

Das Haften von Zinküberzügen auf Drähten

Von Dietrich Horstmann in Düsseldorf

Mitteilung aus dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Abhandlung 1084

[Bericht Nr. 129 des Ausschusses für Drahtverarbeitung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*) und Bericht Nr. 55 des Gemeinschaftsausschusses Verzinken**)]

Untersuchungen über den Einfluß der Zinkauflage, der mechanischen Eigenschaften des Drahtwerkstoffes, der Oberflächenrauheit des Drahtes und des Verhältnisses der Dicke der Zinkschicht zur Dicke der Eisen-Zink-Legierungsschicht auf das Haften von Zinküberzügen auf geglihten, hart und patentiert gezogenen Drähten.

The adherence of zinc coats on wire. Investigation of the effect of the zinc coat, mechanical properties of wire material, surface roughness of wire and of the ratio of zinc layer thickness to the thickness of the iron-zinc alloy layer on the adhesion of zinc coats on annealed, hard drawn or patent-drawn wires.

L'adhérence des revêtements de zinc sur les fils. Etude de l'influence du dépôt de zinc, des caractéristiques mécaniques du fil et de son état de surface, ainsi que du rapport épaisseur de la couche de zinc épaisseur de la couche d'alliage fer-zinc, sur l'adhérence des revêtements de zinc sur les fils étirés, recuits et patentés.

In zwei vorangegangenen Arbeiten^{1) 2)} ist über den Einfluß der Verzinkungsbedingungen auf die mechanischen Eigenschaften des Drahtwerkstoffes und auf die Dicke und den Gefügebau von Zinküberzügen berichtet worden. Die für den Gebrauch verzinkter Drähte sehr wichtigen Haft-

auf Stählen mit einem höheren Kohlenstoffgehalt im allgemeinen besser ist als auf Drähten aus kohlenstoffarmen unberuhigten Stählen, wobei sich ein Draht aus einem unberuhigten weichen Thomasstahl meistens besser verhält als ein Draht aus einem unberuhigten weichen Siemens-

Tafel 1. Chemische Zusammensetzung der untersuchten Drahtwerkstoffe

Werkstoff	% C	% Si	% Mn	% P	% S	% N	% Al	% Cr	% Cu	% Ni
Unberuhigter Siemens-Martin-Stahl D 6-2 ¹⁾	0,038	<0,01	0,20	0,027	0,034	0,004	<0,001	n. b.	0,115	n. b.
Unberuhigter Thomasstahl D 5-1 ¹⁾	0,040	<0,01	0,40	0,040	0,026	0,010	<0,001	n. b.	0,022	n. b.
D 45-2 ¹⁾	0,46	0,17	0,54	0,026	0,023	0,005	0,010	0,12	0,16	0,07
D 65-2 ¹⁾	0,68	0,30	0,54	0,021	0,026	0,007	0,028	0,09	0,12	0,065
Stahl mit erhöhtem Korrosionswiderstand	0,076	0,39	0,37	0,084	0,022	0,004	0,022	0,54	0,39	0,33

¹⁾ Vgl. DIN 17140.

eigenschaften des Zinküberzuges sind dabei nicht behandelt worden. Aus Betriebserfahrungen und den bis heute vorliegenden Untersuchungsergebnissen folgt, daß die Haftung von Zinküberzügen auf Drähten aus beruhigtem Stahl und

Martin-Stahl^{3) 4)}. Eine größere Oberflächenrauheit des Drahtes wirkt sich günstig auf das Haften aus⁵⁾. Der Zinküberzug reißt bei einer Verformung leichter ein oder blättert ab, wenn die Zinkauflage höher und der Anteil der Eisen-Zink-Legierungsschicht größer wird⁶⁾. Im Rahmen der Untersuchungen über das Feuerverzinken von Draht sollte

*) Vorgelesen auf der 28. Vollsitzung des Ausschusses für Drahtverarbeitung am 13. Juli 1966 in Düsseldorf.

***) Gemeinschaftsausschuß des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute, der Deutschen Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung und Oberflächenbehandlung e. V., der Fachvereinigung Draht e. V. und des Verbandes Deutscher Feuerverzinkerinnen.

¹⁾ Horstmann, D.: Stahl u. Eisen 86 (1966) S. 1481/86 (Mitt. Max-Planck-Inst. Eisenforsch., Abh. 1081, Aussch. Drahtverarbeitung 122 u. Gemeinschaftsaussch. Verzinken 53).

²⁾ Horstmann, D.: Stahl u. Eisen 86 (1966) S. 1732/41 (Mitt. Max-Planck-Inst. Eisenforsch., Abh. 1083, Aussch. Drahtverarbeitung 123 u. Gemeinschaftsaussch. Verzinken 54).

³⁾ Horstmann, D.: Stahl u. Eisen 78 (1958) S. 1456/62 (Mitt. Max-Planck-Inst. Eisenforsch., Abh. 782, Aussch. Drahtverarbeitung 83 u. Gemeinschaftsaussch. Verzinken 30).

⁴⁾ Horstmann, D.: Stahl u. Eisen 79 (1959) S. 1002/05 (Mitt. Max-Planck-Inst. Eisenforsch., Abh. 819, Aussch. Drahtverarbeitung 84 u. Gemeinschaftsaussch. Verzinken 34).

⁵⁾ Pügel, W., u. R. Stenkhoff: Stahl u. Eisen 64 (1944) S. 720/25.

⁶⁾ Krautmacher, H., u. P. Funke jun.: Stahl u. Eisen 85 (1965) S. 1713/22 (Aussch. Drahtverarbeitung 119 u. Gemeinschaftsaussch. Verzinken 51).

