistungsförderer in Alleinfuttermitteln für Schweine (Gehalte bezogen auf 88 % Trockensubstanz)

Bezeichnung (Handelsname)	Verwendungszweck		Gehalt		Wartezeit
	Tier- kategorie	Höchst- alter	minimal	maximal	
<b>Antibiotika</b>					
Avilamycin	Ferkel	4 Monate	20	40	-
(Maxus G)	Schweine	6 Monate	10	20	-
Flavophospholipol (Flavomycin)	Schweine	6 Monate	1	20	-
Salinomycin-	Ferkel	4 Monate	30	60	-
Natrium	Schweine	6 Monate	15	30	-
(Salocin)					

## 22.3 Präbiotika

(Quelle: Futterberechnung für Schweine, BLT Grub, 7/1999)

Präbiotika*)	= Faserstoffe (Kohlenhydratverbindungen) für bakterielle Umsetzungen
	⇒ keine Spaltung durch tiereigene Enzyme
	⇒ Förderung von guten "Darmbakterien"
	⇒ Positives Darmmilieu erhöht Tiergesundheit (Stimulation der Immunabwehr)
	Verbindungen: Fructooligosaccharide Galactooligosaccharide Mannanooligosaccharide
*) futtermittelrechtlich nicht erfasst	
Präbiotika + Probiotika = Symbiotika	



## 22.4 Probiotika

(Quelle: Futterberechnung für Schweine, BLT Grub, 7/1999)

Handelsname	Bestandteile	Mindestgehalte im Alleinfutter (KBE*/kg)			Bemerkungen, Einsatzempfehlungen
		Ferkel	Zucht	Mast	
BACTOCELL®PA	Milchsäurebakterien (Pedioc. Acidilactici)	$1 \times 10^9$	$1 \times 10^9$	$1 \times 10^9$	Fütterungshygiene-Fließfutter
BIOPLUS®28	Sporen von Bacillus licheniformis und Bacillus subtilis	$1,3 \times 10^9$	$1,3 \times 10^9$	$0,5 \times 10^9$	Indirekte Enzymwirkung Ferkel/Sauen durchfüttern Mastschweine bis 70 kg LG
ORALIN® (SUIFERM®START, ENTEROFERM 14)	Milchsäurebakterien (Ent.faecium NCIB 10415)	$0,3 \times 10^9$	$0,2 \times 10^9$	$0,35 \times 10^9$	Nur in diätetischen Ergänzungsfuttern
MICROFERM	Milchsäurebakterien (Ent. Faecium DSM 5464)	$0,5 \times 10^9$	-	-	Nur an Ferkel
TOYOCERIN® $10^{10}/10^9$	Sporen von Bacillus toyoi	$0,5 \times 10^9$	$0,5 \times 10^9$	$0,2 \times 10^9$	Sauen 300mg Toy. $10^9$ /Tag Ferkel 100 mg Toy. $10^9$ /Tag Vormast $0,5 \times 10^9$ /kg Futter Endmast $0,2 \times 10^9$ /kg Futter
BIOSAF®	Hefezellen (Sac. Cerevisiae)	$0,5 \times 10^9$	$0,5 \times 10^9$	$0,3 \times 10^9$	Sauen, Trage- + Säugezeit Ferkelaufzucht
LEVUCCELL®	Hefezellen (Sac. Cerevisiae)	$0,6 \times 10^9$	$2 \times 10^9$	$1 \times 10^9$	Ferkel-/Sauen durchfüttern
YEA-SACC®1026	Hefezellen (Sac. Cerevisiae)	$5 \times 10^9$	$2,5 \times 10^9$	$2,5 \times 10^9$	Gleichmäßige Futtervorlage

\*KBE = Koloniebildende Einheiten



## 22.5 Nicht - Stärke - Polysaccharide (NSP) und Enzyme

(Quelle: Futterberechnung für Schweine, BLT Grub, 7/1999)

