



Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen
Leibniz Universität Hannover

Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens

Abschlussbericht

Auftrag Nr.: 06/120/1Mi

Umformversuche an galvanisch aluminieren Feinblechen

Kennwort: „Aluminierte Feinbleche“

Auftragnehmer:

Leibniz Universität Hannover, vertreten durch das Präsidium, dieses vertreten durch den Präsidenten, dieser vertreten durch den Geschäftsführenden Leiter des Instituts für Umformtechnik und Umformmaschinen

ausführende Stelle: Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen IFUM
Prof. Dr.-Ing. B.-A. Behrens

Angebot vom: 25.04.2006

Auftraggeber:

Aluminal Oberflächentechnik GmbH & Co. KG
Herrn Matthias Härtel
Auf der Birke 2
56412 Montabaur-Heiligenroth

Auftrag vom : 24.07.2006

Hannover, 8. September 2006

© Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen
Prof. Dr.-Ing. B.-A. Behrens
Leibniz Universität Hannover

Aluminal Oberflächentechnik GmbH & Co. KG
56412 Montabaur-Heiligenroth

Hannover 2006

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der Auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Photokopie, Mikrokopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung vorbehalten.

Als Manuskript gedruckt. Printed in Germany

1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Firma Aluminal Oberflächentechnik GmbH & Co. KG aus Heiligenroth beschichtet galvanisch Stahlfeinbleche mit Reinaluminium. Im Rahmen des Projektes sollen Aussagen hinsichtlich des Tiefziehverhaltens von aluminieren Feinblechen getroffen werden. Insbesondere sollen die Reib-eigenschaften beim Tiefziehen dieser Feinbleche untersucht werden.

Hierzu werden mechanische Kennwerte von aluminieren sowie unbeschichteten Feinblechen im einachsigen Zugversuch aufgenommen. Im Anschluss wird der Reibanteil beim Tiefziehen von rotationssymmetrischen Näpfen anhand der Umformkraft und des Flanscheinzuges ermittelt. Darauf wird das Gutteilfenster beim Tiefziehen von aluminieren sowie unbeschichteten Feinblechen aufgenommen.

2 Aufnahme von Werkstoffkennwerten

Bei dem untersuchten Werkstoff handelt es sich um den weichen Tiefziehstahl DC04 in einer Blechdicke von $s_0 = 1,25$ mm. Für die Beschreibung der Umformeigenschaften ist das Werkstoffverhalten während der plastischen Formgebung von Interesse. Die Materialeigenschaften und die daraus resultierenden Tiefzieheigenschaften werden nach EN 10002 im einachsigen Flachzugversuch ermittelt. Der einachsige Zugversuch kann aufgrund der relativ einfachen Handhabung sowie der weiten Verbreitung als das wichtigste Werkstoffprüfverfahren für metallische Werkstoffe bezeichnet werden. Im Rahmen der Zugversuche soll untersucht werden, ob das Aluminieren des Blechwerkstoffes einen Einfluss auf dessen mechanische Kennwerte hat.

Die für die Umformtechnik relevanten mechanischen Kennwerte des aluminieren sowie des unbeschichteten Blechwerkstoffes sind in Tabelle 2-1 gegenübergestellt. Zur Kennwertermittlung wurden jeweils drei Zugproben in 0° , 45° und 90° zur Walzrichtung des Blechwerkstoffes ausgestanzt. Anschließend wurden die Zugproben auf eine Breite von $b = 20$ mm geschliffen. Bei den Kennwerten in Tabelle 2-1 handelt es sich um den arithmetischen Mittelwert aus den Ergebnissen von drei Zugversuchen.

Bei der Gegenüberstellung der Kennwerte wird deutlich, dass das Aluminieren der Bleche keinen wesentlichen Einfluss auf die mechanischen Kennwerte hat. Auch die Spannungsdehnungskurve (Bild 2-1) und die Fließkurven (Bild 2-2) des aluminieren sowie des unbeschichteten Blechs unterscheiden sich nur marginal. Somit sind eventuelle Unterschiede im Tiefziehverhalten der beiden Blech lediglich auf die tribologischen Eigenschaften der Beschichtung zurückzuführen.

