

Galvanofornung mit Nickel

Herstellung von Spritz- und Druckgießformen

von S. A. Watson

mit 52 Abbildungen und 22 Tabellen

Vorwort

Dieses Taschenbuch ist für Leser bestimmt, die – mit oder ohne galvanotechnische Vorkenntnisse – beabsichtigen, sich eine Galvanoformungsanlage einzurichten.

Obwohl das Verfahren der Galvanoformung auch allgemein beschrieben wird, soll diese Veröffentlichung in erster Linie als Leitfaden zur Herstellung von Spritz- und Druckgießformen dienen. Zu den Anwendungsgebieten gehören Spritz- und Druckgießen mit Hoch- und Niederdruck, Rotations-, Blasformung und Schleuderguß. Ausführliche Angaben über Anlagen und Verfahren sollen es dem Formenhersteller bzw. dem Werkstoffverarbeiter ermöglichen, sich eine Galvanoformungsanlage einzurichten.

Das Buch dürfte sowohl für Galvaniseure interessant sein, die ihren Betrieb erweitern wollen, als auch für bereits eingerichtete Galvanoformer, die an der Herstellung von Spritz- und Druckgießformen interessiert sind.

Die Angaben über Kosten, Anlagengrößen und Leistungen können nur als allgemeine Richtlinien gelten.

Wie im Kapitel „Kosten“ erwähnt, wurden die Kostenangaben 1975 in England ermittelt und lassen sich daher nicht ohne weiteres auf die Gegebenheiten in anderen Ländern und zu einem anderen Zeitpunkt übertragen. Trotz dieser Bedenken hat der Autor die Veröffentlichung dieser Angaben vorgenommen, da seines Wissens noch keine solch zusammenfassende Kostenzusammenstellung für dieses Gebiet vorliegt.

Die aufgeführten Werte und Empfehlungen basieren auf praktischen Erfahrungen sowie auf Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Es ist wichtig, daß in jedem Einzelfall geprüft wird, wie weit die Angaben auf das jeweilige Projekt und/oder Verfahren übertragbar sind.

Bei Anwendung der hier beschriebenen Verfahren sind unbedingt die erforderlichen Sicherheitsbestimmungen einzuhalten.

Der Verfasser dankt der International Nickel Limited für die Genehmigung zur Veröffentlichung dieses Manuskriptes sowie seinen Kollegen und den Mitarbeitern befreundeter Firmen für zahlreiche Anregungen und die Vermittlung praktischer Erfahrungswerte.

Birmingham, März 1976

S. A. Watson

1. Grundlagen der Galvanoformung

1.1 Was ist Galvanoformung?

Galvanoformung ist ein Verfahren zur Reproduktion von Teilen durch galvanische Metallabscheidung auf einem Modell. Nach der Trennung stellt der elektrolytische Niederschlag eine in sich selbsttragende Einheit dar. Die bei der Galvanoformung verwendeten Verfahrensschritte sind ähnlich wie beim dekorativen Galvanisieren, doch gibt es zwei grundlegende Unterschiede. Erstens: Beim Galvanisieren wird normalerweise nur ein dünner, ca. $25\ \mu\text{m}$ dicker Überzug abgeschieden, der das darunter liegende Metall vor Korrosion schützen soll. Bei der Galvanoformung dagegen ist der Niederschlag gewöhnlich viel dicker, damit er, nach Trennung vom Modell, als selbständige Form verwendet werden kann. Zweitens: Während beim Galvanisieren der Niederschlag



Abb. 1: Der mit Nickel galvanoformte Konus ist die naturgetreue Wiedergabe des hierfür benutzten Modells aus nichtrostendem Stahl.

fest auf der Grundfläche haften muß, kommt es bei der Galvanoformung darauf an, daß sich die Galvanoform nach Erreichen der gewünschten Dicke leicht wieder vom Modell entfernen läßt.

Abb. 1 zeigt einen sehr einfachen Konus, der auf einem Modell aus nichtrostendem Stahl galvanogeformt und davon abgezogen wurde.

