

Im Gegensatz zu Glatträften werden Unterbrechungen bei Dederondrähten mitunter nicht bemerkt. Selbst im Vorbeigehen erkennt man oft nicht, daß die um die Dederonseel kreuz- oder spiralförmig angeordneten Stahldrähtchen gebrochen sind. Bestenfalls hört man in unmittelbarer Nähe der Schadstelle das Knacken von Spannungsüberschlägen. Derartige Fehler verursachen nicht nur unzulässige Rundfunk- und Fernsehstörungen, sondern beeinträchtigen vor allem die Hütesicherheit. Tierausrüstungen sind die Folge. Darum sind nach Standard TGL 200-0629/02 Elektrozaune nicht nur im Anschluß an ihre Errichtung, sondern auch während des Betriebs — und zwar einmal am Tag — auf ihre Funktionsfähigkeit hin zu überprüfen. Bei dieser täglichen Prüfung sollte man sich vor allem auf die ordnungsgemäße Funktion des Zaungeräts, d.h. auf die Einhaltung der erforderlichen Impulsspannung und vor-

geschriebenen Impulsfrequenz von 40 bis 60 Impulsen/min, konzentrieren. Die Impulsspannungsprüfung ist mit einem Spannungsprüfer oder über eine Funkenstrecke vorzunehmen. Bei 2 kV beträgt die Funkenstrecke etwa 2 mm. Bei Tieren, die noch nicht an den Elektrozaun gewöhnt sind, ist mit der höchsten Impulsfrequenz zu arbeiten. Weiterhin sollte man den Stromdurchgang der Zaundrähte überprüfen und darauf achten, daß sie bei Betrieb mit Induktionsgeräten oder Wiedereinschalten nach längerer Außerbetriebnahme frei von Pflanzenbewuchs sind und nicht übermäßig durchhängen (Nachspannen). Spannungsüberschläge treten u.a. an Isolatoren, zu Pflanzen, bei Drahtbrüchen auf. Mit den täglichen Routinearbeiten ist der für die Betreuung der Weidetiere eingesetzte Tierpfleger zu beauftragen. Er ist zu diesem Zweck aktenkundig zu befehlen.

Literatur

- [1] Geithner, E.; Lange, W.; Techow, M.: Elektrozaune. Berlin: VEB Verlag Technik 1974.
- [2] Weiland, G.: Verfahren und Ausrüstungen für die Weidehaltung. agrartechnik 31 (1981) H. 2, S. 55—56.
- [3] TGL 21663/03 Rinderproduktion; Weidewirtschaft; Weidezaune. Entwurf Dezember 1980.
- [4] TGL 200-0629/02 Elektrotechnische Anlagen in der Landwirtschaft; Elektrozaune, Errichten, Betreiben. Ausg. April 1981 (verbindlich ab 1. Mai 1982).
- [5] TGL 21663/03 Rinderproduktion; Weidekombinat; Elektrozaun. Ausg. August 1974.
- [6] TGL 22291 Viehwirtschaft — Schafe; Weiden und Pferchen mit Elektrozaun. Ausg. Januar 1973.
- [7] TGL 22156/02 Elektrozaungeräte; Allgemeine technische Forderungen. Ausg. Dezember 1975.
- [8] TGL 31455 Elektrozaungerät EZK 20. Ausg. Dezember 1975.

A 3300

Zum Einsatz elektronischer Wägeeinrichtungen in der Tierzuchtforschung

Dipl.-Ing. C. Lankow/Dipl.-Ing. H. Reichart, KDT, Forschungszentrum für Tierproduktion Dummerstorf-Rostock der AdL der DDR
Dr.-Ing. H. Didik, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

Verwendete Formelzeichen

b_{Li}	cm	Breite im Liegen
b_{St}	cm	Breite im Stehen
F_A	N	Anlenkkraft
F_B	N	Belastung
F_B'	N	Belastung in vertikaler Richtung
F_N	N	Normalkraft
F_R	N	resultierende Kraft
F_V	N	Vorspannkraft
F_X	N	Vertikalkraft der Anlenkelemente
h_A	cm	Auftrittshöhe
$h_{ges Li}$		Gesamthöhe im Liegen
$h_{ges Si}$		Gesamthöhe im Sitzen
$h_{ges St}$		Gesamthöhe im Stehen
l	m	Länge der Aufhängung
Δl	m	Längenänderung
l_A	m	Länge der Anlenkelemente
l_{Ti}	cm	Tierkörperlänge
m_P	kg	Eigenmasse der Plattform
m_W	kg	Masse der Ferkel eines Wurfs
x	—	Kennziffer für die durchschnittliche Masse der Ferkel
X_A	%	Meßfehler der Wägezelle
α	°	Winkel