Tabelle 2-1: Im einachsigen Zugversuch ermittelte Werkstoffkennwerte

	unbeschichtet	aluminiert 7-9 μm 7185 (Platine 4)
Chargen-Nr.:		
Blechdicke s_0 [mm]:	1,25	1,28
Walzrichtung WR = 0°		
Streckgrenze $R_{p0,2}$ [MPa]	152,88	155,80
Zugfestigkeit R_m [MPa]	300,30	300,02
Gleichmaßdehnung A_g [%]	24,54	23,46
k_f ($\varphi=1$)	534,22	531,47
Verfestigungsexponent n [-]	0,22	0,22
Anisotropiewert r [-]	1,97	1,89
Walzrichtung WR = 45°		
Streckgrenze $R_{p0,2}$ [MPa]	163,35	182,02
Zugfestigkeit R_m [MPa]	314,40	312,32
Gleichmaßdehnung A_g [%]	21,50	20,26
k_f ($\varphi=1$)	541,25	536,21
Verfestigungsexponent n [-]	0,21	0,21
Anisotropiewert r [-]	1,29	1,25
Walzrichtung WR = 90°		
Streckgrenze $R_{p0,2}$ [MPa]	166,98	179,81
Zugfestigkeit R_m [MPa]	298,00	298,60
Gleichmaßdehnung A_g [%]	23,04	22,18
k_f ($\varphi=1$)	526,96	524,06
Verfestigungsexponent n [-]	0,22	0,21
Anisotropiewert r [-]	2,26	2,16
mittlere senkrechte Anisotropie r_m [-]	1,70	1,64
planare Anisotropie Δr [-]	0,82	0,77