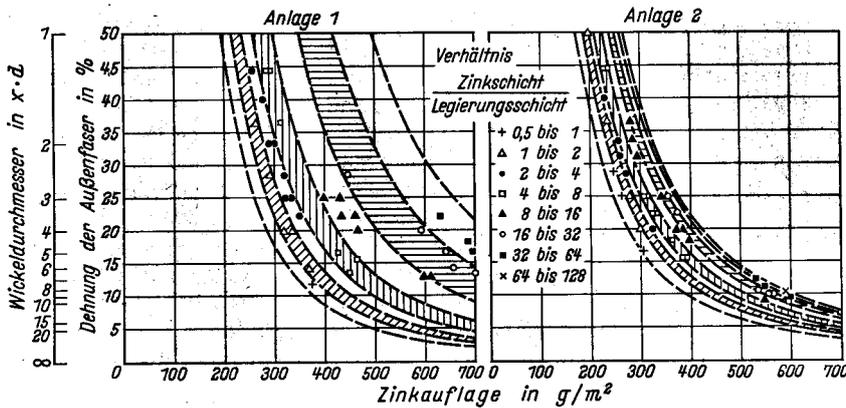


Bild 1. Einfluß der Zinkauflage und des Verhältnisses von Zinkschicht zur Legierungsschicht auf das erste Anreißen des Zinküberzuges eines geglähten Drahtes aus einem unberuhigten Siemens-Martin-Stahl

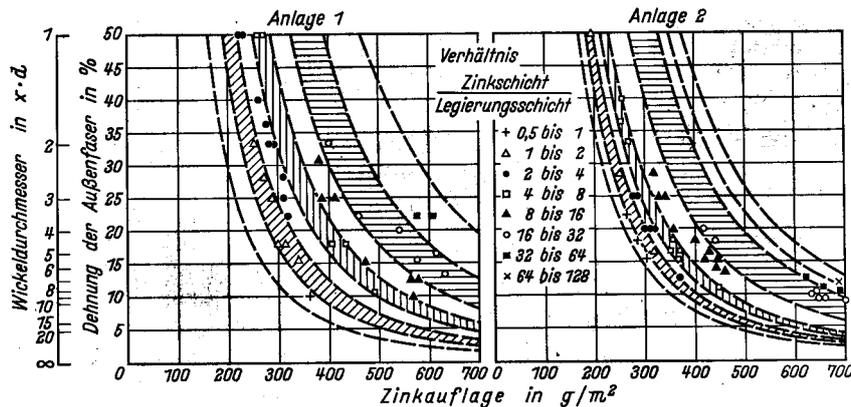


Bild 2. Einfluß der Zinkauflage und des Verhältnisses von Zinkschicht zur Legierungsschicht auf das erste Anreißen des Zinküberzuges eines geglähten Drahtes aus einem unberuhigten Thomasstahl

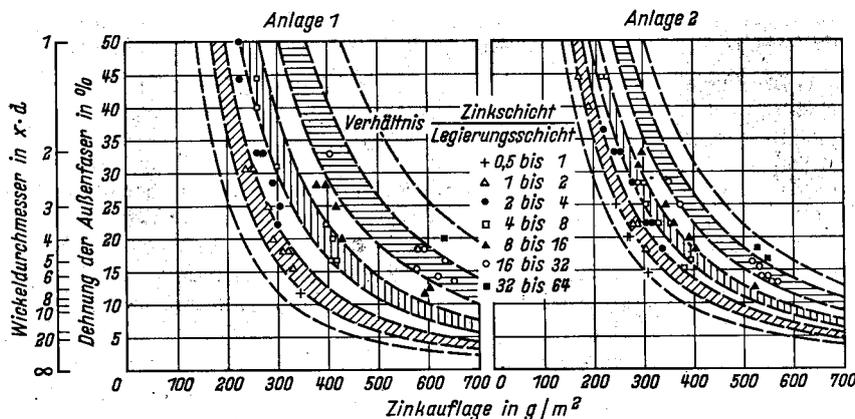


Bild 3. Einfluß der Zinkauflage und des Verhältnisses von Zinkschicht zur Legierungsschicht auf das erste Anreißen des Zinküberzuges eines geglähten Drahtes aus Stahl mit erhöhtem Korrosionswiderstand

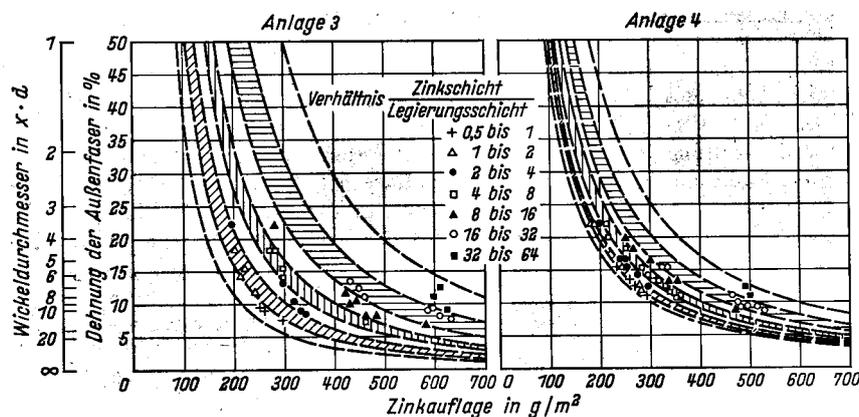


Bild 4. Einfluß der Zinkauflage und des Verhältnisses von Zinkschicht zur Legierungsschicht auf das erste Anreißen des Zinküberzuges eines hart gezogenen Drahtes aus unberuhigtem Siemens-Martin-Stahl

versucht werden, die Vorgänge, die das Haften des Zinküberzuges beeinflussen, weiter aufzuklären.

