

werden. Ohne zusätzliche Beanspruchung des Personals kann man auch die günstigen Luftzustände während der Nächte mit nutzen, die Gesamtlüftungszeit verringern und die Qualität der Knollen besser erhalten.

Zusammenfassung

Die Beanspruchung der Knollen durch die mechanisierten Produktionsverfahren ist gegenüber manuellen Verfahren erheblich angestiegen. Die Mieten- und Kellerlagerung kann die erhöhten Durchlüftungsansprüche dieser Knollen nicht gewährleisten.

Die Entwicklung führte über die Boxen- und Haufenlagerung zur Sektionslagerung für lose und palettierte Speise- und Pflanzkartoffeln.

Erst mit der Unterteilung der Lagerräume können die speziellen Lüftungsansprüche der Kartoffeln durch den Einsatz moderner, für die Automatisierung geeigneter Lüftungssysteme in den einzelnen Lagerperioden zufriedenstellend gelöst werden. Die Lager- und Lüftungssysteme haben damit einen Entwicklungsstand erreicht, der annähernd den Produktions- und Versorgungsverfahren entspricht.

Korrosionsträge Stähle in Landmaschinen

Der VIII. Parteitag der SED hat gefordert, eine hohe Effektivität in der Materialökonomie zu erreichen. Ausgehend von der Tatsache, daß in der DDR jährlich mit Materialverlusten von über einer Milliarde Mark infolge Korrosion zu rechnen ist, wird ein optimaler Korrosionsschutz immer zwingender. Der nachfolgende Artikel behandelt die Möglichkeit, durch den Einsatz korrosionsträger Stähle in Erzeugnissen, die der freien Bewitterung ausgesetzt sind, jegliche Korrosionsschutzmaßnahmen bei der Herstellung und Nutzung einzusparen.

Die Anwendung der neuen korrosionsträger Stähle KTS 30/45 und KTS 52 der Metallurgie der DDR verlangt von den Projektanten, Konstrukteuren, Technologen und Formgestaltern der Landmaschinen und landtechnischen Anlagen sowie von den Nutzern in der Landwirtschaft ein rigoroses Umdenken, Vorbehalte gilt es zu überwinden.

Es bedarf einer beharrlichen und intensiven Überzeugungsarbeit, um die sich hiermit bietende Möglichkeit zur Senkung der Kosten und Erhöhung der Arbeitsproduktivität wirksam zu machen.

Die Redaktion

Korrosionsträge Stähle sind witterungsbeständige Baustähle. In der Literatur werden diese Stähle auch als witterungsbeständige oder wetterfeste Stähle bezeichnet. Unter freier Bewitterung bilden die Stähle im ungeschützten Zustand eine festhaftende, dunkelbraunviolette Rostschuttschicht, die den Stahl nahezu vor jeder weiteren Korrosion durch Witterungseinflüsse schützt. In vielen Industriestaaten der Welt werden derartige Stähle seit mehreren Jahren hergestellt, und vorwiegend ungeschützt im Bauwesen, Stahl- und Brückenbau, Industriebau sowie im Straßen-, Schienenfahrzeug- und Schiffsbau eingesetzt [1].

In der DDR werden seit 1968 korrosionsträge Baustähle unter der Bezeichnung KTS 30/45 und KTS 52 hergestellt und erprobt.

1. Eigenschaften der KT-Stähle

1.1. Festigkeitseigenschaften (Tafel 1 und 2)

Wie die statisch zügigen Gütewerte entspricht auch das dynamische Festigkeitsverhalten dem der vergleichbaren allgemeinen Baustähle St 30/45 bzw. St 52-3. In den Bildern 1 und 2 werden ertragbare Oberspannungen des mit dem KTS 52 vergleichbaren amerikanischen Stahls Cor-Ten/A dargestellt.

* VEB Weimar Kombinat, Institut für Landmaschinentechnik (Direktor: Dr.-Ing. H. Reichel)

Literatur

- 1/ GALL, H.: Belüftungstechnik zur Verlustminderung bei der Kartoffellagerung. Deutsche Agrartechnik 14 (1964) H. 8, S. 343
- 2/ HENNIGER, H. / W. HAHN: Die Verhütung von Schwarzbeinigkeit und Knollennaßfäule. Feldwirtschaft 9 (1968) H. 4
- 3/ PÜTKE, E. / G. SCHMIDT: Hinweise zur Zwischenlagerung von Kartoffeln. WTF Feldwirtschaft 6 (1965) H. 7
- 4/ GUHL, P.: Kartoffellagerhäuser. Berlin: Deutscher Bauernverlag 1957
- 5/ FILC, P.: Neuzeitliche Lagerung großer Kartoffelmengen. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1960
- 6/ PÜTKE, E. / G. SCHMIDT: Projekte für die Aufbereitung, Lagerung und Vermarktung von Pflanzkartoffeln. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 7, S. 310, Feldwirtschaft (1970) H. 6, S. 264
- 7/ GÜNZEL, u. a.: Abschlußbericht über bauphysikalische und Lüftungstechnische Messungen in den Kartoffellagerhäusern ... Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar 1970 - unveröffentlicht
- 8/ WEGNER, A. / D. STOLL / W. DIETRICH: Technologisch-ökonomischer Variantenvergleich zur Pflanzkartoffellageranlage 10,2 kt in Boxpaletten mit Abtrocknungslager im Freien, Mai 1970 - unveröffentlicht. Institut für Pflanzenzüchtung Groß Lüsewitz der DAL zu Berlin
- 9/ HERTEL, G.: Die Belüftung von Pflanzkartoffeln bei Großkistenlagerung. - Literaturstudie - 1969. Ing.-Büro für Betriebswirtschaft der VVB Saat- und Pflanzgut Quedlinburg A 8524

Ing. M. Neubert, KDT*

Für die KT-Stähle der Metallurgie der DDR werden Ende 1972 Dauerfestigkeitswerte zur Verfügung stehen [3].

