

Verfahren zur Überprüfung und Instandsetzung von Formsteinhochsilos

Dipl.-Ing. M. Mölle, KDT/Obering. R. Ostermaier, KDT

VEB Hochsilobau Werder, Betrieb des VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen

1. Einleitung

Zur Produktion hochwertiger Anweilksilagen für die Rinderfütterung verfügt die Landwirtschaft der DDR über eine große Anzahl von Formsteinhochsilos der Typen HS09, HS09/R, HS091 und HS25F. Diese zylindrischen Lagerhochbehälter sind aus vorgefertigten Betonelementen trocken montiert und durch eine vorgespannte Stahlmwehrung stabilisiert. Der Einsatzbereich der Hochsilos ist in der Bedienanweisung und in der Bewirtschaftungsrichtlinie [1] geregelt.

Unter den Bedingungen der industriemäßigen Futterproduktion sind in vielen Fällen durch Überschreitung der Bewirtschaftungsparameter, vor allem des TS-Gehalts des eingelagerten Futters, infolge von Korrosion vorzeitige Schäden an den Betonelementen, der Umspannung und den Stahlbaugruppen der Hochsilos aufgetreten. Diese Korrosionsschäden sind teilweise so erheblich, daß die Standsicherheit einiger Hochsilos gefährdet ist.

Fortsetzung von Seite 41

DDR verfügbaren Hochdruckspritzgeräte. Die Flächenleistung dieser Geräte liegt zwischen 50 m²/h und 270 m²/h. Hieraus ergibt sich eine deutliche Steigerung der Arbeitsproduktivität gegenüber dem pneumatischen Spritzen. Aufgrund einer höheren Verarbeitungsviskosität lassen sich Lösungsmittel einsparen.

Eine Einsparung von Anstrichstoffen (geringere Spritzverluste, da luftloses Spritzen) ist in Abhängigkeit von der Größe der zu beschichtenden Flächen möglich. Die hohen Anschaffungskosten bedingen eine volle Ausnutzung der Leistungsmöglichkeiten dieser Geräte.

5. Zusammenfassung

Wie aus o. g. Ausführungen ersichtlich ist, kann nur die Einheit von Oberflächenvorbehandlung und beanspruchungsgerechtem Einsatz von Anstrichstoffen zur Effektivitätssteigerung des Erstkorrosionsschutzes sowie des Wiederholtschutzes führen. Ein guter Erstschutz trägt auch zur Einsparung von Anstrichstoffen bei, da die Wiederholtschutzmaßnahmen geringer ausfallen. Dieser Artikel soll einen Überblick über die materiell-technischen Voraussetzungen zur Durchsetzung der Effektivitätssteigerung geben.

Literatur

- [1] TGL 18730/02 Korrosionsschutz; Oberflächenvorbehandlung; Ausgangszustände; Säuberungsgrade; Beurteilung. Ausg. April 1977.
- [2] Werkstandard LFS 20-5003/01 bis 03 Technologie „Hydraulisches Spritzen von Anstrichstoffen mit VYZA 1 und VYZA 2“ einschließlich Arbeitsschutzinstruktionen und Ausbildungsrichtlinie. Ausg. Mai 1978, Okt. 1977, Dez. 1978.
- [3] Werkstandard LFS 20-5004/01 und 02 Technologie „Hydraulisches Spritzen von Anstrichstoffen mit Wagner-Airless 7000H“ einschließlich Arbeitsschutzinstruktionen. Ausg. Juli 1981.

Der VEB Hochsilobau Werder als Betrieb des VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen hat im Jahr 1978 begonnen, im Rahmen eines umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsprogramms die gesamte Problematik der Korrosion und der Beseitigung von Korrosionsschäden an Formsteinhochsilos zu bearbeiten. Die Zielstellungen dieses Programms waren:

- Klärung aller Einflußfaktoren auf die Korrosion
- Erarbeitung der Meßmethoden und Kriterien zur Beurteilung des Bauzustands von genutzten Formsteinhochsilos als Voraussetzung für eine kontinuierliche Überprüfung
- Entwicklung von Verfahren zur Instandsetzung des Baukörpers zur Wiederherstellung der vollen Nutzungsfähigkeit korrosionsgeschädigter Formsteinhochsilos
- Entwicklung von technologischen Linien und Produktionseinführung in spezialisierten Baukapazitäten des VEB Hochsilobau Werder.

Diese Vorleistungen wurde im Jahr 1982 abgeschlossen. Bisher wurden nach diesen Verfahren 140 Formsteinhochsilos instand gesetzt.