Die Untersuchungen wurden mit 2 mm dicken Drähten durchgeführt. Als Versuchswerkstoffe standen geglähter unberuhigter Siemens-Martin-Stahldraht D6-2, geglähter unberuhigter Thomas-Stahldraht D5-1, geglähter Draht aus Stahl mit erhöhtem Korrosionswiderstand, hart gezogener unberuhigter Siemens-Martin-Stahldraht D6-2, hart gezogener unberuhigter Thomas-Stahldraht D5-1, hart gezogener Draht aus Stahl mit erhöhtem Korrosionswiderstand, patentiert gezogener Stahldraht D45-2 (Härte 4) und patentiert gezogener Stahldraht D65-2 (Härte 6) zur Verfügung. Die chemische Zusammensetzung dieser Drahtwerkstoffe ist in *Tafel 1* wiedergegeben. Alle Drähte wurden jeweils auf zwei Anlagen parallel zueinander verzinkt, und zwar die geglähten Drähte auf einer Crapo-Anlage (Anlage 1) und auf einer Anlage mit elektrolytischer Nachreinigung des Drahtes nach dem Beizen (Anlage 2). Die hart und patentiert gezogenen Drähte wurden auf einer Anlage mit alkalischer Entfettung nach einem kurzzeitigen Erwärmen in einem Bleibad auf etwa 400 °C (Anlage 3) und auf einer anderen ohne alkalische Entfettung, dafür aber mit elektrolytischer Nachreinigung verzinkt (Anlage 4). Durch Änderung der Verzinkungsbedingungen, also der Tauchdauer, der Durchlaufgeschwindigkeit und der Temperatur des Zinkbades, war es möglich, Zinkauflagen zwischen etwa 160 und 700 g/m² herzustellen. Das Verhältnis der Dicke der Zinkschicht zur Dicke der Eisen-Zink-Legierungsschicht war dementsprechend sehr unterschiedlich und schwankte zwischen etwa 0,5 und 70. Die mechanischen Eigenschaften der Drähte änderten sich entsprechend den jeweiligen Verzinkungsbedingungen.

Von den verzinkten Drähten wurden Proben entnommen, die zur Untersuchung der Haftung des Zinküberzuges um Dorne mit verschiedenem Durchmesser gewickelt wurden. Dabei wurde der Dorndurchmesser bestimmt, bei dem der Zinküberzug gerade einreißt. Die bisher übliche Einteilung nach Drähten mit glatter und rauher Oberfläche des Zinküberzuges, mit leichten oder starken Rissen im Zinküberzug und nach Drähten, bei denen der Zinküberzug abblättert, wenn sie um einen bestimmten Dorn gewickelt werden, wurde bei dieser Untersuchung nicht angewendet, da eine solche Einteilung nur eine verhältnismäßig grobe Einstufung zuläßt. Das für das Verhalten des Zinküberzuges sehr wichtige Verhältnis von Zinkschicht zur Legierungsschicht wurde aus den Werten

berechnet, die sich durch Extrapolation der Geraden für die Zunahme der Zinkauflage mit der Tauchdauer auf die Tauchdauer Null für beide Schichten ergeben²⁾, da diese Werte leichter zugänglich sind als die sich aus mikroskopischen Messungen ergebenden Dicken der beiden Schichten. Allerdings ist dabei zu beachten, daß die Dicke der Legierungsschicht bei sehr kurzen Tauchzeiten etwas dicker ist, als sich aus der Extrapolation ergibt, da diese Schicht während des Abkühlens nach dem Verzinken nachwächst, was sich hier stärker bemerkbar macht. Daher sind die später bei dieser Untersuchung verwendeten Verhältniszahlen von Zinkschicht zu Legierungsschicht bei Werten über etwa 20 zu hoch, doch spielt diese Ungenauigkeit für die aus den Ergebnissen abzuleitenden Schlußfolgerungen über das Haften von Zinküberzügen auf Drähten keine entscheidende Rolle.

Durch diese Untersuchungen konnten die Betriebserfahrungen und die Beobachtungen von H. Krautmacher und P. Funke⁶⁾ bestätigt werden, daß dickere Zinküberzüge und Zinküberzüge mit einem größeren Anteil an der Eisen-Zink-Legierungsschicht leichter beim Wickeln einreißen oder ablättern als dünnere mit nur einem geringen Anteil an der Legierungsschicht. Auch bei den hier erörterten Versuchen zeigten die um ihren eigenen Durchmesser gewickelten Drähte bei einer Zinkauflage von 260 g/m² und einem Verhältnis von Zinkschicht zu Legierungsschicht von 1 im Zinküberzug grobe Risse, der zum Teil vom Draht ablätterte. Bei der gleichen Zinkauflage und einem Verhältnis von 4 waren dagegen nur leichte Risse im Zinküberzug zu finden. Wurde die Zinkauflage auf 320 g/m² gesteigert, so blätterte der Zinküberzug auch bei einem Verhältnis von 4 ab. Bei einem Verhältnis von 8 und einer Auflage von 310 g/m² riß der Zinküberzug dagegen nur leicht ein. Bei sehr hohen Zinkauflagen von 570 g/m² riß der Zinküberzug auch bei einem Verhältnis von 20 stark ein und blätterte teilweise ab. Dabei verhielten sich die verschiedenen Drahtgüten allerdings unterschiedlich, wie aus den Erfahrungen in den Betrieben bekannt ist und wie die vorangegangenen eigenen Untersuchungen^{3) 4)} bereits gezeigt haben. So waren bei annähernd gleicher Zinkauflage von 260 bis 280 g/m² und einem Verhältnis der Zinkschicht zur Legierungsschicht von 4 nach dem Wickeln der hart gezogene Draht aus dem unbehüteten weichen Siemens-Martin-Stahl am schlechtesten, die Drähte aus dem Stahl 1 mit erhöhtem Korrosionswiderstand und aus D 65-2 dagegen am besten.

