

Hinweise zum Korrosionsschutz in der Mineraldüngerwirtschaft

Dr. agr. habil. H. Jany/Dipl.-Ing. G. Wenzel, VEB Ausrüstungen Agrochemische Zentren Leipzig

Maschinen, Geräte und Ausrüstungen der Mineraldüngerwirtschaft der agrochemischen Zentren (ACZ) unterliegen durch den ständigen Kontakt mit korrosionsauslösenden Medien einem intensiven physischen Verschleiß. Diese Betriebe müssen jährlich 16,4% des Bruttowerts der technischen Arbeitsmittel für deren Instandhaltung ausgeben. Zur Erhaltung der Einsatzfähigkeit der Streuaggregate werden jährlich sogar 29,3% des Bruttowerts für Instandhaltungsmaßnahmen aufgewendet. Eine Einschränkung des korrosiven Verschleißes der Technik ist daher aus ökonomischen Erwägungen und zur Verlängerung deren Nutzungsdauer unumgänglich.

Nach vorausgegangenen Laboruntersuchungen einer Vielzahl verfügbarer Anstrichsysteme auf Widerstandsfähigkeit gegenüber Mineraldüngerlösungen erfolgten Untergrundvorbehandlungen und Beschichtungsversuche an Streutechnik unter Praxisbedingungen in mehreren ACZ. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen nachfolgend vermittelt werden, um Wege zur Verminderung der Kosten und zur Verlängerung der Lebensdauer der Technik zu zeigen.

Die Betriebe bestimmen den Grad der Widerstandsfähigkeit sekundärer Korrosionsschutzsysteme gegenüber stahlaggressiven Elektrolytlösungen durch folgende Faktoren:

- Art und Intensität der Untergrundvorbehandlung
- Wahl der Anstrichstoffe
- Bemessung der Schichtdicke
- Festlegung von Wiederholungsmaßnahmen
- zusätzlicher Einsatz temporärer Korrosionsschutzstoffe.

Die Reinheit des Anstrichträgers von anhaftenden Mineraldüngemitteln, von Fett, Staub und Feuchtigkeit sowie eine Rauhtiefe bis 60 µm haben wesentlichen Einfluß auf die Haftfestigkeit von Grundierungsanstrichen. In Verbindung mit der Chemikalienbeständigkeit der Deckanstriche sind sie entscheidend für die Qualität und Standzeit der Sekundärschutzmaßnahmen.

Untergrundvorbehandlung

Der Standard TGL 18738 schreibt für unlegierte und niedriglegierte Eisenwerkstoffe einen Säuberungsgrad (SG) 3 vor. Nach Stan-

dard TGL 18730/02 entspricht dieser einem metallisch blanken Untergrund. Diese Forderung läßt sich in der Praxis nur durch Einsatz maschineller Untergrundvorbehandlungsverfahren realisieren, wobei an bereits im Einsatz befindlichen Maschinen, Geräten und Ausrüstungen höchstens SG 2,5 erzielbar ist. Den Anforderungen und technischen Voraussetzungen der ACZ an die Untergrundvorbehandlung werden am besten Kleinstrahlanlagen des VEB Forschung und Rationalisierung, Fachbereich I – Strahlanlagen, 7027 Leipzig, gerecht, die als Freistrahlanlagen betrieben werden können (Bilder 1 bis 3).

Als Strahlgut empfiehlt sich die Verwendung von Schlackengranulat (vgl. Tafel 1). Untergrundvorbehandlungen mit Drahtbürste oder rotierender Bürste (SG 1) haben meist nur Standzeiten der Anstrichsysteme von 30% der durch Strahlen erreichbaren (SG 2,5) zur Folge.