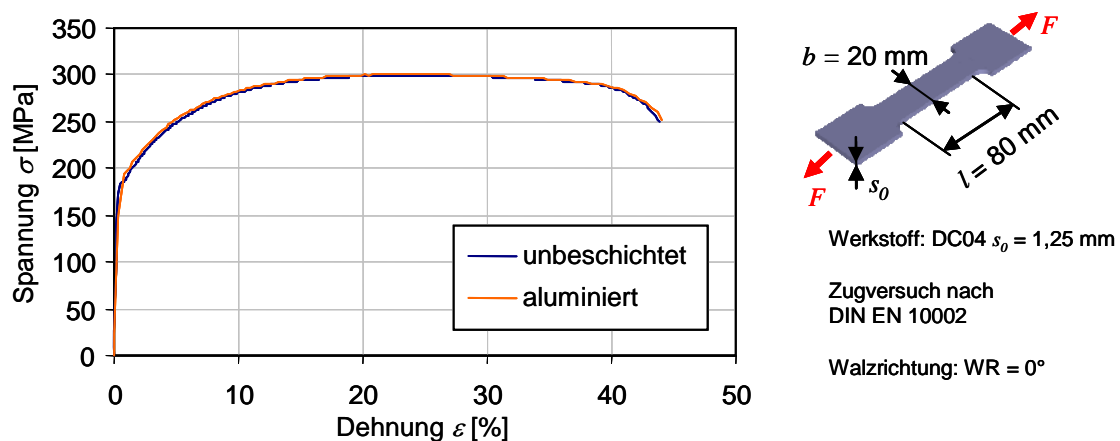


Bild 2-1: Spannungsdehnungskurven der untersuchten Blechwerkstoffe

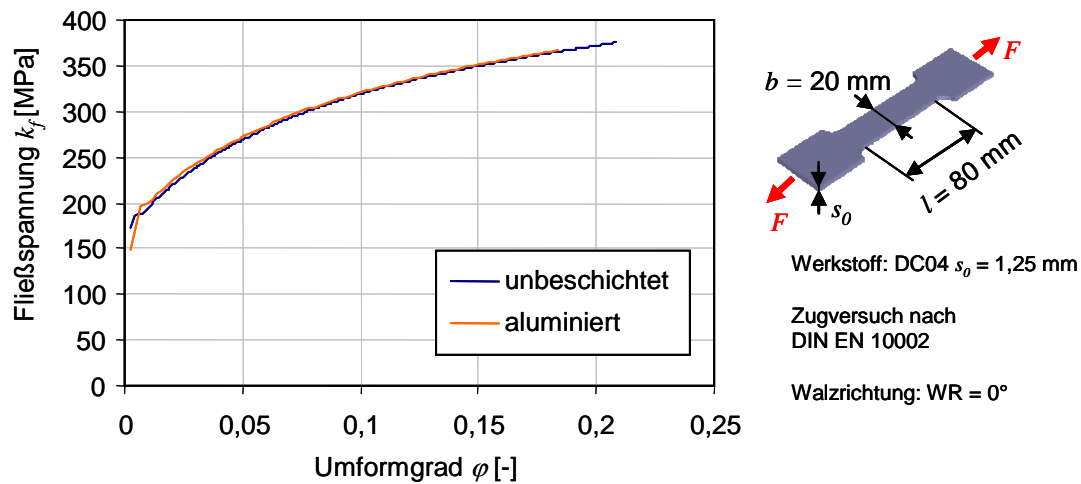


Bild 2-2: Fließkurven der untersuchten Blechwerkstoffe

3 Tiefziehversuche an rotationssymmetrischen Näpfen

3.1 Versuchseinrichtung

Bild 3-1 zeigt die Versuchseinrichtung zur Durchführung der Tiefziehversuche mit rotationssymmetrischen Bauteilgeometrien. Die Presse wird in der Betriebsart „verdrängen“ betrieben. D. h., der Stempel steht ortsfest auf dem Pressentisch. Der Ziehring ist unterhalb des Stößels montiert während der Niederhalter auf den Ziehpinolen des Ziehkissens liegt.

Neben der Aufnahme der Umformkraft mit einer Kraftmessdose, die sich zwischen Stempel und Pressentisch befindet, wird der Flanscheinzug während des Tiefziehprozesses aufgenommen. Zur Messung des Flanscheinzuges drückt ein induktiver Wegaufnehmer gegen den Rondenrand. Damit die Platine zu Beginn des Umformprozesses nicht durch den Druck des Wegaufnehmers verschoben wird, drückt der Wegaufnehmer die Ronde gegen ein Blech. Dieses Blech, wurde auf den Niederhalter geklebt und ist dünner als der Zuschnitt, damit ein ausreichender Niederhalterdruck auf die Ronde aufgebracht werden kann. Die Aufnahme des Flanscheinzuges erfolgt in drei unterschiedlichen Walzrichtungen. Im Rahmen der Tiefziehversuche wird die Umformkraft von aluminieren und unbeschichteten Feiblechen verglichen.