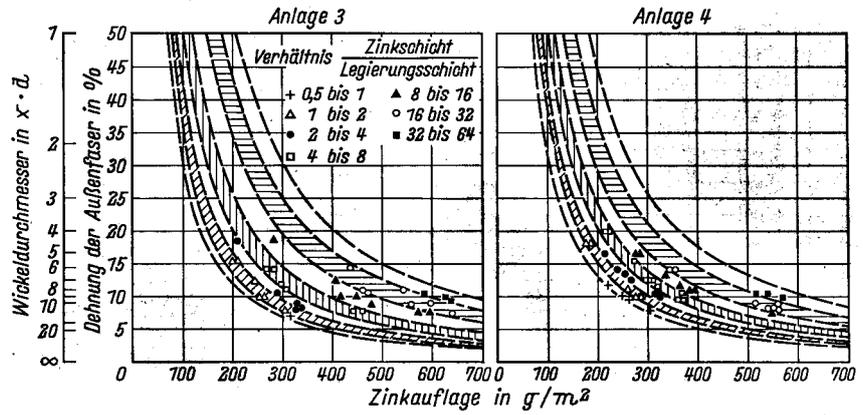


Bild 5. Einfluß der Zinkauflage und des Verhältnisses von Zinkschicht zur Legierungsschicht auf das erste Anreißen des Zinküberzuges eines hart gezogenen Drahtes aus Thomasstahl

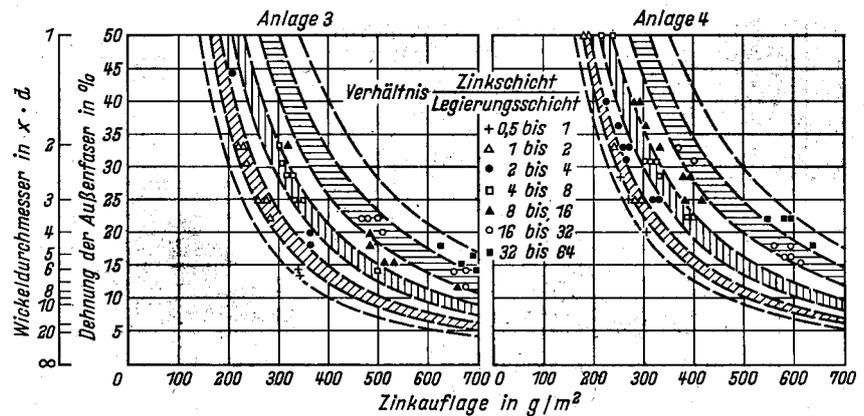


Bild 6. Einfluß der Zinkauflage und des Verhältnisses von Zinkschicht zur Legierungsschicht auf das erste Anreißen des Zinküberzuges eines hart gezogenen Drahtes aus Stahl mit erhöhtem Korrosionswiderstand

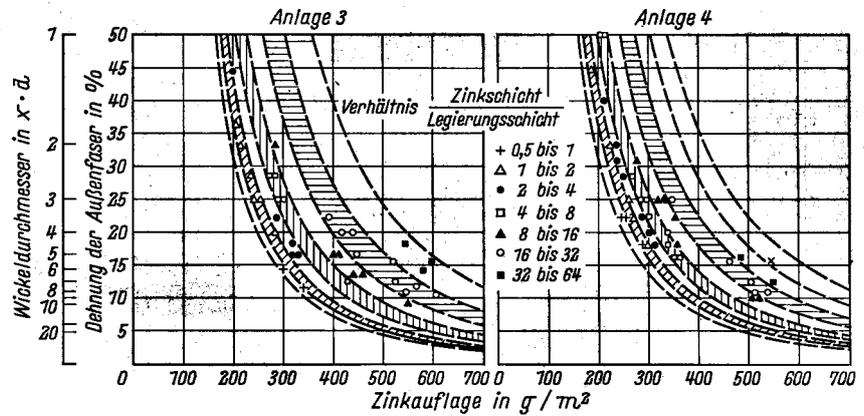


Bild 7. Einfluß der Zinkauflage und des Verhältnisses von Zinkschicht zur Legierungsschicht auf das erste Anreißen des Zinküberzuges eines patentiert gezogenen Drahtes aus D 45-2

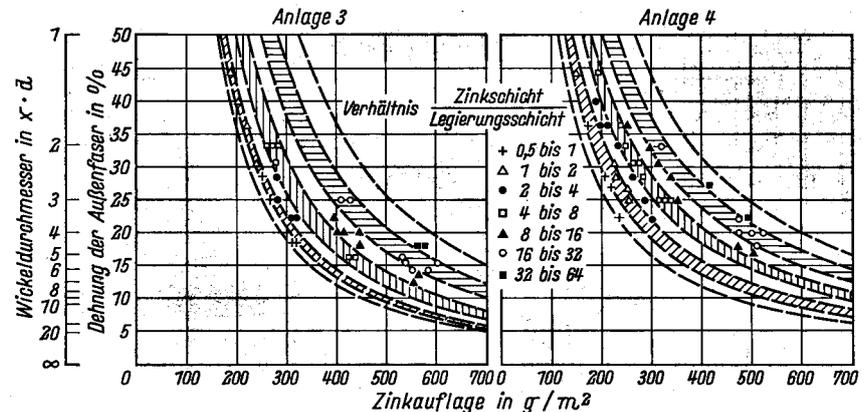


Bild 8. Einfluß der Zinkauflage und des Verhältnisses von Zinkschicht zur Legierungsschicht auf das erste Anreißen des Zinküberzuges eines patentiert gezogenen Drahtes aus D 65-2

