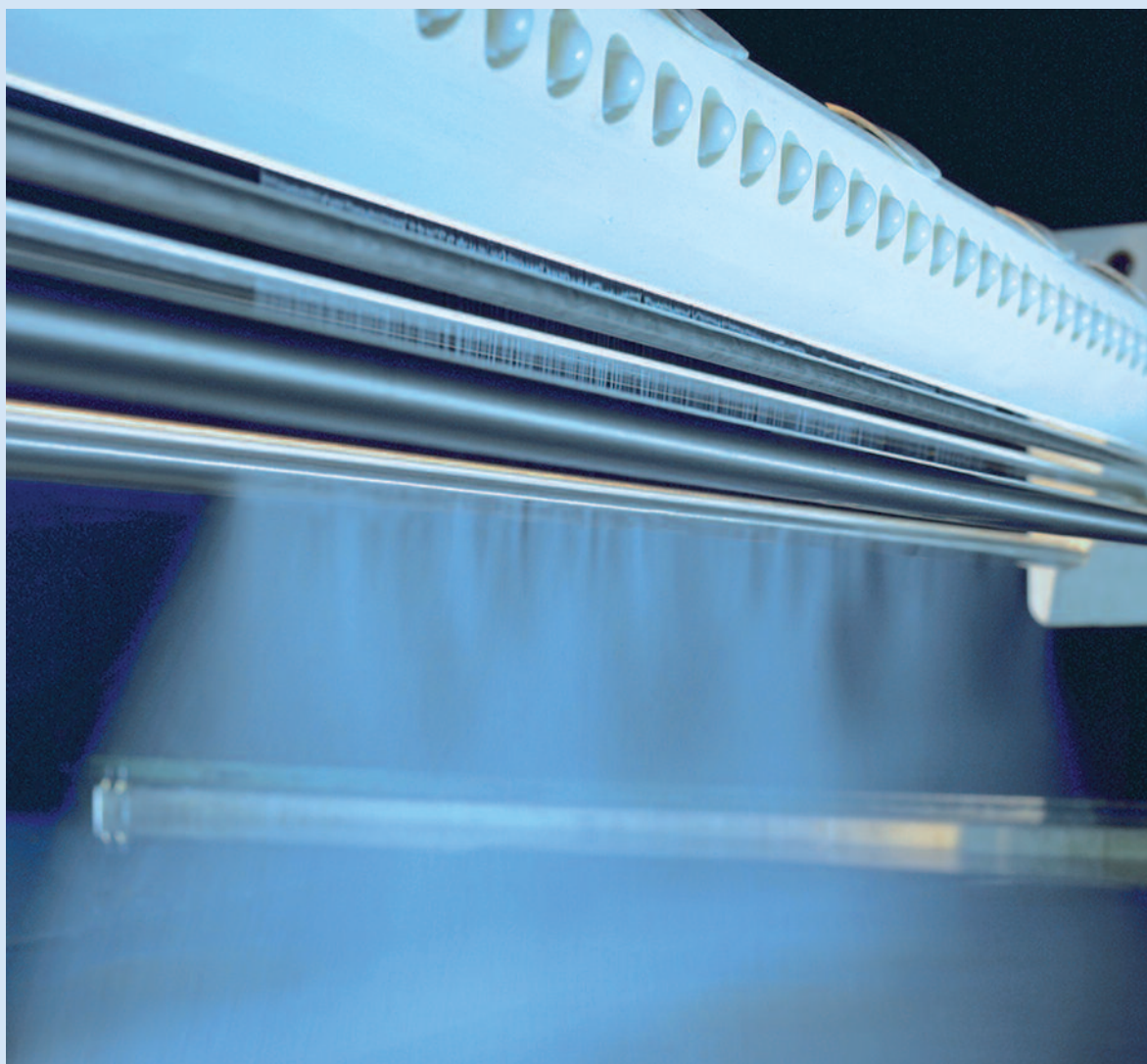


Merkblatt 127

Beölung von Feinblech in Band und Tafeln



Stahl-Informations-Zentrum

Das Stahl-Informations-Zentrum ist eine Gemeinschaftsorganisation Stahl erzeugender und verarbeitender Unternehmen. Markt- und anwendungsorientiert werden firmenneutrale Informationen über Verarbeitung und Einsatz des Werkstoffs Stahl bereitgestellt.

Verschiedene **Schriftenreihen** bieten ein breites Spektrum praxisnaher Hinweise für Konstrukteure, Entwickler, Planer und Verarbeiter von Stahl. Sie finden auch Anwendung in Ausbildung und Lehre.

Vortragsveranstaltungen schaffen ein Forum für Erfahrungsberichte aus der Praxis.

Messen und Ausstellungen dienen der Präsentation neuer Werkstoffentwicklungen und innovativer, zukunftsweisender Stahlanwendungen.

Als **individueller Service** werden auch Kontakte zu Instituten, Fachverbänden sowie Spezialisten aus Forschung und Industrie vermittelt.

Die **Pressearbeit** richtet sich an Fach-, Tages- und Wirtschaftsmedien und informiert kontinuierlich über neue Werkstoffentwicklungen und -anwendungen.

Das Stahl-Informations-Zentrum zeichnet besonders innovative Anwendungen mit dem **Stahl-Innovationspreis** (www.stahl-innovationspreis.de) aus. Er ist einer der bedeutendsten Wettbewerbe seiner Art und wird alle drei Jahre ausgelobt.

Die **Internet-Präsentation** (www.stahl-info.de) informiert über aktuelle Themen und Veranstaltungen und bietet einen Überblick über die Veröffentlichungen des Stahl-Informations-Zentrums. Publikationen können hier bestellt oder als PDF-Datei heruntergeladen werden. Anmeldungen zu Veranstaltungen sind ebenfalls online möglich.

Der **Newsletter** informiert Abonnenten per E-Mail über Neuerscheinungen, Veranstaltungen und Wissenswertes.

