

zugemischter Chemikalien) bei Gewährleistung eines vollständigen Reinigungserfolgs festgelegt werden. Die große Vielfalt der Einsatzfälle erschwert die Erarbeitung universell nutzbarer Anwendungsrichtlinien.

Vorteile der manuellen Reinigung mit Hochdruckspritzgeräten sind

- schnelle Entscheidungsmöglichkeiten zur effektiven Düsenführung durch die Bedienperson
- schnelle Umsetzbarkeit der gesamten Einrichtung zu einem anderen Arbeitsplatz
- kurzfristige Feststellung von Fehlern bzw. anderen Abweichungen vom Normzustand.

Nachteile sind

- sehr subjektive Einflüsse auf Arbeitsqualität und Arbeitsleistung
- begrenzte Haltekraft bzw. begrenztes physisches Arbeitsvermögen
- meist nicht Einhaltung optimaler Prozeßwerte.

Gegenüber dem manuellen Verfahren bietet ein Roboter folgende Vorzüge:

- Ausschluß subjektiver Einflußgrößen, außer in der Programmierung
- Einsatzbarkeit in gefährdeter und gesundheitsschädlicher Umwelt
- optimale Abstandseinhaltung und Spritzdüsenführung
- zeitlich unbegrenzte Einsatzmöglichkeit
- Freisetzung von körperlich anstrengender und gesundheitsschädigender Tätigkeit
- gleichbleibende Reinigungsqualität
- höhere Rückstoßkräfte können aufgenommen werden
- gleichzeitige Führung mehrerer unterschiedlich gerichteter Düsen ist möglich
- Anwendung pulsierender Förderströme zur Erhöhung der Reinigungsleistung ist möglich, da der Roboter schwingungsseitig höher belastbar als die Bedienperson ist
- Qualitätsanforderungen an die Bahnsteuerung für diese Art von Spritzaufgaben sind relativ gering im Vergleich zu anderen technologischen Aufgaben.

Folgende Voraussetzungen sind dafür neben den roboterspezifischen Problemen zu berücksichtigen:

- Kenntnis optimaler Reinigungsparameter
- funktionssichere und den geforderten Parametern angepaßte Hochdruckspritztechnik
- roboterspezifische Spritzpistole mit ansteuerbarem Abschaltmechanismus einschließlich der Möglichkeit, steuerungstechnisch mehrere Spritzpistolen zu koppeln
- Schutz des Roboters vor Undichtheiten der Hochdruckspritztechnik
- Sicherheitseinrichtung für den Störfall in der Hochdruckerzeugung, z. B. zum Abschalten des Programmablaufs und Zurückführen zum Ausfallpunkt
- kontinuierlicher Teileanfall zur Reinigung. Für die Gestaltung des Reinigungsvorgangs mit einer hohen Effektivität und zur Reduzierung der Kontrollaufgaben sind daher anzustreben:
 - Anwendung von Verfahren der Objekterkennung und des Konturenverlaufs
 - Einsatz von Sensoren zur Restschmutzschichterkennung
 - Einsatz von roboterzugeordneten Wasserrückgewinnungsanlagen
 - neue Verfahren der Hochdruckerzeugung mit günstigerem Masse-Leistung-Verhältnis der Anlage, um den Schwenkbereich des Roboters maximal nutzen zu können
 - stufenlose Leistungsregulierung der Hochdruckparameter entsprechend dem nötigen Reinigungsaufwand
 - geschwindigkeitsgesteuerte Düsenführung
 - Einsatz von Variodüsen mit entsprechenden Kennlinien und bei Bedarf von spritzwinkelvariierbaren Flachstrahldüsen
 - Erweiterung der speziellen peripheren Technik, z. B. mit pulsierenden Förderströmen u. a.

Ein entscheidendes Problem beim Roboter-einsatz ist die Düsenauswahl, da u. a. davon die erforderlichen Freiheitsgrade des Robo-

ters oder anderweitige vorrichtungstechnische Lösungen abhängen. Vorteilhaft aus dieser Sicht ist der Einsatz von Rundstrahldüsen verschiedener Strahlwinkel, mit denen jedoch meist geringere Flächenleistungen als mit Flachstrahldüsen erzielt werden. Das Bewegen der Düse um ihre Längsachse beim Konturenabfahren würde damit jedoch wegfallen. Bei komplizierter Teilekontur und mehrfacher Nutzung der abgelenkten Spritzstrahlen kann das ausreichend sein. Sind höhere Flächenleistungen erforderlich, muß zum Einsatz von Flachstrahldüsen übergegangen werden.