1.2. Verschleißverhalten

Zum Verschleißverhalten der neuen KT-Stähle sind noch keine Untersuchungsergebnisse bekannt. Die Verschleißfestigkeit des KTS 52 dürfte sich aber nicht von der des St 35/50 unterscheiden. Der korrosionsträge St 35/50, der seit 1966 in der DDR hergestellt wird und durch die beiden KT-Stähle abgelöst werden soll, ist dem verschleißfesten Stahl St 80/105 nur wenig unterlegen (Bild 3), was auf das phosphorreiche α -Mischkristall und auf den Cr-Gehalt des Stahls zurückzuführen ist [4].

Ähnlich gutes Verschleißverhalten wurde für den Cor-Ten festgestellt [5] (Bild 4).

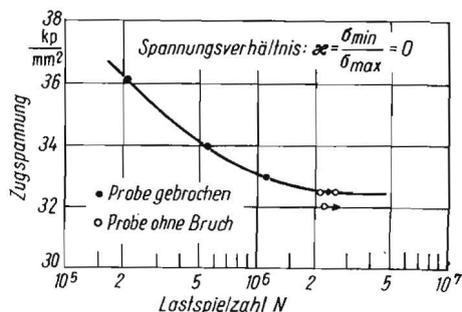
1.3. Witterungsbeständigkeit

Die Witterungsbeständigkeit der korrosionsträger Stähle gegenüber den allgemeinen Baustählen wird durch die folgenden zusätzlichen Legierungselemente bewirkt [7]:

Cu	Cr	Si	P	Ni
%	%	%	%	%
min. 0,3	0,3...1,3	0,30...0,7	max. 0,1	bis 2,0

Die entstehende Rostschuttschicht verhindert nach Abschluß ihrer Ausbildung - etwa nach 1 bis 2 Jahren Freibewitterung -

Bild 1. Zugschwellfestigkeit ($\alpha = 0$) von Cor-Ten-Grundwerkstoff mit Walzhaut [5]



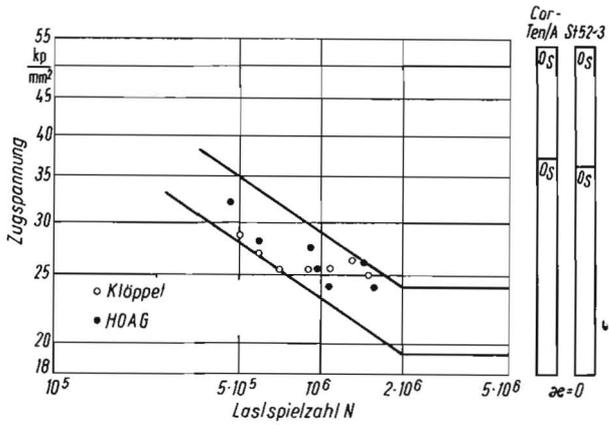


Bild 2. Zugschwellfestigkeit $\times - 0$ von Cor-Ten und St 52-3 Stumpfnahtschweißverbindungen [7]. Blechdicke 10 mm, Wärmebehandlung Normalglühen, Oberfläche Walzhaut, Flachprobe 10 mm \times 30 mm, Streckgrenze 37,3 kp/mm², Zugfestigkeit 51,2 kp/mm²

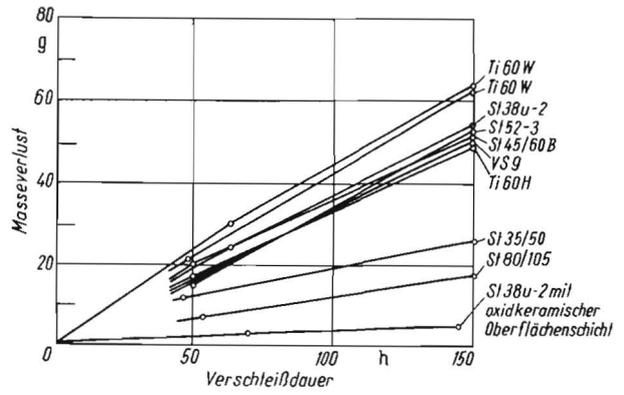


Bild 3. Masseverlust verschiedener Baustähle in Abhängigkeit der Verschleißdauer [4]

— fast völlig ein weiteres Rosten. Feinstrukturuntersuchungen [8] haben ergeben, daß die entstehenden Sperrschichten in der Nähe der Phasengrenze Stahl/Rost den Zugang von Feuchtigkeit und Gasen auf die Metalloberfläche verhindern. In den ersten Wochen der Beanspruchung bestehen allerdings bezüglich der Rostbildung zwischen einem allgemeinen Baustahl und dem KT-Stahl nur geringe Unterscheidungsmerkmale. Nach anfänglich stärkerer Rostbildung des KT-Stahles (etwa 1 bis 2 Tage bei intensiver Beregnung) ist augenscheinlich bis etwa zum 2. Monat nach der Ablagerung zwischen dem St 38 u-2 und dem KTS 52 kein Unterschied festzustellen. Etwa nach dieser Zeit beginnt beim KT-Stahl eine Dunkelfärbung, die vermutlich auf den Beginn der Sperrschichtbildung schließen läßt.