Das Betreiben von Freistrahlanlagen setzt die Einhaltung nachstehender Forderungen des Gesundheits- und Arbeitsschutz-voraus:

- Die Arbeitskräfte sind auf Tauglichkeit ärztlich zu untersuchen (Einhaltung eines

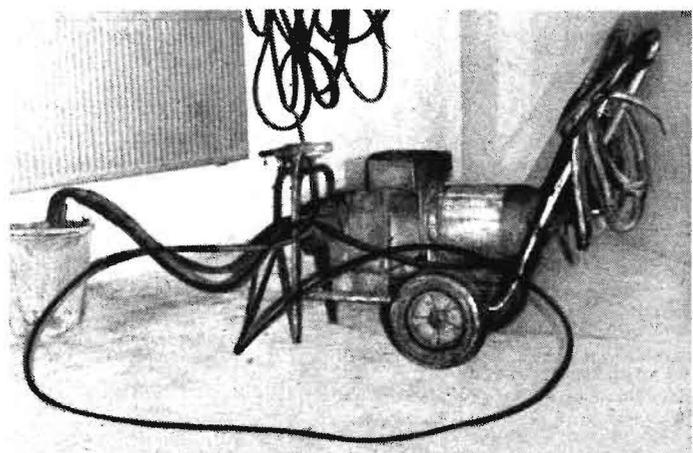


Bild 1. Kleinstrahlanlage, bestehend aus
- Strahlkessel SKS 5/10, einschließlich Mischventil MV 19 bzw. MV 35
- kombiniertem Druckluftfilter KDF 25/10
- Einfülltrichter für Strahlgut

Bild 2. Elektroverdichter SKE 4/8 zur Erzeugung der erforderlichen Druckluft (geeignet ist auch der Dieselveidichter DIKO 4/8)

Bild 3. Mit den erforderlichen arbeitsschutztechnischen Mitteln ausgestatteter Strahler beim Reinigen eines Streuaufsatzes

Bild 4. Hochdruckspritzanlage 2600 H, System Wagner; Spritzdruck max. 24 MPa, Förderleistung 4,7 l/min



jährlichen Untersuchungsrythmus).

- Zu benutzen sind spezielle Arbeitsschutzbekleidung und arbeitsschutztechnische Mittel, wie Gummihose, Gummijacke, Stulpenhandschuhe, Gummistiefel bzw. festes, hohes Lederschuhwerk, Atemschutzhelm sowie Frischluftversorgungsgeräte.
- Ausschließlich zu verwenden sind Strahlmittel, wie z. B. Schlacken aus der Eisen- und Stahlgewinnung, die vom dafür zuständigen Zentralinstitut für Arbeitsmedi-

Tafel 1. Zeitaufwand in T_{07} ¹⁾, Materialaufwand und Kosten für das Strahlen von Mineraldüngerstreuern D 032 bzw. D 035

| | PK-Streuer (D 032) | N-Streuer (D 035) |
|---|----------------------|----------------------|
| Zeitaufwand für das Strahlen eines Streuers in min (T_{07}) | 599 | 434 |
| Aufwand für das Strahlen eines Streuers in AKh | 20 | 14,4 |
| Verbrauch an Schlackengranulat in kg | 908 | 726 |
| Gesamtkosten für die Strahlarbeiten in M | 483,35 ²⁾ | 364,10 ²⁾ |

- 1) Normzeit gemäß Standard TGL 22289 „Zeitgliederung in der Land- und Forstwirtschaft“
- 2) einschließlich Kosten für mechanische und hydraulische Vorreinigung sowie Demontage und Montage der Streuaufsätze