4. Anordnungsbeispiele

Im Bild 1 sind einige Zuordnungsmöglichkeiten von Roboter und Hochdruckspritztechnik dargestellt. Entscheidungsgrundlagen sind konkret gegebene räumliche und technologische Umstände, die Verfügbarkeit der Baugruppen in vorgesehener Ausführung sowie die geplanten Effekte einschließlich der Gesamtkonomie. Dabei ist es möglich, mehrere Roboter parallel oder in Reihe an stationäre Hochdrucksysteme, deren Leistungsangebot beträchtlich sein kann, anzuschließen [1]. Von einem Roboter können außerdem nacheinander verschiedene Aufgaben, z. B. Behälterreinigung, Sandstrahlen und Einsprühen mit verschiedenen Mitteln, realisiert werden, wenn effektive Werkzeugwechsellmethoden angewendet werden (revolverförmige Anordnung der speziellen Spritztechnik).

Literatur

- [1] Spillecke, J.; Thim, C.: Stationäre Hochdruckspritzanlagen. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 2, A4405

Lösungsvariante zum großtechnischen Einsatz von Mineralsäuren bei der Silierung von Grünfütterstoffen

Dipl.-Landw. E. Möller, LPG (P) „Rinnetal“ Rottenbach

Dipl.-Ing. H. Buchheim, VEB Chemiefaserkombinat „Wilhelm Pieck“ Schwarza

In der gegenwärtigen Situation steht in der Rinderfütterung die Aufgabe, die tierische Leistung mit einer erheblichen Senkung des Konzentratanteils in der Futtermittel zu erreichen. Das erfordert eine energische Erhöhung der Grobfutterqualität, da der Energieausgleich bei den Wiederkäuern nur über eine Mehraufnahme an Nährstoffen aus dem Grobfutter erfolgen kann. Die derzeit üblichen Konservierungsverfahren von Grünfütter, vor allem bei schlechten Witterungsbedingungen, sowie die Silierung von eiweißreichen Grünfütterstoffen entsprechen infolge der hohen Nährstoffverluste und der damit verbundenen schlechten Qualität dieser Konservate nicht den Erfordernissen der Produktion energiereichen Grobfutters. Ausgehend von diesen Umständen hat ein Ge-

meinschaftskollektiv der LPG (P) „Rinnetal“ Rottenbach, Bezirk Gera, und des VEB Chemiefaserkombinat „Wilhelm Pieck“ Schwarza eine technische Lösungsvariante entwickelt und realisiert, die AIV-Silierung in den sozialistischen Landwirtschaftsbetrieben großtechnisch einzusetzen. Die AIV-Silierung ist ein Konservierungsverfahren mit einem Gemisch aus Salzsäure und Schwefelsäure, bei dem die Nährstoffverluste, die Qualitätsminderung und vor allem der Eiweißabbau erheblich gesenkt werden können. Es wurde von A. I. Virtanen [1] entwickelt und fand in Finnland in den dortigen Kleinbetrieben starke Verbreitung. In den 60er Jahren gab es Bemühungen, dieses Verfahren in der DDR in einigen LPG einzuführen [2]. Sie scheiterten jedoch an einer geeigneten

Technologie für Großsiloanlagen und an physiologischen Bedenken, die gegen dieses Verfahren erhoben wurden [3, 4, 5]. Diese Bedenken sind inzwischen durch umfangreiche Untersuchungen entkräftet worden [6, 7].