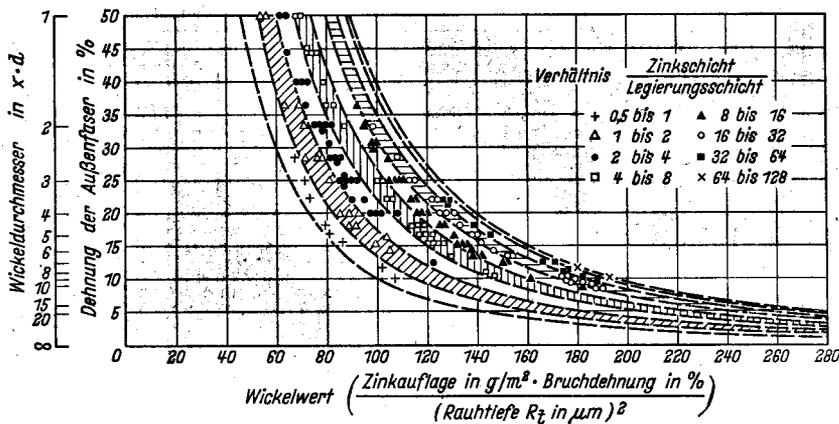


Bild 9. Einfluß des Wickelwertes auf das erste Anreißen des Zinküberzuges auf geglähten Drähten aus unberuhigtem Siemens-Martin- und Thomasstahl

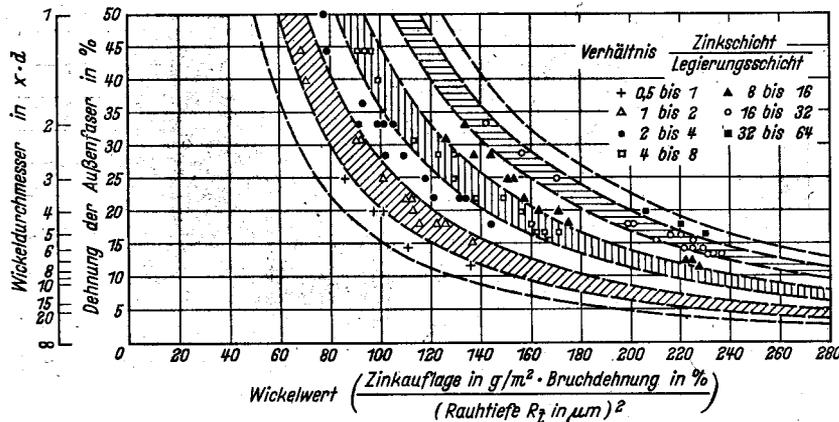


Bild 10. Einfluß des Wickelwertes auf das erste Anreißen des Zinküberzuges auf geglähtem Draht aus Stahl mit erhöhtem Korrosionswiderstand

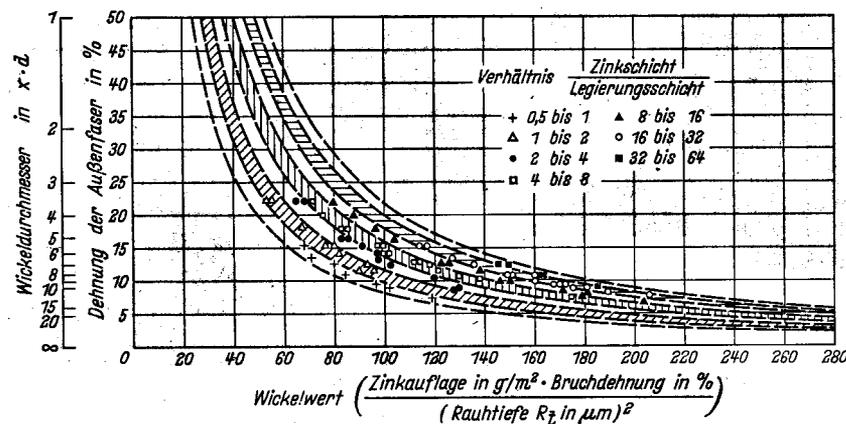


Bild 11. Einfluß des Wickelwertes auf das erste Anreißen des Zinküberzuges auf einem hart gezogenen Draht aus unberuhigtem Siemens-Martin-Stahl

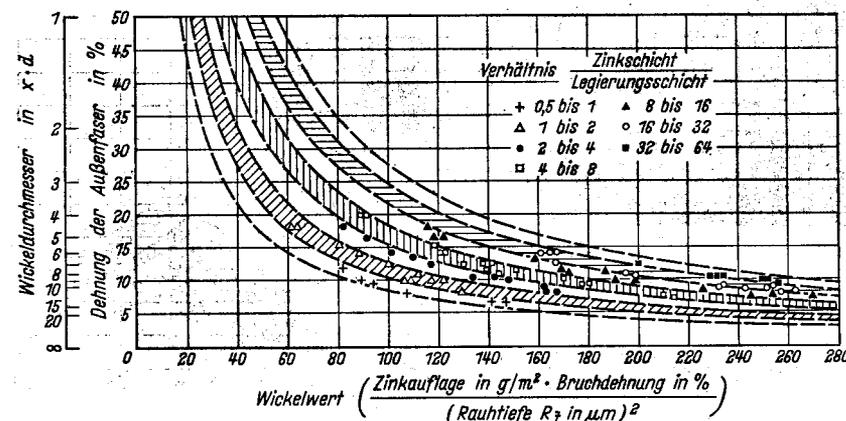


Bild 12. Einfluß des Wickelwertes auf das erste Anreißen des Zinküberzuges auf einem hart gezogenen Draht aus unberuhigtem Thomasstahl

