

# Erhöhung der Grenznutzungsdauer von Standausrüstungen in Schweineproduktionsanlagen

Dr.-Ing. M. Haidan, KDT, VEB Landtechnische Industrieanlagen Cottbus, Sitz Neupetershain, Betrieb des VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen  
Dr.-Ing. W. Gratz, Bauakademie der DDR, Institut für landwirtschaftliche Bauten Berlin

## 1. Problemstellung

Standausrüstungen begrenzen den Bewegungsbereich einzeln oder in Gruppen gehaltener Tiere in Stallanlagen. Das dafür verwendete Material bestimmt entscheidend die technisch-konstruktive Gestaltung dieser Ausrüstungen und hat demzufolge konkrete Auswirkungen auf die Technologie der Tierhaltung, -fütterung und -entmistung.

Bis in die 60er Jahre wurden in Schweineställen vorwiegend aus Steinen und Mörtel oder aus Holzlatten gebaute Buchtenbegrenzungen angewendet. Ihnen waren meist Türen und Luken aus Holz, Steinzeugtröge und in geringem Maß einzelne Teile aus Stahl zugeordnet (Bild 1).

Die in den 60er Jahren beginnende Anwendung industriemäßiger Produktionsverfahren in der Tierproduktion führte in Übereinstimmung mit internationalen Trends zum Einsatz von baukastenförmig zusammengesetzten, vielseitig kombinierbaren und standardisierten Stahlleichtbaukonstruktionen aus niedrig legierten Baustählen (Bild 2). Der Korrosionsschutz dieser Stahlkonstruktionen erfolgt meist mit Hilfe metallischer Schutzschichten (Feuerverzinkung nach Standard TGL 18733 [1], in Einzelfällen galvanische Verzinkung nach Standard TGL 18709 [2], seltener mit Hilfe tierverträglicher Farbanstrichsysteme. Auch ungeschützte Stahlkonstruktionen werden angewendet, wobei dafür meist leicht auswechselbare Baugruppen bzw. nicht unmittelbar im Fußbodenbereich angeordnete Baugruppen ausgewählt werden.

Erfahrungen und Untersuchungsergebnisse [3, 4] der vergangenen Jahre in der Praxis zeigen, daß die feuerverzinkten Stahlkonstruktionen im Bereich zwischen 0 und etwa 100 mm, teilweise bis zu 200 mm über Oberkante Fußboden (OKF) im Vergleich zu den oberhalb dieses Bereichs angeordneten Metallteilen um ein Mehrfaches stärker geschädigt werden. So ist in diesem Bereich bei

den gegenwärtigen Konstruktionen über die Phasen

- Zerstörung der Zinkschutzschicht
- Verringerung der Materialdicke des Stahlhalbzeugs

die Schädigung nach frühestens 7 Jahren, spätestens jedoch nach 15 Jahren so weit fortgeschritten, daß die Grenznutzungsdauer erreicht ist, während oberhalb dieses Bereichs die schützende Wirkung der Zinkschicht zu diesem Zeitpunkt noch eindeutig nachweisbar ist.

Auch bei den aus Steinen und Mörtel oder Holzlatten gebauten Buchtenabsperrungen und Holztüren früherer Jahre war in diesem Bereich eine deutlich höhere Schädigung erkennbar. Geringe Tierkonzentrationen und erheblich überdimensionierte Materialdicken erlaubten jedoch zu dieser Zeit eine geringgradige Bewertung dieses Problems.

Im folgenden Beitrag sollen Ursachen dieses Schädigungsprozesses und Möglichkeiten zur Erhöhung der Nutzungsdauer der Ausrüstungstechnik im gefährdeten Bereich dargestellt werden.

