

C.-L. Kruse*

Korrosionsverhalten von ungeschütztem und feuerverzinktem Stahl bei der Lagerung von Heizöl

Corrosion behaviour of unprotected and hot dip galvanized steel for fuel oil storage

„Werkstoffe und Korrosion“ 35 (4), S. 150–156 (1984)

Bericht Nr. 95
des Gemeinschaftsausschuß Verzinken e.V.

Korrosionsverhalten von ungeschütztem und feuerverzinktem Stahl bei der Lagerung von Heizöl

Corrosion behaviour of unprotected and hot dip galvanized steel for fuel oil storage

C.-L. Kruse*

Bericht Nr. 95 des Gemeinschaftsausschuß
Verzinken e. V.

Es wurden Untersuchungen mit ungeschütztem und feuerverzinktem Stahl unter Heizöl-Lagerungsbedingungen durchgeführt. Durch Zugabe von Natriumchlorid als korrosivem Mittel und einem handelsüblichen Korrosionsinhibitor wurden Bedingungen für die örtliche Korrosion von ungeschütztem Stahl simuliert. Die Ergebnisse zeigen, daß bei feuerverzinktem Stahl keine örtliche Korrosion auftritt.

Investigations have been done with unprotected and galvanized steel under fuel oil storage conditions. By adding sodium chloride as corrosive agent and a commercial corrosion inhibitor conditions for localized corrosion of unprotected steel were simulated. Results show that no localized corrosion occurs with galvanized steel.

1 Problemstellung

Heizöl-Lagerbehälter aus Stahl werden hin und wieder nach relativ kurzer Betriebszeit durch Korrosion von der Innenseite her undicht. Das Erscheinungsbild der Korrosion ist verschiedentlich in der Literatur beschrieben [1-6].

Die Korrosion tritt stets als Lochkorrosion im Bereich der Behältersohle auf. Als primäre Korrosionsursache muß die Anwesenheit von Wasser im Heizöl angesehen werden, da Heizöl selbst Eisenwerkstoffe nicht angreift. Wasser ist spezifisch schwerer als Heizöl und nur ganz geringfügig in diesem löslich. Je nach der Beschaffenheit des Heizöles kann es jedoch mehr oder weniger stabile Emulsionen bilden, aus denen es sich u. U. nur sehr langsam am Behälterboden absetzt. Wasser kann sowohl bei der Herstellung und dem Transport von Heizöl als auch bei dessen Lagerung in das Heizöl gelangen.

Erfolgt die Destillation des Rohöles direkt durch Einleiten von überhitztem Dampf, so fällt als Destillationsprodukt ein stärker wasserhaltiges Heizöl an, das in einem besonderen Arbeitsgang getrocknet werden muß. Wenn dieser Trocknungsvorgang nicht einwandfrei abläuft, können größere Wassermengen im Heizöl auftreten. Wegen dieser Gefahr wird die direkte Destillation von Rohöl mit überhitztem Dampf heute praktisch nicht mehr durchgeführt.

Die Gefahr des Wasserzutritts auf dem Transport besteht vor allem bei Heizöl, das als Fertigprodukt auf dem Seewege importiert wird. Die Tankschiffe fahren üblicherweise auf dem Rückweg mit Meerwasserballast. Die vollständige Entfernung des Meerwassers vor der erneuten Befüllung mit Heizöl ist praktisch kaum durchführbar. Das restliche Meerwasser wird dann auf dem Seetransport im Heizöl emulgiert und scheidet

sich zum Teil erst nach längerer Ruhezeit im Lagerbehälter des Endverbrauchers aus.

Wasserzutritt bei der Lagerung ist vor allem bei im Erdreich verlegten Lagerbehältern zu befürchten. Über die Be- und Entlüftungsleitung besteht eine direkte Verbindung des Behälterinnenraumes mit der Atmosphäre. Wenn feucht-warme Luft in den Behälter gelangt, kommt es an der kälteren Behälterwandung zur Ausscheidung von Kondenswasser, das schließlich durch das Heizöl hindurch an den Behälterboden gelangt.

Bei der Untersuchung von Korrosionsschäden an Heizöl-Lagerbehältern wurden stets Chloride in den Korrosionsprodukten und sofern Wasser aus dem Bodenbereich zur Verfügung stand, auch in diesem nachgewiesen. Chloride wirken bei fast allen Metallen schon in geringen Mengen korrosionsbegünstigend. Die bekannt starke Korrosivität von Meerwasser ist hauptsächlich auf dessen hohen Gehalt an Chloriden zurückzuführen. In einzelnen Schadensfällen konnten auch andere Meerwasserbestandteile nachgewiesen werden, was auf eine Verunreinigung des Heizöles mit Meerwasser hindeutet. In anderen Fällen war jedoch ausschließlich Natriumchlorid nachweisbar. Dieses war wahrscheinlich bei der Trocknung des direkt destillierten Heizöles über Natriumchlorid-Filter in das Heizöl gelangt.

