



# Öko Lab - Gesellschaft für Ökologie und Umweltchemie mbH

Zittauer Straße 27 H 6; 99091 Erfurt ☎ 0361 / 74 29 550 /551 Fax: 0361 / 74 29 552

---

## 1. Allgemeine Erläuterungen

Moderne Industrieagrargesellschaften erzeugen bei der Transformation von Stoffen aus der unbelebten und belebten Natur zur Herstellung von Gütern, die zur Bedarfsdeckung und Bedürfnisbefriedigung der Menschen dienen, eine Anzahl von Abprodukten, die den Stoffkreisläufen wieder als sekundäre Rohstoffe zugeführt werden müssen - und das, ohne die Natur zu belasten.

Trinkwasser gehört weltweit zu den wichtigsten Lebensmitteln und verdient aus diesem Grunde einen besonderen Schutz.

Es gelangt hauptsächlich über die öffentlichen Trinkwasserversorgungseinrichtungen aus Oberflächen- und/oder Grund-(Brunnen-)wassergewinnungsanlagen in den Ernährungskreislauf und wird neben dem Verzehr auch für vielfältige weitere Anwendungen im privaten, öffentlichen, industriellen und gärtnerisch- bzw. landwirtschaftlichen Bereich verbraucht.

Trinkwassererzeugung und Brauch-(Abwasser-)behandlung werden deshalb mit besonderem Augenmerk von der Gesellschaft beobachtet und überwacht.

Lokale Abwässer aus kleingärtnerischen, gärtnerischen oder landwirtschaftlichen Tätigkeiten fallen meist an ihren Entstehungsorten konzentriert und separat gefasst an, sind regelmäßig mit unterschiedlichen Stoffen (gelöste Stoffe, Feststoffen usw.) belastet und erfordern eine aufmerksame und sorgfältige Verwertung. Für die Bewertung der Wirkung von Ammovit Neu® wird allerdings davon ausgegangen, dass die zur Behandlung kommenden biologischen Abprodukte keine Konzentrationen von toxischen Schwermetalle und organischen Schadstoffe (nach Festlegungen der LAGA) oberhalb gesetzlicher Grenzwerte enthalten.

Europäische, bundesweite oder auch landesbezogene Vorschriften beschäftigen sich hierzu u.a. ausführlich mit Fragen der Abwasserbehandlung und -reinigung [Literaturverzeichnis].

Im Bereich des privaten und landwirtschaftlichen Abwasseranfalls können mehrere anthropogene oder aus tierischen Quellen stammende Verunreinigungen unterschieden werden:

- a) Verunreinigungen aus dem Ernährungskreislauf, wie z.B. Exkremete,
- b) Verunreinigungen aus dem Haushalt,
- c) sonstige Verunreinigungen wie Nahrungsmittel- und Futterreste (Ballaststoffe, Kohlenhydrate, Fette, Eiweißstoffe u.a.).

Soweit eine unmittelbare Sammlung von solchen Abwässern in dislozierten Sammelbehältern stattfindet, die gleichzeitig für eine zumindest teilweise Klärung sorgen, spricht man von Kleinkläranlagen.

Daneben fallen z.B. auf kleingärtnerisch genutzten Flächen häufig Kleinmengen an anthropogenen Exkrementen an, für die keine Klärung in Kleinkläranlagen erfolgt, sondern die letztlich auch aufgrund ihres Nährstoffgehaltes unmittelbar in den biologischen Kreislauf zurückgeführt werden.

Allen solchen Prozessen ist jedoch gemein, dass sie mit biochemischen Reaktionsabläufen einhergehen, die allgemein als Faulung bezeichnet werden. In solchen durch Mikroorganismen hervorgerufenen Faulungsprozessen entstehen Reaktionsprodukte, die neben einer deutlichen Geruchsbelästigung auch toxische Eigenschaften aufweisen.

Zu nennen seien hier insbesondere solche Faulgase wie Methan  $\text{CH}_4$  u.a. Kohlenwasserstoffe, Schwefelwasserstoff  $\text{H}_2\text{S}$  und Ammoniak  $\text{NH}_3$ .

Kleinkläranlagen oder andere Sammelgefäße von Fäkalien stellen damit nicht nur eine übel riechende, sondern auch gesundheitsgefährdende Einrichtungen dar, zumal sie, sofern sie an öffentliche Abwasseranlagen zur Ableitung von schwebstoffarmen Abwässern angeschlossen sind, regelmäßig angefaultes Abwasser abgeben, welches aufgrund seines Säuregehaltes auch chemisch aktiv ist und damit die Abwasserableitungseinrichtungen angreift.