Tafel 2. Chemikalienbeständige Anstrichstoffe für Mineraldüngertechnik¹⁾

| Grundstoff | Beschichtungsfolge | Hersteller |
|----------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| nachchloriertes Polyvinylchlorid | <i>System 1</i> | VEB |
| | 1× SuGV | Lackfabrik |
| | 1× SuGV/d | 1530 Teltow |
| | 3× CvDV | |
| | Verdüner: SB 05V | |
| | <i>System 2</i> | VEB |
| | 2× KmGV/r | Lackfabrik |
| | 3× CvDV | 1530 Teltow |
| | Verdüner: SB 05V | |
| | <i>System 3</i> | VEB |
| 1× CcGV | Chemiekombinat | |
| 1× KuZV | 4400 Bitterfeld | |
| 3× CcDV | | |
| Verdüner: 12 V | | |
| Vinylharz | <i>System 4</i> | VEB |
| | 1× CIGV | Lackfabrik |
| | 1× CIGV/d | 1530 Teltow |
| | 2× CIDV | |
| | Verdüner: CVP 04V | |
| Teerepoxydharz und | <i>System 5</i> | VEB |
| | 3× U 475 | Bitumenchemie |
| | Verdüner: Xylol, Toluol | 9500 Zwickau |
| Epoxidharzester ²⁾ | 1× Epoxidharzesterdeckfarbe Nr. 283 | VEB |
| | Verdüner: 581 E | Lackfabrik |
| Epoxidharz | <i>System 6</i> | VEB |
| | 1× CvGE | Farben- und |
| | 1× CvVE | Lackfabrik |
| | 1× CvDE | 7033 Leipzig |
| | Verdüner: 09 E | |

- 1) bei der Anwendung der aufgeführten Beschichtungssysteme sind die Anwendungsvorschriften der Hersteller einzuhalten
- 2) zur farblichen Oberflächengestaltung

Tafel 3. Vergleichbarer Zeitaufwand in T_{07} und Anstrichstoffverbrauch beim Einsatz von Hochdruck- und Niederdruckspritzgeräten

| | Hochdruck-spritzen | Niederdruck-spritzen |
|--|--------------------|----------------------|
| Normzeit für Farbgebung eines Streuaufsatzes in min (T_{07}) | 481 | 721 |
| Verbrauch an Anstrichstoffen in kg | | |
| 1× KuZV grau | 13,9 | 17,8 |
| 1× CcGV rotbraun | 9,0 | 14,5 |
| 1× CmDV hellgrau | 12,0 | 17,4 |
| 1× CmDV hellgrau | 10,5 | 13,3 |
| 1× CmDV hellgrau | 11,0 | 14,6 |
| Gesamtverbrauch | 56,4 | 77,6 |

Tafel 4. Kosten für Wiederholungsmaßnahmen an Mineraldüngerstreuern

| Leistung | N-Streuer M | PK-Streuer M |
|---|-------------|--------------|
| Untergrundvorbehandlung ¹⁾ | 364,10 | 483,35 |
| Farbgebung, CPVC-Basis, fünfschichtig (System 1, Hersteller: VEB Lackfabrik Teltow) | 494,90 | 494,90 |
| Kosten für Korrosionsschutz | 859,00 | 978,25 |

- 1) einschließlich Kosten für mechanische und hydraulische Vorreinigung sowie Demontage und Montage der Streuaufsätze

zin der DDR zugelassen sind. Der SiO_2 -Gehalt des Strahlgutes darf 5 % nicht übersteigen. Die Verwendung von Quarzsand bzw. der Verschnitt von Strahlmitteln mit Quarzsand ist nicht zulässig.

- Beim Abstrahlen von Gegenständen, die kristallines SiO_2 und/oder Asbest enthalten, ist das Strahlmittel nach einmaligem Gebrauch schadlos zu beseitigen.
- Das Freistrahlen (Strahlarbeiten mit ortsveränderlicher Strahlanlage im Freien ohne Kabine und Entstaubung) erfordert die Absperrung des Gefahrenbereichs bzw. die Errichtung einer Schutzzone. Sofern die MAK-Werte für den Staubgehalt der Luft in diesem Bereich überschritten werden, dürfen sich dort zusätzlich beschäftigte Werkkräfte oder Hilfskräfte nur mit Atemschutzgeräten entsprechend ASAO 72/1 und Augenschutz aufhalten. Gleiches gilt auch bei Umschlag- und Transportarbeiten von Strahlgut.
- Sind im Umkreis von 200 m Wohnbauten, Gesellschaftseinrichtungen und Betriebe vorhanden, so ist für das Betreiben von Freistrahlanlagen in diesem Bereich die Zustimmung der zuständigen Hygieneinspektion vom Anlagenbetreiber einzuholen.