Die Anwesenheit von Chloriden allein kann jedoch noch nicht das in den Schadensfällen beobachtete Auftreten von Lochkorrosion erklären. In Berührung mit Chlorid-haltigen Lösungen erleidet Stahl normalerweise nur gleichmäßigen Flächenabtrag, durch den zwar erhebliche Rostmengen gebildet werden können, ein schnelles Durchrosten von Blechen mit Dicken von einigen Millimetern jedoch nicht auftritt. Der Befund des Auftretens von Lochkorrosion wurde zunächst auf die Ausbildung galvanischer Elemente zwischen den mit Walz-zunder bedeckten Flächen und Fehlstellen im Walz-zunder gedeutet [6]. Nicht zu verstehen war zunächst jedoch das Auf-

* Dr. rer. nat. C.-L. Kruse, Staatl. Materialprüfungsamt NW, Postfach 41 03 07, 4600 Dortmund 41.

treten von Lochkorrosion auch bei entzundert Blechen. Die Deutung dieses Phänomens ergab sich schließlich bei der Prüfung der Wirksamkeit von Heizöl-Additiven (Inhibitoren), die die Korrosion im Innern von Heizöl-Lagerbehältern verhindern sollen. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Chloriden und Inhibitoren wurde regelmäßig dann Lochkorrosion beobachtet, die der bei Schadensfällen beobachteten völlig gleich, wenn die Konzentration des Inhibitors einen gewissen Wert unterschritt. Dies ist eine Erscheinung, die bei vielen inhibierten Systemen beobachtet wird. Wenn die Konzentration des Inhibitors bei vorgegebener Konzentration des die Korrosion stimulierenden Bestandteils (z. B. Chlorid) einen kritischen Wert unterschreitet, dann bewirkt der Inhibitor keinen Korrosionsschutz mehr, sondern bewirkt Lochkorrosion. Man spricht in derartigen Fällen von Lochkorrosion durch unzureichende Inhibition. Heizöl ist chemisch gesehen kein reiner Stoff, neben verschiedenen Kohlenwasserstoffen enthält es eine Reihe von organischen Verunreinigungen, von denen vor allem die Stickstoff-haltigen Verbindungen z. T. ausgeprägt inhibierende Eigenschaften haben. Heizöl enthält somit von Haus aus je nach Provenienz des Rohöles unterschiedliche Mengen verschiedener Inhibitoren, die man allgemein als natürliche Inhibitoren bezeichnet [1]. Somit ist das bevorzugte Auftreten von Lochkorrosion im Innern von Heizöl-Lagerbehältern als Lochkorrosion durch unzureichende Inhibitoren hinreichend verständlich. Gestützt wurde diese Anschauung noch durch das verstärkte Auftreten von Schäden in dem Zeitraum, in dem die Raffinerien Heizöl mit Zusätzen von Inhibitoren lieferten. Die Konzentration der zugegebenen Inhibitoren war vielfach bei dem zum Endverbraucher gelangenden Heizöl nicht mehr ausreichend, um Lochkorrosion zu verhindern, sondern gerade in dem Konzentrationsbereich, in dem Lochkorrosion verursacht wird.

Obwohl die Zahl der Schäden an Heizöl-Lagerbehältern aus Stahl aufgrund verschiedener Maßnahmen der Heizöl-Lieferanten mittlerweile erheblich zurückgegangen ist, erschien es dennoch von Interesse, das Korrosionsverhalten von feuerverzinktem Stahl unter den in einem Heizöl-Lagerbehälter vorliegenden Bedingungen zu untersuchen. Zink ist nicht so leicht zu inhibieren wie Stahl. Es war deshalb anzunehmen, daß Behälter aus feuerverzinktem Stahl bei Anwesenheit von Chlorid-haltigem Bodenwasser und Inhibitoren zwar korrodiert werden, die Korrosion jedoch nicht in Form von Lochkorrosion, sondern in Form von gleichmäßigem Flächenabtrag auftritt, somit zwar Korrosion stattfindet, es jedoch nicht zu einem Korrosionsschaden kommt.

2 Laborversuche

2.1 Versuchsdurchführung

Als Modell für Heizöl-Lagerbehälter dienten geschweißte Kästen aus 3 mm dickem Stahlblech der Abmessungen $200 \times 200 \times 200 \text{ mm}^3$, die auf einer Seite offen waren. Die Probekästen wurden von der Firma Rietbergwerke KG in 4 verschiedenen Ausführungen zur Verfügung gestellt:

- | | |
|-------------------------------|-----------|
| 1. feuerverzinkt, etwa 50 µm | Nr. 11-19 |
| 2. feuerverzinkt, etwa 100 µm | Nr. 20-28 |
| 3. unverzinkt, mit Walzhaut | Nr. 29-37 |
| 4. unverzinkt, gestrahlt | Nr. 38-46 |

Von jeder Ausführungsart kamen 9 Probekästen zum Einsatz.

Als Modell-Heizöl wurde ein handelsübliches Petroleum verwendet. Das Petroleum unterscheidet sich von Heizöl vor

allem durch einen höheren Reinheitsgrad, d. h. es fehlen zum Teil die in Heizöl vorhandenen natürlichen Inhibitoren.