## **2. Zusammensetzung von AMMOVIT NEU® der Fa. Agrotex, Pirna**

**AMMOVIT NEU® der Fa. Agrotex, Pirna** hat seit Jahren eine gleichmäßige Zusammensetzung und besteht aus 97,7 % Eisen-II-sulfat ( $\text{FeSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$ ) und 2,3 % Calciumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Durch entstehende Wärme wandelt sich der Hauptbestandteil  $\text{FeSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$  teilweise durch Luftoxidation in Eisen-III-sulfat [ $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$ ] um. Dadurch verändert sich die Farbe des Produktes von hellgrün in gelbbraun.

Eisen-II-sulfat wirkt gleichfalls im biochemischen Prozess als Reduktionsmittel und wird zu Eisen-III-<sup>\*\*</sup> oxidiert.

Eisen und Calcium sind als wichtige Mengenelemente der Erdkruste und wichtige Bioelemente am Aufbau von Lebewesen beteiligt. Da beide Stoffe ( $\text{FeSO}_4$  und  $\text{CaCO}_3$ ) ohne Verunreinigungen, die Bestandteile von Ammovit Neu ® sind, werden bei ihrem Zusatz keinerlei toxische Stoffe bei der Klärschlammbehandlung eingetragen, die als Schadstoffe ins Abwasser gelangen könnten (Hg, Cd, Ni, Cr, Pb, Cu, Zn, PCB, PAK u.a.).

## **3. Wirkung von AMMOVIT NEU® der Fa. Agrotex, Pirna**

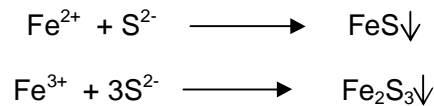
Seit 40 Jahren wird dieser Stoff als Fäkalienbehandlungsmittel sehr erfolgreich eingesetzt und bewirkt keinerlei Umweltbelastung.

Im Gegenteil!

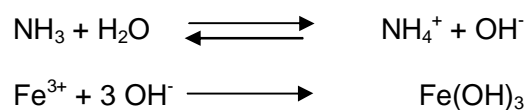
Durch die biochemische Umwandlung von Fäkalien und pflanzlichen Abprodukten durch Mikroorganismen (Destruenten) werden entstehender Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ ), Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) sowie geringe Mengen organischer Säuren und entstehende Schwefelsäure an Eisen-III- und Eisen-II-ionen ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ) sowie Kalziumionen ( $\text{Ca}^{2+}$ ) gebunden und gleichzeitig jegliche Geruchsbelästigung durch hochtoxischen Schwefelwasserstoff ( $\text{H}_2\text{S}$ ) und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) beseitigt.

Schwefelwasserstoff bildet mit Eisenionen schwerlösliches Eisen-II- bzw. Eisen-III-sulfid ( $\text{FeS}$ ,  $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ).

Des Weiteren wird Eisen-II- bzw. Eisen-III-sulfat durch Einwirkung von Wasser hydrolytisch gespalten, wobei letztlich intermediär Eisen-III-hydroxid entsteht. Ein Teil der  $\text{Fe}^{3+}$ -Ionen binden den beim Zersetzungsprozess entstehenden Schwefelwasserstoff als schwerlösliches Sulfid, nimmt ihm dadurch die toxische Wirkung und beseitigt die dadurch entstehende Geruchsbelästigung.



Der Überschuss an Eisen-III-Ionen bildet mit Hydroxidionen, die durch entstehenden Ammoniak aus dem Gleichgewicht gebunden werden Eisen-III-hydroxid nach folgenden Gleichungen:



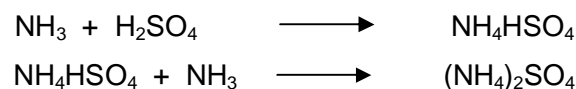
Eine Vielzahl von Eisen-III-hydroxid-Molekülen bilden durch Kondensation (Wasserabspaltung) größere Agglomerate. Diese sind hydrophil (wasserfreundlich), laden sich durch Aufnahme weniger Wasserstoffionen, bzw. Abspaltung weniger Hydroxidionen schwach positiv auf und bilden aufgrund ihrer schwachen positiven Ladung mit dem Dipolmolekül Wasser eine Hydrathülle, die sich aufgrund verstärkter gleichsinniger positiver Ladung zu Kolloid-Partikeln stabilisiert.

Durch diese Reaktion werden sie an einer Ausfällung / Ausflockung gehindert.