## 2. Schutzwirkung von Zinkschichten auf Stahlkonstruktionen

Die insgesamt gute Korrosionsbeständigkeit verzinkter Stähle ist auf die Bildung von Deckschichten und auf die kathodische Schutzwirkung des Zinks zurückzuführen [5, 6]. Derartige Deckschichten entstehen, indem sich auf der Zinkoberfläche zunächst sehr schnell ein Oxidfilm bildet. Vor allem unter dem Einfluß der Feuchtigkeit und des Kohlensäuregehalts der Atmosphäre wandelt sich diese Oxidschicht in basisches Zinkkarbonat bzw. Zinkhydroxid um. Die gute Korrosionsbeständigkeit dieser Deckschicht resultiert aus ihrer sehr geringen Wasserlöslichkeit. Die Deckschichtenbildung, äußerlich erkennbar an der Umwandlung der anfangs glänzenden und blumigen Zinkoberflä-

che in eine hell- oder dunkelgraue glanzlose Oberfläche, ist bei Standausrüstungen der Schweineproduktion, bedingt durch den zeitlichen Ablauf des Herstellungsprozesses, mit Sicherheit vor jeder Stallerstbelegung abgeschlossen.

Negative Wirkungen auf die Korrosionsbeständigkeit der Deckschichten haben vor allem

- hohe Luftfeuchtigkeit in Kombination mit stark verunreinigter Atmosphäre, z. B. durch  $SO_2$ ,  $NH_3$ , Chloride, Staubpartikel
- ständig kondensierende Luftfeuchtigkeit in Form von Betauung und Schweißwasserbildung
- pH-Bereiche der einwirkenden Umgebung unter 6 als Säurekorrosion und über 12 als Sauerstoffkorrosion.

Die Kombination dieser Einflüsse untereinander und in Verbindung mit elektrochemischen Vorgängen verstärkt den Korrosionsangriff auf die Deckschichten beträchtlich. Die kathodische Schutzwirkung tritt im unmittelbaren Umkreis freier Stahlflächen ein, wenn das Grundmetall Stahl frei liegt und ein Elektrolyt vorhanden ist. In diesem Fall wirkt der Stahl als Kathode und das Zink als Anode. Zn-Metalleionen gehen in Lösung, d. h. das Zink „opfert“ sich für den Stahl, solange es vorhanden ist.

## 3. Schädigungsvorgänge im unmittelbaren Fußbodenbereich von Standausrüstungen der Schweineproduktion

Nach Eichler [7] werden Schädigungen durch folgende Erscheinungsformen verursacht: Verschleiß, Korrosion, Ermüdung und Alterung.

Bei einer Analyse der vorliegenden Situation ist sehr schnell der absolut vorherrschende Einfluß der chemischen und elektrochemischen Korrosion erkennbar. Die im Abschn. 2 erläuterte Korrosionsschutzwirkung von