Als korrosives Mittel kamen Natriumchlorid-Lösungen mit Natriumchlorid-Gehalten von 0,3 %, 1% und 3% zum Einsatz. Um sicherzustellen, daß auf blanken Stahlflächen Lochkorrosion stattfindet, wurden in Vorversuchen mit blanken Blechen die Mengen eines handelsüblichen Heizöl-Additivs ermittelt, mit denen bei den vorgegebenen Natriumchloridmengen gerade erste Rostansätze auftreten. Dabei ergaben sich folgende Ansätze:

1. 3 l Petroleum, 0,3 l 0,3%ige NaCl-Lösung, 0,4 ml Additiv
2. 3 l Petroleum, 0,3 l 1%ige NaCl-Lösung, 0,8 ml Additiv
3. 3 l Petroleum, 0,3 l 3%ige NaCl-Lösung, 12 ml Additiv

Die Lösungen wurden in 5-l-Bechergläsern mit einem Rührer vermischt und dann in die Probekästen eingefüllt. Am Boden der Kästen befand sich dann nach Absetzen der Natriumchlorid-Lösung eine 0,75 cm hohe Schicht der wäßrigen Phase und darüber eine 7,5 cm hohe Ölschicht. Die Probekästen wurden in einem dunklen Raum gelagert.

2.2 Versuchsergebnisse

Nach 6 Monaten, 1 und 2 Jahren wurde jeweils ein Probekasten entnommen. Die Zuordnung der einzelnen Probekästen zu verschiedenen Ansätzen und Entnahmezeiten ergibt sich aus Tabelle 1.

Die Unterschiede im Korrosionsverhalten der Probekästen bei den verschiedenen Versuchsvarianten sind bereits nach einer Versuchszeit von 1/2 Jahr erkennbar. Da sie nach der

Tabelle 1. Versuchsplan, Zuordnung der Probekästen
Table 1. Experimental scheme; designation of test boxes

	Entnahme nach 6 Monaten Probekasten Nr.	1 Jahr	2 Jahren
feuerverzinkt 50 µm			
Ansatz 1	13	11	12
Ansatz 2	15	16	14
Ansatz 3	19	17	18
feuerverzinkt 100 µm			
Ansatz 1	21	20	22
Ansatz 2	24	23	25
Ansatz 3	27	26	28
unverzinkt, Walzhaut			
Ansatz 1	29	30	31
Ansatz 2	34	32	33
Ansatz 3	36	35	37
unverzinkt, gestrahlt			
Ansatz 1	39	38	40
Ansatz 2	41	42	43
Ansatz 3	45	44	46
Ansatz 1:	3 l Petroleum, 0,3 l 0,3%ige NaCl-Lösung, 0,4 ml Additiv		
Ansatz 2:	3 l Petroleum, 0,3 l 1%ige NaCl-Lösung, 0,8 ml Additiv		
Ansatz 3:	3 l Petroleum, 0,3 l 3%ige NaCl-Lösung, 12 ml Additiv		

Tabelle 2. Visuelle Beurteilung der Probekästen

Table 2. Visual assessment of the test boxes

Ansatz 1

Probekasten Nr. 12	Zinküberzug teilweise abgeplatzt, Grundwerkstoff nur geringfügig korrodiert
Probekasten Nr. 22	Zinküberzug nicht zerstört
Probekasten Nr. 31	Geringfügiger überwiegend gleichmäßiger Flächenabtrag mit einzelnen Mulden
Probekasten Nr. 40	Starker überwiegend gleichmäßiger Flächenabtrag, stärkere Anfrassungen im Bereich der Dreiphasengrenze

Ansatz 2

Probekasten Nr. 14	Zinküberzug teilweise abgeplatzt, kleine Anfrassungen im Grundwerkstoff
Probekasten Nr. 25	Zinküberzug teilweise abgeplatzt und blasig aufgeworfen, Grundwerkstoff nur geringfügig korrodiert
Probekasten Nr. 33	Geringfügiger überwiegend gleichmäßiger Flächenabtrag
Probekasten Nr. 43	Starker muldenförmiger Angriff mit ausgeprägter Lochkorrosion (2 Durchbrüche) im Bereich der Dreiphasengrenze

Ansatz 3

Probekasten Nr. 18	Zinküberzug nicht zerstört
Probekasten Nr. 28	Zinküberzug nur geringfügig zerstört, Grundwerkstoff nicht erkennbar angegriffen
Probekasten Nr. 37	Starker muldenförmiger Angriff, einzelne tiefere Anfrassungen
Probekasten Nr. 46	Stark ausgeprägte Lochkorrosion, Muldenkorrosion und gleichmäßiger Flächenabtrag

Versuchszeit von 2 Jahren am deutlichsten ausgeprägt sind, sollen im folgenden nur diese Ergebnisse diskutiert werden.