Tafel 1
Ferkelmasse und aufgenommene Milchmenge in Abhängigkeit vom Haltungstag

Haltungstag	Masse je Ferkel kg	Masse je Wurf ¹⁾ kg	aufgenommene Milchmenge je Ferkel g	aufgenommene Milchmenge je Wurf ¹⁾ g
1.	0,8...2,1	15	10	100
28.	5...7,5	65	50	500

1) Annahme: 1 Wurf \triangleq 10 Ferkel

Wägeeinrichtung ergeben sich aus den im Haltungsabschnitt erforderlichen Aufwendungen (Tafel 1).

2. Lösung der konstruktiven Aufgabenstellung

Zur Erfüllung der o.g. Forderungen an die Wägetechnik ist es notwendig, Meßverfahren anzuwenden, die bisher in der konventionellen Wägetechnik nicht oder wenig genutzt werden. Bekannte Beispiele hierfür sind die Einführung folgender Prinzipien für elektromechanische Waagen:

- elektrodynamischer Kraftausgleich
 - Prinzip der schwingenden Saite
 - Prinzip des Dehnungsmeßstreifens (DMS).
- Seit Mitte der 70er Jahre hat sich bei elektromechanischen Wägeeinrichtungen das Dehnungsmeßstreifenprinzip durchgesetzt [1 bis 5]. Elektromechanische Waagen bestehen aus einer Plattform zur Aufnahme der zu wägenden Gewichtskraft, einer oder mehreren Wägezellen und einer Ausgabereinrichtung. Wägezellen sind Meßgrößenumformer, die eine auf sie einwirkende Gewichtskraft in ein analoges elektrisches Signal umformen. Diese Umformung erfolgt mit einem Federkörper, der sich unter Einwirkung der zu messenden Belastung verformt und dessen Verformung mit Hilfe von DMS erfaßt wird. Für den konkreten Fall der Ferkelwägung ergibt sich als günstige Variante eine hängende Anordnung der Wägeeinrichtung. Der grund-

sätzliche Vorteil hängender Wägeeinrichtungen liegt in der aufgrund des tief liegenden Schwerpunktes eintretenden Selbststabilisierung. Damit ist auf einfache Weise die Möglichkeit zu günstigen konstruktiven Lösungen gegeben. Die Realisierung ist durch das Aufhängen der Wägeeinrichtung an nur einer Wägezelle mit exakter axialer und zentrischer Einleitung der Zugbelastung in die Wägezelle gegeben (Bild 1).

Da bei der Ferkelwägung eine kleine Wägeeinrichtung zur Anwendung kommt, sind die erforderlichen Stützkonstruktionen nicht aufwendig. Auch aus diesem Grund empfiehlt sich die hängende Anordnung. Hängende Wägeeinrichtungen müssen durch Anlenkbauelemente horizontal festgelegt und vertikal gegen Absturz gesichert sein.

Die Wägeeinrichtung ist als „Ferkelnest“ ausgebildet und befindet sich auf einer Plattform, die an einer Wägezelle befestigt ist. Dabei ist eine Wägezelle mit $F_N = m \cdot g = 1000 \text{ N}$ auszuwählen, da die Summe aus Ferkelmasse (75 kg) und Masse der Wägeplattform (20 kg) eine Normalkraft von 950 N ergibt.

2.1. Einbau für Zugkraft

Wägezellen für Zugkraft müssen „überkopf“ eingebaut werden, d.h. mit der Gehäusesseite dem oberen Festpunkt zugekehrt. Der Federkörper als Meßelement der Wägezelle ist für eine bestimmte Richtung der einwirkenden Kraft konzipiert. Kräfte sind Vektoren und somit in einer bestimmten Richtung wirksam.