Der Beginn sowie auch der Abschluß der Schutzschichtbildung wird je nach Aggressivität der Atmosphäre unterschiedlich sein. Mit dem Abschluß der Ausbildung dieser Schutzschicht ist in weniger aggressiver Landatmosphäre nach zwei Jahren zu rechnen. Innerhalb dieser Zeit ist eine ständige farbliche Änderung zu beobachten, die durch Staub- und sonstige Ablagerungen der Luft beeinflusst wird. Soll eine möglichst gleichmäßige Schutzschichtbildung erreicht werden, ist nur gestrahltes oder gebeiztes Material einzusetzen. Zunder, Öl, Fett, Farbe, Kreidemarkierungen u. ä. führen zu Fleckenbildungen [9].

Von entscheidender Bedeutung für die Bildung der stabilen Rostdeckschichten sind der Rhythmus von Befeuchtung und Abtrocknung der Bauteiloberfläche sowie die lokalen atmosphärischen Verhältnisse am Einsatzort, wie Temperatur, Sonneneinstrahlung, Luftbewegung, Staub und Gasgehalt der Luft u. ä.

Korrosionsträge Stähle sind nicht korrosionsbeständig. Beispielsweise zerstören Chlorionen (Seewasser) die Schutzschichten bzw. lassen keine Schutzschichtbildung zu. Im Windschatten von Kühltürmen und Schwefelsäurefabriken kommt es nachweislich [7] nicht zur Deckschichtausbildung. Das trifft auch zu bei unbelüfteter Korrosion in Gewässern und Erdböden [10]. In geschlossenen Räumen, Hallen und Gebäuden ist beim Einsatz von KT-Stählen kein besseres Korrosionsverhalten zu erwarten. Die Stahloberfläche muß einem ständigen Wechsel von Befeuchtung und Abtrocknung ausgesetzt sein. Beispielsweise soll bei der Freilagerung von Blechen Regen- und Kondenswasser ablaufen können, oder es ist ein Abdecken mit Schutzplanen vorzusehen, um örtliche Korrosionserscheinungen und damit Narbenbildungen zu vermeiden.

Unter Beachtung der vorgenannten Faktoren wird für witterungsbeständige Stähle unterschiedlich 4- bis 8fach bessere Witterungsbeständigkeit gegenüber allgemeinen Baustählen angegeben (Bild 5) [8] [11]. Es besteht die Notwendigkeit, insbesondere für stationäre Anlagen mit hoher Nutzungsdauer das Abrostungsverhalten von korrosionsträgen Stählen für einzelne Klimazonen anzugeben. [7]

Für die korrosionsträgen Stähle der Metallurgie der DDR wird gemäß der Ausnahmegenehmigung Nr. SBS-D 00 495 auf Antrag der Verbraucher von der Stahlberatungsstelle Freiberg ein Zertifikat über das Korrosionsverhalten der Stähle KTS 30/45 und KTS 52 ausgestellt. Es wird die Dickenabnahme entsprechend Bild 5 für den Zeitraum von 15 Jahren festgelegt. Die aus dem Bild ablesbaren Werte stellen Richtwerte dar. Die Darstellung geht davon aus, daß die korrosionsträgen Stähle während des gesamten Zeitraums

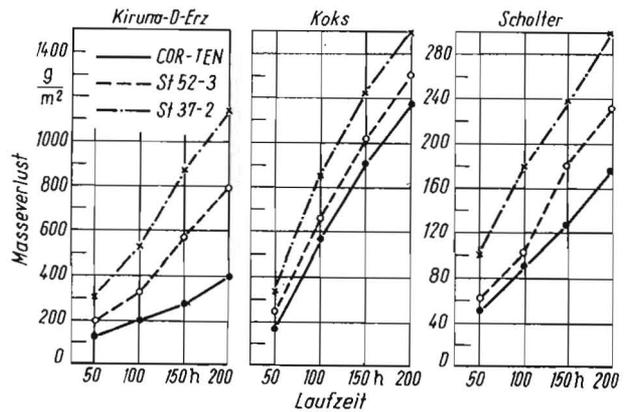
Tafel 1. Festigkeitseigenschaften der KT-Stähle [2]

Stahlbezeichnung	Streckgrenze kp/mm ² bis 16 mm Dicke	Zugfestigkeit kp/mm ²	Bruchdehnung $L_0 = 5 d_0$ %	Dorndurchmesser beim Faltversuch, Biegewinkel 180° s = Blechdicke
KTS 30/45	mind. 30	45 bis 60	mind. 22	2 s
KTS 52	mind. 36	50 bis 64	mind. 20	2 s

Tafel 2. Kerbschlagzähigkeit für KT-Stähle [2]

Stahlbezeichnung	Kerbschlagzähigkeit in kp/cm ²			
	bei +20 °C		bei -40 °C	
	längs	quer	längs	quer
KTS 30/45	8	5	4	3
KTS 52				

Bild 4. Abriebversuche nach DIN 51712 mit Cor-Ten; St 52-3 und St 37-2



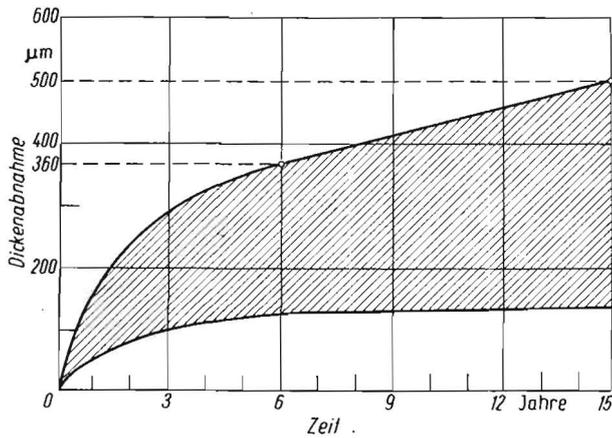


Bild 5. Dickenabnahme der Stähle KTS 30/45 und KTS 52 unter freier Bewitterung /2/

der freien Bewitterung unter gleichbleibenden klimatischen Bedingungen ausgesetzt sind.