2. Korrosionsschäden

Bei der Einlagerung von Futter mit einem TS-Gehalt kleiner als 35 % wird während des Silierprozesses Sickersaft frei, der, vor allem bei Verstopfung der Sickersaftabläufe, infolge des statischen Innendruckes durch die Fugen des Betonsteinverbands austritt und an der Außenfläche abläuft. Aufgrund des hohen Anteils organischer Säuren und des damit vorhandenen niedrigen pH-Werts stellt der Sickersaft ein stark aggressives Medium gegenüber Beton und Stahl dar.

Zwei wesentliche Korrosionserscheinungen verursachen an Formsteinhochsilos Schäden, die bis zur ernsthaften Beeinträchtigung der Standsicherheit führen können:

- Der außen abfließende Sickersaft löst vor allem im Bereich der Vertikalfuge den Zementstein der Betonelemente, wäscht die Zuschlagstoffe und Korrosionsrückstände aus und führt zur kerbartigen Verbreiterung der Fuge von außen nach innen (Bild 1). Die kraftübertragende Fläche im Nut-Feder-Bereich der Betonformsteine wird damit verringert. Der gesamte Formsteinverband wird gelockert, die Druckkräfte aus der Umspannung können nicht mehr übertragen werden, und der Verband wird instabil [2]. Auf den Bildern 2 bis 4 sind praktische derartige Beispiele dargestellt.
 - Der Sickersaft verursacht an den Rundstäben der Umspannung (St42 verzinkt bzw. KTK 52-3) Flächen- und Lochfraßkorrosion. Die Korrosion führt zur Verminderung des tragenden Querschnitts der Spannringe und damit der Aufnahmefähigkeit der bei der Befüllung auftretenden Zugspannungen.
- Darüber hinaus kommt es zu Korrosionsschä-

den am Lukenschacht im unteren Bereich der Silos.

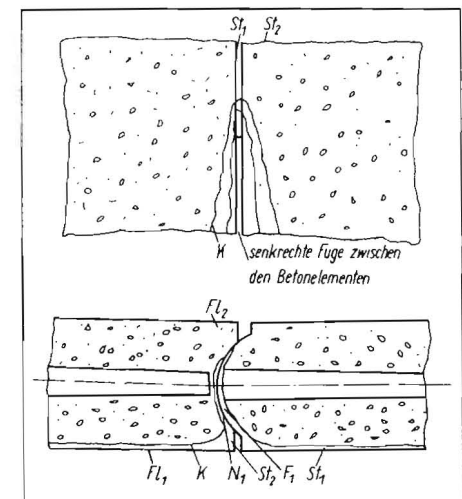
3. System der periodischen Überprüfung

Zur Gewährleistung der Sicherheit an allen Hochsilosanlagen war es zunächst notwendig, eine ständige Überwachung der Formsteinhochsilos zu organisieren. Die Überwachung mußte gleichzeitig die notwendigen Ausgangsdaten liefern, die für Entscheidungen der anzuwendenden Instandsetzungsverfahren erforderlich sind.

Mit hohem Aufwand wurde ein Hochsilo HS091 mit der erforderlichen Meßtechnik ausgerüstet. Über mehrere Befüll-, Silier- und Entnahmezyklen sowie Leerperioden wurden die auftretenden Drücke, Lasten und Kräfte bei verschiedenen Futterarten gemessen. Weiterhin wurden mehrere Hochsilofragmente bis zum Bruch belastet. Diese unter Mitwirkung des Instituts für Landwirtschaftliche Bauten der Bauakademie der DDR gewonnenen und ausgewerteten Meßergebnisse waren die Grundlage für die Festlegung der Kriterien und Grenzwerte zur Beurteilung des Bauzustands und der Standsicherheit genutzter Hochsilos mit Korrosionsschäden. Es wurden Methoden entwickelt, mit denen Werte an den Hochsilos gemessen und ermittelt werden können, die zu einer exakten Bauzustandsfestlegung führen. So wurde beispielsweise ein Gerät entwickelt, mit dem die jeweils vorhandene Zugkraft je Spannung im Einbauzustand gemessen werden kann.

Seit 1980 werden nach einem mit der Staatlichen Bauaufsicht abgestimmten Programm alle Formsteinhochsilos der DDR vom VEB Hochsilobau Werder periodisch überprüft. Die Überprüfungsdaten sind für jedes Formsteinhochsilo in einer Stammkartei er-

Bild 1. Darstellung des Korrosionsverlaufs bei Silosteinen im senkrechten Fugenbereich; Fl₁ Außenfläche, Fl₂ Innenfläche, F₁ Feder an der Längsseite, N₁ Nut an der Längsseite, St₁ Steg an F₁, St₂ Steg an N₁, K Korrosionsverlauf