Titelbild:

Elektrostatische Beölung von Feinblech mittels Sprühnebel

Impressum

Merkblatt 127

„Beölung von Feinblech in Band und Tafeln“

Ausgabe 2006, ISSN 0175-2006

Herausgeber:

Stahl-Informations-Zentrum

Postfach 10 48 42, 40039 Düsseldorf

Autor:

Dipl.-Ing. Norbert Petsch

38304 Wolfenbüttel

Redaktion:

„Arbeitskreis schmelztauchveredeltes Blech und Band im Unterausschuss für Feinblech“ des Werkstoffausschusses des Stahlinstituts VDEh in Zusammenarbeit mit dem Stahl-Informations-Zentrum.

Die dieser Veröffentlichung zugrunde liegenden Informationen wurden mit größter Sorgfalt recherchiert und redaktionell bearbeitet. Eine Haftung ist jedoch ausgeschlossen.

Ein Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers und bei deutlicher Quellenangabe gestattet.

Inhalt

	Seite
1 Einleitung	3
2 Anforderungen an die Öle in den Verarbeitungsstufen ...	3
2.1 Feinblechherstellung	3
2.2 Presswerk	3
2.3 Rohbau und Lackiererei	3
3 Beölung von Band und Tafeln	4
3.1 Ölaufgaben und Ölverteilung in Feinblechcoils	7
3.2 Ölsorten beim Feinblechhersteller	7
4 Eigenschaften der Ölsorten ...	8
4.1 Korrosionsschutzöle	8
4.2 Prelubes	8
4.3 Hotmelts	8
4.4 Waschöle	8
5 Reinigung der Oberflächen ...	8
6 Schlussbetrachtungen	9
7 Literaturangaben	9

Mitglieder des Stahl-Informations-Zentrums:

- AG der Dillinger Hüttenwerke
- ArcelorMittal Bremen GmbH
- ArcelorMittal Commercial RPS S.à.r.l.
- ArcelorMittal Duisburg GmbH
- ArcelorMittal Eisenhüttenstadt GmbH
- Benteler Steel Tube GmbH
- Böllinghaus Steel GmbH
- Gebr. Meiser GmbH
- Georgsmarienhütte GmbH
- Outokumpu VDM GmbH
- Saarstahl AG
- Salzgitter AG
- ThyssenKrupp Bautechnik GmbH
- ThyssenKrupp Electrical Steel GmbH
- ThyssenKrupp Rasselstein GmbH
- ThyssenKrupp Steel Europe AG
- Wickeder Westfalenstahl GmbH

1 Einleitung

Kaltgewalzte sowie schmelztauch- und elektrolytisch veredelte Feinbleche werden zum Schutz vor Korrosion während der Lagerung und des Transports und vor mechanischer Beschädigung (z.B. Kratzer, Reiboxidation) in der Regel mit Korrosionsschutzölen eingeölt. Weiterentwickelte Korrosionsschutzöle, so genannte Prelubeöle, sollen beispielsweise in der automobilen Karosseriefertigung den Umformvorgang im Presswerk unterstützen. Bei komplexen Tiefziehteilen ist vor der Umformung eine zusätzliche, zum Teil partielle Beölung erforderlich. Diese kann weitgehend entfallen, wenn Trockenschmierstoffe, so genannte Hotmelts, eingesetzt werden. Außenhautteile sowie sichtbare Innenteile werden häufig beim Platinschneiden im Presswerk mit Waschölen gereinigt. Das Waschöl kann dabei als Umformhilfe dienen. Die verschiedenen Prozessschritte bis zur Karosserie Lackierung, die multifunktionelle Eigenschaften der Öle erforderlich machen, sind in **Abb. 1** dargestellt.

Schmierstoffe, die von der Feinblechherstellung bis zur Lackierung der Rohkarosserie die Oberfläche

schützen, müssen eine schmierstofftechnische Einheit bilden, d.h. kompatibel sein. Die von den Schmierstoffherstellern entwickelten Öle verbinden die Forderungen nach gutem Korrosionsschutz, Umformhilfe im Presswerk, Klebstoff- und KTL-Verträglichkeit sowie Entfernbarkeit. Sie müssen nach den Richtlinien der VDA-Prüfblätter 230-201 (Prelubeöl) [1], 230-202 (Hotmelt) [2] bzw. anderen Kundenspezifikationen freigegeben sein. In diesem Merkblatt werden die Anforderungen an die verschiedenen Ölarten sowie deren Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten behandelt.

2 Anforderungen an die Öle in den Verarbeitungsstufen

2.1 Feinblechherstellung

Die Öle müssen einsatzfähig sein für

- unterschiedliche Oberflächentexturen,
- einen homogenen Auftrag über Bandbreite und -länge auf der Ober- und Unterseite,
- hervorragenden Korrosionsschutz der diversen Feinblecharten,

- die Verarbeitung in Auftragsaggregaten wie elektrostatischen Einölmachines oder Walzenauftrags-einrichtungen.

Die Öle sollen ferner eine geringe Ablaufneigung aufweisen.

2.2 Presswerk

Die Öle müssen

- mit allen verwendeten Ölen kompatibel sein,
- eine gleichmäßige Ölaufgabe aufweisen,
- die Stapelfähigkeit gewährleisten,
- die Umformfähigkeit und damit die Prozesssicherheit verbessern,
- die Sauberkeit der Oberfläche gewährleisten.

2.3 Rohbau und Lackiererei

Die Öle müssen

- Transportfähigkeit, Lagerfähigkeit und Korrosionsschutz,
- Schweißfähigkeit,
- Klebbarkeit,
- Entfernbarkeit,
- Phosphatierbarkeit nach Reinigung,
- Lackierbarkeit nach Reinigung gewährleisten.