In der LPG (P) Rottenbach wurde für die Realisierung der Aufgabe, Grünfütter mit einem Gemisch aus Salzsäure, Schwefelsäure und Wasser unterschiedlicher Konzentration großtechnisch zu besprühen, eine Säurestation erstellt, die folgende Teilkomplexe gegliedert werden kann:

- Säuretransport
- Tanklager
- Mischen der konzentrierten Säuren mit Wasser und Fördern in den Sprühbehälter
- Versprühen im Silo

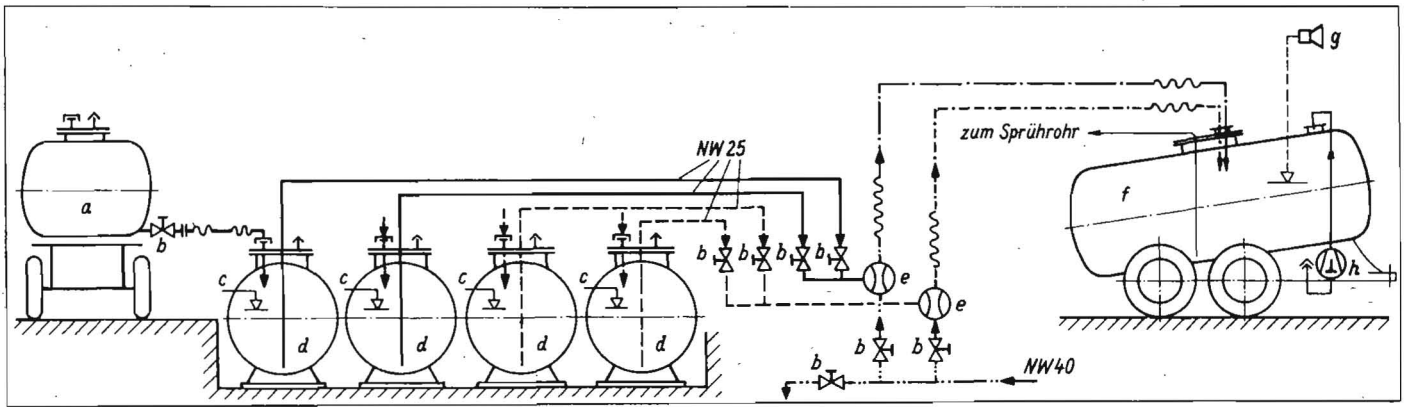


Bild 1. Technologisches Schema der Säurestation;
 a Starksäure-Transportbehälter, b Ventil, handbetätigt, c Füllstandanzeige, d Lagertank, e Injektor, f Mischsäure-Transportbehälter, g akustisches Signal, h Kolbenverdichter

Die Entscheidung für die gewählte Lösung erfolgte nach gründlicher Abwägung der möglichen Varianten, wobei folgende Bewertungskriterien herangezogen wurden:

- vorhandene bzw. beschaffbare säurebeständige Lager- und Transportbehälter
- Platzbedarf
- Werkstoffprobleme
- Energiebedarf
- Sicherheitsfragen
- Verfügbarkeit.

Die Auswahl ergab eine Variante (Bild 1), die insofern als optimal bezeichnet werden darf, weil sie ohne Fremdenergie (vom Wasserdruck abgesehen), ohne rotierende Maschinen (Pumpen und Motoren) im Prinzip ständig betriebsbereit und bei hoher Sicherheit die geforderte Mischsäure bereitstellen kann. Außer beim Versprühen arbeiten alle mit Säure in Verbindung stehenden Anlagenteile drucklos bzw. bei Unterdruck.

Säuretransport

Die benötigte Salz- und Schwefelsäure hoher Konzentration wird vom Chemiehändler bezogen. Für den Transport auf der Straße werden je 2 auf einem LKW W50 mit Anhänger befestigte GFPE-Behälter mit einem Nenninhalt von 1600 l und 1000 l benutzt (Bild 2). Hierbei handelt es sich um serienmäßig hergestellte, drucklose zylindrische Behälter, die für den speziellen Einsatzzweck mit säurebeständigen Füll- und Absperrarmaturen bestückt wurden. Als Abfüllventile wurden Schrägsitzventile aus PVC-hart in elastischer Anordnung mit Flanschanschluß für den Abfüllschlauch gewählt. Aus Sicherheitsgründen wird das Ventil während des Transports blindgeflanscht. Das Abfüllen der Säure aus den Transportbe-

hältern in die Lagertanks erfolgt über Polyäthylenschläuche, die am Lagertank ständig befestigt sind und an den Transportbehältern angeflanscht werden. Die Flansche für HCl und H₂SO₄ sind unterschiedlich gestaltet worden, um Fehlschaltungen auszuschließen. Die Schlauchquerschnitte sind so bemessen, daß der Abfüllvorgang in rd. 20 min beendet ist.