Über die bessere Anstrichhaltbarkeit auf korrosionsträgen Stählen, beispielsweise auf Cor-Ten und Patinax 37, gibt es z.T. widersprüchliche Veröffentlichungen. Im allgemeinen wird aufgrund der feinvoluminösen Unterrostung bei beschädigten und gealterten Anstrichen aber eine mindest doppelt so lange Haltbarkeit von Anstrichen wie bei unlegierten Stählen angegeben /5/ /7/ /12/ /13/ /14/ /15/ /16/ /17/ /18/.

Untersuchungen der amerikanischen Werkstoff-Prüfgesellschaft (ASTM) haben sogar ergeben, daß Anstriche auf normal gekupferten Stählen bereits eine dreifach, auf korrosionsträgen Stählen (mit 0,1 Prozent P, 0,5 Prozent Ni, 0,4 Prozent Cu und 0,8 Prozent Cr) an Industrieluft eine zehnfach und an Seeluft eine sechsfach längere Haltbarkeit gegenüber Cu-freien Stählen haben /20/.

2. Verarbeitbarkeit

Die Verarbeitungseigenschaften korrosionsträger Stähle entsprechen im wesentlichen denen der vergleichbaren allgemeinen Baustähle St 38 und St 52-3. Darüber hinaus liegen zahlreiche Veröffentlichungen vor /7/ /9/ /14/ /16/ /19/ /21/. Es wird deshalb nur auf das Schweißen und Kaltumformen eingegangen.

2.1. Schweißen

Für das Schweißen der korrosionsbeständigen Stähle Cor-Ten und Patinax 37 kommen alle bekannten Schweißverfahren, wie Lichtbogenhandschweißen, Schutzgasschweißen, UP-Schweißen, Widerstandsschweißen sowie das Brennschneiden zur Anwendung. Unter Beachtung der allgemein bekannten Schweißregeln entsprechend den vergleichbaren allgemeinen Baustählen sind keine besonderen Maßnahmen beim Schweißen dieser korrosionsträgen Stähle erforderlich. Es gelten praktisch die gleichen technologischen Grundsätze /9/.

Infolge der spezifischen Eigenschaft der Witterungsbeständigkeit finden sich in der Literatur verschiedentlich noch gesonderte Hinweise. So ist es beim Verschweißen von korrosionsträgen Stählen mit vorhandener Rostschuttschicht, z. B. für das Schweißen von Bauteilen auf Baustellen bzw. für das Verschweißen von freigelagerten Blechen u. ä. nicht notwendig, das gesamte Teil zu entrostern. Es genügt, die Schutzschicht in einer Breite von 10 bis 20 mm zu entfernen /22/.

Soll erreicht werden, daß die Schweißverbindung die gleiche Witterungsbeständigkeit aufweist wie der Grundwerkstoff, sind artgleiche Zusatzwerkstoffe einzusetzen.

Bei Mehrlagenschweißung genügt die Verwendung korrosionsträger Zusatzwerkstoffe für die Decklage. Für Einlagen-Stumpfstöße bis 5 mm Blechdicke sowie bei Einlagen-Kehl-nahtschweißungen mit einer Nahtbreite bis $a = 4$ mm genügen auch nichtlegierte Zusatzwerkstoffe, wenn das Vermischungsverhältnis Schweißgut zu aufgeschmolzenem Grund-

werkstoff 1 : 1 beträgt /22/. Es wird hierfür noch ausreichende Witterungsbeständigkeit angegeben, wobei allerdings der Endfarbenzustand der Naht vom Grundwerkstoff etwas abweicht. Ansonsten zeigen Schweißnähte und Übergangszonen bei Verwendung korrosionsträger Zusatzwerkstoffe die gleichen farblichen Veränderungen und Abrostungen wie der Grundwerkstoff /9/.

Für das Schweißen der Stähle KTS 30/45 und KTS 52 wurde vom ZIS Halle eine vorläufige Richtlinie erarbeitet. Danach sind die KT-Stähle ohne Wärmevor- und -nachbehandlung schweißbar. Für die einzelnen Schweißverfahren werden die in Tafel 3 angegebenen Zusatzwerkstoffe empfohlen.

Untersuchungen zum Widerstandsschweißen der KT-Stähle werden gegenwärtig noch angestellt. Eigene Widerstandsschweißungen an 2 mm dicken Blechen einer KTS-52-Charge haben eine gute Schweißbeignung gezeigt. Sichtprüfungen, Scherzugversuche und Auskröpfversuche haben ergeben, daß die KTS-52-Punktschweißverbindungen den Forderungen der TGL 13 501 genügen.

2.2. Umformneigung

Kriterien für das Umformverhalten eines Stahl sind in erster Linie die Ziehfähigkeit, Kaltbiegbarkeit und Abkanteignung.

Im allgemeinen entspricht das Umformverhalten korrosionsträger Stähle dem der vergleichbaren allgemeinen Festigkeitsbaustähle.

Das Tiefziehen all dieser Stähle ist aufgrund ihrer höheren Festigkeit begrenzt. Wichtiger ist das Verhalten der Stähle beim Kaltbiegen und -abkanten. Für das Kaltbiegen wird entsprechend der Ausnahmegenehmigung SBS-D 00 495 der Dorndurchmesser für den Kaltversuch um 180° mit $2s$ (s Blechdicke) für die Stähle KTS 30/45 und KTS 52 angegeben. Die Abkanteignung dieser Stähle wird gegenwärtig noch geprüft. Nach Angaben der Stahlberatungsstelle Freiberg müssen dafür vorerst die für den St 52-3 gültigen Abkantstrahlen zugrunde gelegt werden. Wird in der Fertigung beim Abkanten nicht zwischen längs und quer zur Walzrichtung unterschieden, liegen die Mindestabkantstrahlen bei $r = 2s$ entsprechend den TGL 101-072, 9560, 9895 und TGL 0-6935. Für kaltgewalzte Stahlleitprofile gilt ebenfalls ein Innenradius von $r = 2s$.