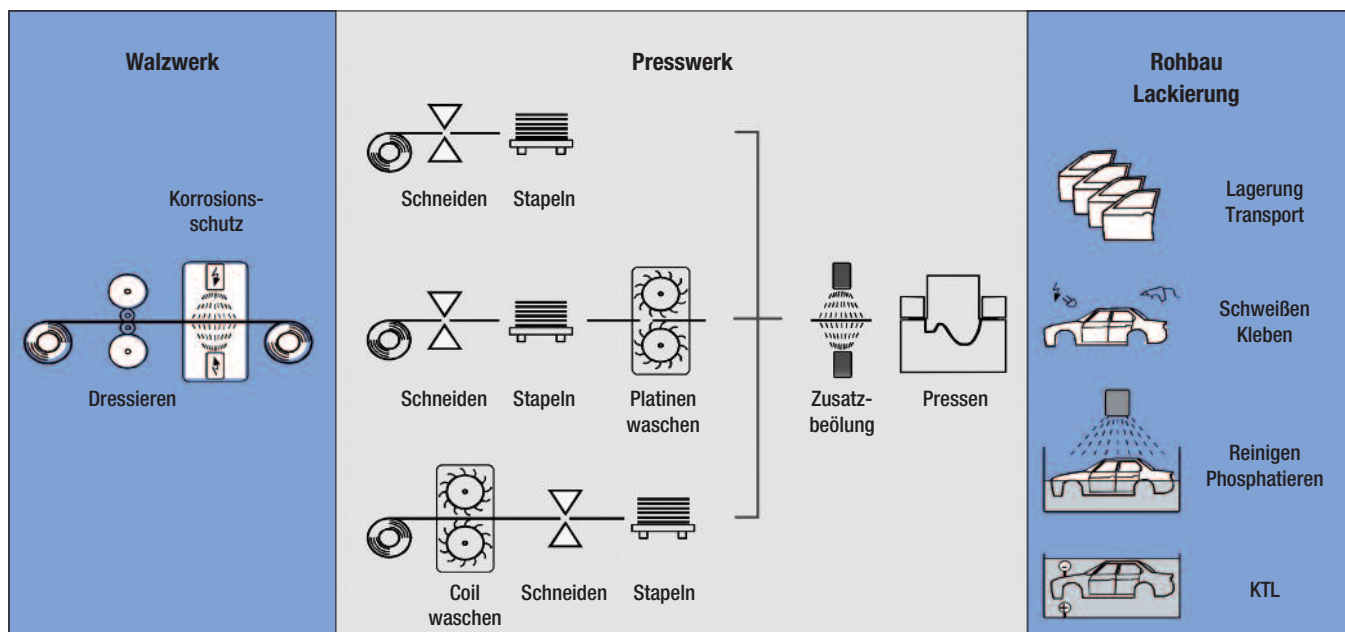


Abb. 1: Fertigungsprozess [3]

3 Beölung von Band und Tafeln

Die modernen Korrosionsschutzöle verlängern aufgrund ihrer erhöhten thixotropen Eigenschaften die Lagerzeiten. Unter Thixotropie wird die Fähigkeit von Stoffen verstanden, unter Verformungsdruck, z.B. beim Pressen, flüssiger zu werden.

Weiterentwickelte Korrosionsschutzöle (Prelubes) mit Zusätzen von Umformadditiven und Thixotropiebildnern verbessern die Ablaufhemmung, wodurch die erzielbaren Lagerzeiten verlängert und die Reibeigenschaften bei der Umformung optimiert werden.

Eine weitere Verbesserung dieser Effekte wird mit den Hotmelt-Produkten wegen ihrer grifffesten Oberflächenbeschaffenheit erreicht. Die Entwicklung der Ölsorten ist in **Abb. 2** dargestellt.

Die Korrosionsschutzöle mit niedrigen Anteilen von Thixotropiebildnern können mit Rollensystemen oder Airless-Sprühsystemen aufgebracht werden, **Abb. 3**. Wegen der höheren thixotropen Eigenschaften der Prelubes bzw. Hotmelts mit Paraffinteil-

chen ist ein wirtschaftliches Aufbringen z.B. beim Feinblechhersteller nur mittels elektrostatischer Einölsysteme möglich, **Abb. 3**. In diesen Aggregaten werden die Öle und die mit dem Öl in Kontakt kommenden Aggregatteile erwärmt und die elektrostatisch aufgeladenen Öltröpfchen auf die Blechoberfläche aufgebracht. Die feinen Öltröpfchen liegen zunächst nebeneinander auf der Oberfläche. Der homogene geschlossene Ölfilm bildet sich nach dem Aufwickeln bzw. Aufstapeln durch die Flächenpressung.

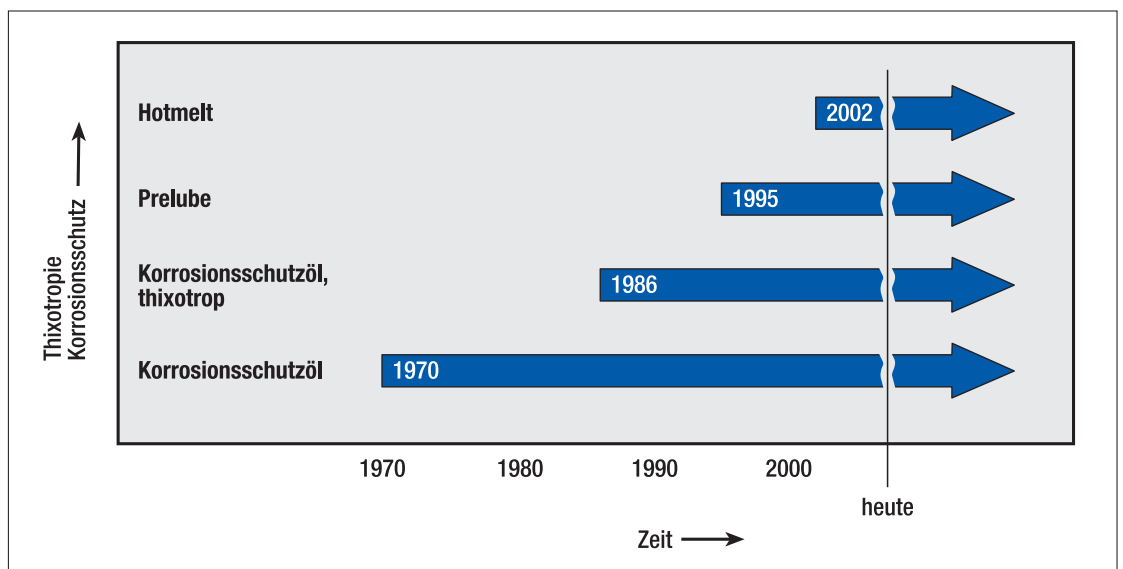
Die Bestimmung der Ölaufgabe unter dem Aspekt der Qualitätssicherung wird bei den Feinblechherstellern mit direkten oder indirekten Messverfahren durchgeführt, **Abb. 4**. Die Darstellung der Ölschichtauflage, ermittelt durch direkte Messung, zeigt **Abb. 5**. Bei dem UV-Fluoreszenzverfahren müssen die nicht unerheblichen Kosten für das Einlagern der UV-Partikel in die Ölmatrix beachtet werden.