Tanklager

Zur Lagerung der Starksäure steht eine Gesamtkapazität von 10000 l zur Verfügung. 4 liegende zylindrische GFPE-Behälter mit gewölbten Böden von je 2500 l Fassungsvermögen befinden sich in einer betonierten Grube mit den Abmessungen 3 m x 7 m x 1,5 m. Auch diese GFPE-Behälter wurden für den besonderen Verwendungszweck entsprechend präpariert. Als Füllanschluß dient eine Schraubverbindung NW 50 in PVC-Ausführung (ständig angeschlossen). Der Abfüllvorgang ist akustisch wahrnehmbar. Sowohl Transport- als auch Lagerbehälter sind mit Be- bzw. Entlüftungseinrichtungen versehen. Die Entnahme der Säure aus den Lagertanks erfolgt über ein Tauchrohr durch Absaugung. Der Füllstand wird durch kommunizierend angeordnete Glasrohre mit kalibrierter Skale angezeigt.

Die Lagergrube ist eingehaust und an der Bedienseite durch ein Geländer gesichert. Im Havariefall kann die Grube die Gesamtsäuremenge aufnehmen.

Mischen der konzentrierten Säuren mit Wasser und Fördern

Für das Mischen der Säure mit Wasser und

das Fördern in den mobilen Sprühbehälter wurde das Prinzip der Strahlpumpe als optimale Variante gewählt. Zu diesem Zweck wurden 2 Injektoren speziell so ausgelegt, daß alle gewünschten Konzentrationen realisiert werden können. Die beiden Injektoren sind zerlegbar in Edelstahl ausgeführt. Das Treibwasser dient hier gleichzeitig als Mischungskomponente und muß mit einem Mindestdruck von 0,2 MPa vorliegen. Die Injektoren fördern getrennt die verdünnten Säuren in den mobilen Sprühbehälter. Dort erfolgt die Vermischung durch paralleles Einfüllen. Die Injektoren sind für die größten verlangten Konzentrationen ausgelegt, so daß alle gewünschten schwächeren Konzentrationen durch einfaches Nachfördern von Wasser realisiert werden können. Der Injektor arbeitet dann bei geschlossenem Säurelauf und wird damit gleichzeitig gespült. Da das versprühfähige Säure-Wasser-Gemisch in Chargen bereitgestellt wird, braucht lediglich die je Charge (10000 l) benötigte Salzsäure- bzw. Schwefelsäuremenge entsprechend der verlangten Konzentration berechnet und am Lagertank als abzugsfähige Menge an der Standanzeige gekennzeichnet zu werden. Nachdem diese Menge abgesaugt ist, wird lediglich mit Wasser nachgefördert.

Die Absperrarmaturen für Treibwasser, Salz- und Schwefelsäure befinden sich an einem Bedienstand in bequem zugänglicher Höhe (Bild 3). Zum Füllen des Mischsäure-Transportbehälters muß die Doppelschlauchleitung von den Injektoren in den Füllschacht eingeführt und gesichert werden (Bild 4).

Bild 2. Starksäure-Transportbehälter



Bild 3. Betätigung der Mischstation



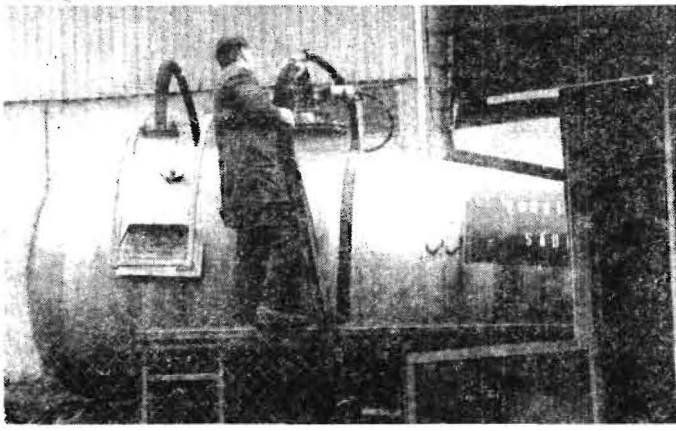


Bild 4
Einführen der beiden
Befüllschläuche für
Mischsäure in den Ein-
füllstutzen