1.2 Galvanoformung mit Nickel

Nickel ist das mit Abstand am häufigsten verwendete Metall für die Galvanoformung. Insbesondere wegen der hohen Festigkeit, Zähigkeit und Korrosionsbeständigkeit sowie des einfachen und leicht kontrollierbaren Verfahrensablaufs.

Außerdem lassen sich Härte, Festigkeit, Dehnung und die innere Spannung des galvanogeformten Nickels in weiten Bereichen variieren.

1.3 Modelle

Werkstoff, Gestaltung und Herstellung des Modells sind für den Ablauf der Galvanoformung von entscheidender Bedeutung. Hierbei kommt es vor allem darauf an, ob das Modell für Galvanoformen mit Hinterschneidungen verwendet werden soll (Abb. 2). Liegen solche nicht vor, läßt sich das Modell unbeschädigt von der fertigen Galvanoform abziehen, andernfalls muß das Modell zerstört, aufgelöst oder ausgeschmolzen werden.

Für die Modellherstellung sind sowohl elektrisch leitende als auch nichtleitende Werkstoffe geeignet. Ein nichtleitender Werkstoff muß, zumindest an der Oberfläche, elektrisch leitend gemacht werden. Dies erfolgt gewöhnlich auf chemischem Wege durch Aufbringen eines dünnen Metallfilms, meist Silber, auf die Modelloberfläche. Das Modell muß außen die für die Galvanoform innen gewünschte Form und Oberfläche aufweisen. In den meisten Fällen besteht zwischen dem abgeschiedenen Metall und dem Modell keine feste Haftung; dennoch wird die Form und Oberflächenbeschaffenheit des Modells exakt wiedergegeben. Ein überzeugendes Beispiel für die durch die Galvanoformung erzielbare hohe Wiedergabegenauigkeit ist die Schallplatten-Preßmatrize. Die Rille auf einer 30-cm-Langspielplatte ist etwa einen Kilometer lang und nur 25 μm breit. Abweichungen von nur 2 μm sind bereits hörbar. Die Galvanoformung ist das einzige Verfahren, mit der sich die bei der Herstellung von Schallplatten erforderliche hohe Wieder-

2. Nickel-Galvanoformung von Spritz- und Druckgießformen

2.1 Größenbereich und Eigenschaften

Kunststoffteile werden, von der Badewanne bis zum Armbanduhrgetriebe, in den verschiedensten Größenordnungen durch Spritz-, Blas- und Rotationsformung hergestellt. Die geforderten Eigenschaften der Spritz- und Druckgießformen können je nach Werkstofftyp, Geometrie und Oberfläche des zu formenden Teils und gewünschter Leistung sehr unterschiedlich sein.

2.2 Grundlegende Voraussetzungen

Die grundsätzlichen Voraussetzungen sind für fast alle Arten von Spritz- und Druckgießformen gleich:

- Hohe Wiedergabegenauigkeit der Form und Oberfläche
- Beständigkeit gegenüber Korrosion, Erosion und Abrieb
- Gute Wärmeleitfähigkeit für rasche Abkühlung
- Genaue Trennlinien zur Vermeidung von Gratbildung.

2.3 Vielseitigkeit

Die Vielseitigkeit galvanogeformten Nickels erfüllt alle diese Anforderungen und sichert der Galvanoformung einen festen Platz neben anderen Verfahren zur Werkzeugherstellung, wie spangebende Bearbeitung mit Pantograph, Fräsen, chemisches Ätzen und Funkenerosion. Zur Herstellung von Spritz- und Gießformen ist die Galvanoformung außerordentlich konkurrenzfähig und sollte immer dann in Betracht gezogen werden, wenn folgende Anforderungen zu erfüllen sind:

- Höchste Wiedergabegenauigkeit
- Mehrfachformen komplexer Geometrie
- Zwei oder mehrere identische Formen
- Wiedergabe spezieller Oberflächenstrukturen, z. B. Leder- oder Holzmaserung