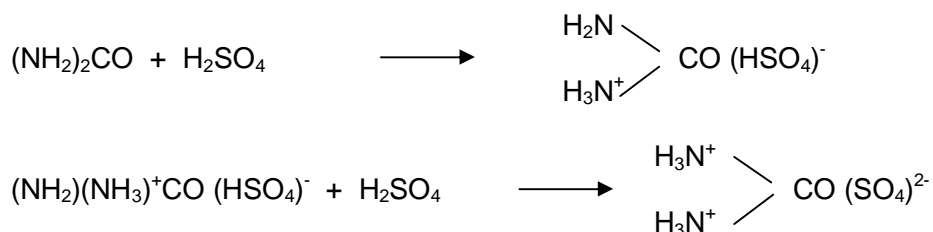
Dieser Vorgang verläuft analog der Prozesse der Bildung hydrophiler Kolloide auf der Basis von polymeren Kieselsäuren, Aluminiumhydroxid-, Eisenhydroxidkolloiden und anderer amphoterer Hydroxidkolloide, die die Grundlage der Bodenfruchtbarkeit zur Bindung von Nährstoffen durch Sorption von Kationen und Anionen aus dem Wasser nach der Hoffmeister'schen Reihe im Boden darstellen.

Die bei der Hydrolyse von  $\text{FeSO}_4$  bzw.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  entstehende Schwefelsäure reagiert sowohl mit Ammoniak als auch mit Harnstoff der Exkremente unter Bildung von Ammonium- bzw. Harnstoffsalzen, die wichtige Stickstoffdünger darstellen.

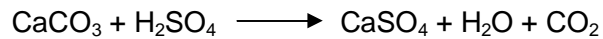
*Reaktionsgleichungen (Stufenreaktion) der Schwefelsäure mit Ammoniak*



*Reaktionsgleichungen (Stufenreaktion) der Schwefelsäure mit Harnstoff*



Gleichzeitig wirkt „Kalk“ ( $\text{CaCO}_3$ ) als Neutralisationsmittel für Schwefelsäure und eventuell andere entstehende organische Säuren unter Bildung entsprechender Kalziumsalze.



#### 4. Entstehung von Huminstoffen in Klärschlämmen

Durch Mikroorganismen werden organische Abprodukte (Pflanzenreste aus Cellulose bzw. Kohlenhydraten, Fette, Abprodukte der Eiweiße) durch komplexe biochemische Prozesse in organische Kolloide (Huminstoffe) umgewandelt.

Huminstoffe als wichtige organische Bodenkolloide, die gleichzeitig als Kleber anorganischer Kolloide wirken, entstehen dabei auf zwei Wegen:

- a) Umwandlung biologischer Abfälle (aus Kohlenhydraten, vor allem Zellulose, Fetten, Einweißen u.a. organischen Stoffen) durch Mikroorganismen (biologische Humifizierung);
- b) durch chemische Reaktionen bei einem pH-Wert unter 5 (chemische Humifizierung), die vor allem durch Wasserstoffionen der entstehenden Schwefelsäure und anderer (organischer) Säuren bewirkt wird.

Als Huminstoffe bezeichnet man die dunkel gefärbten Inhalte des Humus. Diese stellen ein Gemisch aus Stoffen dar, die von Organismen aufgebaut wurden, wie C-reiche Polysaccharide aus Chinonen.

Die Löslichkeit in Wasser ist gering, wir finden Molmassen zwischen 1.000 und 10.000 g/Mol.

Huminstoffe entstehen, wie nachfolgend noch ausführlich erläutert wird, u.a. durch Polymerisationsprozesse aus Huminsäuren und Folsäuren.

Huminsäuren sind tiefbraun und enthalten mehr aromatische Anteile und  $\text{CH}_2$ -Gruppen als Folsäuren, aber weniger Polysaccharidfragmente.

Huminstoffe bedingen

- a) Krümelstruktur und Sorptionsfähigkeit des Bodens für Nährstoffe,
- b) der Gehalt im Boden beträgt 2% - 20% (in moorigen Böden).

**Huminstoffe** sind heterogene und sehr komplizierte Stoffe mit Molekülgrößen im Bereich kolloider Dispersionen ( $10^{-4} - 10^{-7}$  cm) und sie unterliegen chemischen und biochemischen Abbauprozessen.

##### 4.1. Bildung aus Kohlenhydraten

Die hochmolekulare Kohlenhydrate liefern bei der Hydrolyse über Oligosaccharide, verschiedene Monosaccharide, aus denen unter bestimmten Reaktionsbedingungen Furan-derivate entstehen, nach folgendem Schema:

hochmolekulare Kohlenhydrate hydrolisieren

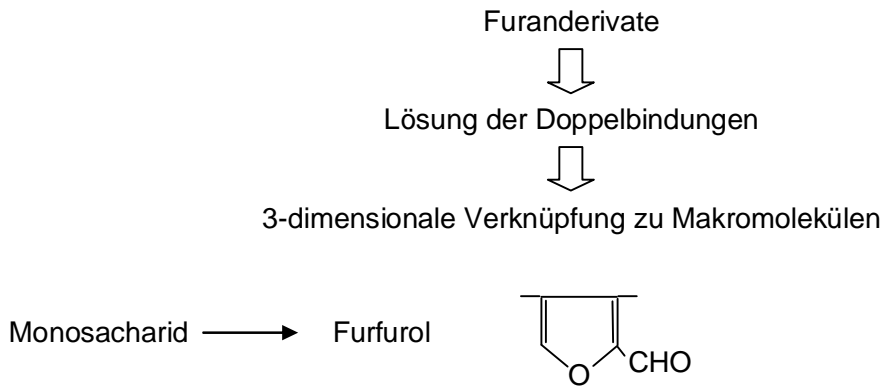


Oligosaccharide

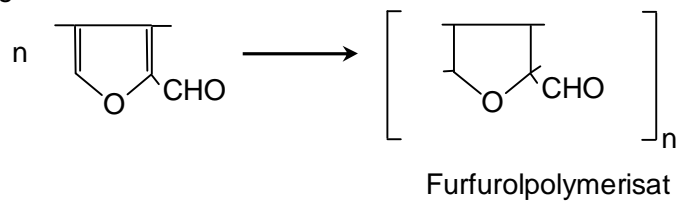


Monosaccharide





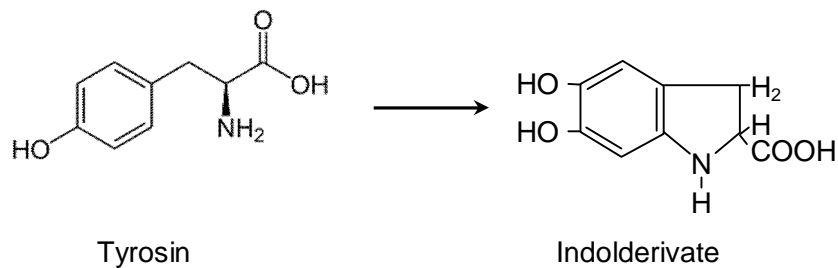
Werden die Doppelbindungen im Furfurol gelöst, entstehen dreidimensionale hochmolekulare Verbindungen:



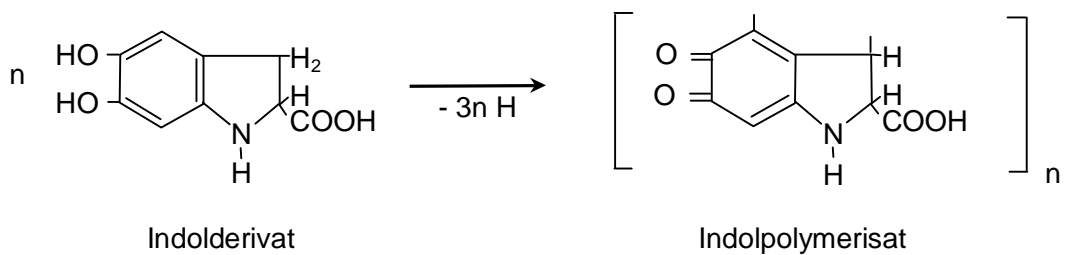
#### 4.2. Bildung aus Eiweiß

Aus zyklischen Aminosäuren entstehen hochmolekular Huminstoffe. So können aus der Aminosäure Tyrosin durch Umlagerung Indolderivate entstehen.

z.B. aus Tyrosin durch Umlagerung Entstehung von Indolderivaten



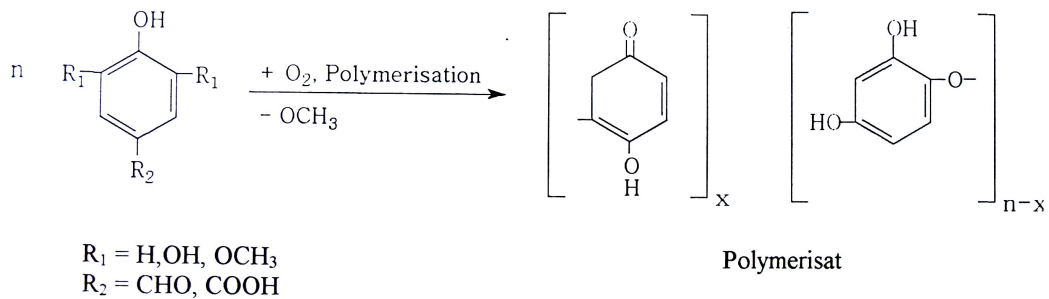
So könne nach teilweiser Auflösung der Doppelbindungen ebenfalls hochmolekulare Verbindungen aufgebaut werden.