In Tabelle 2 ist die visuelle Beurteilung der Probekästen zusammengefaßt. Das Aussehen der Böden der Probekästen nach Entfernung der Korrosionsprodukte bzw. der noch vorhandenen Verzinkungsschicht ist in den Abb. 1-12 dargestellt. Abb. 13 und 14 zeigen die Durchbruchstellen beim Probeka-

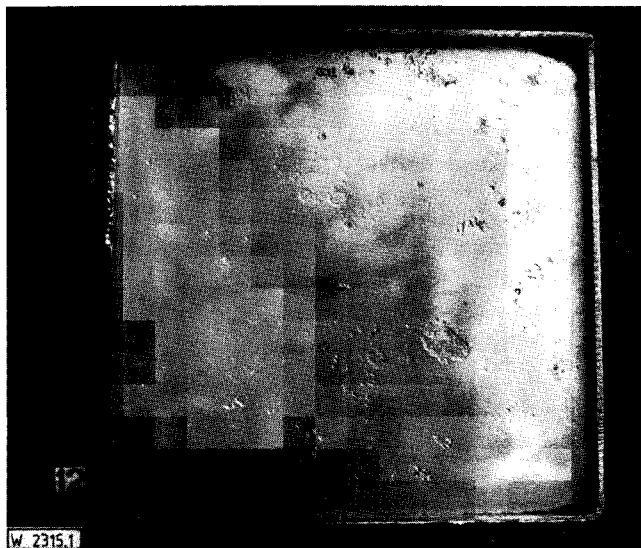
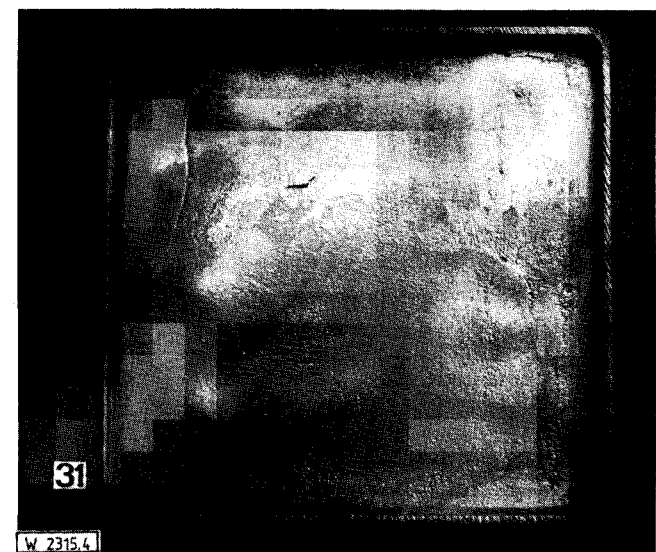
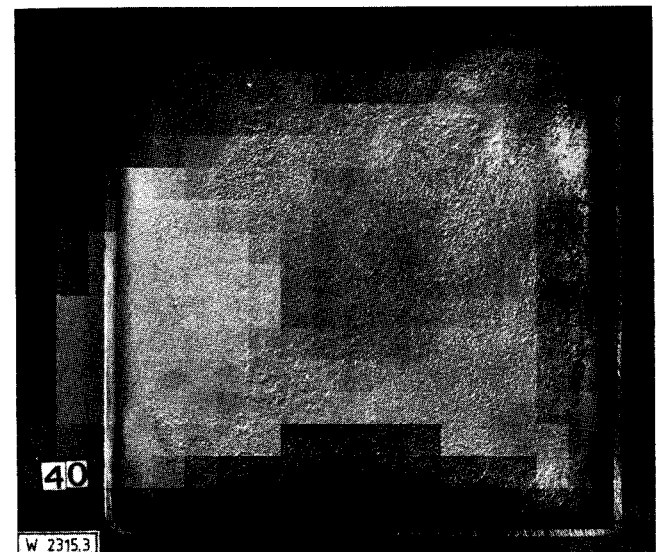
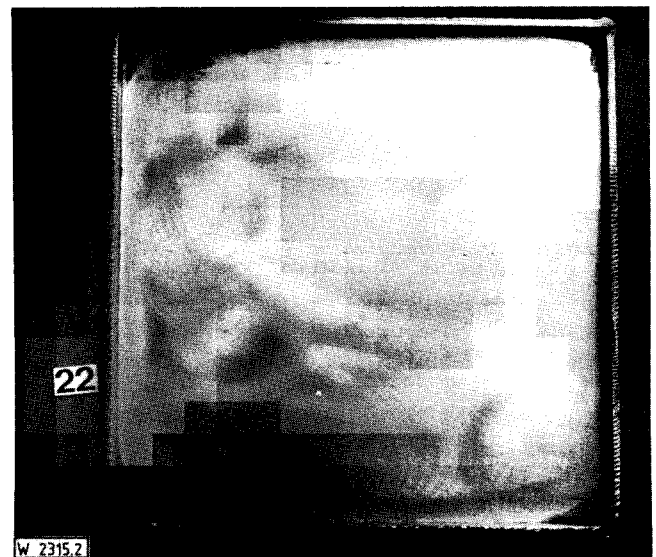


Abb. 1-4. Aussehen der korrodierten Proben von Ansatz 1 nach Entfernung der Korrosionsprodukte

Fig. 1-4. Appearance of corroded samples of test nr. 1 after removal of corrosion products

Tabelle 3. Maximale Lochtiefen in mm

Table 3. Maximum depths of pits (mm)

Ansatz 1

Probekasten Nr. 12	0,26
Probekasten Nr. 22	0,06
Probekasten Nr. 31	0,48
Probekasten Nr. 40	0,31

Ansatz 2

Probekasten Nr. 14	0,25
Probekasten Nr. 25	0,14
Probekasten Nr. 33	0,26
Probekasten Nr. 43	> 3