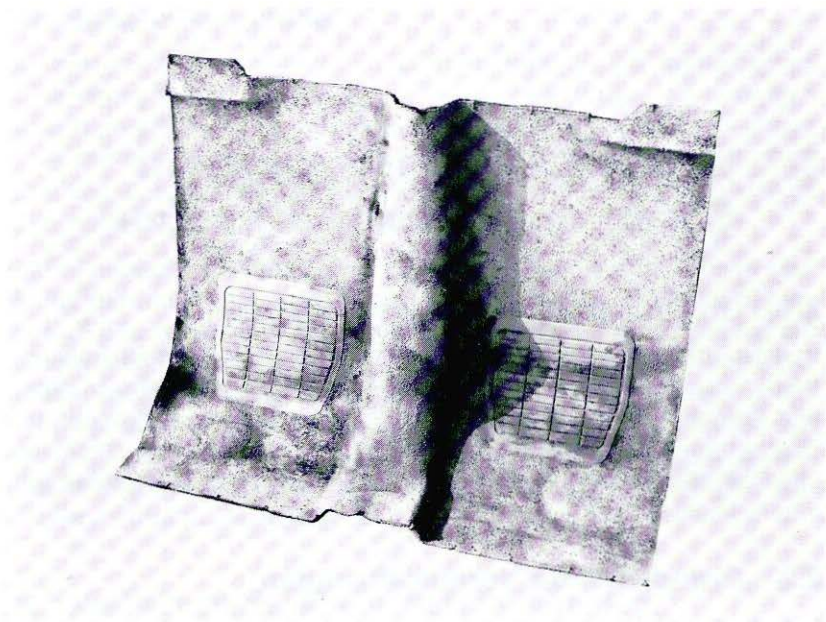


Abb. 3: Nickelgalvanoform zur Herstellung von Autogummimatten. Die unterschiedlichen Oberflächenstrukturen werden naturgetreu wiedergegeben.



Abb. 4: Zwei Formenhälften mit komplizierter Trennfuge.
Werkfoto Rotoplas Limited, London.

- Hohe Verschleißbeständigkeit über lange Produktionsläufe
- Vermeidung bzw. weitgehende Verhinderung von Gratbildung an gekrümmten oder gewellten Trennlinien
- Beständigkeit gegenüber korrosiven Gasen wie Chlorwasserstoff, die aus dem PVC entweichen, oder
- wenn die Herstellung eines Positivmodells einfacher ist als das Ausfräsen einer Form.

2.4 Anwendungsbeispiele

Bei einigen Spritz- und Gießformen kann Galvanoformung das einzig mögliche Herstellungsverfahren sein. In solchen Fällen wird wegen der bereits aufgeführten Vorzüge die galvanische Abscheidung von Nickel oder Nickel-Kobalt-Legierung bevorzugt. Nachstehend werden einige Anwendungsbeispiele beschrieben.

2.4.1 Auto-Fußmatten

Abb. 3 zeigt eine Nickel-Galvanoform zur Herstellung von Auto-Fußmatten, bei denen verschiedenartige Oberflächenstrukturen wiedergegeben werden müssen.

2.4.2 Spielzeug aus Kunststoff

Abb. 4 zeigt eine geteilte Form zur Herstellung von Kunststoffspielzeug – ein typisches Beispiel für hohe Wiedergabegenauigkeit und kompliziert gestaltete Trennfugen. Die Nickelschalen haben eine Dicke von rund 5 mm.

2.4.3 Rückstrahler

Ein Beispiel für hochwertige, mit galvanogeformten Werkzeugen hergestellte Kunststoffteile sind die aus Polymethylmethacrylat „eckkubig“ gestalteten Rückstrahler, wie sie an Autos, Wohnwagen und Verkehrszeichen verwendet werden. Hier kommt es auf besonders hohe Wiedergabegenauigkeit an, um die Reflexion eines möglichst hohen Lichtanteils zu gewährleisten. Wegen der Breite des gesamten Reflektors und der einzelnen Facetten ist ein hohes Maß an optischer Flachheit erforderlich. Die geforderte Genauigkeit wird durch Galvanoformung erzielt, wobei man entweder Urmodelle aus kohlenstoffreichem Stahl mit individuell geschliffenen und polierten Stäbchen oder aus der Urform abgeformte Kunststoffformen verwendet (Abb. 5).