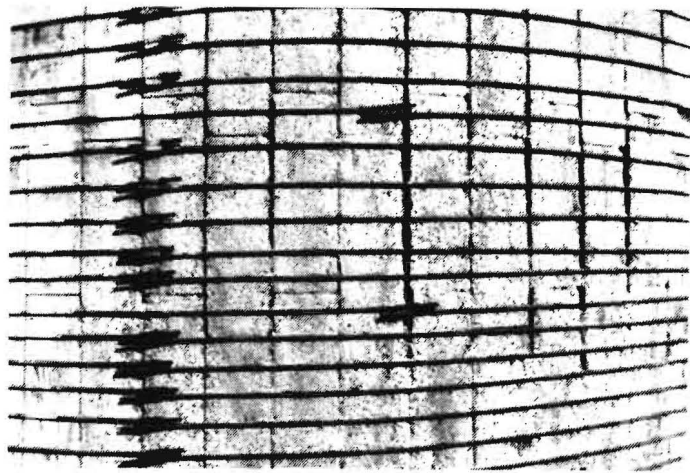


Bild 2. Formsteinhochsilo mit einem Bereich stark korrodierter Steine in den senkrechten Fugen

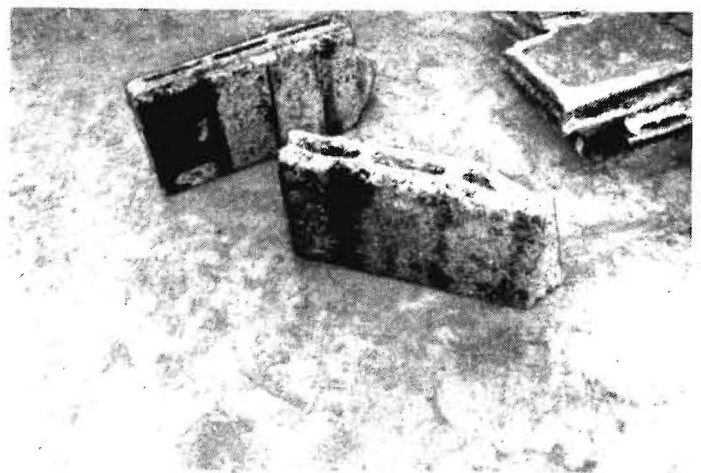


Bild 4. Demontierte Silosteine mit Korrosionserscheinungen; im Vordergrund Stein mit überschrittenem Grenzwert, im Hintergrund Stein mit noch nicht überschrittenem Grenzwert

faßt. Die Hochsilonutzer werden über die wesentlichen Ergebnisse der Überprüfung unterrichtet. Für jedes überprüfte Silo wird eine für diesen Zeitpunkt zutreffende Zustandsstufe festgelegt, aus der sich der weitere Überprüfungsrythmus ergibt (Tafel 1).

4. Instandsetzungsverfahren

Instandsetzungsmaßnahmen an Formsteinhochsilos [3, 4, 5] sind ab Zustandsstufe III nach Tafel 1 erforderlich, das Silo kann jedoch sickersaftfrei bis einschließlich Zustandsstufe IV weiter bewirtschaftet werden. Silos der Zustandsstufe V werden für eine weitere Bewirtschaftung zunächst gesperrt und dürfen erst nach erfolgter Instandsetzung wieder genutzt werden.

Die Instandsetzung der Betonelemente erfolgt im Normalfall bis zur 10. Steinschicht. Das Verfahren beinhaltet im wesentlichen:

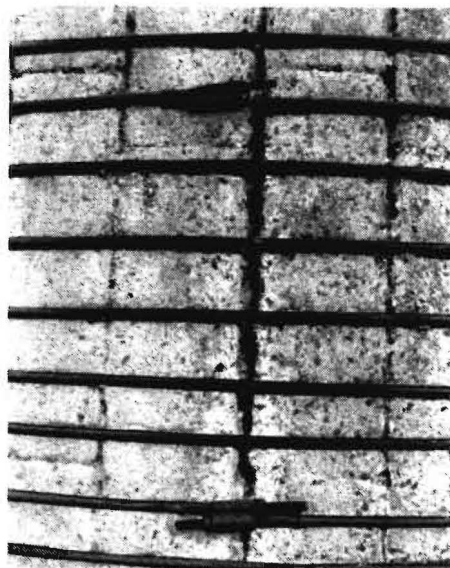
- Reinigen der Betonelemente außen durch Sandstrahlen
- Auswechseln stark korrodierter Formsteine und Betonlukenrahmen in begrenztem Umfang
- Ausbessern korrodierter Fugen bei Zustandsstufe III bzw. volles Verfugen ab Zustandsstufe IV
- Farbspritzen der Außenwand mit säurebeständigem und toxikologisch unbedenklichem Farbsystem.