Ein tiefergehender Einblick in die vorliegenden Verhältnisse läßt sich dadurch gewinnen, daß man die Dehnung der Außenfaser, die beim Wickeln nötig ist, um einen ersten Anriß im Zinküberzug zu erzeugen, in Abhängigkeit von der Zinkauflage für die verschiedenen Verhältnisse von Zinkschicht zu Legierungsschicht aufträgt (Bilder 1 bis 8). Diese Dehnung läßt sich leicht aus dem Wickeldurchmesser berechnen⁷⁾, der als Anhalt jeweils mit angegeben ist. Man erhält auf diese Weise eine mit der Zinkauflage abfallende Kurvenschar, die die einzelnen Bereiche mit verschiedenem Verhältnis von Zinkschicht zu Legierungsschicht voneinander abgrenzen. Die Bilder zeigen deutlich, wie stark der Einfluß der Zinkauflage und des Verhältnisses von Zinkschicht zu Legierungsschicht auf das Einreißen und Haften des Zinküberzuges beim Wickeln ist. Bei einem Vergleich der Bilder untereinander stellt sich heraus, daß die Lage und der Verlauf der eingezeichneten Abgrenzungskurven nicht nur bei den einzelnen Drahtgütern sehr unterschiedlich ist, sondern daß diese Unterschiede auch bei dem gleichen Draht auftreten, wenn er auf zwei verschiedenen Anlagen verzinkt wird. Vergleicht man zunächst nur die Ergebnisse bei dem auf den Anlagen 1 und 2 verzinkten, geglähten, unberuhigten, weichen Siemens-Martin-Stahldraht (Bild 1), so sieht man, daß die Grenzkurven bei den auf Anlage 1 verzinkten Drähten wesentlich weiter voneinander entfernt sind als bei den auf Anlage 2 verzinkten Drähten. In allen Fällen lassen sich die auf Anlage 1 verzinkten Drähte um einen engeren Durchmesser ohne einzureißen wickeln als die auf der Anlage 2 verzinkten, was sich besonders stark bei Drähten mit einem großen Verhältnis von Zinkschicht zu Legierungsschicht bemerkbar macht. Ähnlich große Unterschiede findet man auch bei dem hart gezogenen, auf den Anlagen 3 und 4 verzinkten, unberuhigten, weichen Siemens-Martin-Stahldraht (Bild 4). Dagegen sind sie bei den anderen Drahtgütern weniger deutlich ausgeprägt (Bilder 2, 3 und 5 bis 8). Danach müssen bei bestimmten Drahtgütern, wie hier z. B. bei dem unberuhigten weichen Siemens-Martin-Stahldraht, anlagentechnische Voraussetzungen erfüllt sein, um ein gutes Verhalten des Zinküberzuges beim Wickeln zu erreichen. Bei anderen Drahtgütern treten diese Voraussetzungen dagegen nicht so stark in Erscheinung. Vergleicht man Lage und Verlauf der Grenzkurven bei den verschiedenen Drahtgütern, so zeigt sich, daß diese bei den hart gezogenen Drähten aus unberuhigtem weichem Siemens-Martin-Stahl und aus unbe-

⁷⁾ Bablik, H.: Das Feuerverzinken. Wien 1941; s. bes. S. 145.

ruhigtem weichem Thomasstahl am steilsten abfallen und am tiefsten liegen, also der Zinküberzug hier besonders leicht beim Wickeln einreißt. Dieser Befund steht im Einklang mit Betriebserfahrungen, wonach bei Drähten dieser Art die in den Normen geforderten Zinkauflagen bei gleichzeitig guter Haftung des Zinküberzuges nur mit erheblichen Schwierigkeiten erreicht werden.

In den Bildern 1 bis 8 sind einzelne Verhältnissbereiche von Zinkschicht zu Legierungsschicht schraffiert eingezeichnet. Der schräg schraffierte Bereich der Verhältnisse von 1 bis 2, also mit einem Anteil der Legierungsschicht von 33 bis 50% am Gesamtüberzug, deutet dabei den Bereich an, in dem bei der heutigen Verzinkungsweise im allgemeinen gearbeitet wird. Durch Verbesserung der Arbeitsweise, vor allem durch Verkürzen der Tauchdauer und Erhöhen der Durchlaufgeschwindigkeit, dürfte es jedoch möglich sein, auch auf den heute gebräuchlichen Verzinkungsanlagen den senkrecht schraffierten Bereich mit Verhältnissen von 4 bis 8 zu erreichen. Wie die Bilder zeigen, läßt sich mit Anteilen der Legierungsschicht von etwa 10 bis 20% die Haftung des Zinküberzuges deutlich verbessern. Einer weiteren Steigerung des Verhältnisses von Zinkschicht zu Legierungsschicht sind jedoch dadurch Grenzen gesetzt, daß Schwingungen des Drahtes beim Verlassen des Zinkbades ein gleichmäßiges Verlaufen der mitgerissenen Zinkschmelze behindern. Nur bei besonderen anlagentechnischen Voraussetzungen, die auch bei sehr hohen Durchlaufgeschwindigkeiten einen schwingungsfreien Lauf des Drahtes gewährleisten, kann das Verhältnis von Zinkschicht zu Legierungsschicht weiter so gesteigert werden, wie es dem waagrecht schraffierten Bereich entspricht⁸⁾. Die dadurch bedingte bessere Haftung des Zinküberzuges läßt sich aus den Bildern 1 bis 8 ablesen.