4. Galvanoformung mit Nickel

Beim Vernickeln wird metallisches Nickel von der Anode in Nickelionen umgewandelt, die dann in Lösung gehen. Die Ionen werden an der Kathode (der Modelloberfläche) entladen und schlagen sich als metallisches Nickel auf der Kathodenoberfläche nieder. Bei der Galvanoformung mit Nickel sind daher drei Punkte von Bedeutung: die Arbeitsweise der Anode, die Zusammensetzung des Elektrolyten und die Eigenschaften des kathodischen Niederschlages. Diese drei Punkte werden im folgenden ausführlich behandelt.

4.1 Anoden

Die lösliche Anode hat in einem Nickel-Elektrolyten die Aufgabe, den elektrischen Kontakt mit dem Elektrolyten herzustellen, die an der Kathode entladenen Nickelionen zu ersetzen und die Stromverteilung zur Kathode hin zu übernehmen. Früher wurden vorwiegend gegossene oder gewalzte Nickelanoden eingesetzt. Durch deren Auflösung ändert sich jedoch laufend die Stromverteilung zur Kathode, so daß die Metallabscheidung ungleichmäßig erfolgt. Dieser Anodentyp ist jetzt weitgehend durch Titankörbe ersetzt worden, die mit Hüttennickelstücken gefüllt sind (Abb. 11).

Wegen seines schützenden Oxidfilms kann metallisches Titan den elektrischen Strom nicht direkt an den Elektrolyten weiterleiten. Wird jedoch ein Titankorb mit Nickelstücken gefüllt, so stellen diese durch den Oxidfilm eine elektrische Verbindung her und lösen sich auf. Das aufgelöste Nickel wird durch Nachfüllen des Korbes mit neuen Stücken ersetzt, so daß die Arbeitsfläche der Korbanode stets konstant bleibt. Außerdem ist Hüttennickel gewöhnlich preiswerter als gewalzte oder stranggepreßte Anoden. Zur Erzielung guter Ergebnisse hängt es nicht unwesentlich davon ab, welche Form des Nickels man für den Einsatz ausgewählt hat.

Das ideale Anodenmaterial wäre ein Nickel, das keine Verunreinigungen enthält, sich vollständig auflöst und dabei keine Rückstände hinterläßt. Bei früheren Versuchen mit Hüttennickel wurden in einigen Fällen unannehmbar hohe Metallverluste festgestellt. Die besten Ergebnisse

wurden seinerzeit mit normalem Elektrolytnickel erzielt. Diese Nickelsorte hat jedoch den Nachteil, daß die Auflösung durch Lochfraßkorrosion erfolgt, wobei ein Schwamm entsteht, der sich schließlich ablösen kann und somit an der weiteren anodischen Reaktion nicht mehr beteiligt ist.

In Nickelelektrolyten mit geringem Chloridgehalt ist die Auflösung besonders schlecht.



Abb. 11: Mit 'S' Nickel Rounds gefüllter Normal-Titankorb.

4.1.1 Aktivierte Nickelanoden

International Nickel hat das Auflösungsverhalten von Nickel eingehend untersucht. Das Ergebnis dieser Arbeit war die Entwicklung von *INCO**) 'S'Nickel, einer hochaktiven Nickelsorte, die sich mit nur geringem metallischen Rückstand glatt auflöst.

INCO 'S'Nickel gibt es in zwei Formen: Als elektrolytisch hergestellte 'S'Nickel Rounds¹⁾ (Abb. 12) und als 'S'Nickel Pellets (Abb. 13), die nach dem Carbonylverfahren hergestellt werden. Diese beiden in Titan-

*) Handelsname

1) Elektrolytische *INCO* 'S' Nickel Rounds (unbearbeitet).