Ansatz 3

Probekasten Nr. 18	0,07
Probekasten Nr. 28	0,15
Probekasten Nr. 37	0,83
Probekasten Nr. 46	1,32

sten 43. Die maximalen Lochtiefen sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Die wichtigsten Ergebnisse der Versuche sind:

1. Bei den unverzinkten gestrahlten Probekästen ist bei allen Versuchen mehr oder weniger ausgeprägt Lochkorrosion aufgetreten. Beim Ansatz 1 ist es zu einer Vielzahl kleiner Anfressungen gekommen, die nicht sehr tief eingedrungen sind. Beim Ansatz 2 ist es zu einem sehr ausgeprägt örtlichen Angriff im Bereich der 3-Phasengrenze Metall/Öl/Wasser gekommen. Bei der Probe 43 waren nach 2 Jahren 3 Wanddurchbrüche feststellbar, hier ist demzufolge eine Korrosionsrate von $>1,5$ mm/Jahr aufgetreten. Beim Ansatz 3 ist es sehr ausgeprägt zu örtlichem Angriff im Bodenbereich gekommen. Die maximalen Lochtiefen liegen über 1 mm.
2. Bei den unverzinkten Probekästen mit Walzhaut ist die Korrosion weniger ausgeprägt örtlich abgelaufen. Der zugegebene Inhibitor hat einen wesentlich besseren Schutz bewirkt als bei den gestrahlten Probekästen. Nach dem Zusammenbrechen der Inhibitionswirkung hat sich die Korrosion mehr flächig bzw. muldenförmig ausgebreitet. Die maximalen Lochtiefen liegen im Bereich von 1 mm.

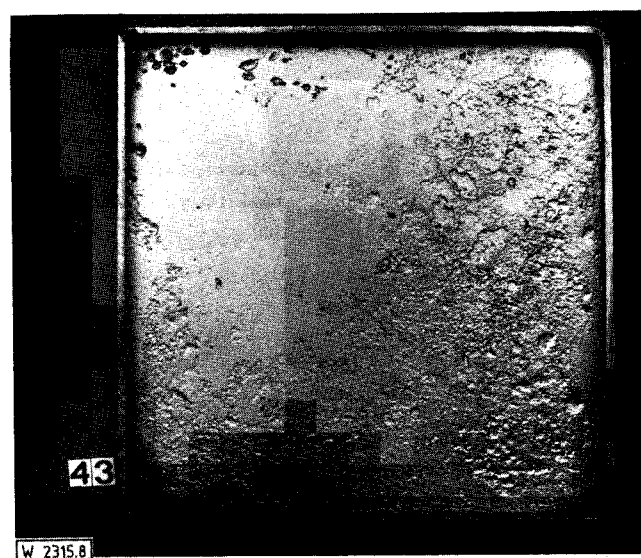
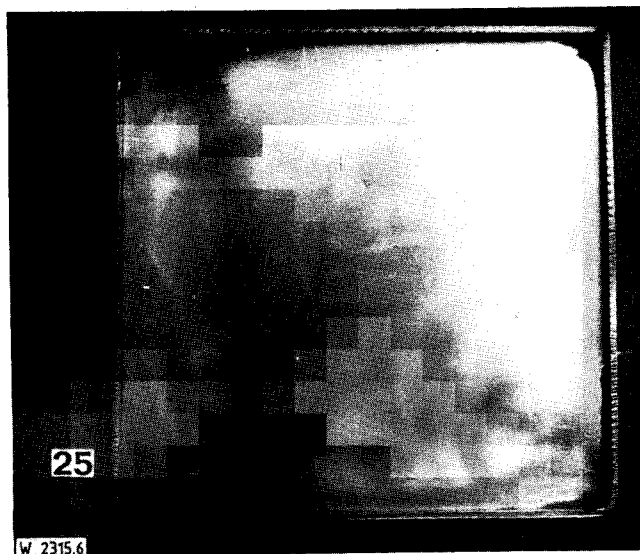


Abb. 5-8. Aussehen der korrodierten Proben von Ansatz 2 nach Entfernung der Korrosionsprodukte

Fig. 5-8. Appearance of corroded samples of test nr. 2 after removal of corrosion products

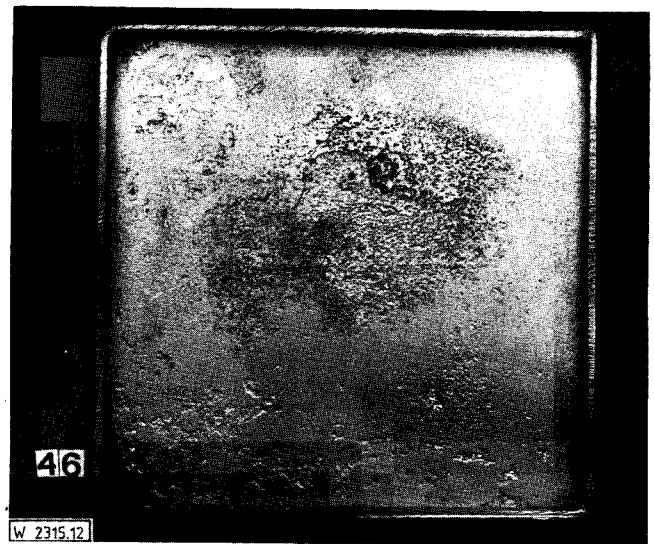


Abb. 9-12. Aussehen der korrodierten Proben von Ansatz 3 nach Entfernung der Korrosionsprodukte