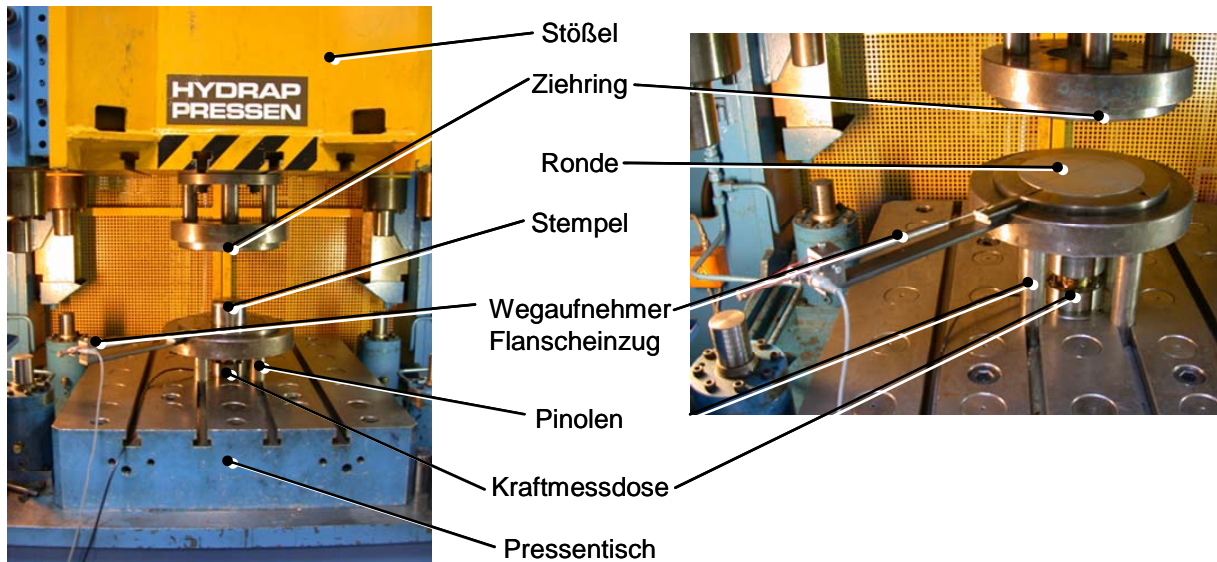
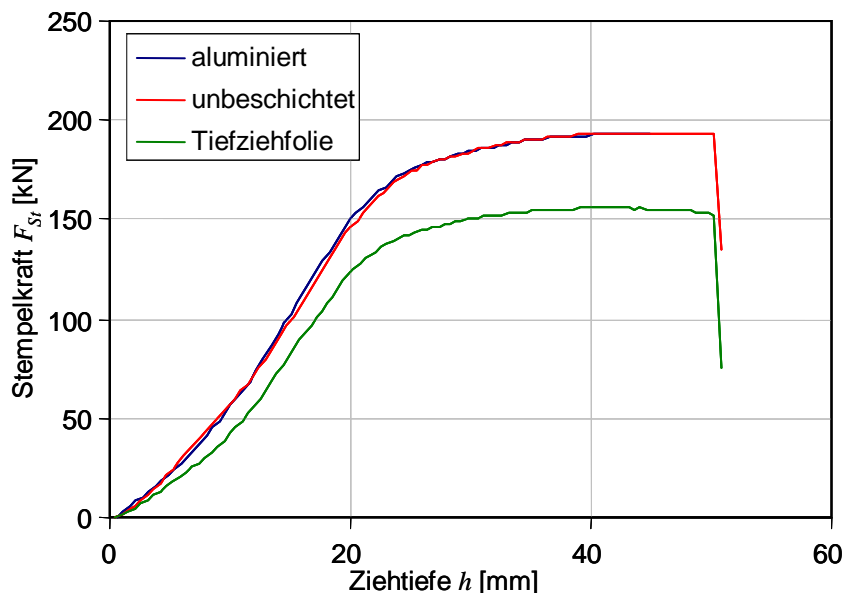


Bild 3-1: Werkzeug zur Durchführung der Tiefziehversuche

3.2 Ermittlung der Umformkraft

Bild 3-2 zeigt die Kraft- Wegverläufe beim Tiefziehen von rotationssymmetrischen Näpfen. Neben dem unbeschichteten sowie dem aluminieren Blech ist der Kraftverlauf eines mit Ziehfolie beklebten und zusätzlich beölten Bleches dargestellt. Das Bekleben des Bleches mit Ziehfolie führt zu geringen Reibanteilen beim Tiefziehen. Dies spiegelt sich in der geringeren Stempelkraft wieder. Die Kraft- Wegverläufe des unbeschichteten sowie das aluminieren Bleches unterscheiden sich kaum. Das Aluminieren der Bleche hat somit nur einen geringen Einfluss auf die Reibung beim Tiefziehen.



Blechwerkstoff:
DC04 $s_0 = 1,25$ mm
 $D_0 = 200$ mm
 $\beta_0 = 2,02$

Schmierstoff:
Zeller+Gmelin
Multidraw KTL N16
2 g/m² bzw.
(+Ziehfolie)

Niederhalterkraft:
 $F_{NH} = 100$ kN

Werkzeug:
 $d_0 = 98,8$ mm
 $r_{Sr} = 12$ mm
 $r_M = 10$ mm
 $u_z = 1,8$ mm

Bild 3-2: Kraft- Wegverlauf beim Tiefziehen

In Bild 3-3 ist die Maximalkraft beim Tiefziehen von aluminieren sowie unbeschichteten Ronden gegenübergestellt. Hierzu wurde der arithmetische Mittelwert der Maximalkraft von neun

Tiefziehversuchen gegenübergestellt. Beim Tiefziehen vom aluminieren Blech ist die maximale Umformkraft im Mittel geringfügig kleiner. Jedoch sind bei aluminieren Bauteilen die Abweichungen der maximalen Umformkraft geringer als bei unbeschichteten Bauteilen. Dies ist auf eine gute Ölaufnahme der aluminieren Oberfläche zurückzuführen.