Bild 1. Schweinestall aus den 50er Jahren mit Buchtenbegrenzung durch Holzlatten



Bild 2. Moderne Standausrüstung aus verzinkten Stahlleichtbauelementen



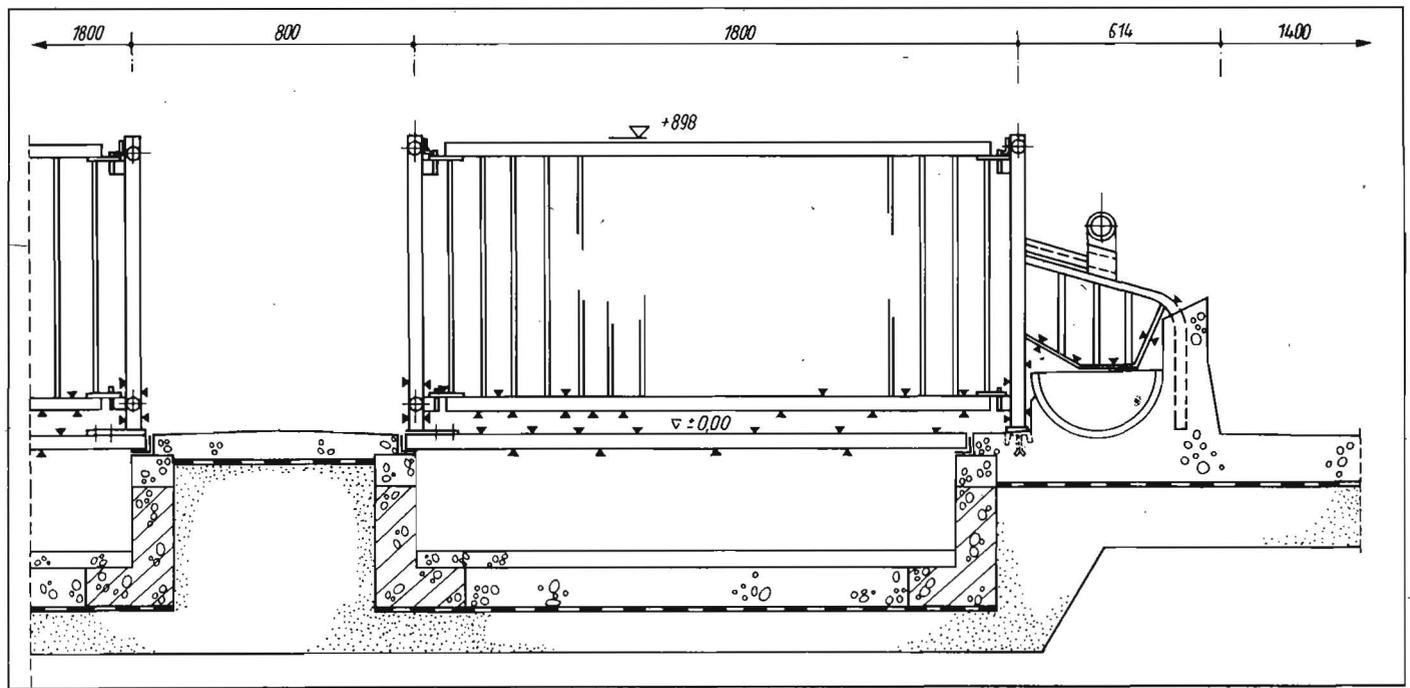


Bild 3. Korrosionsgefährdete Bereiche der Gruppenmastbucht 007/008: ▲ besonders korrosiv gefährdete Stellen

Zinküberzügen ist bei Standausrüstungen im Bereich zwischen 0 und etwa 100 mm über OKF als alleiniger Korrosionsschutz offenbar nicht ausreichend wirksam. Weber [3] stellte in seinen Untersuchungen fest, daß nach 5jähriger Nutzungszeit zwischen 0 und 70 mm kein Zinküberzug mehr nachweisbar ist. Rast und Seifert [4] ermittelten gleiche Ergebnisse für Farbanstrichsysteme. Gleichzeitig ist jedoch zu bedenken, daß ohne eine Zink- oder Farbanstrichschicht in diesem Bereich der sofortige Korrosionsangriff auf das Basismaterial Stahl beginnt und zu einem noch früheren Ausfall der jeweiligen Baugruppe führt.

Folgende Einflüsse verstärken die Korrosion in diesem Bereich:

- Die vertikale Temperaturschichtung im Stall führt an Metallteilen im unmittelbaren Fußbodenbereich stets zuerst zur Betauung und Schwitzwasserbildung. In Kombination mit den in diesem Bereich ebenfalls verstärkt vorhandenen stickstoff-, schwefel-, nitrat- und chloridhaltigen Luftverunreinigungen sind damit häufig auftretende, auf die Zinkdeckschichten und auf ungeschützten Stahl stark aggressiv wirkende Bedingungen gegeben.
- Die Ausscheidungen der Schweine (Kot und Harn) berühren direkt den Bereich von 0 bis etwa 100 mm über OKF. Flächenintensive Haltungsformen bedingen eine hohe Wahrscheinlichkeit für die mehrmalige tägliche Benetzung der Ausrüstung in dieser Zone. Die korrosive Wirkung dieser Ausscheidungen ist unumstritten.
- Elektrochemische Vorgänge überlagern die dargelegten korrosiven Bedingungen und verstärken so den Fortgang der Korrosion im unmittelbaren Fußbodenbereich.

Diese korrosiven Beanspruchungen treten vor allem auf

- bei Kastenständen an den Fußstützen der Seitenwände
- bei Gruppenbuchten im unteren Bereich

der Säulen und Stützbügel und an den unteren Holmen der Grundfelder und Querabtrennungen (Bild 3)

- bei GAZ-Käfigen im Bereich der Spaltenbodenauflege (Z-Profil).

Der Schädigungsprozeß verläuft stochastisch. Eine Analyse des Umfangs der Schädigungsprozesse ergibt, daß bei der Einzelhaltung mit 2,0 möglichen Schadensstellen je Tierplatz und bei der Gruppenhaltung mit 0,9 bis 1,0 möglichen Schadensstellen je Tierplatz im Stall gerechnet werden muß. An einem Beispiel soll die Problematik verdeutlicht werden.