Durch Messungen der Durchflussmenge und visuelle Kontrolle oder Durchstrahlen des Ölvorhangs mittels farbigen Lasers, **Abb. 6**, kann auch indirekt eine relativ sichere Annahme über die Ölverteilung auf der Blechoberfläche getroffen werden. Eine zusätzliche Offline-Messung sichert die Ölverteilung auf der Blechoberfläche ab.

Die Feinblechverarbeiter verlangen eine gleichmäßige Beölung über Blechlänge und -breite. Diese Forderung ist besonders bei Coillieferungen trotz thixotroper Öle nicht einfach zu erfüllen. Das Kaltband hat aus walztechnischen Gründen immer ein bombiertes, d.h. gewölbtes Profil, wodurch in der Bandmitte eine höhere Flächenpressung entsteht, die das Öl an die Ränder drückt. Dieser Effekt verstärkt sich durch längere Lagerzeiten und höhere Temperaturen. Da das Öl nach außen gedrückt wird, hat dieser Effekt keinen Einfluss auf den Korrosionsschutz während des Transports und der Lagerung, **Abb. 7**.

Eine wesentliche Verbesserung hinsichtlich einer gleichmäßigen Auflage ergibt die Beölung der Feinblechoberfläche mit Hotmelt-Produkten (Drylubes). Bei diesen Produkten, die grifffest sind, bleibt die Gleichmäßigkeit der Ölaufgabe auch nach längerer Lagerzeit erhalten. Es tritt kein Öl aus den Windungen bzw. Tafelstapeln aus.

Abb. 2: Entwicklung der Ölsorten; in Anlehnung an [4]



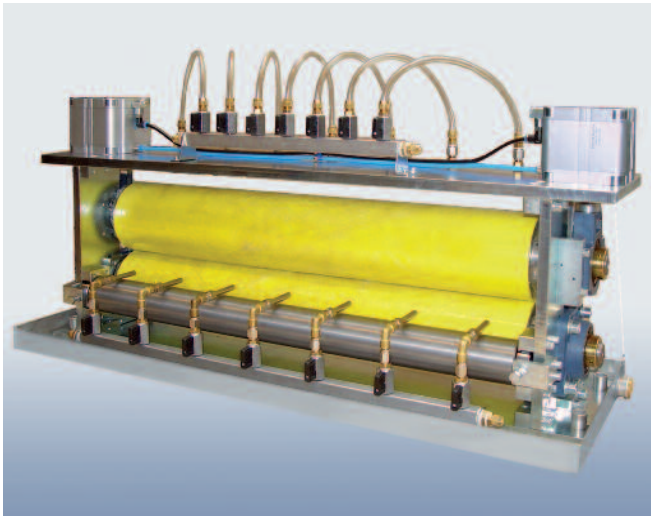


Abb. 3: Einölaggregate: Walzenbeölung (links oben) [5], Sprühbeölung (links unten) [5], elektrostatische Beölung mit Hotmelt-Inline-Vorrichtung (rechts oben) und elektrostatische Beölung mittels Sprühnebel (rechts unten)

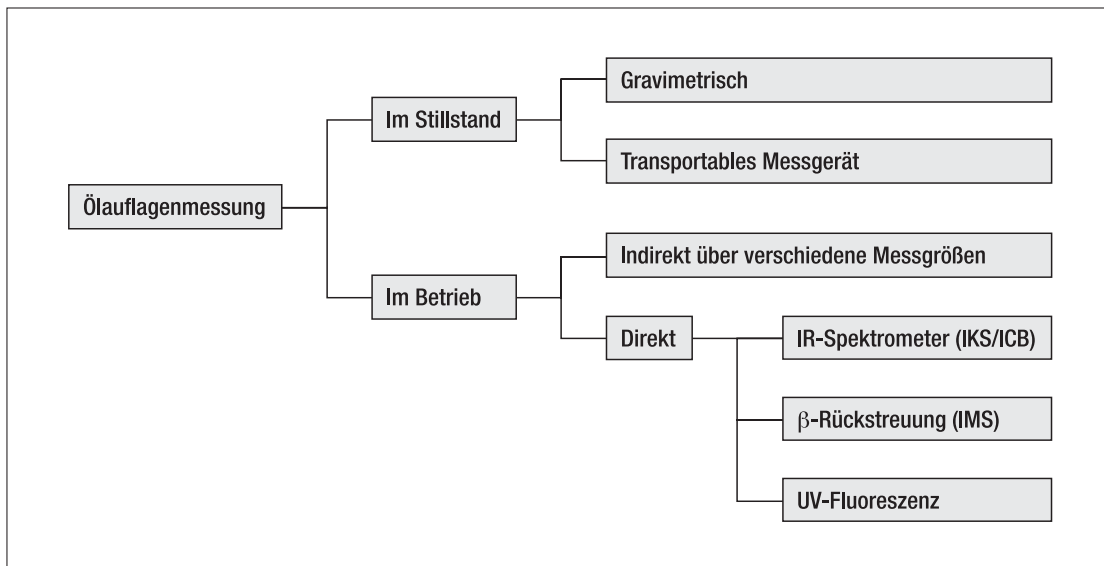


Abb. 4: Verfahren zur Bestimmung der Ölaufgabe [6]