Gehalte an NSP (g/kg T)<sup>1)</sup>

Futtermittel	Rohfaser	b-Glucane	Pentosane	NSP gesamt
Weizen	20 - 24	2 - 15	55 - 95	75 - 106
Roggen	22 - 32	5 - 30	75 - 91	107 - 128
Triticale	30	2 - 20	54 - 69	74 - 103
<b>Gerste</b>	<b>42 - 93</b>	<b>15 - 107</b>	<b>57 - 70</b>	<b>135 - 172</b>
<b>Hafer</b>	<b>80 - 123</b>	<b>30 - 66</b>	<b>55 - 69</b>	<b>120 - 296</b>
Mais	19 - 30	1 - 2	40 - 43	55 - 117
<b>Weizenkleie</b>	<b>106 - 136</b>	*	<b>150 - 250</b>	<b>220 - 337</b>
<b>Sojaschrot</b>	<b>34 - 99</b>	*	<b>30 - 45</b>	<b>180 - 227</b>
Rapsschrot	109 - 159	*	*	187
Futtererbsen	56 - 72	*	*	156

<sup>1)</sup> abhängig von Sorte, Standort, Erntebedingungen

## Enzyme und Enzymwirkungen <sup>2)</sup>

Enzymbezeichnung/ Typ	Wirkung	Einsatz
Amylasen	Stärkeabbau zu Dextrin und Zucker	Getreide beim Absatzferkel
Cellulasen	Zelluloseabbau zu niedrigen Verbindungen und Zucker	Rohfaser in allen, besonders blatt- und halmreichen Futtermitteln
Glucanasen	Glucanabbau zu Oligosacchariden und Glukose	Gerste und Roggen, besonders bei Geflügel
Pentosanasen	Pentosanabbau	Roggen, Weizen und Gerste bei Schwein und Geflügel
Phytasen	Freisetzen von Phytin-P	Phytinreiche Rationen (Getreide, Hülsenfrüchte, Ölsaaten)
Proteinasen	Proteinabbau zu Peptiden und Aminosäuren	verschiedene Eiweißfuttermittel

<sup>2)</sup> abhängig von: Gehalt an NSP > 15 %, Substratspezifität, Leistungsniveau, Vorlaufzeit, pH-Wert, Temperatur, Wassergehalt



### Mikrobielle Phytase

- Mikrobielle Phytase wird als Eiweißkörper verdaut
- Wirkungsoptima bei pH 3 - 4 und 5 - 6
- P-Ersparnis: 1,00 g P (MCP) bzw. 1,15 g P (DCP) bzw. 0,8 g vP (bei 500 FTU/kg Alleinfutter)
- Produkte auf dem Markt:
 

Natuphos 5000(G)	ZY 98	ZY 96
Aktivitäten (FTU/g):	5000	2500
Zulagemengen im Alleinfutter (g/dt): 10	20	10
- Notwendige Phytasegehalte im Mineralfutter (bei 500 FTU/kg Alleinfutter):

Mineralfutteranteil (%)	Mineralfutter - Phytase (FTU/kg)
1	50.000
2	25.000
3	16.667
4	12.500
5	10.000

### Wirksamkeit/Stabilität von mikrobieller Phytase

Einflussfaktor	Wirksamkeit/Stabilität
Viel native Phytase	↓
Ca-/P-Überangebot	↓
Säuren, niedriger pH	↑
Hitze (Trocknen, Pelletieren)	↓
Getreideaufbereitung	↓
Lagerdauer, Lagertemperatur	↓
Kühle, trockene Lagerung	↑
Wasser, Feuchte	↓
Eisen-, Zinksulfat, Cholin-, Natriumchlorid, Melasse	↓
Weizenkleie, Futterkalk, Tonminerale	↑