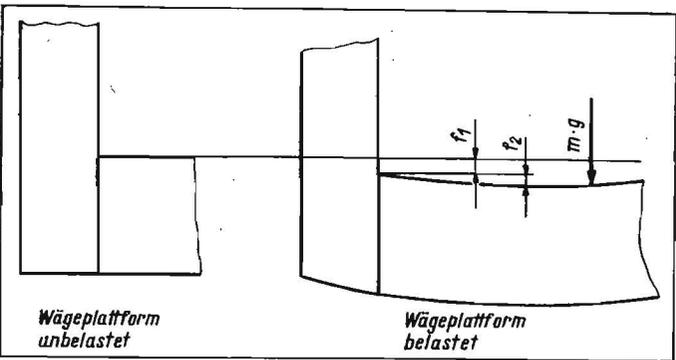


Bild 4
Schematische Darstellung der Belastung der Wägeplattform

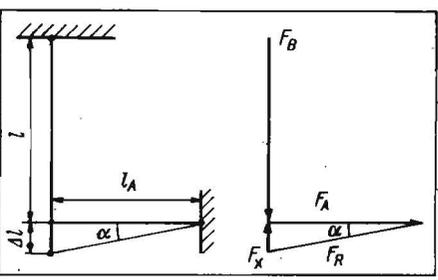


Bild 5. Darstellung der Anlenkelemente mit Kräfteplan

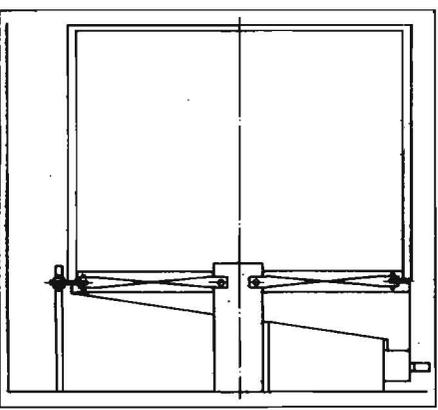


Bild 6. Befestigung der Einzelspannbänder

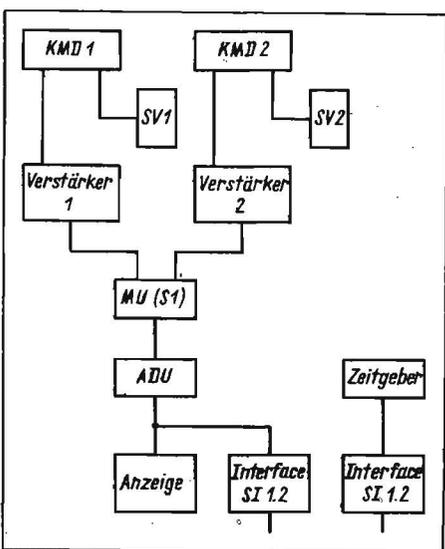


Bild 7. Aufbau des Gesamtsystems der Ferkelwägetechnik

proportionale Ausgangsspannung abgeben und durch zwei Stromversorgungseinrichtungen SV 1 und SV 2 gespeist werden. Zwei Verstärker ermöglichen Kalibrier- und Taramanipulationen sowie eine Anpassung über den Kanalumschalter S1 an den Analog-Digital-Wandler (ADU). Der ADU setzt die Meßspannung des angewählten Kanals, gemittelt (integriert) über 2 bis 10s, in einen Digitalwert um. Die Auflösung beträgt dabei 10^{-4} . Der digitale Meßwert wird in einer vierstelligen Anzeige dargestellt und außerdem über ein Standard-Interface SI 1.2 am Ausgang ausgegeben. Ein Zeitgeber liefert eine Echtzeit bzw. eine Versuchszeit und gleichzeitig wählbare Taktsignale, so daß ein automatischer Betrieb möglich ist.

3.1. Wägevorgang

Der Kanalumschalter S1 wählt den zu erfassenden Wägekanal (KMD 1 oder KMD 2) an. Befinden sich die Ferkel in relativer Ruhe auf der angewählten Wägeplattform, wird ein vollständiger Taraausgleich eingestellt. Dabei werden die Gewichtskraft der Plattform einschließlich aller Exkrementen u. a. sowie die gesamte Gewichtskraft der Ferkel elektrisch kompensiert. Die Integrationszeit des ADU ist ein entscheidender Faktor für die Störfreimachung der Wägung. Sie muß je nach System und Tierverhalten so gewählt werden, daß ein optimaler Kompromiß zwischen Meßzeit (möglichst lang) und Fehlergröße (möglichst klein) erreicht wird.