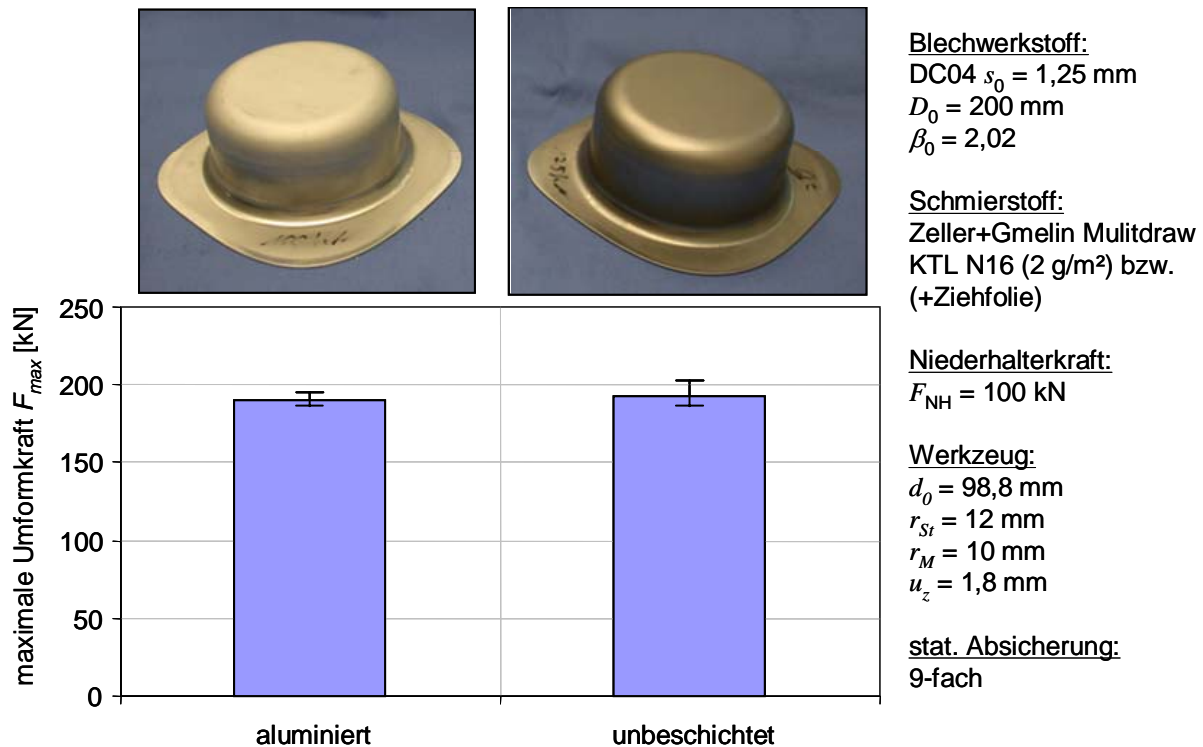


Bild 3-3: Vergleich der Maximalen Umformkraft bei aluminieren sowie unbeschichteten Blechen

3.3 Flanscheinzugverhalten

Neben der Anisotropie des Blechwerkstoffes haben die Reibverhältnisse einen großen Einfluss auf das Flanscheinzugverhalten beim Tiefziehen. Die Messung des Flanscheinzuges erfolgte wie zuvor beschrieben unter 0°, 45° und 90° zur Walzrichtung des Blechwerkstoffes an jeweils drei Bauteilen. Bild 3-4 zeigt den mittleren Flanscheinzug aus jeweils drei Messungen in Abhängigkeit der Ziehtiefe an aluminieren sowie unbeschichteten Blechwerkstoffen. Bei allen Versuchen war der Flanscheinzug beim aluminieren Blechwerkstoff geringfügig größer. Das hat zur Folge, dass beim Tiefziehen das Material eher aus dem Flansch in die Zarge fließt und wird weniger ausgestreckt.