#### 4.3. Bildung aus Lignin

- durch Ligninspaltung entstehen vor allem Phenolderivate

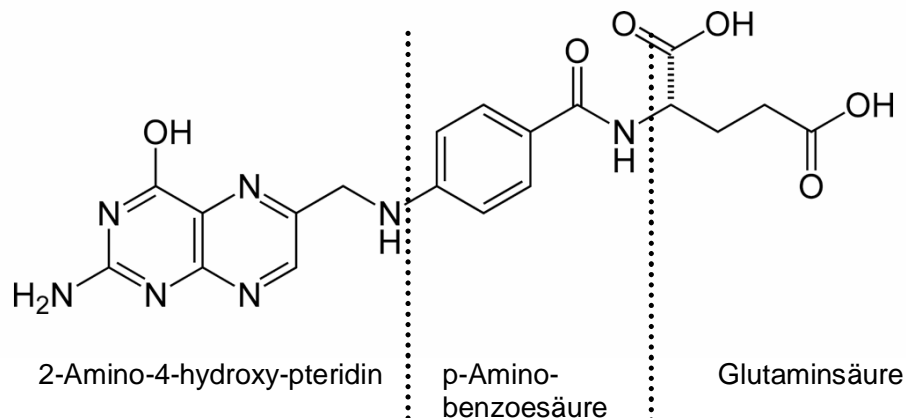
- Polymerisation der Phenolderivate zu Makromolekülen durch Oxidation und Entmethylierung



#### 4.4. Folsäure

- Bestandteil des Vitamin-B<sub>2</sub>-Komplexes
- orangegelbe, geruchs- und geschmacklose Substanz
- in H<sub>2</sub>O und Ethanol schwer, in Alkalien und Säuren löslich
- Vorkommen in allen Gemüse- und Grünpflanzen, in Hefe und Leber sowie Mikroorganismen
- Entstehung bzw. Synthese durch Kondensation aus Formylpterin und N-(4-Aminobenzoyl)-glutaminsäure

#### Folsäure



### 5. Überlegungen zu Klein- und Kleinstmengen an Abwässern und Abschlämmen aus privaten Haushalten und kleinen landwirtschaftlichen Betrieben

#### 5.1. Toxikologische Beurteilung der biochemischen Abbauprodukte

Die nicht mit Ammovit Neu® behandelten Abwässer aus gärtnerischen und landwirtschaftlichen Bereichen enthalten geruchsbelästigenden und hochtoxische Verbindungen wie Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>), die durch biochemischen Prozesse freigesetzt werden. Diese toxischen Abbauprodukte sind wie folgt zu bewerten.

##### 5.1.1. Schwefelwasserstoff

Schwefelwasserstoff H<sub>2</sub>S gehört zu den gefährlichsten hochtoxischen Gasen.

Es hat in geringen Konzentrationen einen unangenehmen, an faule Eier erinnernden Geruch, ist farblos und bildet im Bereich von 4,3 Vol.-% bis 45,4 Vol.-% mit Luft explosive Gemische. Bei hohen Konzentrationen gibt es eine Adaptation des Geruchssinnes und es treten starke Kopfschmerzen auf.

Schwefelwasserstoff ist mit 1,53355 g/l deutlich schwerer als Luft (die Molmasse des H<sub>2</sub>S beträgt 34,08 g/mol, hingegen die von Luft nur rund 14,5 g/mol), wird aber aufgrund seiner hohen Gemischbildungstendenz von Luftverwirbelungen gut in die Umgebung verteilt.

Die Toxizität des H<sub>2</sub>S ist mit der des Cyanwasserstoffgases „Blausäure“ (HCN) vergleichbar.

Der MAK-Wert wird mit 10 ml/m<sup>3</sup> (ppm) bzw. 15 mg/m<sup>3</sup> angegeben.

Die Geruchsschwelle wird mit 0,4 bis 8.000 µg/m<sup>3</sup> Luft angegeben, ab 150 ppm fällt der Geruchssinn aus.

Als toxikologische Daten werden eine LC<sub>50</sub> bei der Inhalation des Menschen mit 200 ppm (Lungenödembildung) angegeben, bei 500 ppm über 0,5 – 1 h Inhalationszeit erfolgt eine systemische Vergiftung, ab 1.000 ppm stellen sich Kollaps und Atemlähmung ein, ab 5.000 ppm ist die Aufnahme in kurzer Zeit tödlich. Als Schwellwert für eine schlagartige Vergiftung (apoplexisch) wird ein Wert von 1.800 ml/m<sup>3</sup> Luft angegeben. Als LC<sub>50</sub> bei Ratten (Inhalation) wird angegeben 713 ppm/1h, bei Mäusen 673 ppm/1h.

Jede Intoxikation von H<sub>2</sub>S bzw. ihre wässrigen Lösungen erfordert ärztliche Hilfe bis stationäre Notfallbehandlung.

### 5.1.2. Ammoniak

Ammoniak NH<sub>3</sub> ist ein farbloses, stechend riechendes Gas (Siedetemperatur= -33 °C). Ammoniak wird landwirtschaftlich in verdünnten wässrigen Lösungen als Düngemittel neben Harnstoff eingesetzt.

Ammoniak bildet mit Luft im Bereich von 15 Vol.-% bis 30,2 Vol.-% explosive Gemische, ist in Wasser sehr gut, in Alkohol kaum löslich.