Versprühen im Silo

Die Mischsäure gewünschter Konzentration liegt in einem 10000-l-GFPE-Behälter vor (modifizierter Gülletankwagen HTS 100.27). Der Ablaufstutzen wurde mit einer PVC-Platte blindgef lanscht. Am Fülldom wurde die Kegelventil-Armatur demontiert und durch einen Flansch mit Füllstutzen, einem Sprühschlauchanschluß und einem Isolierschlauch mit 2 Meßelektroden ersetzt. Der Füllstutzen dient der Aufnahme der Doppelschlauchleitung und ist durch einen Klappdeckel druckdicht verschließbar. Der Sprühschlauchanschluß nimmt innen einen Schlauch auf, der am Boden des Behälters aufliegt, und außen den Verbindungsschlauch, der über ein Gummimembranventil zum eigentlichen Sprührohr führt. Das Sprührohr ist schwenkbar gelagert. Das Membranventil kann pneumatisch fernbedient werden. Die Meßelektroden schalten über ein Relais eine akustische Signaleinrichtung bei Vollfüllung ein.

Zum Versprühen wird ein Druckpolster mit Hilfe des Bordverdichters aufgegeben. Hierzu wurde lediglich der Anschlußflansch für den Druckluftschlauch durch einen Stutzen aus Edelstahl ersetzt. Der in dem vorderen Behälterboden vorhandene Durchbruch für eine Schwimmerstandanzeige wurde blindgestopft.

Mit dem modifiziertem HTS 100.27 kann in Großsilos das abgekippte Siliergut besprüht werden, bevor es gemischt, hochgeschoben und verfestigt wird bzw. kann der Silostock überfahren und besprüht oder von seitlichen Auffahrten aus besprüht werden. Der HTS 100.27 kann kurzzeitig zum Gülletransport wieder umgerüstet werden.

Werkstoff- und Sicherheitsfragen

Für sämtliche mit Säure in Kontakt kommenden Anlagenteile wurden säurebeständige Werkstoffe gewählt. Für Apparaturen, Armaturen, Rohrstützen und starre Rohrleitungen

wurden glasfaserverstärktes Polyester, Glas, Edelstahl und PVC-hart, für flexible Anlagenteile Polyäthylen und Gummi eingesetzt. Der Forderung nach höchstmöglicher Sicherheit wurde bereits bei der Auswahl des Verfahrens der Mischsäurebereitung Rechnung getragen, indem ein Verfahren gewählt wurde, das – vom Versprühen abgesehen – ohne Drucksysteme und ohne offene Behälter sowie ohne Fremdenergie auskommt. Die Kippsicherheit des Transportfahrzeugs wurde geschwindigkeitsabhängig für die möglichen ungünstigen Füllverhältnisse nachgewiesen, da die Transportbehälter keine Schlingerwände haben. Das Glasrohr der Standanzeige ist elastisch und damit spannungsfrei gelagert und schlagsicher mit einer Lochblechabdeckung versehen. Auch sind die Absperrarmaturen an den Transportbehältern, geschützt und spannungsfrei mit dem Behälter verbunden.

Am Bedienstand wird einer möglichen Stopfbuchsenundichtigkeit durch eine Schürze aus PVC-weich vorgebeugt. Am Bedienstand sind eine stationäre Brause und ein Auslaufventil $\frac{1}{2}$ für Frischwasser installiert. Die Anlage ist überdacht, die Standfläche für Fahrzeuge und Personen betoniert, Behälter und Rohrleitungen sind nach Standard gekennzeichnet. Das Tragen von Arbeitsschutzkleidung ist vorgeschrieben. Für alle 4 Anlagenkomplexe liegt die Schutzgüte vor.