Fig. 9-12. Appearance of corroded samples of test nr. 3 after removal of corrosion products

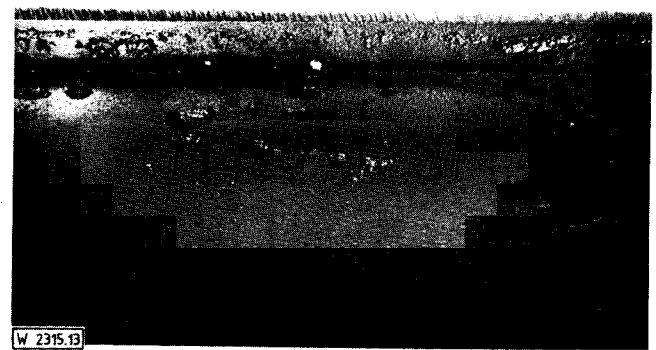


Abb. 13. Örtliche Korrosion bei Probe Nr. 43 mit Durchbruchstellen

Fig. 13. Localized corrosion of sample nr. 43 with penetration

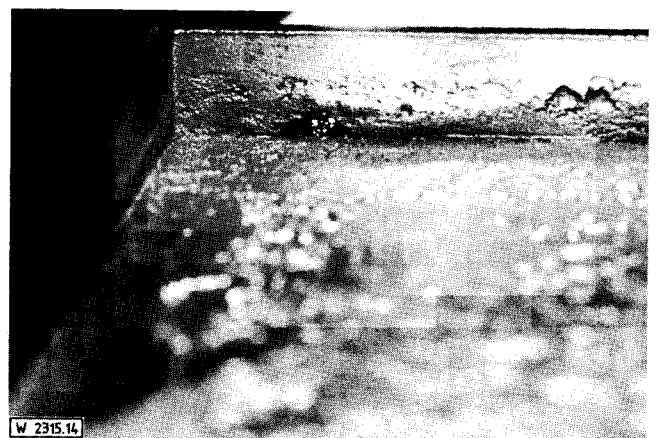
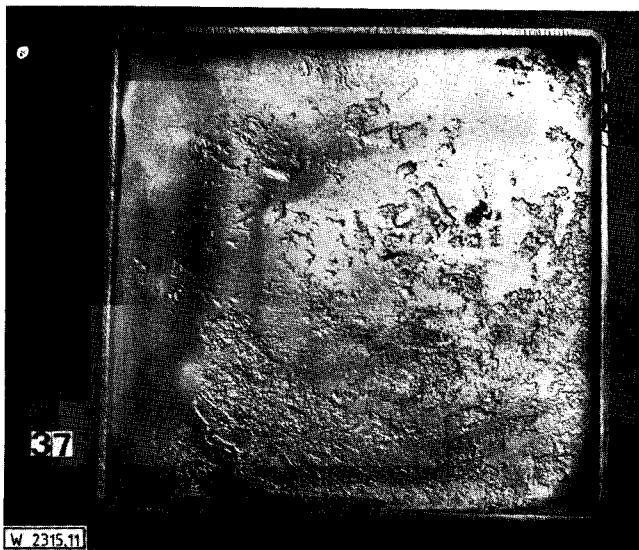


Abb. 14. Örtliche Korrosion bei Probe Nr. 43 mit Durchbruchstellen

Fig. 14. Localized corrosion of sample nr. 43 with penetration

3. Bei den feuerverzinkten Probekästen ist eine deutliche Korrosion der Verzinkungsschicht unter Bildung voluminöser Korrosionsprodukte aufgetreten. Stellenweise ist der Zinküberzug vollständig zerstört worden. Die Zerstörung des Zinküberzuges ist offensichtlich durch Abplatzen der Zinkschicht bewirkt worden. An einzelnen Stellen sind noch blasige Aufwerfungen in der Zinkschicht erkennbar, die noch nicht abgeplatzt sind. Die 100 μm dicken Zinkschichten haben sich deutlich besser verhalten als die 50 μm dicken. Der freigelegte Stahluntergrund hat jedoch in keinem Fall einen nennenswerten Angriff erlitten.