Für die Verarbeitung, insbesondere für die Umformung der neuen KT-Stähle ist aufgrund des außerordentlich zähen Feinkorngefüges mit höherem Energie- und Werkzeugaufwand zu rechnen. Der höhere Aufwand entspricht beim KTS 30/45 etwa dem des St 52-3 und liegt für den KTS 52 noch etwas darüber /2/.

3. Herstellung und Liefermöglichkeiten von KTS 30/45 und KTS 52 /2/

Der Einsatz von KT-Stählen wird in der DDR durch eine Richtlinie „über den Bezug von metallurgischen Erzeugnissen aus KTS 30/45 und KTS 52“ für die Jahre 1970/71 und 1972 vom VEB Qualitäts- und Edelstahlkombinat Hennigsdorf koordiniert.

Tafel 3. Zusatzwerkstoffe zum Schweißen der Stähle KTS 30/45 und KTS 52

Schweißverfahren	Zusatzwerkstoff
Elektroden-Handschweißung	Korex ¹ Kb IX/Xs ² Ti VIII ²
CO ₂ -SG-Schweißung	6 MnSiCuNi 5 (ZIS 589)
UP-Schweißung	6 MnCuNi 5 (ZIS 624) Pulver Pie 18 UP
Autogenschweißung	9 MnNi 4 ²
ES-Schweißung	Anwendung des Verfahrens wird nicht empfohlen

¹ Die Elektrode wird vom Betrieb für Schweißtechnik Finsterwalde mit 3,25 und 4,0 mm Dmr. hergestellt und zum Verschweißen der Stähle KTS 30/45 und KTS 52 empfohlen.

² Diese Zusatzwerkstoffe enthalten gegenüber dem Grundwerkstoff keine bzw. nur geringe Gehalte an Elementen, die die besonderen Korrosionseigenschaften hervorrufen sollen. Der Legierungsgehalt des Schweißgutes steigt je nach Mischungsverhältnis mit dem Grundwerkstoff an.

Für einen Direktbezug werden folgende Mindestmengen gefordert: Profilstahl 7 t, Stabstahl 7 t, Warmband 10 t, Feinblech 10 t, Grobblech 8 t, nahtlose Rohre, warmgewalzt 3 t, Bandstahl, kaltgewalzt 3 t.

Von der Metallurgie der DDR wird dafür ein breites Walzstahl-Abmessungssortiment angeboten /2/.

Werden geringere Mengen als oben angeführt benötigt, kann ein Bezug von den Betriebsteilen des Metallurgiehandels erfolgen. Allerdings stellt der Metallurgiehandel nur ein eingeschränktes Abmessungssortiment zur Verfügung.

4. Ökonomische Auswirkungen durch Einsatz korrosionsträger Stähle

Für Walzerzeugnisse aus KTS 30/45 und KTS 52 ist im Mittel (ausgenommen Grobblech über 8 mm) mit Aufpreisen gemäß Tafel 4 zu rechnen.

Da im Landmaschinenbau von den in Tafel 4 genannten Stählen nur der St 38 u-2 (bzw. der annähernd preisgleiche St Gu) und geringfügig der St 52-3 eingesetzt werden, ist bei einem Austausch beider Stähle gegen KT-Stähle mit absoluten Aufpreisen für St 38 u-2 → KTS 30/45 von 221 M/t = 28 Prozent und für St 52-3 → KTS 52 von 101 M/t = 13 Prozent zu rechnen.

Ein nachweisbarer volkswirtschaftlicher Nutzen beim Einsatz korrosionsträger Stahlwalzerzeugnisse tritt dann ein, wenn der bisher vorgesehene Korrosionsschutz entfallen kann. Dafür können im Mittel für den Industriezweig Landmaschinenbau 7 M/m² eingesetzt werden. Für die Ermittlung der Materialkosten ist beim Einsatz von KT-Stählen der Masseanteil des jeweiligen Walzerzeugnisses zu seiner Oberfläche zugrunde zu legen. Ab einem bestimmten Masseanteil je Oberflächeinheit werden für die einzelnen Walzerzeugnisabmessungen unterschiedlich die Materialmehrkosten die Anstrichkosteneinsparung übersteigen. Für einige warmgewalzte Fein- und Grobbleche werden in Tafel 5 die Grundmaterialmehrkosten zum St 38 u-2 bzw. St Gu angegeben /23/.

Bei Wegfall eines allseitigen Anstriches verdoppelt sich die Anstrichkosteneinsparung für 1 m² Blech auf 14 M.

Die obengenannte Grenze des wirtschaftlichen Einsatzes korrosionsträger Stahlbleche im Landmaschinenbau liegt damit im Blechdickenbereich 6 bis 8 mm, wobei jeglicher volkswirtschaftlicher Nutzen, der beim Verbraucher entsteht, unberücksichtigt blieb.

So ergibt sich z. B. beim Einsatz von 1 m² Blech 1 mm aus KTS 30/45 ohne Farbgebung anstelle von St 38 u-2 mit dreischichtigem Anstrich, mit Hilfe der Werte aus Tafel 5, eine Kosteneinsparung von 11,60 M. Bei Einsatz von 1 m² Blech 1 mm aus KTS 52 ohne Anstrich anstelle von St 52-3 mit dreischichtigem Anstrich ergibt sich eine Kosteneinsparung von 12,73 M.