Als MAK-Wert wird angegeben: 50 ml/m<sup>3</sup> (ppm), bzw. 35 mg/m<sup>3</sup>.

Ammoniak reizt die Atemorgane des Menschen ab etwa 20 ppm, als LC<sub>50</sub> durch Inhalation wird bei einer Einwirkungsdauer von 3 h ein Wert von 10.000 ppm angegeben.

### 5.1.3. Methan

Durch die biochemische Zersetzung organischer Substanzen durch Destruenten entsteht anaerob vor allem Methan CH<sub>4</sub>, Äthan C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, Propan, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, Spuren von Butan C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, und Wasserstoff (H<sub>2</sub>). Diese dienen energetisch als Brennstoff Biogas und werden durch den Zusatz von **Ammovit Neu** ® nicht beeinflusst.

Methan CH<sub>4</sub> ist ein geruchloses, farbloses, leicht brennbares und chemisch recht stabiles ungiftiges Gas (Siedetemperatur = -161,52 °C). Es ist der einfachste Vertreter der homologen Reihe der Alkane („aliphatische Kohlenwasserstoffe“), zu der auch die bekannten und hauswirtschaftlich häufig verwendeten Vertreter Propan und Butan gehören.

Methan ist wichtigster Bestandteil des Gruben-, Sumpf- oder Faulgases.

Methan gehört trotz seiner Ungiftigkeit zu den besonders gefährlichen Stoffen, da es mit Luft im Bereich von 4,4 Vol.-% bis 15,0 Vol.-% hochexplosive Gemische bildet (z.B. „schlagende Wetter“ im Bergbau).

Methan ist geringfügig schwerer als Luft (~16 g/mol) und weitgehend inert.

Bei der biologischen Umsetzung von Fäkalschlämmen entsteht es in größeren Mengen und kann deshalb unmittelbar beim Anfall größerer Mengen von Fäkalabfällen, z.B. aus der Tierhaltung oder öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen, erzeugt und wiederverwendet werden. In Großkläranlagen dient es umfänglich der Eigenenergieerzeugung und wird über sogenannte Faultürme gewonnen.

Die bei der biochemischen Umsetzung innerhalb von Fäkalabfällen entstehenden hochtoxischen Faulgase stellen nicht nur eine erhebliche Geruchsbelästigung, sondern vor allen Dingen eine Gefahr für Mensch und dessen Umwelt dar. Ihre chemische Umsetzung zu deutlich weniger bzw. ungefährlichen Produkten sollte somit vordringliche Aufgabe aller sein, die sich mit ökologischen, landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Fragen aus Sicht der Nutzung und Bewahrung der Umwelt beschäftigen.

## **6. Lösungsansätze zur chemischen Behandlung von toxischen Faulgasen**

Wie bereits erläutert, reagieren Eisen-II- und Eisen-III-sulfat mit Schwefelwasserstoff unter Bildung von schwerlöslichen Eisensulfiden. Diese Reaktion findet im wässrigen ammoniakalischen Milieu der Fäkalsammelbehälter statt.

Die bei diesem Prozess entstehende Schwefelsäure ihrerseits reagiert mit dem gelösten Ammoniak zu Ammoniumsulfat.

Gleichzeitig wird im Klärschlamm enthaltener Harnstoff mit Schwefelsäure zu Harnstoffsulfaten umgesetzt, die gleichfalls eine Wirkung als Stickstoffdünger zeigen.

Sofern die Umsetzung des Schwefelwasserstoffes mit Eisen-II- und Eisen-III-sulfat in die schwer löslichen Eisensulfide sowie des Ammoniaks und des Harnstoffs mit freigesetzter Schwefelsäure zu Ammoniumsulfat abgeschlossen sind, sind vorhandene Gerüche, hervorgerufen durch  $H_2S$  und  $NH_3$  und die daraus herrührende Toxizität des Fäkal-schlammes aufgehoben.

Nach Trocknung und Kompostierung dieses Umsetzungsgemisches kann es als hochwertiger Stickstoff- und Bodendünger für die Landwirtschaft und den Gartenbau wiederverwendet werden.

Das Ammoniumsulfat („schwefelsaurer Stickstoffdünger“) sowie die Harnstoffsulfate werden von den Pflanzen aufgenommen und für deren eigenen Stoffwechselkreislauf genutzt.

## **5. Ökologisch-chemische Beurteilung des Kompostierungshilfsstoffes AMMOVIT NEU® der Fa. Agrotex, Pirna**

Das von der Fa. Agrotex, Pirna, hergestellte Fäkalienaufbereitungs- und Kompostierungshilfsmittel AMMOVIT NEU® besteht in seiner chemisch wirkungsvollen Zusammensetzung aus dem oben erwähnten Eisen-II-Sulfat, hier konkret als Heptahydrat vorliegend ( $FeSO_4 \times 7H_2O$ ) und Kalziumkarbonat ( $CaCO_3$ ) zur Säurebindung.