In einem Schweinemaststall mit 600 Tierplätzen in Gruppenhaltung treten vom 7. bis 15. Nutzungsjahr der Standausrüstung, also über 2 500 Tage verstreut, etwa 600 einzelne Schadensfälle im unmittelbaren Fußbodenbereich der Standausrüstung ein, wobei aufgrund der Bedingungen eine Normalverteilung der Schadensfälle erwartet werden kann.

Praktische Erfahrungen der Verfasser belegen gleichzeitig teilweise deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen Schweineanlagen hinsichtlich der erreichten Grenznutzungsdauer der Standausrüstung im gefährdeten Bereich.

Aus den o. g. theoretischen Darlegungen leitet sich ab, daß diese Ergebnisse vor allem durch Unterschiede im Stallklima entstehen.

#### 4. Möglichkeiten zur Erhöhung der Grenznutzungsdauer von Standausrüstungen im unmittelbaren Fußbodenbereich

Entsprechende Maßnahmen sollen für bereits in Nutzung befindliche Ausrüstungen und für neue zu entwickelnde Ausrüstungen gesondert betrachtet werden.

##### 4.1. In Nutzung befindliche Standausrüstungen

Zur Erhöhung der Grenznutzungsdauer von Standausrüstungen der Schweineproduktion

im Bereich zwischen 0 und etwa 100 mm über OKF werden folgende Maßnahmen empfohlen:

*Periodischer zusätzlicher äußerlicher Schutz des gefährdeten Bereichs durch tierversträgliche und standardgerechte Farbanstrichsysteme,*

so wie er in den Erzeugnisdokumentationen des VEB LIA Cottbus, Sitz Neupetershain, von Schreck [8, 9] sowie von Rast und Seifert [4] gefordert wird. Dieser zusätzlich notwendige Farbanstrich sollte nach Einschätzung der Verfasser zu folgenden Zeitpunkten durchgeführt werden:

- vor der Erstbelegung
- nach 4 bis 5 Nutzungsjahren
- nach 8 bis 10 Nutzungsjahren
- nach 12 bis 14 Nutzungsjahren.

Dabei ist darauf zu achten, daß in der Zeitspanne zwischen dem Abschluß der Anstricharbeiten und der Buchtenwiederbelegung das ausreichende Aushärten des Farbanstrichsystems möglich ist.

##### *Stabilisierung der unteren Säulenbereiche durch das nachträgliche Einbringen eines Stahlbetonkerns in die Rohrkonstruktion*

Diese Maßnahme sollte sobald wie möglich veranlaßt werden, wobei das einfache Ausgießen des unteren Stützenbereichs lediglich mit Beton wenig Effekte verspricht, weil der unbewehrte Betonkern einer seitlichen Stützenbelastung keinen nennenswerten Widerstand entgegenzusetzen vermag. Stahlbeton ist dagegen ein Verbundbaustoff, in dem die Druckkräfte in der Hauptsache vom Beton, die Zug- und Schubkräfte von den Stahleinlagen aufgenommen werden. Das Zusammenwirken von Stahl und Beton ist möglich, weil beide Stoffe annähernd gleiche Wärmeausdehnung haben und infolge physikalischer und chemischer Vorgänge fest aneinander haften. Die Stahleinlagen müssen allseitig vom Beton umgeben sein, damit sie nicht korrodieren und ihre statischen Aufgaben erfüllen können. Um dieses zu erreichen, wird ein Bewehrungsbügel aus Betonstahl ( $\emptyset$