Abb. 5:
Ölauflagen-
messung mittels
Amepe-System

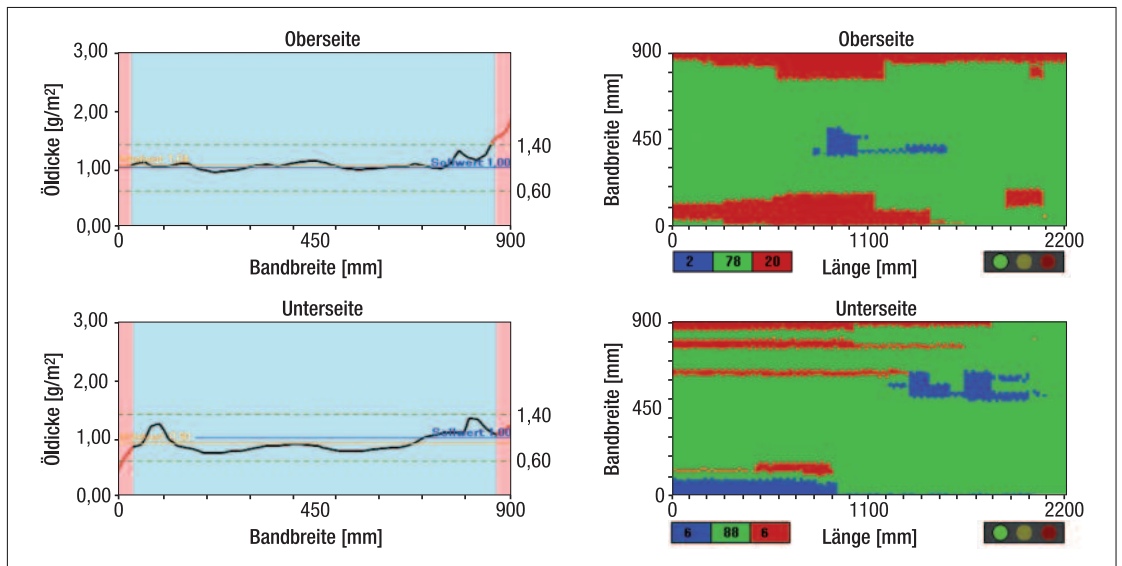


Abb. 6:
Lasermessung des
Ölvorhangs [6]

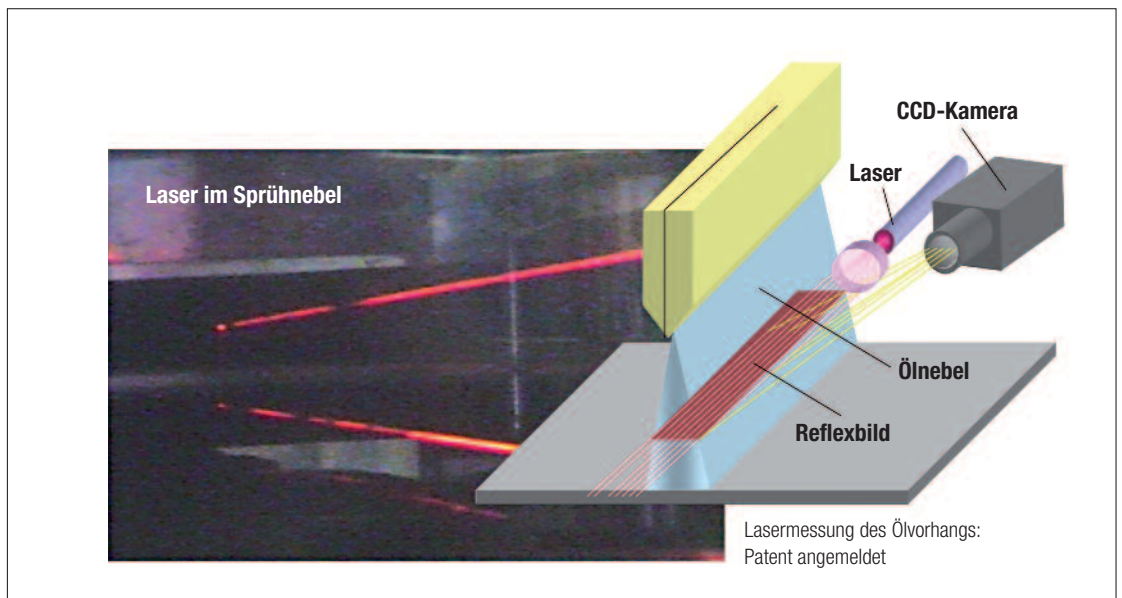
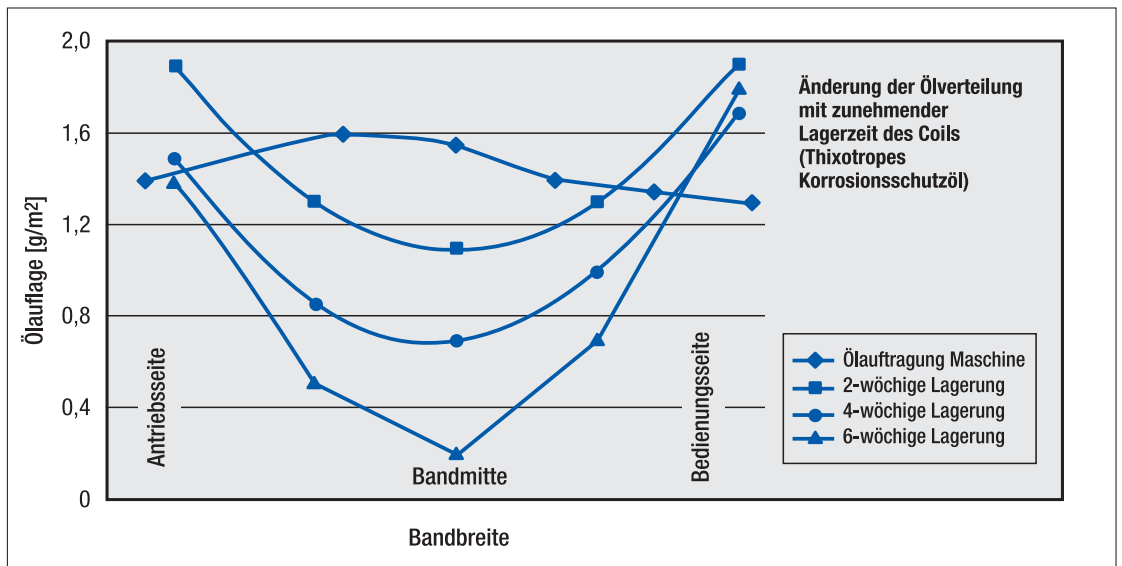