3 Versuche mit Behältern

Um nähere Informationen über das Verhalten im praktischen Einsatz zu erhalten, wurden Versuche mit industriell gefertigten Lagerbehältern nach DIN 6624 durchgeführt. Je ein Behälter in feuerverzinkter und ungeschützter Ausführung wurde von der Firma Rietbergwerke zur Verfügung gestellt. Die Behälter dienten zur Lagerung von Heizöl EL, das für den Betrieb eines Heizkessels mit einer maximalen Leistung von 40 kW verwendet wurde. Zu Beginn der Versuche wurden jeweils 1 l 3%ige NaCl-Lösung in die Behälter eingebracht. Die Behälter waren im wöchentlichen Wechsel an den Brenner angeschlossen (mit Bewegung des Heizöls über die Brennerücklaufleitung) und abgesperrt (mit nichtbewegtem Heizöl). Der Heizkessel diente zur Aufheizung von Wasser im Rahmen einer Untersuchung über das Korrosionsverhalten von Rohren in erwärmtem Wasser. Dementsprechend wurde er unabhängig von der Jahreszeit im Dauerbetrieb eingesetzt. Nach einer Betriebszeit von etwa 4 Jahren wurden die Heizölbehälter entleert und zur Beurteilung der Korrosionserscheinungen aufgetrennt. Der ungeschützte Behälter war im unteren Drittel mit erheblichen Mengen an Rostschlamm bedeckt, der feuerverzinkte Behälter war sauber. Im Gegensatz zu den Laborversuchen mit den feuerverzinkten Probekästen, bei denen es zur Bildung voluminöser weißer Zink-Korrosionsprodukte gekommen war, hatten sich bei dem feuerverzinkten Behälter nur dünne festhaftende Beläge gebildet. Abgesehen davon, daß während des 4jährigen Betriebes keine Störungen durch Verstopfung von Filter oder Brennerdüse mit Korro-



Abb. 16. Boden des Heizöl-Behälters aus feuerverzinktem Stahl nach 4 Jahren

Fig. 16. Bottom of fuel oil container of galvanized steel after 4 years



Abb. 17. Boden des Heizölbehälters aus ungeschütztem Stahl nach 4 Jahren

Fig. 17. Bottom of fuel container of unprotected steel after 4 years

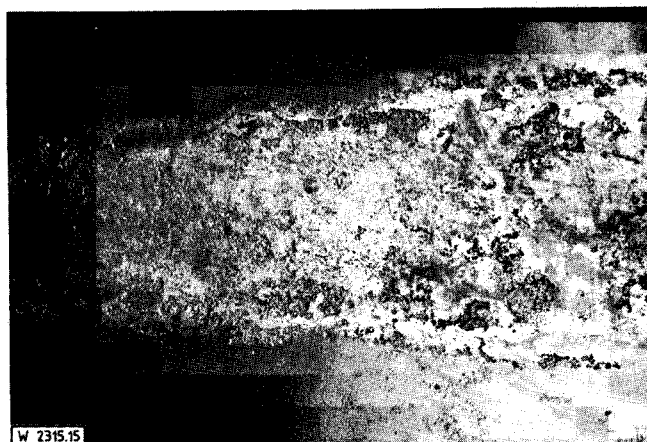


Abb. 15. Boden des Heizöl-Behälters aus ungeschütztem Stahl nach 4 Jahren

Fig. 15. Bottom of fuel oil container of unprotected steel after 4 years



Abb. 18. Boden des Heizölbehälters aus feuerverzinktem Stahl nach 4 Jahren

Fig. 18. Bottom of fuel container of galvanized steel after 4 years

3. Bei den feuerverzinkten Probekästen ist eine deutliche Korrosion der Verzinkungsschicht unter Bildung voluminöser Korrosionsprodukte aufgetreten. Stellenweise ist der Zinküberzug vollständig zerstört worden. Die Zerstörung des Zinküberzuges ist offensichtlich durch Abplatzen der Zinkschicht bewirkt worden. An einzelnen Stellen sind noch blasige Aufwerfungen in der Zinkschicht erkennbar, die noch nicht abgeplatzt sind. Die 100 μm dicken Zinkschichten haben sich deutlich besser verhalten als die 50 μm dicken. Der freigelegte Stahluntergrund hat jedoch in keinem Fall einen nennenswerten Angriff erlitten.

3 Versuche mit Behältern

Um nähere Informationen über das Verhalten im praktischen Einsatz zu erhalten, wurden Versuche mit industriell gefertigten Lagerbehältern nach DIN 6624 durchgeführt. Je ein Behälter in feuerverzinkter und ungeschützter Ausführung wurde von der Firma Rietbergwerke zur Verfügung gestellt. Die Behälter dienten zur Lagerung von Heizöl EL, das für den Betrieb eines Heizkessels mit einer maximalen Leistung von 40 kW verwendet wurde. Zu Beginn der Versuche wurden jeweils 1 l 3%ige NaCl-Lösung in die Behälter eingebracht. Die Behälter waren im wöchentlichen Wechsel an den Brenner angeschlossen (mit Bewegung des Heizöls über die Brennerücklaufleitung) und abgesperrt (mit nichtbewegtem Heizöl). Der Heizkessel diente zur Aufheizung von Wasser im Rahmen einer Untersuchung über das Korrosionsverhalten von Rohren in erwärmtem Wasser. Dementsprechend wurde er unabhängig von der Jahreszeit im Dauerbetrieb eingesetzt. Nach einer Betriebszeit von etwa 4 Jahren wurden die Heizölbehälter entleert und zur Beurteilung der Korrosionserscheinungen aufgetrennt. Der ungeschützte Behälter war im unteren Drittel mit erheblichen Mengen an Rostschlamm bedeckt, der feuerverzinkte Behälter war sauber. Im Gegensatz zu den Laborversuchen mit den feuerverzinkten Probekästen, bei denen es zur Bildung voluminöser weißer Zink-Korrosionsprodukte gekommen war, hatten sich bei dem feuerverzinkten Behälter nur dünne festhaftende Beläge gebildet. Abgesehen davon, daß während des 4jährigen Betriebes keine Störungen durch Verstopfung von Filter oder Brennerdüse mit Korro-