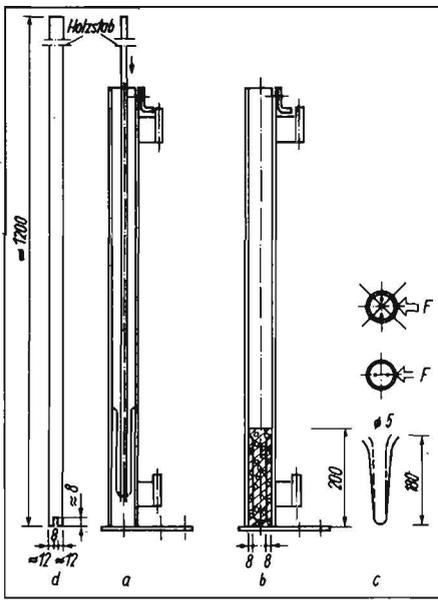


Bild 4. Stabilisierung des unteren Säulenbereichs durch einen Stahlbetonkern;  
 a während des Einbringens des Bewehrungsbügels durch einen geschlitzten Holzstab  
 b fertiger Stahlbetonkern mit Stahleinlage in der Säule  
 c Anordnung und Einbauichtung des Bewehrungsbügels  
 d Holzstab zum Einbringen der Stahleinlage

5 mm) dem inneren Rohrdurchmesser der Stütze entsprechend so gebogen, daß zwischen der Rohrwandung und dem Bügelschenkel jeweils ein Abstand von 8 mm verbleibt (Bild 4). Beim Einbringen in die oben offene rohrartige Stütze werden die gespreizten Enden des Bügels zusammengedrückt, so daß diese gegen die innere Rohrwandung spannen. Mit Hilfe eines eingekerbten Holzstabs wird der Bügel in seine Endlage geschoben, wobei die Einkerbung den notwendigen Abstand für die Betondeckung nach unten gewährleistet.

Nach unten wird die Säule zuvor durch das Einbringen einer etwa dem Rohrinne Durchmesser entsprechenden dünnen Scheibe, die dann auf dem Spaltenboden aufliegt, abgeschlossen (Bild 4).

Die hintereinanderstehenden Bügelschenkel weisen stets in die Richtung, in der die größte Belastung auf die Stütze erwartet wird. Danach wird der Stützenfuß mit Beton ausgegossen. Die Konsistenz ist breiig fließend, damit sich der Beton ohne Verdichtungshilfe von selbst gleichmäßig verteilt und der Bewehrungsbügel seine Lage beibehält. Das Mischungsverhältnis nach Masse zwischen Zement und Zuschlagstoff sollte

1:5 bis 1:6, das Wasser-Zement-Verhältnis 0,5 bis 0,6 sein. Als Zuschlagstoff wird Feinkies mit einer Korngröße  $\leq 7$  mm verwendet. Betoniert wird in der Serviceperiode, damit der Beton einige Tage ungestört abbinden kann.

Die Möglichkeit des Vergießens der trogseitigen Stützbügel bei Gruppenbuchten mit Beton ist zu prüfen, indem oberhalb der Gefährdungsstelle eine ausreichend große Bohrung eingebracht wird, in die ein Bewehrungsstab eingeführt und der Betonverguß vorgenommen werden kann.

*Stabilisierung der unteren Säulenbereiche durch eine nachträgliche äußere Stahlbetonummantelung*

Das dazu erarbeitete Verfahren [10] ist ebenfalls ohne Demontearbeiten an der Ausrüstung mit einfachen Mitteln realisierbar.

*Umdrehen der Querabtrennungen und Grundfelder bei der Gruppenhaltung von Mastschweinen in der Weise, daß der obere Holm nach unten und der untere nach oben weist*

Bei den seit 1972 angewendeten Gruppenbuchten 005 bis 008 und 025/026 ist dies problemlos möglich. Das Umdrehen ist vorzunehmen, bevor erste Reparaturarbeiten erforderlich sind, also nach einer Nutzungsdauer von etwa 6 bis spätestens 8 Jahren. Die dargelegten Maßnahmen sind ohne Schwierigkeiten durch den landwirtschaftlichen Betrieb selbst ausführbar und lassen eine deutliche Verlängerung der Nutzungsdauer der Haltungstechnik auf Bereiche zwischen 15 und 20 Jahren in Abhängigkeit vom korrosiven Beanspruchungsgrad des jeweiligen Stalls erwarten. Konkrete Erprobungsergebnisse zur Wirksamkeit dieser vier Varianten sind erst nach mehreren Jahren Einsatzzeit zu erwarten.

Weitere, noch nicht näher untersuchte Lösungen zur Erhöhung der Grenznutzungsdauer des gefährdeten Bereichs in vorhandenen Schweineställen sind:

- Einschweißen von Zwischenstücken [9]
- Metallkleben von Verstärkungsmaterial, z. B. Halbschalen [9]
- Anwendung spezieller „Reparaturbaugruppen“ für Querabtrennungen und Grundfelder [3].