Ein Korrosionsschutz der Innenfläche des Silos ist meist nicht erforderlich, da sich bei stehendem Sickersaft eine Passivierungsschicht aus Korrosionsrückständen auf der Betonoberfläche bildet, die einen weiteren Korrosionsfortschritt stark hemmt [2].

Die Instandsetzung der Stahlumspannung wird bis zur 7. Steinschicht durchgeführt. Je nach vorhandener Zustandsstufe werden entweder die Umspannung gereinigt (Sandstrahlen) und farbbehandelt oder die korrodierten Spannringe demontiert und eine neue Umspannung aus korrosionsträgem Stahl montiert und farbbehandelt.

Die Instandsetzung des Lukenschachtes erfolgt in Abhängigkeit vom Zustand ganz oder teilweise (mindestens bis zur 10. Steinschicht) durch Neumontage und Einbau neuer Lukendeckel. Von den übrigen Bau-

Bild 3. Stark korrodierter Fugenbereich mit überschrittenem Grenzwert



gruppen sind in die Instandsetzungsmaßnahmen je nach Bedarf eingeschlossen:

- Reparaturaufstieg (Befestigungselemente)
- Arbeitsbühne (Befestigungselemente)
- Reparaturzug außer Winde
- Seilsystem außer Winde (Seile erneuern, Seilrollen instand setzen oder erneuern)
- Beschickungssystem (Rohrbogen austauschen)
- Kuppel (Bleche richten und befestigen, Beschickungsluke instand setzen).

Die Durchführung aller o.g. Instandsetzungsmaßnahmen erfolgt nach Auftragserteilung durch den VEB Hochsilobau Werder. Der Umfang der für jedes Silo erforderlichen Instandsetzungsleistungen wird im Rahmen der Objektvorbereitung durch eine erneute Überprüfung und Aktualisierung der letzten Überprüfungsergebnisse vom ausführenden Betrieb bestimmt.

Die Wirksamkeit der entwickelten Verfahren, d. h. die Dauer der weiteren Nutzungsfähigkeit der Hochsilos nach der Instandsetzung, ist entscheidend abhängig von der weiteren Korrosionsbelastung. Die ersten probeweise instand gesetzten Silos zeigen nach 6jähriger Nutzung keine Folgeschäden. Im Interesse einer möglichst hohen Nutzungsdauer instand gesetzter Hochsilos sollte eine sickersaftfreie oder sickersaftarme Bewirtschaftung angestrebt werden.

Mit den entwickelten Verfahren und der im VEB Hochsilobau Werder aufgebauten Kapazität zur Instandsetzung von Formsteinhochsilos wurde eine Lösung geschaffen, um den vollen Gebrauchswert von korrosionsgeschädigten Hochsilos wiederherzustellen.

Literatur

- [1] Bedienanweisung und Bewirtschaftungsrichtlinie für Hochsiloplanlagen HS091. VEB Landtechnische Industrieanlagen Nauen, 1976.
- [2] Buchheim, S.: Sanierung von Formsteinhochsilos 7,32 m Ø; Teilbericht „Prüfverfahren, Nullwerte und Korrosion des Betons von Gärfutter-Silos“. VEB Hochsilobau Werder, 1980.
- [3] Ostermaier, R.: Sanierung von Formsteinhochsilos 7,32 m Ø. VEB Hochsilobau Werder, F/E-Bericht 1979.
- [4] Betonkorrosionsschutzmaßnahmen im Landwirtschaftsbau – Richtlinie für die Projektierung, Bauausführung und Nutzung landwirtschaftlicher Produktions- und Lagerbauten. Institut für Landwirtschaftliche Bauten der Bauakademie der DDR, 1977.
- [5] Ostermaier, R.: Sanierung von Formsteinhochsilos 7,32 m Ø. VEB Hochsilobau Werder, F/E-Berichte 1980 und 1982. A 4470

Tafel 1. Zustandsstufen für überprüfte Hochsilos HS091

Zustandsstufe	Charakteristik	Überprüfungszyklus/Jahre
I	guter Zustand; keine Mängel	5
II	guter Zustand; kleine Mängel, Innenauskleidung beschädigt	5
III	schlechter Zustand; größere Mängel, Beton- und Stahlkorrosion vorhanden, Innenauskleidung stark beschädigt	5
IV	schlechter Zustand; größere Mängel, starke Beton- und Stahlkorrosion vorhanden; kurzfristige Maßnahmen erforderlich, Innenauskleidung stark beschädigt	2
V	sehr schlechter Zustand; Beton-, Stahlkorrosion oder die Spannkraft in der Umspannung haben die Grenzwerte erreicht; Silo wird zur weiteren Bewirtschaftung gesperrt; Staatliche Bauaufsicht informieren	1