Mit der Entwicklung von AMMOVIT NEU® wurde nach diesseitiger Einschätzung ein Zusatzstoff für die Behandlung von Fäkalien (Gülle, Jauche, tierische, gemischte oder rein anthropogene Abprodukte) bereitgestellt, der seit Jahrzehnten erfolgreich in großem Umfang eingesetzt wird.

Gesundheitliche Schädigungen, Intoxikationen, Umweltschäden oder -beeinträchtigungen oder sonstige auf sachgemäße Anwendung des Produktes zurückzuführende Komplikationen sind nicht bekannt und auszuschließen. Ebenso wenig sind Schädigungen von Abwasserleitungen bekannt, die auf sachgemäße Anwendung von Eisen-II-sulfat zurückzuführen wären, welches aus der bestimmungsgemäßen Nutzung von AMMOVIT NEU® stammt.

AMMOVIT NEU® ermöglicht demgegenüber aufgrund seiner beschriebenen Inhaltsstoffe und der dargestellten Wirkmechanismen eine ökologisch völlig unbedenkliche Behandlung von Fäkalien und die damit verbundene chemische Umsetzung der darin ent-



haltenen hochtoxischen Abbauprodukte in wirksame Düngemittel für Pflanzen und die Bereitstellung von Humus für die Bodengare.

Die im Umsetzungsprozess nach Wiederverwertung als Düngemittel im Boden entstehenden Restprodukte (Eisenoxid, Kalziumsulfat und Kieselerde) sind natürliche Bestandteile des Bodens, während Stickstoff für das Pflanzenwachstum zur Verfügung gestellt wird.

Der Schwefelwasserstoff als Inhaltsstoff von Jauche und Gülle ist in seiner Toxizität der Blausäure gleichzusetzen. Durch seine Bindung an das Eisen-II- bzw. Eisen-III-sulfat und das Entstehen des Eisensulfids wird nicht nur die starke Geruchsbelästigung beseitigt, sondern das Toxin  $H_2S$  in eine unwirksame Komponente umgewandelt. Das ist von besonderer Bedeutung, da, wie beschreiben, schon geringe Konzentrationen von Schwefelwasserstoff zu Entzündungen der Schleimhäute und zu Lungenödem führen. Höhere Konzentrationen von Schwefelwasserstoff verursachen Krämpfe, Kopfschmerzen, Bewusstlosigkeit und letztlich den Tod durch Atemlähmung.

Die bei der Umsetzung von Schwefelwasserstoff mit Eisen-II- und Eisen-III-sulfat entstehende Schwefelsäure bindet den in der Gülle vorkommenden Ammoniak bzw. Harnstoff zu einem hochwirksamen Düngemittel (Oniumsalze des Ammoniaks und Harnstoffs).

Beim Ausbringen von mit AMMOVIT NEU® behandelter Gülle oder Jauche oder deren kompostierter Reststoffe auf den Acker- oder Gartenboden erfolgt durch den Luftsauerstoff eine langsame Umsetzung der Sulfid- in Sulfat-Ionen.

Die weiterhin entstehenden Eisen- und Kalziumsilikate sind natürliche Bestandteile des Bodens und bilden die chemische Grundlage zur Entstehung hydrophiler (wasserhaltender) Bodenkolloide im Prozess der Bodengare.

Gülle als wässriges Gemisch aus Abprodukten humanen oder tierischen Kreisläufen (Kot, Harn, organische Futterreste usw.) ist ein potentieller komplexer Mehrnährstoffdünger, dessen hoher Gehalt an organischer Substanz die Entstehung organischer Bodenkolloide nicht nur fördert, sondern geradezu anregt. Und das bei gleichzeitigem Eintrag von Phosphor, Stickstoff und Kalium.

Durch den Einsatz von mit AMMOVIT NEU® behandelter Gülle / Jauche kann eine beachtliche Menge von Mineraldünger, sofern bisher eingesetzt, substituiert werden.

Für den ökologisch orientierten Landwirt, Gärtner und Kleingartennutzer bietet die Anwendung von AMMOVIT NEU® eine ausgezeichnete Möglichkeit, die Nährstoffbilanz ihres Bodens auf natürliche Weise zu verbessern bzw. zu ergänzen.

Das erarbeitete Sicherheitsdatenblatt des Herstellers für AMMOVIT NEU® gemäß der geltenden EG-Richtlinie 91/155/EWG weist eine nach der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) definierte Mindergiftigkeit (Kennzeichen  $X_n$ ) aus. Diese Einschätzung ist jedoch ausschließlich bezogen auf den unmittelbaren Einsatz des originären Produktes als Reaktionsmittel.

Nach Umsetzung von Eisen-II-Sulfat mit Fäkalschlämmen entfällt diese Bewertung.