Der volkswirtschaftliche Nutzen, der in der Landwirtschaft durch den Einsatz der ungeschützten KT-Stähle in Land-

maschinen entsteht, drückt sich darin aus, daß im gesamten Nutzungsdauerbereich der Maschinen die Korrosionsschutzmaßnahmen an den betreffenden Bauteilen entfallen.

5. Anwendungsbeispiele korrosionsträger Stähle

Die korrosionsträger Stähle KTS 30 45 und KTS 52 werden gegenwärtig noch erprobt. Vorwiegend wurde der KTS 30 45 im Metalleichtbau versuchsmäßig eingesetzt.

Zahlreiche Anwendungsbeispiele sind aus der Literatur über die Stähle Cor-Ten und Patinax 37 (westdeutscher St 37) bekannt /1/ /7/ /14/ /15/ /17/ /19/ /24/ /25/ /26/ /27/ /28/ /29/.

Der umfangreichste Einsatz liegt nach wie vor im Stahl- und Brückenbau, im Industriebau und im Bauwesen.

In neuerer Zeit handelt es sich fast nur noch um den ungeschützten Einsatz dieser Stähle /1/. Weitere Anwendungsbereiche sind der Schienen- und Straßenfahrzeugbau sowie der Transport- und Förderanlagenbau. In den USA sind über eine halbe Million Güterwagen ganz oder teilweise aus wetterfestem Stahl gefertigt: Für Personenzugwagen werden die Seitenbeplankungen, Bedachungen, Untergestelle und Wagenkastengerippe aus Cor-Ten gefertigt /30/. Weiterhin werden Bodengruppen, Unterflurträger, Beplankungen und schwer zugängliche Baugruppen von Lastkraft- und Personenwagen, Straßenbaumaschinen und Maschinen für Erdarbeiten aus diesen Stählen gefertigt.

6. Einsatzbeispiele korrosionsträger Stähle in Landmaschinen

Zahlreiche Einsatzbeispiele korrosionsträger Stähle in Landmaschinen sind aus der Literatur bekannt /26/.

In den USA verwendet man den Cor-Ten-Stahl z. B. für Bauteile zu Futtermittelverteilungswagen (Bild 6), Ladewagen, Hochsilos, Sprühgeräte, Düngerstreuer (Bild 7) und Viehstallausrüstungen. Die schraffiert dargestellten Bauteile in den Bildern 6 und 7 sind aus Cor-Ten-Stahl gefertigt.

Es kann gesagt werden, daß beim Einsatz dieser Sonderbaustähle z. B. für ein Hochsilo die Witterungsbeständigkeit insbesondere auf den Außenflächen zum Tragen kommt. Für den Silo wird unabhängig vom einzulagernden Gut infolge teilweise fehlender Austrocknung und Befeuchtung im Nutzungsdauerbereich innen eine mehr oder weniger bessere Korrosionsbeständigkeit gegenüber einem allgemeinen Baustahl zu erwarten sein. Der Vorteil des Einsatzes der korrosionsträger Stähle liegt für derartige Anwendungsfälle in der Beständigkeit der Außenhaut. Annähernd gleiche Aussagen treffen für das Beispiel nach Bild 7 zu. Eigene Untersuchungen haben ergeben, daß St-35/50-Teile, die ständig mit Mineraldünger, Dung, Jauche u. ä. in Berührung kommen, gegenüber St 38 kein besseres Korrosionsverhalten zeigten. Erprobt wurden hierzu Bauteile von Düngermühlen und von Anlagen zur Rinderhaltung. Bestätigt wurden die Ergebnisse durch Auslagerungsversuche sowie durch Wechseltauschversuche. Weiterhin wurde der St 35/50 über vier Jahre im angestrichenen Zustand in Maschinen und Anlagen der Saatgutaufbereitung, in Drillmaschinen, Mähreschern, Bandförderern und Rübenblättermaschinen eingesetzt. Nach 4 Jahren Erprobungszeit wurde augenscheinlich folgendes festgestellt:

Die Anrostungen bei St-35/50-Teilen als Folge mechanischer Beschädigungen sind flächenmäßig kleiner und zeigen in den angrenzenden Anstrichbereichen keine Unterrostungen. Infolge der vielen verschiedenartigsten Beschädigungen an den Bauteiloberflächen kann aber das bessere Verhalten des St 35/50 von den LPG, VEG und KfL nicht ausgemacht werden. Selbst für den Fall, daß die bessere Beständigkeit gegenüber Unterrostungen feststellbar ist, werden im allgemeinen aus ökonomischen Gründen derartige Teile bei einer neu vorzunehmenden Konservierung einer Maschine mit neu angestrichen bzw. konserviert. Die Teile erreichen dann in ihrer bisherigen Werkstoffausführung ebenfalls die projektierte Nutzungsdauer.

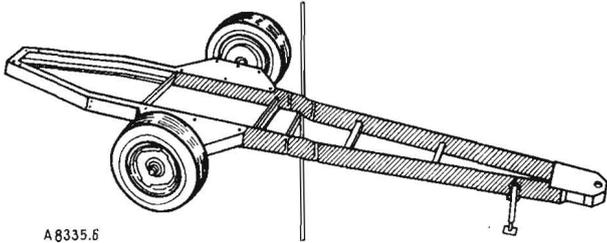
Weiterhin hat sich gezeigt, daß bei verschleißbeanspruchten Teilen durch den jährlichen kampagnemäßigen Einsatz die

Tafel 4. Aufpreise (M/t und %) korrosionsträger und allgemeiner Baustähle zu St 38 u-2

St 38 u-2	St 38 b-2	St 30/45	St 52-3	St 35/50	KTS 30/45	KTS 52
M/t %	M/t %	M/t %	M/t %	M/t %	M/t %	M/t %
— —	45 6	90 12	150 19	184 23	221 28	251 32