Abb. 16. Boden des Heizöl-Behälters aus feuerverzinktem Stahl nach 4 Jahren

Fig. 16. Bottom of fuel oil container of galvanized steel after 4 years



Abb. 17. Boden des Heizölbehälters aus ungeschütztem Stahl nach 4 Jahren

Fig. 17. Bottom of fuel container of unprotected steel after 4 years

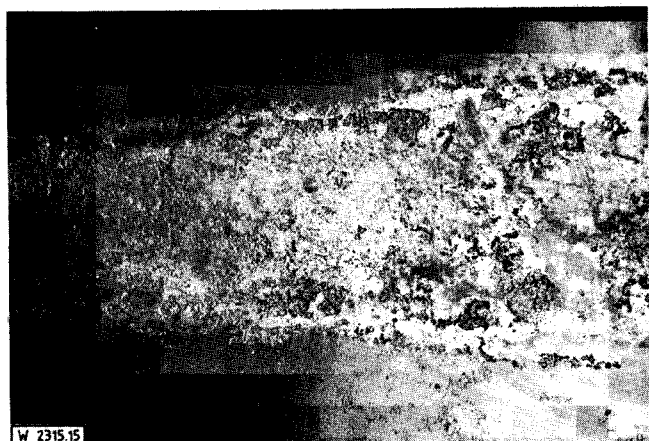


Abb. 15. Boden des Heizöl-Behälters aus ungeschütztem Stahl nach 4 Jahren

Fig. 15. Bottom of fuel oil container of unprotected steel after 4 years

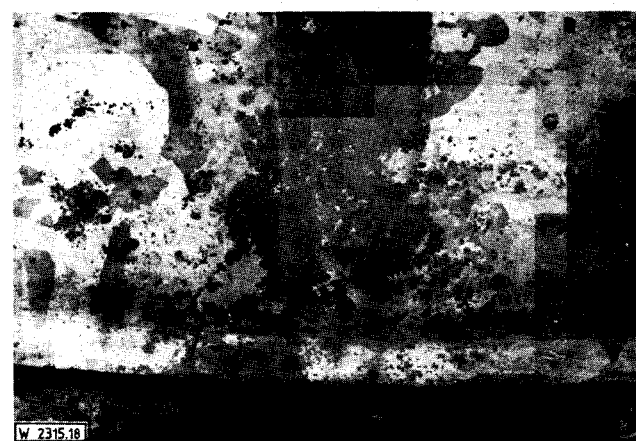


Abb. 18. Boden des Heizölbehälters aus feuerverzinktem Stahl nach 4 Jahren

Fig. 18. Bottom of fuel container of galvanized steel after 4 years

sionsprodukten aufgetreten sind, gibt somit auch das Aussehen des feuerverzinkten Behälters keinen Hinweis auf eine Gefährdung der Betriebssicherheit durch Korrosionsprodukte. Das Aussehen der gereinigten Behälterinnenflächen ist in den Abb. 15-18 dargestellt. Bei dem Behälter aus ungeschütztem Stahl war eine Vielzahl von Anfressungen mit maximalen Lochtiefen um 1 mm erkennbar. Die meisten Anfressungen waren auf der Behältersohle aufgetreten, einzelne Anfressungen waren jedoch auch im Bereich etwa des unteren Behälterdrittels erkennbar. Bei dem Behälter aus feuerverzinktem Stahl war auf der Sohle geringfügige, überwiegend flächige Korrosion der Verzinkungsschicht aufgetreten. Nur vereinzelt waren kleine Rostpunkte erkennbar, unter denen jedoch kein nennenswerter Angriff auf den Stahluntergrund vorlag.

4 Zusammenfassung

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen hat sich die Annahme bestätigt, daß die bei Heizöl-Lagerbehältern aus ungeschütztem Stahl auftretende Lochkorrosion unter sonst

gleichen Bedingungen bei Behältern aus feuerverzinktem Stahl nicht stattfindet. Im Praxisversuch haben sich keine Hinweise auf mögliche Funktionsstörungen durch Zink-Korrosionsprodukte ergeben.

5 Schrifttum

1. A. Bukowiecki: „Korrosionsprobleme bei der Lagerung und Verbrennung von Heizölen“, Oel + Gas (1964) 26-33.
2. G. Krause: „Neuere Untersuchungen über Korrosionsschäden an Heizöl-Lagerbehältern“, Techn. Überw. 3 (1968) 271-274.
3. G. Schikorr: Die Korrosion stählerner Heizöltankanlagen und ihre Verhütung, Chemiker-Ztg. 86 (1962) 47-50.
4. O. Schmidt, J. Wrobel: „Korrosionsschäden an Lagertanks“, Techn. Überw. 7 (1966) 150-155.
5. A. Stoffels: „Innenkorrosion von dünnwandigen Heizöl-Lagerbehältern und ihre Verhütung“, Techn. Überw. 2 (1961) 342-345.
6. R. Wieland, R. S. Treseder: „Internal corrosion in domestic fuel oil tanks“, Corrosion 10 (1954) 401-406.

(Eingegangen: 02. 01. 1984)

W 2315