Vor Inbetriebnahme des Mischsäure-Versprühbehälters wurde dieser einer inneren und äußeren Revision sowie einer Wasserdruckprobe durch das Staatliche Amt für Technische Überwachung unterzogen. Insgesamt stellt die Anlage eine Pilotanlage dar und läßt damit über das Langzeitverhalten vor allem der eingesetzten Werkstoffe durch den Kontakt mit verdünnten Säuren beim exothermen Mischvorgang noch keine endgültige Aussage zu.

Die Handhabung der Arbeitsgänge in der Station und beim Besprühen im Silo ist rela-

tiv einfach und jeder unmittelbare Kontakt des Bedienpersonals mit Säure ausgeschlossen.

In der LPG(P) Rottenbach wurden im Jahr 1984 mit dieser Anlage rd. 20000 t Grünfütter mit Dünnsäure behandelt. Nach den vorliegenden Untersuchungsattesten sind damit gute Qualitätsnoten und gute bis sehr gute Siliernoten bei den Silagen erzielt worden. Die Kosten des Verfahrens einschließlich Materialkosten betragen 5,45 M je Tonne Grünfütter. Weiterhin muß erwähnt werden, daß bei Anwendung von Dünnsäure beim Silieren eine erhebliche Einsparung von Kosten und Energie beim Verfestigen des Silostocks gegenüber den herkömmlichen Verfahren erreicht wird.

Zusammenfassung

Die in der LPG(P) „Rinnetal“ Rottenbach aufgebaute Säurestation für den Einsatz von Mineralsäuren bei der Silierung von Grünfütter besteht aus den 4 Teilkomplexen Starksäuretransport, Tanklager, Station zum Mischen der konzentrierten Säuren mit Wasser und Fördern in die Sprühbehälter, Versprüheinrichtung im Silo.

Die Station wurde mit serienmäßig hergestellten Anlagenteilen aufgebaut. Dabei sind die notwendigen Arbeitsschutzbestimmungen berücksichtigt, und für jeden Teilkomplex ist Schutzgüte erteilt.

Die Handhabung der Anlage ist für das Bedienpersonal unkompliziert. Die Arbeitsschutzvorschriften müssen unbedingt eingehalten werden. Mit der errichteten Anlage wurden im Jahr 1984 in der LPG(P) „Rinnetal“ Rottenbach rd. 20000 t Grünfütter mit Dünnsäure behandelt und mit gutem Erfolg konserviert.

Literatur

- [1] Virtanen, A. I.: Verfahren zum Frischhalten von Futter. Patentschrift Nr. 148 391 des Eidgenössischen Amtes für geistiges Eigentum, 1930.
- [2] Powelleit, G., u. a.: Die Anwendung des AIV-Verfahrens im Kreis Rudolstadt. Erfahrungen, Erkenntnisse, Anwendung für die sozialistische Landwirtschaft- und Nahrungsgüterwirtschaft des Bezirkes Gera, 5 (1968) 5, S. 12–15.
- [3] Kirsch, W.: Salzsäurezusatz bei der Gärfutterbereitung und seine Auswirkung auf den Tierkörper. Züchtungskunde (1935) S. 48.
- [4] Nehring, K.: Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittelkunde. Radebeul: Neumann-Verlag 1959.
- [5] Wetterau, H.: Silageherstellung. Berlin: VEB Dt. Landwirtschaftsverlag Berlin 1972.
- [6] Wiesemüller, W.: Erfahrungen bei der Herstellung und beim Einsatz von AIV-Luzernesilage in der Sauenfütterung. Tierzucht, Berlin 35 (1981) 5, S. 277.
- [7] Verlust senkend und Leistung hebend. Gespräch mit Prof. Dr. B. Piatkowski. In: Neue Deutsche Bauernzeitung, Berlin (1984) 39, S. 8–9.

A 4352

Folgende Fachzeitschriften des Maschinenbaus erscheinen im VEB Verlag Technik:

agrartechnik; Feingerätetechnik; Fertigungstechnik und Betrieb; Hebezeuge und Fördermittel; Kraftfahrzeugtechnik; Luft- und Kältetechnik; Maschinenbautechnik; Metallverarbeitung; Schmierungstechnik; Schweißtechnik; Seewirtschaft