## Preisvergleich zwischen anorganischen Posphorzusätzen und Phytaseinsatz

RICHTER, G. (2001), persönliche Mitteilung

P-Quelle	P-Gehalt, VQ (%) <sup>1)</sup>		Aktuelle Preise		
			DM/kg	Pf/1 g P	Pf/1 g verd. P
Ammon. Phosphat	26,0	(80)	0,98	0,38	0,47
Dicalcium-Phosphat	18,0	70	0,48	0,27	0,38
Mg-Phosphat	13,0	(80)	0,84	0,65	0,81
Mono-Di-Ca-Phosphat	21,5	80	0,65	0,30	0,38
Mono-Ca-Phosphat	22,7	(85)	0,77	0,34	0,40
Ca-Na-Phosphat	18,1	82	0,50	0,28	0,34
<b>1 g P wird freigesetzt durch:</b>					
500 FTU Phytase <sup>2)</sup> /kg Schweinefutter				0,30	0,38
600 FTU Phytase <sup>2)</sup> /kg Küken-, Junghennen-, Mastgeflügelutter				0,33	
400 FTU Phytase <sup>2)</sup> /kg Legehennenfutter				0,27	
<sup>1)</sup> VQ aus DLG Tab., Klammerwerte aus neueren Versuchsergebnissen abgeleitet <sup>2)</sup> 30 DM/kg Phytase bzw. 5.000.000 FTU (Natuphos) NB: - VQ des P in verschiedenen P-Verbindungen variiert zwischen 65 und 95 % - Eigenphytaseaktivität der Futtermittel berücksichtigen - Phytase reduziert P-Exkretion und damit P-Gehalt im org. Dünger - Phytase beim Ferkel durch Verminderung des Mineralanteils im Futter günstig für Pufferkapazität und Säurebindungsvermögen - Freisetzung anderer Elemente und evtl. Verbesserung der präcaecalen Aminosäureverdaulichkeit (2 - 4 %) durch Phytase					



## 22.6 Kationen/Anionen-Bilanz bei Zuchtsauen "Sauerfutter - Geburtsfutter"

- Ziel:** Absenkung des Harn-pH (<7) - Verringerung der Keime im Harn  
- weniger Infektionen  
- weniger MMA
- Wann?** maximal 8 Tage vor bis 2 Tage nach dem Abferkeln
- Wie?** Alkalisierende Kationen (Ca, Mg, K, Na) senken, acidierende Anionen (P, S, Cl) erhöhen
- Einheit:** Basenüberschuss (mmol/kg-Futter T)

$$\text{Basenüberschuss (mmol/kg T)}^1 = 50 \times \text{Ca} + 83 \times \text{Mg} + 26 \times \text{K} + 44 \times \text{Na} - 59 \times \text{P} - 13 \times (\text{M} + \text{C}) - 28 \times \text{Cl}$$

<sup>1)</sup>Mineralstoffe in g/kg T

$$\text{Harn-pH} = 6,19 + 0,0031 \times \text{BE} + 3 \times 10^{-6} \times \text{BE}^2$$

Basenüberschuss (BE)		Harn-pH
100 % T	87 % T	
+ 500	+ 435	8,5
+ 400	+ 348	7,9
+ 300	+ 261	7,4
+ 200	+ 174	6,9
+ 100	+ 87	6,5
+/- 0	0	6,2
- 100	- 87	5,9
- 200	-174	5,7
- 400	- 348	5,4

"Harnsäuerung": • 50 % Säugefutter/ 50 % Gerste ⇒ Harn - pH < 7,0  
 • 99 % (98 %) Säugef./Gerste + 1 % (2 %) Met. ⇒ Harn - pH < 6,5  
 (6,0)

- Vorsicht:**
- Kein säuerndes Futter an Ferkel und Mastschweine!
  - ausreichende Wasserzufuhr beachten
  - Futterverweigerung möglich



## 22.7 Propionsäurekonservierung von Einzel- und Mischfutter

(BASF 1999)