Geeignete Anstrichsysteme

Voraussetzung für eine fünf- bis sechsjährige Standzeit der Anstriche ist neben der Untergrundvorbehandlung die Auswahl chemikalienbeständiger Systeme, die mit Schichtdicken $\geq 150 \mu m$ aufzutragen sind. Für den Korrosionsschutz in der Mineraldüngerwirtschaft erweisen sich nach allen vorliegenden Untersuchungsergebnissen die in Tafel 2 aufgeführten Anstrichstoffe auf der Grundlage von nachchloriertem Polyvinylchlorid und Vinylharz in der genannten Auftragfolge als am zweckmäßigsten. Daneben können auch Lacke auf der Basis von Epoxidharz eingesetzt werden. Hinsichtlich des Zeitaufwands für die Farbgebung eines Streuaufsatzes und des Anstrichstoffverbrauchs erweist sich das Hochdruckspritzen dem Niederdruckspritzen als wesentlich überlegen (Tafel 3). Das Hochdruckspritzen (Bild 4) gestattet eine Reduzierung des Zeitaufwands gegenüber dem Niederdruckspritzen um ein Drittel und des Verbrauchs von Anstrichstoffen um rd. 27 %.

Hinweise

zur Verhinderung früher Korrosionsschäden
Rostschäden an korrosionsgeschützter Technik gehen meist nicht von größeren Flächen-

gebildet, sondern von bestimmten Schwachpunkten der Aggregate, wie Ecken, Kanten, Überlappungen, verdeckten Flächen u. a., aus. An solchen, häufig mit zu geringen Schichtdicken versehenen Teilen, die aufgrund ihrer konstruktiven Gestaltung oft zur Ablagerung von Dünger führen, bilden sich Elektrolytlösungen, die Schutzsysteme geringer Schichtdicke leicht durchdringen können und die Korrosion auslösen. Solche Stellen sind daher mit besonderer Sorgfalt zu beschichten. Das trifft auch für die Nachkonservierung von Schweißstellen nach Abschluß von Reparaturarbeiten zu.

Nachschutz von Maschinen, Geräten und Ausrüstungen der Mineraldüngerwirtschaft mit Schutzanstrichen zu geringer Schichtdicke

Maschinen, Geräte und Ausrüstungen für die Mineraldüngerwirtschaft, die vom Hersteller mit Schutzbeschichtungen auf Alkydharzbasis oder einem anderen Farbsystem mit Schichtdicken $< 100 \mu m$ versehen wurden, sind möglichst nachzukonservieren. Es empfiehlt sich ein zweifacher, dünner Auftrag von Elaskon IV KL oder III K 50.

Fortsetzung auf Seite 210

Korrosionsschutz – eine Voraussetzung zum Einsatz elektrischer und elektronischer Baugruppen beim Umgang mit Mineraldünger

Dr. agr. R. Mönicke, Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam der AdL der DDR
Dr. rer. nat. D. Reifegerste, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Chemie

1. Einleitung und Problemstellung

Mineraldünger sind wertvolle Rohstoffe zur Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse. Zu ihrer Herstellung wird viel Energie benötigt, und die Gewinnung der erforderlichen Ausgangsstoffe wird immer aufwendiger. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die zur Verfügung stehenden Mineraldünger mit hoher Effektivität einzusetzen. Das wird im wesentlichen durch eine termingerechte und gleichmäßige Versorgung der Felder mit Nährstoffen im richtigen Verhältnis bei geringer Befahrdichte erreicht. Diesem Ziel diente die Entwicklung einer Misch-, Kompakt- und Beladeanlage, die

- durch die Herstellung entsprechender Mischungen das gleichzeitige Ausbringen mehrerer Nährstoffe und Agrochemikalien ermöglicht
- über eine gezielte Beeinflussung der Streueigenschaften der Mineraldünger deren Applikation bei größerer Streubreite erlaubt
- zum Schnellbeladen der Transport- und Streufahrzeuge mit vorwählbarer, definierter Masse verwendet werden kann.