Die bei den einzelnen Anlagen gefundenen verschiedenen Ergebnisse zeigen, daß neben der Zinkauflage und dem Aufbau des Zinküberzuges noch andere Eigenschaften des Drahtes das Haften beeinflussen. In einer früheren Untersuchung über das Haften von Zinküberzügen auf Feinblechen konnte festgestellt werden, daß das Dehnungsverhalten des Grundwerkstoffes eine entscheidende Rolle spielt⁹⁾. Dort reißt ein Zinküberzug mit einer Eisen-Zink-Legierungsschicht der Art, wie sie auch bei den verzinkten Drähten vorliegt, um so leichter bei einer Verformung ein,

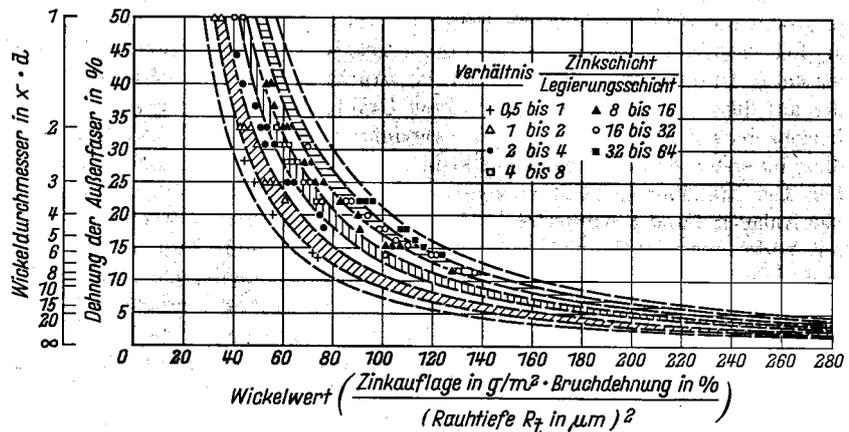


Bild 13. Einfluß des Wickelwertes auf das erste Anreißen des Zinküberzuges auf einem hart gezogenen Draht aus Stahl mit erhöhtem Korrosionswiderstand

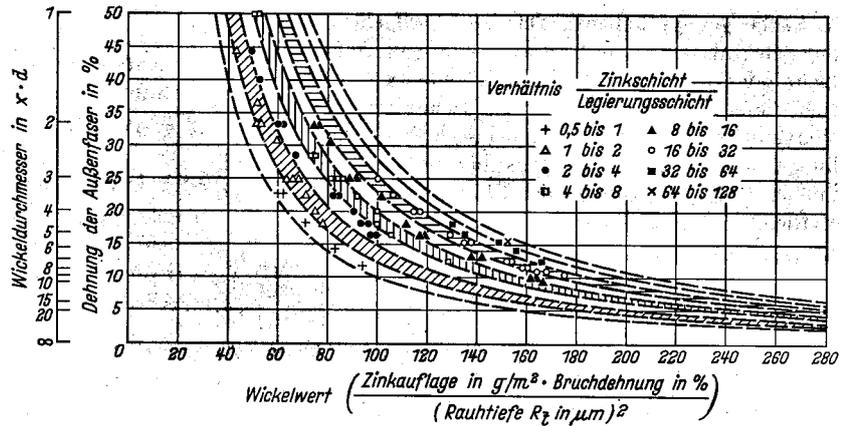


Bild 14. Einfluß des Wickelwertes auf das erste Anreißen des Zinküberzuges auf einem patentiert gezogenen Draht aus D 45-2

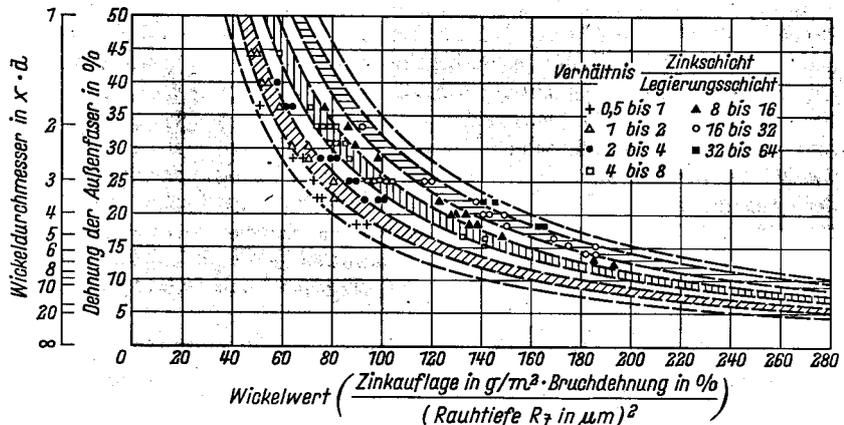


Bild 15. Einfluß des Wickelwertes auf das erste Anreißen des Zinküberzuges auf einem patentiert gezogenen Draht aus D 65-2

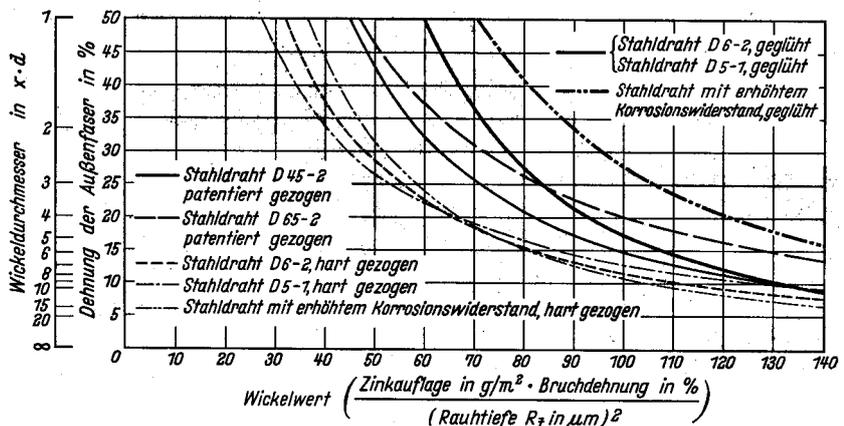


Bild 16. Vergleich des ersten Anreißen von Zinküberzügen mit einem Verhältnis der Zinkschicht zur Legierungsschicht von 2:1 auf verschiedenen Drähten