Getreide, Raps, Ackerbohnen, Erbsen

Feuchtegehalt im Korn	Getreideganzkorn <sup>1)</sup>				Raps, Ackerbohnen, Erbsen <sup>1)</sup>	
	Konservierungsdauer				< 1 Monat	< 6 Monate
	< 1 Monat	1 - 3 Monate	3 Monate	6 - 12 Monate		
12	-	-	-		0,35	0,50
14	-	-	-		0,40	0,55
16	0,35	0,45	0,50	0,55	0,45	0,65
18	0,40	0,50	0,55	0,65	0,50	0,75
20	0,45	0,55	0,65	0,75	-	-
22	0,50	0,65	0,75	0,85	-	-
24	0,55	0,70	0,85	0,95	-	-
26	0,60	0,80	0,95	1,05	-	-
28	0,70	0,90	1,05	1,15	-	-
30	0,80	1,00	1,15	1,30	-	-

<sup>1)</sup> Propionsäure-Mindestaufwandmengen in % (=Liter) je 100 kg

Bei abgepufferten Säureprodukten (weniger korrosiv, nicht ätzend), bei Säuregemischen usw. ist die Aufwandmenge höher (siehe Produktinformation)!

### Hofeigenes Mischfutter

Feuchte der Futtermischung/ Einzelkomponenten	Aufwandmenge Propionsäure in l/dt	Aufwandmenge Propionsäuresalz in kg/dt
bis 14 %	0,2 <sup>1)</sup> - 0,3 <sup>2)</sup>	0,3 <sup>1)</sup> - 0,4 <sup>2)</sup>
bis 16 %	0,3 <sup>1)</sup> - 0,4 <sup>2)</sup>	0,4 <sup>1)</sup> - 0,5 <sup>2)</sup>
16 % - 18 %	0,4 <sup>1)</sup> - 0,5 <sup>2)</sup>	0,6 <sup>1)</sup> - 0,7 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> kurze Lagerzeit, wenig Keime <sup>2)</sup> längere Lagerzeit, hoher Keimgehalt



## 22.8 Phyto gene Substanzen

Quelle: BLT Grub

### Pflanzen, ihre Wirkstoffe und Eigenschaften der Wirkstoffe

Pflanzenform	Verwendete Teile	Hauptverbindung	Berichtete Eigenschaften
<b>Aromatische Gewürze</b>			
Muskatnuss	Saat	Sabinen	Verdauungsfördernd, stopfend
Cinnamon	Rinde	Cinnamaldehyd	Appetit- u. verdauungsanregend, antiseptisch
Gewürznelke	Nelken	Eugenol	Appetit- u. verdauungsanregend, antiseptisch
Kardamom	Saat	Cineol	Appetit- u. verdauungsanregend
Koriander	Blatt, Saat	Linalol	verdauungsanregend
Kreuzkümmel	Saat	Cuminaldehyd	Verdauungsfördernd, Mittel gegen Blähungen, fördert die Milchproduktion
Anis	Frucht	Anthol	Verdauungsfördernd, fördert die Milchproduktion
Sellerie	Frucht, Kraut	Phtalldes	Appetit- u. verdauungsanregend
Petersilie	Blatt	Apiol	Appetit- u. verdauungsfördernd, Antiseptisch
Bockshornklee	Saat	Trigonellin	appetitanregend



<b>Pflanzenform</b>	<b>Verwendete Teile</b>	<b>Hauptverbindung</b>	<b>Berichtete Eigenschaften</b>
<b>Scharfe Gewürze</b>			
Paprika	Frucht	Capsaicin	Stopfend, entzündungshemmend, Stimulanz, Tonikum
Cayenne-Pfeffer	Frucht	Peperin	verdauungsfördernd
Meerrettich	Wurzel	Allyl-Isothiocyant	appetitanregend
Senf	Saat	Allyl-Isothiocyant	appetitanregend
Ingwer	Wurzel	Zingerol	Wirkt anregend auf die Magentätigkeit
<b>Aromatische Kräuter und Gewürze</b>			
Knoblauch	Zwiebel	Allicin	Verdauungsfördernd, antiseptisch
Rosmarin	Blatt	Cineol	Verdauungsfördernd, antiseptisch,, oxydationshemmend
Thymian	Ganze Pflanze	Thymol	verdauungsfördernd antiseptisch, oxydationshemmend
Salbei	Blatt	Cineol	Verdauungsfördernd, antiseptisch, Mittel gegen Blähungen
Lorbeer	Blatt	Cineol	Appetit- u. verdauungsanregend, antiseptisch
Pfefferminze	Blatt	Menthol	Appetit- u. verdauungsanregend, antiseptisch