Abb. 7:
Ölverteilung folgt der
Bandbombierung –
Effekte der Beölung
über Lagerzeit; in
Anlehnung an [7]



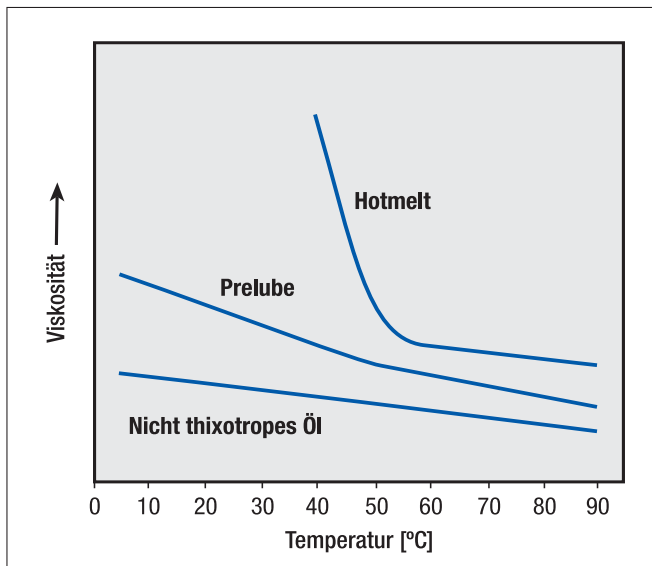


Abb. 8: Viskosität der Öle [8]

physikalische Einflussgrößen auf die Ölaufgabe ein. Diese Einflüsse sind umso größer, je höher die Ölfilmstärke ist. Bereits nach kurzer Lagerzeit kann Öl an den Stirnseiten des Bands herauslaufen. Im Extremfall kann das Coil in Abhängigkeit von der Art des Transports und der Lagerdauer auch ovalisieren.

Die unterschiedlichen Viskositäten, d.h. Zähigkeiten der Öle beschleunigen oder verzögern die unterschiedliche Ölverteilung. Nur bei den Hotmelts, die bei Raumtemperatur eine grifffeste Oberflächenschicht bilden, **Abb. 8**, wurden keine Schichtdickenunterschiede bei längeren Lagerzeiten festgestellt.

Die unterschiedliche Verteilung des Öls durch Aufwicklung und Lagerung kann zu Inselbildungen auf der Feinblechoberfläche führen, wie sie in **Abb. 9** zu sehen sind. Solche ungleichmäßigen Auflagen können beim Umformen Materialablagerungen im Werkzeug verursachen.

Bei Spaltbändern und mittig geteiltem Breitband kann das bombierte Profil zu ungleichmäßiger Ölverteilung über die Bandbreite und damit zu Verarbeitungsproblemen führen. Eine Nachbeölung durch den Verarbeiter bzw. Homogenisierung (z.B. mittels Waschen) ist gegebenenfalls erforderlich.

3.2 Ölsorten beim Feinblechhersteller

Korrosionsschutzöle

- Nicht thixotrop
- Thixotrop

Prelubeöle

- Nicht thixotrop
- Thixotrop

Hotmelts (Drylubes)

- Hochthixotrop

Alle Öle müssen nach den VDA-Richtlinien bzw. anderen Kundenspezifikationen geprüft und freigegeben werden.

Abb. 9: Inselbildung und ihre Beseitigung [9]

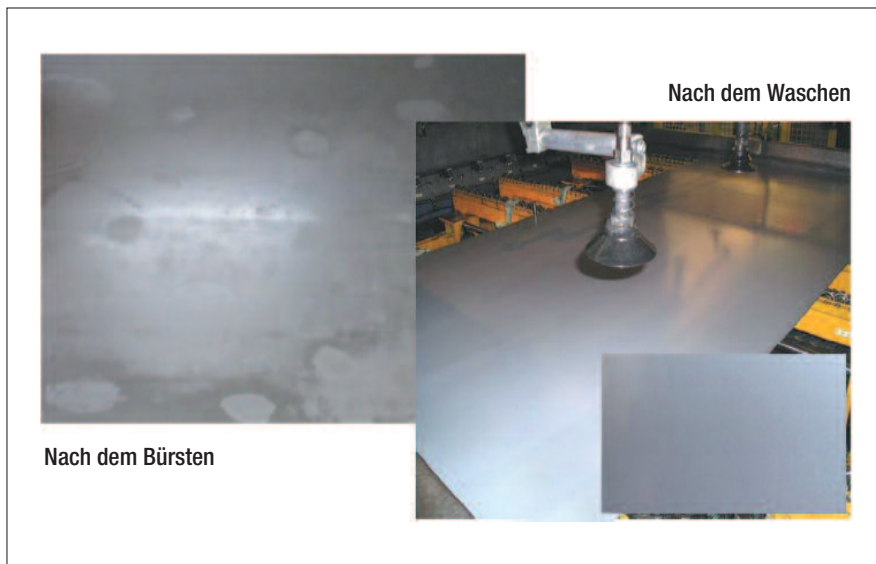
3.1 Ölaufgaben und Ölverteilung in Feinblechcoils

Die Ölaufgabe richtet sich nach der Verwendung des Materials beim Verarbeiter. Bleche für Außenhautteile erhalten meist nur einen dünnen Ölfilm, der dem Korrosionsschutz für Transport und Lagerung der Coils genügt, da diese Coils bzw. die geschnittenen Platinen bei einigen Verarbeitern mit einem Waschöl gereinigt werden. Die Ölmischung aus Prelubeöl und Waschöl reicht bei einfachen Teilen für die Umformung aus.