Nachdem die Ferkel entsprechend einem Zeitregime gesäugt wurden, wird die aktuelle Ferkelmasse registriert. Nach dem Säugen, wenn sich die Ferkel wieder auf der Plattform befinden, wird die inzwischen aufgenommene Milchmenge erfaßt. Gleichzeitig wird die jeweils aktuelle Versuchszeit mit registriert. An dieser Stelle muß darauf hingewiesen werden, daß ein vollständiger automatischer Betrieb der Wägeanlage aufgrund der notwendigen Steuerung des Säugevorgangs durch die Tierpfleger nicht möglich ist.

3.2. Meßfehler

Die Qualität der Messungen wird von zwei entscheidenden Faktoren bestimmt; zum einen von der Güte der Wägezelle (Linearität, Stabilität, Temperaturdrift u. a.) und zum anderen von der Qualität der Wägeplattform hinsichtlich Stabilität und fehlerhafter Anlenkkräfte (vgl. Abschn. 2).

- Weitere Faktoren für Meßfehler sind:
- Stabilität und Güte der verwendeten Elektronik; entscheidend sind dabei Langzeitverhalten und Störspannungssicherheit
 - Qualität der Kontaktstellen für den Anschluß der Wägezellen
 - richtige Auswahl der Integrationszeit zur Unterdrückung der Tierbewegungen
 - richtiger manueller Einsatz bei der Steuerung des Wägevorgangs.

Der Einsatz der Wägezellen in der Tierwägung hat gezeigt, daß aufgrund der geringen Temperaturschwankungen und der hohen Güte der Kraftmeßdosen bezüglich Betriebsübertragungsfaktor, Kriechfehler und Nullpunktdrift der absolute Meßfehler weit unter 1% gehalten werden kann. Weiterhin hat sich gezeigt, daß durch Relativmessungen, d. h. durch die Nutzung nur eines kleinen Teils der Kennlinie einer Wägezelle, eine sehr hohe Auflösung (10^{-4}) erreicht werden kann. Aufgrund der durchgeführten mechanischen Kalibrierung konnte im dargestellten Einsatzfall der Meßfehler für die Bestimmung der

Tierkraft erfolgen (f_2). Nach Wegnahme der Belastung gehen die Deformationen wieder zurück, d. h. das Material verhält sich elastisch bis zur Elastizitätsgrenze.

Der auftretende Fehler aufgrund des Absenkens der Wägeplattform und der damit im Zusammenhang stehenden veränderten Krafteinwirkung auf die Anlenkelemente kann wie folgt näherungsweise bestimmt werden: Es wird vorausgesetzt, daß die Anlenkelemente im Elastizitätsbereich beansprucht werden, damit näherungsweise die Vorspannkraft F_V für alle Belastungsfälle linear veränderlich bleibt. Infolge der Absenkung der Wägeeinrichtung tritt jedoch eine Kraftkomponente in vertikaler Richtung auf, die einen Meßfehler X_A verursacht (Bild 5). Der Fehler X_A berechnet sich zu

$$X_A = \frac{F_B - F_B'}{F_N} = \frac{F_X}{F_N} \quad (5)$$

Für $F_N = 1000 \text{ N}$ und einen vorgegebenen Fehler $X_A = 0,1\%$ ergibt sich

$$F_X = X_A \cdot F_N = 0,001 \cdot 1000 \text{ N} = 1 \text{ N}. \quad (5a)$$

Aus diesem Ergebnis läßt sich bei vorgegebener Länge der Anlenkelemente l_A und dem daraus resultierenden Winkel α ($\tan \alpha = \Delta l / l_A$) die zulässige Anlenkkräfte F_A wie folgt berechnen:

$$F_X = F_A \tan \alpha. \quad (6)$$

Gleichzeitig folgt daraus, daß möglichst lange Anlenkelemente zu wählen sind, um den Meßfehler klein zu halten.

Als Anlenkelemente können je nach den örtlichen Verhältnissen Spannbänder, Spannschlösser, Spannstäbe, Spannseile, Bolzenlenker, Biegeelenker usw. eingesetzt werden. Für die Ferkelwägeeinrichtung werden Einzelspannbänder aus Hartgummi an 3 Seiten der Wägeplattform verwendet (vgl. Bild 2). Jeweils ein Spannbänder wird an beiden Enden an der Wägeplattform mit Hilfe von Befestigungsflanschen angebracht und in der Mitte der Wägeplattform mit dem Anlenkanschlag am Fundament verschraubt (Bild 6). So kann das Spannbänder in seiner Einbaurichtung nach beiden Richtungen wirkende Zugkräfte aufnehmen.