Unter Beachtung der wechselnden Dichte, der z. T. schlechten fördertechnischen Eigenschaften der verfügbaren Mineraldünger und den bei einem kontinuierlichen Mischprozeß (z. T. mit dem Aufdüsen entsprechenden) der Bindungsmittel bzw. flüssiger Agrochemikalien verbundenen bestehenden Genauigkeitsanforderungen ist eine massenabhängige Steuerung der Abgabeleistung der Annahme- und Dosiereinrichtungen der Mischanlage unumgänglich. Diese Aufgabe kann kostengünstig nur durch die Verwendung von elektrischen und elektronischen Schalt- und Steuerelementen in Verbindung mit einer darauf abgestimmten Sensortechnik gelöst werden. Dem Einsatz dieser Baugruppen steht die hohe Korrosionsbelastung beim Umgang mit Mineraldünger entgegen. Hinzu kommt, daß o. g. Baugruppen Wärme erzeugen, die i. allg. über Luftwechsel kontinuierlich abgeführt werden muß.

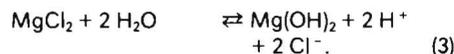
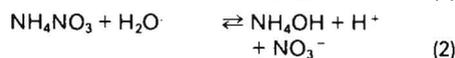
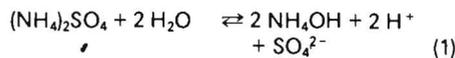
Die Unterbringung der elektrischen und elektronischen Schalt- und Steuerelemente in separaten klimatisierten Räumen ist bei Mineraldüngermischanlagen aus ökonomischen und technologischen Gründen nicht ratsam, da sie z. B. zur besseren Beschickung immer in der Nähe des Haufwerks aufgestellt werden müssen. Auch sind lange Kabel zwischen den korrosionsfesten Sensoren und dem informationselektronischen Teil aus materialökonomischen Gründen und wegen möglicher Störeinflüsse zu vermeiden. Der als Kompaktbaustein gestaltete Regel- und Steuerteil muß folglich in der Nähe der Mischanlage, bestenfalls außerhalb des unmittelbaren Staubbereichs und vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt, umsetzbar aufgestellt werden.

Eine befriedigende Lösung zur Verhinderung der Korrosion in diesen Schalt- und Steuerteilen ist international nicht bekannt, so daß entsprechende Grundlagenuntersuchungen, über die im folgenden berichtet werden soll, notwendig waren.

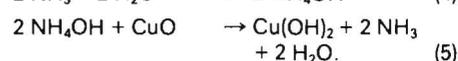
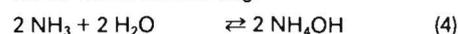
2. Ursachen der Korrosion und

Anforderungen an technische Lösungen

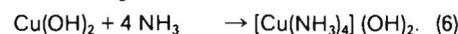
Beim Umschlag von Mineraldünger ist in erheblichem Maß mit Düngerstaub zu rechnen, der in kleinste Öffnungen – begünstigt durch die mit der wechselnden Erwärmung der Baugruppen verbundene Luftbewegung zwischen Schaltschrank und Umgebung – eindringt. Dieser Düngerstaub ist in den meisten Fällen stark hygroskopisch. Bedingt durch das anwesende Wasser kommt es zur Hydrolyse der Düngersalze, die hauptsächlich zur Bildung einer schwach dissoziierenden Base und einer starken Säure (wie Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure usw.) führt:



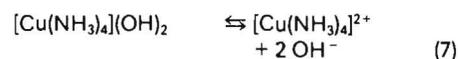
Weiterhin ist zu beachten, daß besonders beim Umschlag von Stickstoffdünger gasförmiges Ammoniak auftritt, das mit Wasser Ammoniumhydroxid bildet. Dieses reagiert mit den Oxidschichten (z. B. Kupferoxid), die die Leiterzüge sowie die elektrischen und elektronischen Bauelemente überzogen haben, zu Metallhydroxid und verursacht dadurch deren Zerstörung:



Dem können sich weitere Reaktionen anschließen. So ist z. B. bei Ammoniaküberschuß die Bildung von Tetraminkupfer(II)hydroxid möglich:



Da diese Verbindung nachstehender Dissoziation unterliegt, sind aufgrund der Hydroxidionen weitere Korrosionsschäden zu erwarten:



Letztlich sei darauf verwiesen, daß mit der Bildung dieses Komplexes die Korrosion auch in der Neutralatmosphäre, d. h. bei Abwesenheit von Ammoniak, weiterläuft. Schlußfolgernd aus den Ursachen der Korrosion kommt es darauf an, die gefährdeten Baugruppen umgebende Luft von Mineraldüngerstaub, gasförmigem Ammoniak und Wasserdampf freizuhalten.

Bei der Entwicklung eines geeigneten Filters für Schaltschränke wurde davon ausgegangen, daß

- der Anfall an Abwärme durch großzügige Dimensionierung der Baugruppen relativ gering gehalten werden kann (dadurch ist es möglich, die Wärme über Austauschflächen, die in den Kreislauf der Kühlluft integriert sind, bei keinem oder nur geringem Zusatz von Frischluft abzuleiten)
- besonders korrosionsgefährdete Baugruppen mit einem Schutzüberzug übersprüht werden können
- im Schadensfall ein schneller Wechsel der elektrischen und elektronischen Baugruppen möglich ist, ohne die korrosionsgefährdeten Abschnitte berühren zu müssen
- das unbeabsichtigte Eindringen von Düngerstaub bei geöffnetem Schaltschrank vermieden wird.

Der Filter muß das bevorstehende Ende seiner Funktionstüchtigkeit anzeigen, und seine Erneuerung darf keinen wesentlichen zusätzlichen Arbeitsaufwand und keine Spezialkenntnisse erfordern. Der Filterwechsel soll ohne Öffnung des korrosionsgefährdeten Teils des Schaltschranks möglich sein, und

Fortsetzung von Seite 209

Kosten von Korrosionsschutzmaßnahmen an Mineraldüngerstreuern

Den ACZ entstehen bei eigener Untergrundvorbehandlung und Farbgebung die in Tafel 4 aufgeführten Aufwendungen für Korrosionsschutzmaßnahmen an Mineraldüngerstreuern. Mit dieser Form der Untergrundvorbehandlung und Farbgebung sind Standzeiten der Lacksysteme von 4 bis 6 Jahren zu erreichen. Gleichzeitig erhöht sich mit dem eingeschränkten Verschleiß die Nutzungsdauer der Aggregate um 2 bis 3 Jahre.

Zusammenfassung

Maschinen, Geräte und Ausrüstungen der Mineraldüngerewirtschaft unterliegen durch ständige Belastung durch stahlaggressive Medien einem erheblichen Verschleiß. Diesem kann durch einen intensiven Korrosionsschutz entgegengewirkt werden. Den ACZ wird die Anschaffung von Freistrahlanlagen und die Ausrüstung mit Hochdruckspritzanlagen empfohlen. Die Gesamtkosten für Untergrundvorbehandlung und Farbgebung mit CPVC-Anstrichen belaufen sich bei einem N-Streuer auf 859 M und bei einem PK-Streuer auf 978 M.

A 4231