Bei Feinblechen für komplexe Zieh- und Tiefziehteile (meist Innen-

teile) ist neben dem Korrosionsschutz auch das Ziehverhalten des Öls wichtig. Es werden deshalb höhere Ölaufgaben, thixotrope Prelubes oder Hotmelts eingesetzt. Grundsätzlich gibt es den Trend zu niedrigen Ölaufgaben, denn „viel Öl hilft nicht immer viel“.

Mit den modernen elektrostatischen Einölmachines kann eine gleichmäßige Ölaufgabe über Bandbreite und -länge erreicht werden. Beim Aufwickeln des Bands mit einem ausreichenden Bandzug, der zur Erzielung stabiler, fest gewickelter und kantengerader Windungen erforderlich ist, wirken zahlreiche



4 Eigenschaften der Ölsorten

4.1 Korrosionsschutzöle

Diese Öle weisen einen guten temporären Korrosionsschutz für die Lagerung und den Transport von Coils und Tafeln auf, trotzdem sollte der Verbraucher das Material möglichst kurzfristig verarbeiten. Die Öle werden auf Mineralölbasis hergestellt.

Nachteilig ist die nur geringe Schmierwirkung beim Verpressen, d.h., Zusatzschmierstoffe oder eine Beölung nach dem Waschen der Platinen beim Verpressen sind erforderlich. Moderne thixotrope Korrosionsschutzöle besitzen gute Schmiereigenschaften und reichen in vielen Fällen für die Umformung aus.

Bei der Lagerung und beim Transport treten Ölverschiebungen über die Bandbreite und -länge auf, Abb. 7. Bei Tafeln und Platinen können nach längerer Lagerzeit „Ölinseln“ entstehen, Abb. 9.

Die Auflagen der Korrosionsschutzöle liegen üblicherweise zwischen 0,5 und 1,5 g/m² je Seite. Die Entfernbarekeit in leicht alkalischen Bädern ist gegeben. Die Gesamtkosten der normalen Korrosionsschutzöle sind gegenüber anderen Einölprodukten vergleichsweise niedrig.

4.2 Prelubes

Prelubes (ablaufhemmende Ziehöle) sind Korrosionsschutzöle mit verbesserten Zieheigenschaften auf Mineralölbasis mit Zusätzen von Korrosionsschutz- und Umformadditiven.

Aufgrund der höheren Viskosität wird eine verringerte Ölverschiebung bzw. Ablauftendenz gegenüber reinen Korrosionsschutzölen festgestellt. Die Neigung zur Bildung von Ölinseln auf Tafeln ist geringer.

Die Auflagen der Prelubes liegen üblicherweise zwischen 0,5 und 1,5 g/m² je Seite. Die Entfernbarekeit in leicht alkalischen Reinigern ist gegeben.

Die Gesamtkosten der Prelube-Beölung sind gegenüber reinen Korrosionsschutzölen höher.

4.3 Hotmelts

Der Begriff Hotmelts, umgangssprachlich Drylubes oder Trockenschmierstoffe, bedeutet, dass diese Produkte in geschmolzenem Zustand elektrostatisch auf die Bandoberfläche aufgetragen werden und auf einer Mischung aus Mineralöl, höherschmelzenden Kohlenwasserstoffen und Korrosionsschutz- sowie Umformadditiven basieren. Hotmelts sind wasserfrei.

Die Tribologie, d.h. das Reibverhalten zwischen Werkzeug- und Pressteil, die Befettung und der Korrosionsschutz sind hervorragend.

Die Auflagen der Hotmelts liegen zwischen 1,0 und 1,5 g/m² je Seite. Platinen lassen sich ohne zusätzliche Behandlung stapeln, lagern und anschließend pressen. Die mit Hotmelts beschichteten Pressteile weisen nach der Umformung einen homogenen, quasi trockenen Film auf. Die Werkzeuge, Läger und Arbeitsplätze bleiben daher ölfrei und sauber.

Hotmelts werden bei höchsten Anforderungen an die Schmierfähigkeit z.B. beim Umformen von Stählen mit hoher Festigkeit eingesetzt, wobei Zusatzbeölungen im Presswerk nicht mehr nötig sind. Für die Applikation der Hotmelt-Produkte sind diverse Umbauten an vorhandenen elektrostatischen Einölmaschinen erforderlich, um die notwendigen Verarbeitungstemperaturen zu erreichen.

Die Entfernbarekeit in leicht alkalischen Reinigern ist gegeben, wenn die Temperatur der Reinigungsbäder höher als der Schmelzbereich des Hotmelts ist. Beim Einsatz dieser Produkte ist auf eine störungsfreie Abwassernachbehandlung zu achten bzw. diese im Vorfeld zu prüfen.

Der gesamte Reinigungsprozess ist deutlich schwieriger und aufwändiger als bei reinen Korrosionsschutzölen oder Prelubes.

Die Gesamtkosten sind gegenüber den anderen Einölprodukten aufgrund der Applikationskosten und des Ölpreises höher, können aber durch die Vorteile beim Verbraucher bei der Verarbeitung und beim Handling sowie bei Transport/Lagerung kompensiert werden.

4.4 Waschöle

Waschöle sind niedrigviskose Öle auf der Basis von Korrosionsschutzölen oder Prelubes. Für sichtbare Oberflächen erfolgt im Presswerk vor dem Platinenschneiden oder vor der Ziehpresse häufig ein Reinigen der Oberfläche mittels Waschöl.

Durch den Waschvorgang werden

- die Sauberkeit der Bleche verbessert,
- Metallspäne, die beim Platinenzuschnitt entstehen, entfernt,
- die Ölinseln, die im Schmierstofffilm durch längere Lagerung von Coils und Platinen entstanden sind, beseitigt.