3. Lösung der elektronischen Aufgabenstellung

Entscheidende Voraussetzung für eine automatisierte Wägetechnik ist die Erzeugung einer kraftproportionalen elektrischen Spannung und damit die Möglichkeit der Digitalisierung. Die Verwendung von Wägezellen (Kraftmeßdosen) bietet beim gegenwärtigen Stand der Technik die wichtigste Realisierungsmöglichkeit. Das Gesamtsystem der Wägemeinrichtung zur Erfassung der Lebendmasse und der aufgenommenen Milchmenge bei Ferkeln ist im Bild 7 dargestellt. Es besteht aus zwei Kraftmeßdosen (KMD), die eine der Gewichtskraft

Ferkelmasse unter 1% gehalten werden. Die aufgenommene Milchmenge säugender Ferkel konnte mit ± 10 g bestimmt werden. Dieses war nur deshalb möglich, weil ein ständiger Tarausgleich der Ferkelmasse durchgeführt und somit die systematischen Fehler der gesamten Wägeeinrichtung weitestgehend ausgeschaltet wurden.

4. Versuchsauswertung

Im Rahmen der Versuche zur Tierwägung wurden verschiedene Varianten zur technologischen Einbindung der Wägeplattform untersucht. In Tafel 2 wird ein zusammenfassender Überblick der geprüften Varianten zur Aufhängung, Arretierung und der damit zusammenhängenden konstruktionsbedingten Fehler gegeben.

Die Aufhängung mit Hilfe von Seilen führt zu einer starken elastischen Dehnung und damit entsprechend den Berechnungen nach Abschn. 2 zu einer großen Kraft F_X . Wie aus Tafel 2 und nach den Berechnungen des Abschn. 2 ersichtlich, ist F_X von der Art der Anlenkelemente abhängig. Die lose Aufhängung ohne Anlenkelemente ist dabei ein Sonderfall, der für den praktischen Einsatz in der Tierwägung nicht realisierbar ist. Demgegenüber zeigt die starre Aufhängung mit 4 Streben (Automatenstahl, $\varnothing 6,5$ mm) mit Einzelspannbändern (Gurtbänder) als Anlenkelemente eine für die Ferkelwägung zufriedenstellende Lösung.

5. Zusammenfassung

Die automatische Erfassung von Daten in der modernen Forschung ist eine notwendige Voraussetzung für die Steigerung der Effek-

Tafel 2. Varianten der Versuchsdurchführung

Variante	konstruktionsbedingter Fehler
Aufhängung mit Hilfe von 4 Seilen; Anlenkelemente: Spannschlösser fest angezogen	≈ 1500 g
Aufhängung mit Hilfe von 4 Seilen; Anlenkelemente: Spannschlösser lose	≈ 300 g
Aufhängung mit Hilfe von 4 Seilen; keine Anlenkelemente	≈ 10 g
Aufhängung mit Hilfe von 4 Streben (Rundstahl, $\varnothing 6,5$ mm); Anlenkelemente: Einzelspannbänder	≈ 10 g

tivität der Forschungsarbeit. Sie zeigt sich durch die Einführung moderner Technik sowohl in der Einsparung von Arbeitszeit als auch in der höheren Qualität der Ergebnisse. Die Erfassung wägetechnischer Daten in der Tierzuchtforschung ist ein entscheidendes Gütekriterium für die Einführung moderner Zucht-, Haltungs- und Fütterungsmethoden. Die Erfahrungen bei der konstruktiven Entwicklung und bei der Einsatzprüfung von Ferkelwägeeinrichtungen zeigen, daß deren Qualität besonders von der Art der Aufhängung sowie der dazugehörigen Anlenkelemente bestimmt wird. Es hat sich als richtig erwiesen, die Wägeplattform als „Ferkelnest“ zu konzi-

piieren. Die Aufhängung sollte möglichst starr und somit dehnungsfrei erfolgen. Die Ausführung der Anlenkelemente muß demgegenüber möglichst elastisch sein.