## Wirkstoffe, ihre pflanzliche Herkunft und Konzentration der Wirkstoffe

Wirkstoff	Pflanzliche Herkunft und Wirkstoffkonzentrationen (in Klammern)
Anethol	Grüner Anis (35), Fenchel (32)
Borneol	Ceylon-Zitronell (7), dalmatinischer Salbei (6), Rosmarin (3), Thymian (15)
Carvon	Grüne Minze (85), Gartenkümmel (59), Dill
Caryophyllen	Gewürznelke (10), Cayenne-Pfeffer (4), echter Pfeffer (7), Rosmarin (3), Bohnenkraut (5), Salbei (5)
Cinnamaldehyd	Zimt (90)
Cineol (Eucalyptol)	Eukalyptus (80), Lorbeerblatt (50), Rosmarin (3), Kardamom (30)
Cuminaldehyd	Kreuzkümmel (30)
Estragol	Estragon (78), Basilienkraut (5), Fenchel (4), Kerbel (4)
Eugenol	Gewürznelke (80), echter Pfeffer (70), Zimtblätter (70)
Geraniol	Formosa-Zitronell (20), Ceylon-Zitronell (15)
Linalol	Basilienkraut (48), Thymian (80), Orangenblüte (45), Salbei (15), Koriander (80), Lorbeerblatt (10)
Allicin	Knoblauch
Sabinen	Muskatrinde (25), Cayenne-Pfeffer (25), Muskatnuss (29), Karotte (10), Kardamom (5), Petersilie (<5)
Terpineol	Orangenblüte (10), Majoran (6), Rosmarin (2)
Thymol	Thymian (41), Oregano (10), Bohnenkraut (10)
Carvacrol	Oregano (60)



## Rechtliche Wertung: Aroma- und appetitanregende Stoffe

	<b>Gehalt (mg/kg)</b>	<b>ca. Kosten DM/dt Futter</b>	<b>ca. Kosten <sup>1)</sup> DM/ Mastschwein</b>	<b>Wirkung</b>
Digestarom 1310	150	0,31	0,80	Anregung der inneren Sekretion und Entlastung des Leberstoffwechsels
Sangrovit	30	0,39	1,00	
Bioptigest	100	0,45	1,15	
Vilo-Kräuter	30	0,50	1,30	
EV-BG E-Plus	0,05 %	1,00	2,60	Direktverkauf beim Landwirt
Herbamax M	0,1 %	1,25	3,25	
EV-Digestan	0,2 %	1,96	5,10	
PIG Security	1 %	2,60	6,75	

<sup>1)</sup> 90 kg Zuwachs/260 kg Futter



## **Impressum**

### **Herausgeber**

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
August-Böckstiegel-Straße 1  
01326 Dresden

### **Redaktion**

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland  
Dr. Hans-Joachim Alert  
Am Park 3  
04886 Köllitsch  
Tel.: 03 42 22 46 17 1      Fax: 03 42 22 46 10 9

### **Druckdatum**

Juli 2001

### **Druck**

Offset-Druckerei Belgern GmbH  
Ritterstraße 12  
04874 Belgern

### **Bezug**

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland  
Am Park 3  
04886 Köllitsch

### **Schutzgebühr**

5,00 DM

### **Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor der Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlversammlungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme der Herausgeber zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebszweig, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