#### 4.2. Neu zu entwickelnde Standausrüstungen

Es sind folgende grundsätzliche Möglichkeiten denkbar:

- Verstärkung der Abnutzungsreserve im gefährdeten Bereich, z. B. Anwendung dickwandiger Rohre [3] und Verringerung der Materialdicke im oberen Bereich
- Weiterentwicklung des Drehens der Ausrüstungselemente durch speziell dafür ausgelegte, gut durchdachte Konstruktionen, z. B. Anwendung einer Umkehrstütze [11] oder einer speziellen Umkehr-

tür [12], um den eingesetzten Stahl optimal auszunutzen

- Entwicklung und Einsatz von Materialkombinationen, die den Korrosionsangriffen im gefährdeten Bereich besser widerstehen.

Diese Möglichkeiten werden bei der Weiterentwicklung von Standausrüstungen berücksichtigt.

#### 5. Zusammenfassung

Standausrüstungen in Schweineproduktionsanlagen werden im Bereich zwischen 0 und maximal 200 mm über Oberkante Fußboden im Vergleich zu oberhalb dieses Bereichs angeordneten Bauteilen um ein Mehrfaches stärker geschädigt. Ursachen dieses Schädigungsprozesses sind vor allem die klimabedingte häufigere Betauung und Schwitzwasserbildung in Verbindung mit aggressiven Bestandteilen der Stallluft, die häufige Benetzung mit Tierexkrementen und elektrochemische Korrosionsvorgänge. Mögliche Maßnahmen zur Verminderung dieses Schädigungsprozesses werden vorgestellt. Eine neuartige Lösung wird detaillierter erläutert.

#### Literatur

- [1] TGL 18733/01 Korrosionsschutz; Feuermetallschutzschichten; Zinkschutzschichten; Technische Forderungen. Ausg. 07/72.
- [2] TGL 18709 Korrosionsschutz; Elektrochemisch hergestellte Metallschutzschichten; Technische Forderungen. Ausg. 08/76.
- [3] Weber, M.: Abnutzungsuntersuchungen an Standausrüstungen in Schweineproduktionsanlagen. Ingenieurschule für Landtechnik Nordhausen, Ingenieurarbeit 1982 (unveröffentlicht).
- [4] Rast, E.; Seifert, C.: Korrosionsanalysen in Anlagen der Schweineproduktion. agrartechnik, Berlin 33 (1983) 9, S. 416-418.
- [5] Uhlig, H.: Korrosion und Korrosionsschutz. Berlin: Akademie-Verlag 1975.
- [6] Maaß, P., u. a.: Handbuch Feuerverzinken. Leipzig: VEB Dt. Verlag für Grundstoffindustrie 1970.
- [7] Eichler, C.: Instandhaltungstechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1977.
- [8] Schreck, W.: Schwerpunkte der Korrosion und des Korrosionsschutzes der Ausrüstung in den industriemäßigen Tierproduktionsanlagen. agrartechnik, Berlin 27 (1977) 2, S. 78-81.
- [9] Schreck, W.: Korrosionsschäden an Standausrüstungen in Tierproduktionsanlagen und deren Vermeidung. agrartechnik, Berlin 30 (1980) 9, S. 392-393.
- [10] Exner, G.; Gratz, W.; Haidan, M.: Verfahren zur Erhöhung der Nutzungsdauer korrosionsgeschädigter Stahlrohrstützen. WP A 01 K/2571131. Anmeldetag: 25. Sept. 1983.
- [11] Gratz, W.; Haidan, M.: Umkehrstütze und Stützfundament, insbesondere für Tierhaltungssysteme. WP A 01 K/2427613. Anmeldetag: 24. Aug. 1982.
- [12] Nowy, W.; Gratz, W.: Umkehrtür, insbesondere für Tierhaltungssysteme. WP A 01 K/2474451. Anmeldetag: 25. Jan. 1983.

A 3871

## KATALOG

über die lieferbare und in Kürze erscheinende Literatur des VEB VERLAG TECHNIK kostenlos erhältlich durch jede Fachbuchhandlung oder direkt durch den Verlag, Abteilung Absatz-Werbung