Für die technologische Auslegung automatischer Wägeeinrichtungen ergibt sich die Forderung einer gründlichen Verhaltensstudie zur präzisen Ableitung technischer Parameter sowie einer optimalen Einbindung in den technologischen Ablauf.

Literatur

- [1] Baumann, E.: Elektrische Kraftmeßtechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1976.
- [2] Erler, W.; Ludwig, W.: Elektrisches Messen nichtelektrischer Größen mit Halbleiterwiderständen. Berlin: VEB Verlag Technik 1973.
- [3] Bechers, H.-J.: Elektrisches Messen mechanischer Größen. VDI-Zeitschrift, Band 114 (1972) Nr. 3, S. 173—216.
- [4] Rohrbach, C.: Einige Gesichtspunkte zur Präzisierung — Kraftmessung — und Wägung mit Dehnungsmeßstreifen. VDI-Bericht (1970) Nr. 137, S. 5—10.
- [5] Finger, H.: Elektrische Wägetechnik, Reihe Automatisierungstechnik, Band 23. Berlin: VEB Verlag Technik 1976.
- [6] Tierkörpermaße. FZT Dummerstorf, Forschungsbericht 1975 (unveröffentlicht).

A 3163

Einsatz von Anstrichstoffen für spezielle Anwendungsfälle in der Landwirtschaft

Ing. W. Schreck, KDT, Leitstelle für Korrosionsschutz des MLFN im VEB Landtechnische Industrieanlagen Seehausen, Betrieb des VEB Ausrüstungskombinat für Rinder- und Schweineanlagen Nauen

In der DDR werden jährlich 300 000 bis 400 000 t Stahl durch Korrosion zerstört. Die Verluste infolge von Korrosion betragen etwa 3 Mrd. M. Für Korrosionsschutzmaßnahmen werden in der Volkswirtschaft der DDR jährlich etwa 2,5 Mrd. M aufgewendet. In der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft ist in folgenden Teilbereichen verstärkt mit Korrosionserscheinungen zu rechnen:

- mobile Landtechnik
- agrochemische Zentren
- Tierproduktionsanlagen
- Landwirtschaftsbau
- Nahrungsgüterwirtschaft.

Nach vorläufigen Berechnungen und Schätzungen betragen die Korrosionsschutzkosten in diesen Teilbereichen über 100 Mill. M jährlich. Nicht eingerechnet sind dabei die sekundären Korrosionsschadenskosten, z. B. durch Ausfall bzw. Minderung der Produktion, Ver-

luste bzw. Qualitätsminderungen. Diese Kosten können die Korrosionsschutzkosten teilweise um ein Mehrfaches übersteigen.

Anstrichstoffe und Beschichtungen bilden auch in der Landwirtschaft die hauptsächliche Form des Korrosionsschutzes. Jährlich sind im Bereich der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft rd. 3,6 Mill. m² mit einem Erstkorrosionsschutz und rd. 1 Mill. m² mit einem Wiederholsschutz zu versehen.

Eine Verbesserung des gegenwärtig noch unbefriedigenden Zustands auf dem Gebiet der Anstrichstoffbeschichtung im Bereich der Landwirtschaft kann nur durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- Erhöhung der Kapazität für Oberflächenbehandlung und Anstrichstoffbeschichtung
- Durchsetzung der Qualitätsarbeit bei der Ausführung der Korrosionsschutzmaßnah-

men, vor allem Einhaltung der Forderungen des Standards TGL 18720 „Grundsätze für die Sicherung der Qualität des Korrosionsschutzes“ in allen Teilbereichen

— Einsatz von Anstrichstoffen, die für die speziellen Anwendungsfälle eine hohe Schutzdauer aufweisen.

Oberflächenvorbehandlung

Eine hohe Haltbarkeit der Anstrichsysteme kann nur auf metallisch sauberem Untergrund erreicht werden. Bei ungenügender oder fehlender Oberflächenvorbehandlung kann die Schutzdauer bis zu 25% des möglichen Wertes sinken. Vor dem Auftragen des ersten Anstrichs muß deshalb beim Erstkorrosionsschutz die Stahloberfläche frei von Zunder, losem Rost und sonstigen Verunreinigungen sein. Es wird der Säuberungsgrad 2,5 nach Standard TGL 18730/02 [1] gefordert, wenn vom An-