Tafel 5. Materialmehrkosten (M/m²) für warmgewalztes Fein- und Grobblech zu St 38 u-2 bzw. St Gu /23/

Blechdicke mm	St 38 u-2 bzw. St Gu M/m ²	St 52-3 M/m ²	St 35/50 M/m ²	KTS 30/45 M/m ²	KTS 52 M/m ²
0,8	0	1,22	1,66	1,76	2,31
1,0	0	1,63	2,20	2,40	2,90
1,5	0	2,30	3,10	3,60	4,10
2,0	0	2,60	3,60	4,20	4,80
3,0	0	2,90	5,30	6,30	7,00
5,0	0	6,50	7,20	8,90	10,30
6,0	0	7,40	8,50	10,40	12,00
8,0	0	12,00	14,80	16,20	18,40
10,0	0	15,00	18,50	20,40	23,00



A 8335.6

Bild 6. Rahmen zum Futterwagen, aus Cor-Ten-Stahl gefertigt

Rostschuttschicht nicht voll zur Ausbildung kommt und ständig wieder abgerieben wird. Diese Tatsache führt vielfach zu der fälschlichen Annahme, daß derartige Stähle Verschleißbeanspruchungen nicht standhalten. Gegenteilige Feststellungen wurden unter 1.2. bereits aufgezeigt. Gegenüber großflächigen Abriebbeanspruchungen, beispielsweise durch gleitendes Erntegut, hat sich der St 35/50 gut bewährt. So befindet sich ein getesteter Auswurfbogen zum Köpflader E 732/1 in einem sehr guten Zustand. Die Innenflächen des Auswurfbogens haben keinerlei örtlich stärkere Anrostungen. Die äußeren Seitenflächen sind nur wenig — nach mechanischen Beschädigungen — angerostet. Die Deckfläche ist infolge Ausbeulung durch Steinschlag stärker gerostet. Die Beulen und damit die Rostzonen sind aber im Vergleich zu anderen Auswurfbogen wesentlich kleiner. Unterrostungen des angrenzenden Anstriches konnten nicht festgestellt werden. Der Auswurfbogen ist bereits das fünfte Jahr im Einsatz.

Kein besseres Korrosionsverhalten sowohl ungeschützt als auch mit Anstrich hat der St 35/50 gegenüber St 38 u-2 bei Einsatz in Maschinen für die Minereraldüngung, in landtechnischen Anlagen der Rinderhaltung sowie bei Einsatz in geschlossenen Hallen und Räumen gezeigt.

7. Einsatzgebiete für KT-Stähle im Landmaschinenbau

Aus den bisher gewonnenen Erfahrungen im Einsatz korrosionsträger Stähle lassen sich für den Landmaschinenbau und landtechnischen Anlagenbau folgende Einsatzmöglichkeiten für KT-Stähle ableiten:

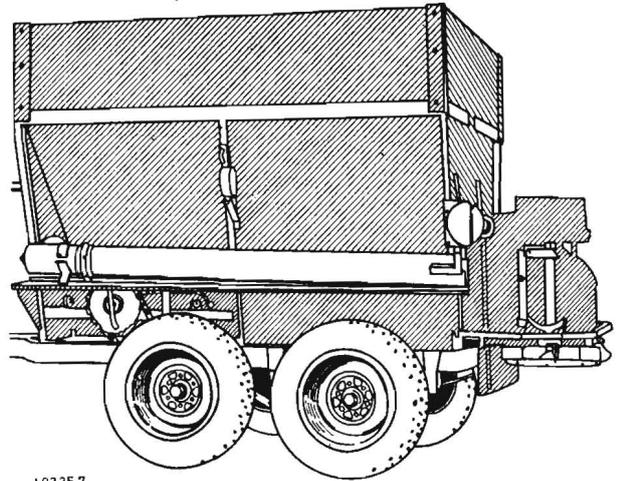
Der ungeschützte Einsatz wird empfohlen für

- wenig sichtbare Bauteile und Baugruppen von Maschinen, wie Rahmen, Achsen u. ä.
- dünnwandige Bauelemente, die nur bei der Instandsetzung sichtbar werden, bzw. schwer zugänglich sind
- Bauteile von stationären Anlagen und Maschinen, die überwiegend oder ständig der freien Bewitterung ausgesetzt sind
- großflächige Bauteile, die durch gleitendes Erntegut verbunden mit Steinschlag einseitig oder auch beidseitig auf Abrieb beansprucht werden oder anderen mechanischen Oberflächenbeschädigungen ausgesetzt sind
- tragende Konstruktionselemente, die im Sinne des Leichtbaues festigkeitsmäßig ausgelastet sind, die möglichen Oberflächenbeschädigungen ausgesetzt sind und an diesen Stellen zu verstärkter örtlicher Korrosion und damit zu Querschnittsschwächungen neigen
- sichtbare Verkleidungs- und Schutzteilelemente von Maschinen und Anlagen

Beim letzten Anwendungsfall ist das ungleichmäßig rostige Aussehen derartiger Teile bis etwa zum fünften Monat bei ständigem Witterungseinfluß bzw. bis zu einem Jahr bei teilweisen Witterungseinflüssen zu beachten. Als Vorteil ist die relativ große Beständigkeit der ausgebildeten Rostschicht gegenüber mechanischen Oberflächenbeschädigungen zu nennen. Falls es dennoch zu Beschädigungen der Rostschuttschicht kommt, bildet sich diese in kurzer Zeit wieder aus und ist im Gesamtbild nicht mehr zu erkennen. Die Rostschuttschicht hat ein dunkelbraunviolett, samtartiges Aussehen.