Eisen-II-Sulfat als wirksamer Bestandteil von AMMOVIT NEU® ist nicht in der Liste der gefährlichen Stoffe nach Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG i.d.F. der Änderung durch die Richtlinie 2000/32/EG vom 19.05.2000 [9] aufgenommen.

AMMOVIT NEU® ist bei bestimmungsgemäßer Anwendung ökologisch unbedenklich. Es eignet sich einschränkend jedoch nicht für die chemische Abwasserbehandlung (z.B. Umsetzung von Phosphaten, Nitraten oder Schwermetallen usw.) und/oder das Abtöten von Parasiten oder anderen Mikroorganismen einschl. Bakterien und Viren.

Es sollte außerdem aufgrund seiner chemischen Beschaffenheit nicht in direkten Kontakt mit Sanitäreinrichtungen (Toiletten, Spülen usw.) kommen, da sonst irreversible Verfärbungen der Einrichtungen durch Eisensulfid-Bildung auftreten.

## 6. Zusammenfassung und Bewertung

Mit dem Fäkalienbehandlungsmittel AMMOVIT NEU® steht dem individuellen und technischen Gartenbau sowie der Landwirtschaft ein Produkt zur Verfügung, das den bei der Fäkalifäulung entstehenden hochtoxischen Schwefelwasserstoff sowie den Ammoniak bindet, in Sulfat umwandelt, Geruchsbelästigungen beseitigt, gleichzeitig organische, Kalium-, Phosphor- und Stickstoff-Dünger dem Boden liefert und durch die Kolloidbildung die Bodengare verbessert.

Aufgrund dieser Eigenschaften und der ökologischen Unbedenklichkeit kann AMMOVIT NEU® uneingeschränkt zur individuellen und wirtschaftlichen Anwendung bei der Behandlung von Fäkalien, Gülle und Jauche eingesetzt werden.

## 7. Literatur

- Klärschlammverordnung (AbfKlÄV) vom 15.04.1992, i.d.F. vom 29.07.2009
- Hörath: Gefährliche Stoffe und Zubereitungen, Stuttgart 2002
- Gefahrstoffe 2009, Universum-Verlag
- DIN EN 1085 Abwasserbehandlung
- Sicherheits-Datenblatt der Berufsgenossenschaft Chemie zu Eisen-II-Sulfat
- Sicherheitsdatenblatt H<sub>2</sub>S aus EG-Nr. 016-001-00-4
- Sicherheitsdatenblatt zu AMMOVIT NEU® des Herstellers nach EG-Richtlinie 91/155/EWG
- Sicherheitsdatenblatt NH<sub>3</sub> aus EG-Nr. 007-001-00-5
- Müller, R., Anke, M. u.a. (2005) „Problems of ascertainment of pollutions of soils by heavy metals by extraction“, IUSS-Symposium 21.-23.10.2005, Wien, Universität für Bodenkultur, Plenarvortrag;
- Müller, R., Anke, M. u.a. (2009) „Industrial Contaminations by heavy metals and resulting toxicological effects on human“, 29. Internationales Symposium „Industrial Toxicology 09“ Svit, Slovak Republic, Proceedings 2009, S. 59-66;
- Anke, M., Arnhold, W., Hoppe, Chr., Müller, R., Schäfer, U., Seifert, M. (2008) „Der Einfluss der geologischen Herkunft des Lebensraumes auf die Spurenelementeversorgung Erwachsener in Thüringen und Deutschland“, Akademie der Gemeinnützigen Wissenschaften zu Erfurt, Sitzungsbericht der Math.-Naturw. Klasse 2008, S. 1-42;
- Müller, R., Anke, M., Zerull, J., Schilling, C. (2007) „Industrielle Schwermetallkontamination und ihre toxikologischen Auswirkungen auf den Menschen“, 9. Fachtagung der AG Bergbaufolgelandschaften, Stolberg/Harz, Tagungsband 2007, S.18-25;
- Müller, R., Anke, M., Staudigel, G. (2006) „Probleme der Ermittlung von Schwermetallbelastungen des Bodens durch Extraktion“, Jahrestagung Umweltchemie/Toxikologie der GDCh, Halle, Tagungsband 2006, S 24ff;
- Schilling, C., Müller, R., Kempf, W., Stubenrauch, M., Witte, H. (2004), „Netzbasierendes Lehr- und Informationssystem zur ökologischen, toxikologischen und medizinischen Relevanz chemischer Elemente“, in Mengen- und Spurenelemente 22, 525-531 (2004)

Erfurt, den 19.07.2010

Prof. em. Dr. agrar. habil.  
Drs. h. c. Manfred Anke  
Ernährungswissenschaftler  
und Toxikologe

oHD Dr. rer. nat. Dr. habil. Ralf Müller  
wissenschaftl. Leiter