⁸⁾ Zastera, A.: Draht 17 (1966) S. 111/16.
⁹⁾ Horstmann, D.: Stahl u. Eisen 83 (1963) S. 1467/77 (Mitt. Max-Planck-Inst. Eisenforsch., Abh. 955, Kaltwalzaussch. 98 u. Gemeinschaftsaussch. Verzinken 45).

je größer die Bruchdehnung des Grundwerkstoffes ist. Die an Feinblechen gewonnenen Erkenntnisse gelten auch für verzinkte Drähte, denn ein Vergleich der Bruchdehnungen der auf den Anlagen 1 und 3 verzinkten Drähte mit denjenigen der auf den Anlagen 2 und 4 verzinkten zeigt, daß diese im ersten Fall im allgemeinen kleiner sind als im zweiten. Der Zinküberzug reißt dementsprechend bei den auf den Anlagen 2 und 4 verzinkten Drähten häufig bei geringeren Verformungsgraden ein als bei den auf den Anlagen 1 und 3 verzinkten. Das verschiedene Dehnungsverhalten des Drahtwerkstoffes ist durch die Dauer der Wärmewirkung beim Verzinken und durch verschiedene Abkühlungsbedingungen nach dem Glühen bedingt, wie bereits eingehend erläutert worden ist¹⁾.

Neben dem Dehnungsverhalten des Drahtwerkstoffes ist auch die Oberflächenrauheit des Drahtes von Einfluß, wie die von W. Püngel und R. Stenkhoff durchgeführten Versuche gezeigt haben⁵⁾. Da die Oberflächenrauheit der auf den Anlagen 1 und 3 sowie 2 und 4 verzinkten Drähte mehr oder weniger große Unterschiede zeigt²⁾, überlagert sich dieser Einfluß mit dem des Dehnungsverhaltens des Werkstoffes. Wenn man daher diese anlagebedingten Wirkungen auf das Haften des Zinküberzuges ausschließen will, müssen beide in den Kreis der Überlegungen eingeschlossen werden.

Berücksichtigt man bei der Auswertung der Versuchsergebnisse diese beiden Einflußgrößen, so erhält man für die auf den verschiedenen Anlagen verzinkten Drähte für jede Drahtgüte eine gemeinsame Abhängigkeit für das Verhalten des Zinküberzuges beim Wickeln, wenn man die für das erste Einreißen benötigte Dehnung der Außenfaser gegen einen als Wickelwert bezeichneten Ausdruck aufträgt (*Bilder 9 bis 15*). Dieser Wickelwert ist, wie in den Bildern in Klammern angegeben, das Produkt aus Zinkauflage und Bruchdehnung, das durch das Quadrat der Oberflächenrauheit geteilt wird. Die Bilder zeigen bei dieser Art der Darstellung für die einzelnen Drahtgüten ähnlich verlaufende Kurvenscharen, die die verschiedenen Verhältnisse von Zinkschicht zu Legierungsschicht voneinander abgrenzen, wie bei der bereits besprochenen Darstellung der Dehnung der Außenfaser in Abhängigkeit von der Zinkauflage. Für die Drähte aus dem geblühten unberuhigten Siemens-Martin-Stahl und dem unberuhigten Thomasstahl gelten, wie *Bild 9* zeigt, die gleichen Grenzkurven. Vergleicht man

die einzelnen Bilder untereinander, so findet man, daß die Kurvenscharen für die geblühten Drähte am weitesten rechts, also bei höheren Wickelwerten, die für die hart gezogenen Drähte bei kleinen Wickelwerten am weitesten links liegen. Die Kurven für die patentiert gezogenen Drähte verlaufen dazwischen. Ein besserer Vergleich ist möglich, wenn man nur eine dieser Grenzkurven für ein bestimmtes Verhältnis von Zinkschicht zu Legierungsschicht betrachtet, wie in *Bild 16* für das Verhältnis von 2:1, das die zwischen den einzelnen Drähten bestehenden Unterschiede deutlicher erkennen läßt. Die Ursache dafür dürfte darin zu suchen sein, daß das Dehnungsverhalten der hier bedeutsamen oberflächennahen Schichten durch die Bruchdehnung des Drahtes nur unvollkommen gekennzeichnet wird und nur bei gleichartigen Drähten die an der Drahtoberfläche vorliegenden Verhältnisse durch diese leichter zugängliche Meßgröße vergleichbar erfaßt werden. Im Draht noch vom Ziehen vorhandene oder beim Aufwickeln des Drahtes nach dem Verzinken neu entstandene Eigenspannungen mögen ebenfalls zu diesen Unterschieden zwischen den einzelnen Drahtgüten beitragen.

* * *

Der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen e. V., der Fachvereinigung Draht und den an den Versuchen beteiligten Drahtwerken sei auch an dieser Stelle für die Förderung der Untersuchungen bestens gedankt.

Zusammenfassung

Untersuchungen über das Haften von Zinküberzügen auf geblühten, hart und patentiert gezogenen Drähten haben ergeben, daß ein Zinküberzug um so leichter beim Wickeln einreißt, je dicker der Zinküberzug und je größer der im Zinküberzug vorhandene Anteil an der Eisen-Zink-Legierungsschicht ist. Wird der gleiche Draht auf verschiedenen Anlagen verzinkt, so können in der Haftung des Zinküberzuges deutliche Unterschiede auftreten, die dadurch bedingt sind, daß das Dehnungsverhalten und die Oberflächenrauheit des Drahtes anders ist. Unterschiede bei verschiedenen Drahtgüten dürften darauf zurückzuführen sein, daß das Dehnungsverhalten in den oberflächennahen Schichten des Drahtes nicht gleich ist. Außerdem scheint es möglich zu sein, daß Eigenspannungen im Draht die Haftung des Zinküberzuges beeinflussen.