Im Presswerk ergeben sich Vorteile wie die Verringerung von Oberflächenfehlern durch Druckstellen, Kratzer und Zinkabrieb. Des Weiteren wird eine gleichmäßige Ölaufgabe vor dem Pressen erreicht, die den Aufschweiß-Effekt am Werkzeug verringert.

Beim Waschen von Hotmelt-beöhlten Oberflächen ist eine sorgfältige Überwachung des Waschöls erforderlich, da die niedrigviskosen Waschöle hochschmelzende Kohlenwasserstoffe aufnehmen und dadurch zum Gelieren neigen können und zunehmend thixotroper werden. Dies kann bis zur Verstopfung der Vliesquetschwalzen der Waschanlage führen.

5 Reinigung der Oberflächen

Für die Effektivität der Entfernbarekeit von Schmierstoffen sind

- die chemische Zusammensetzung und die Konzentration des Reinigers,
- die mechanische Unterstützung beim Reinigungsvorgang durch Spritzen, Tauchen, Bürsten und Ultraschall,
- die Dauer der Reinigung,
- die Temperatur der Reinigungslösung maßgebend.

Wichtig ist, dass die Oberfläche nach dem Reinigungsvorgang in einer geeigneten Spüle von den Reinigungsprodukten und sonstigen Verschmutzungen befreit wird.

Die Prüfung der Entfernbarkeit von Ölen ist in den Vorschriften VDA 230-201 [1] und 230-202 [2] bzw. anderen Kundenspezifikationen festgelegt.

6 Schlussbetrachtungen

Die beim Feinblechhersteller aufgebrauchten Öle erfüllen drei Aufgaben. Sie stellen den Korrosionsschutz der Coils, Tafeln, Platinen und gepressten Teile während der Lagerung und des Transports sicher, verhindern mechanische Beschädigungen der Oberflächen und verbessern das Reibverhalten bei der Umformung. Ausführliche Betrachtungen zu Verpackung, Lagerung und Transport von (oberflächenveredeltem) Feinblech enthalten die Merkblätter 112 und 474 des Stahl-Informations-Zentrums.

Je thixotroper die Öle eingestellt sind, desto geringer ist ihre Ablafneigung und damit die Ölverschiebung in Coils, Paketen und den gepressten Teilen. Das Schmierverhalten und das Ablaufverhalten verbessern sich mit der Zunahme thixotroper Additive. Daher führte die Entwicklung der Öle von dünnflüssigen Korrosionsschutzölen, die noch mit Filzrollen aufgebracht werden konnten, über thixotrope Korrosionsschutzöle und Prelubes zu den Hotmelts (Drylubes), die mit elektrostatischen Einölmachines appliziert werden. Hotmelts zeichnen sich durch einen griffesten Film und sehr gute Tiefzieheigenschaften aus.

Der Vorteil der ablaufhemmenden bzw. griffesten Filme mit deutlich verbessertem Korrosionsschutz liegt auch im gefahrlosen Transport der gepressten bzw. vormontierten Teile über große Entfernungen. Darüber hinaus werden durch den Einsatz von Prelubes und Hotmelts die Zusatzschmierstoffe im Presswerk deutlich verringert.

Eine wesentliche Voraussetzung für den Einsatz der Korrosions- und Schmierstoffprodukte beim Feinblechhersteller und im Presswerk ist die Kompatibilität im gesamten Prozess. Hierfür sorgen die Schmierstoffhersteller in enger Zusammenarbeit mit ihren Kunden, die die von den Automobilfirmen erarbeiteten Richtlinien in den VDA-Prüfblättern 230-201 [1] und 230-202 [2] bzw. andere Kundenspezifikationen einhalten müssen.

7 Literaturangaben

[1] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA) [Hrsg.]: VDA-Prüfblatt 230-201: Prelubes - Hilfsstoffe für die Produktion - Prüfverfahren (05/2003). Dokumentation Kraftfahrwesen e.V., Bietigheim-Bissingen, 2003

[2] Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA) [Hrsg.]: VDA-Prüfblatt 230-202 : Hotmelt - Hilfsstoffe für die Produktion - Prüfverfahren (10/2004). Dokumentation Kraftfahrwesen e.V., Bietigheim-Bissingen, 2004

[3] Losch, A.: Prelubes for sheet metal forming. In: Tribology 2000 Plus, 12th International Colloquium Tribology, Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH, January 11-13, 2000, Ostfildern

[4] Ausarbeitungen der Zeller+Gmelin GmbH & Co. KG, Eislingen

[5] Eckardt Umformtechnik GmbH, Bretten

[6] Wüstefeld, F.: Beölung von Feinblechcoils unter dem Aspekt der Qualitätssicherung. In: 2nd European Fuchs Symposium 2005 - New lubrication technologies for the Steel and the Automotive Industry, July 14, 2005, Mannheim

[7] Mohr, K.-P.; Bode, R., und Dechêne, W.:

Unerfüllbare Wünsche - Gleichmäßige Ölverteilung in kaltgewalzten Coils derzeit nicht erfüllbar. In: Bänder, Bleche, Rohre 41 (2000), 11/12, S. 81-84

[8] Janz, M.:

Applikation von Hotmelts im Walzwerk. In: 2nd European Fuchs Symposium 2005 - New lubrication technologies for the Steel and the Automotive Industry, July 14, 2005, Mannheim

[9] Roleček, L.:

Platinen- und Coilwaschen für beste Oberflächenqualität. In: 2nd European Fuchs Symposium 2005 - New lubrication technologies for the Steel and the Automotive Industry, July 14, 2005, Mannheim

Besonderer Dank des Herausgebers und des Autors gilt der Fuchs Europe Schmierstoffe GmbH sowie der Zeller+Gmelin GmbH & Co. KG für die freundliche Unterstützung mit Informationen bzw. Bildmaterial.



**Stahl-Informations-Zentrum
im Stahl-Zentrum**

Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
E-Mail: siz@stahl-info.de · www.stahl-info.de