Der farbkonservierte Einsatz von KT-Stählen wird empfohlen für

- großflächige Bauteile, die durch gleitendes Erntegut, verbunden mit Steinschlag, einseitig auf Abrieb beansprucht werden;
- tragende Konstruktionsteile, die festigkeitsmäßig voll ausgelastet sind, die möglichen Oberflächenbeschädigungen ausgesetzt sind und an diesen Stellen zu verstärkter örtlicher Korrosion und damit zu Querschnittsschwächungen neigen.



A 8335.7

Bild 7. Düngerstreuer mit Bauteilen aus Cor-Ten-Stahl

Literatur

- /1/ Dübbers, K.: Architektonische und konstruktive Gesichtspunkte in der Verwendung wetterfester Baustähle. Haus der Technik (1969) S. 31 bis 43
- /2/ AG — KT-Stähle der DDR: Korrosionsträge Stähle KTS 30/45 und KTS 52. Informationsschrift des VEB QEK — Henningsdorf, Oktober 1970
- /3/ . . . : Korrosionsträge Stähle. Informationstagung Berlin 17. Dez. 1970
- /4/ Tauscher, H. / H. Fleischer: Untersuchungen zum Verschleißverhalten der allgemeinen und höherfesten Baustähle. Der Maschinenbau 12 (1969) S. 545 bis 547
- /5/ Degenkolbe, J. / B. Müsgen: Hochfeste schweißbare Baustähle mit erhöhter Witterungsbeständigkeit. Blech 4 (1967) S. 143 bis 149
- /6/ Mandybur, K.: Erfahrungen mit dem verschleißfesten, rostträgen Stahl 10 H. Neue Hütte 7 (1963) S. 429 bis 431
- /7/ Neuhaus, W.: Die wetterfesten Stähle und ihre Eigenschaften. Haus der Technik H 1 (1969) S. 5 bis 16
- /8/ Becker, G. / D. Dhingra / C. Thoma: Mechanismus der Rostbildung auf witterungsbeständigem Stahl. Archiv für das Eisenhüttenwesen 4 (1969) S. 341 bis 349
- /9/ Witte, W.: Die wetterfesten Stähle und ihre Verarbeitung. Haus der Technik (1969) S. 17 bis 30
- /10/ Brauns, E. / W. Schwenk: Korrosion unlegierter Stähle in Seewasser. Stahl und Eisen 12 (1967) S. 713 bis 717
- /11/ . . . : USS SPEZIAL STEELS. Informationsschrift der United States Steel
- /12/ Runner, C.: Anwendungsbeispiel für Cor-Ten-Stahl, Erweiterung der Getreidesiloanlage im Hafen von Dünkirchen (Frankreich). Acier, Stahl, Steel 9 (1966) S. 355 bis 358
- /13/ Dorweiler, F.: Wetterfester Stahl schützt sich selbst. Klepzig Fachberichte Juli (1967) E 144, S. 440 und 441
- /14/ Becker, G.: Bleche aus leichtlegierten, witterungsbeständigen Stählen. Bänder, Bleche, Robre April (1961) S. 166 bis 170
- /15/ Hoag — Thyssen: Wetterfeste Baustähle. Cor-Ten und Patinax 37. Prospekt (1970)
- /16/ Becker, G.: Eigenschaften und Vorteile eines leichtlegierten witterungsbeständigen Stahls. Klepzig Fachberichte 11 (1959)
- /17/ Hoag: Patinax 37, Cor-Ten A, Werkstoffkennblatt Nr. 2-510 und Nr. 2-531
- /18/ Schmitt, R. / W. Mathay: Niedriglegierter Cor-Ten-Stahl: Atmosphärische Korrosion in chemischen Anlagen. Nickel-Berichte (1967) S. 252
- /19/ Beratungsstelle für Stahlverwendung Düsseldorf, Wetterfester Baustahl. Merkblatt 434
- /20/ van Oeteren, K. A.: Besondere Probleme des Korrosionsschutzes von Stahlbauwerken. Der Maschinenschaden 1 (1970) S. 7 bis 13
- /21/ . . . : Vorläufige technische Lieferbedingungen für den korrosionsträger Baustahl St 35/50. TL 918 157 der Deutschen Reichsbahn v. 2. April 1967
- /22/ Buszka, H.: Wetterfeste Stähle und ihre schweißtechnische Verarbeitung. Der Praktiker 5 (1970) S. 114 bis 117
- /23/ Neubert, M.: Korrosionsträge und verzinkte Stahlbleche. Teilbericht 6 zum F/E-Bericht 232 (unveröffentlicht) des Instituts für Landmaschinentechnik Leipzig
- /24/ Fichtner, J.: Metamorphose des Rostes. VDI-Nachrichten b (1968) H. 6, S. 1 und 2
- /25/ Löscher, H. / G. Radomski / K. Welfe: Einfluß von Legierungselementen auf die Witterungsbeständigkeit und die mechanischen Eigenschaften in höherfesten schweißbaren Baustählen. Neue Hütte 5 (1969) S. 262 bis 267
- /26/ . . . : Anzeigen der United States Corp.-Pittsburg USA Agricultural Engineering 46(64) — 48(67)
- /27/ Becker, G.: Korrosionsbewertung von Stählen im Fahrzeugbau. Klepzig Fachberichte Juli (1960)
- /28/ Odenhausen, H.: Geschweißte Skulpturen aus wetterfestem Baustahl. Acier, Stahl, Steel 4 (1966) S. 184 und 185
- /29/ Dinkeloo, J.: Bauen mit wetterfesten Stählen. Detail München 1 (1966) S. 11 bis 13
- /30/ Palgen, L.: Cor-Ten-Stahl, seine Eigenschaften und seine Anwendung im Schienenfahrzeugbau. Deutsche Eisenbahntechnik 5 (1967) S. 220 bis 224