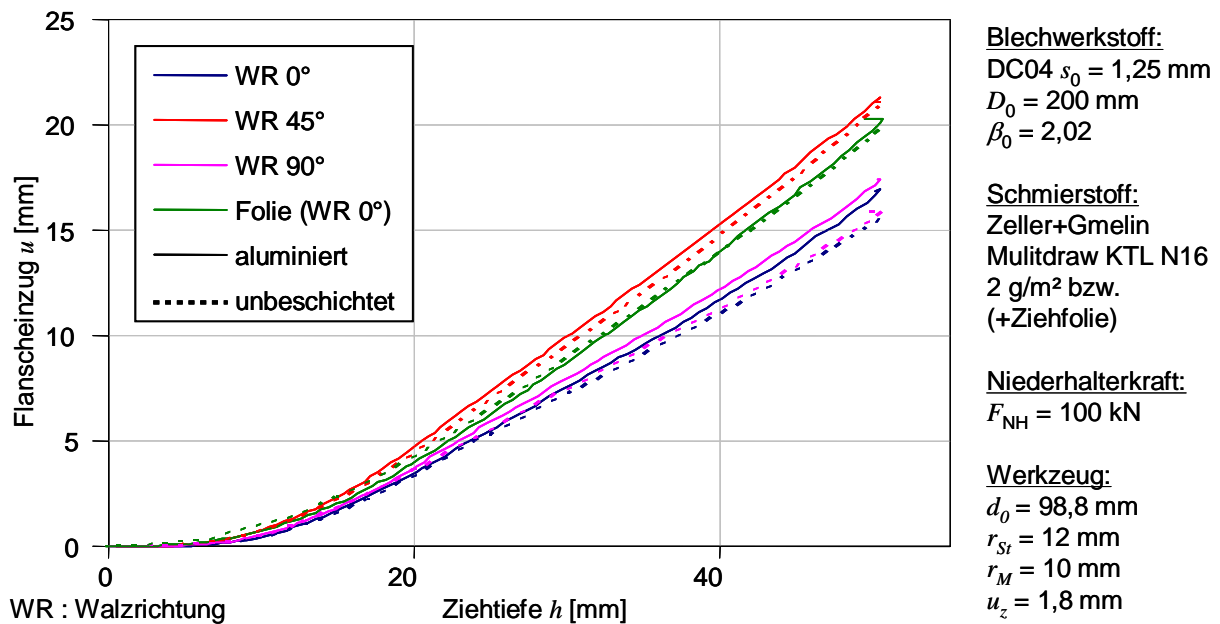


Bild 3-4: Flanscheinzugverhalten beim Tiefziehen

4 Aufnahme des Gutteilfensters beim Tiefziehen

Für die Erstellung eines Gutteilfensters werden in Abhängigkeit der Niederhalterkraft und des Ziehverhältnisses die Faltengrenze sowie die Reißergrenze ermittelt. Beim Ziehverhältnis handelt es sich um das Verhältnis des Rondendurchmessers zum Stempeldurchmesser. Die Verringerung der Reibkräfte durch die Blechbeschichtung führt zu einer Erhöhung der Reißergrenze und damit zu einer Vergrößerung des Gutteilfensters. Um die Eignung von aluminieren Feinblechen zum Tiefziehen zu zeigen, sollen die Gutteilfenster von aluminieren sowie unbeschichteten Feinblechen gegenübergestellt werden.

In Bild 4-1 sind die Tiefziehergebnisse (Gutteil, Reißer und Falten) in Abhängigkeit des Ziehverhältnisses und der Niederhalterkraft beim aluminieren sowie beim unbeschichteten Blech eingetragen. Die Beschichtung hatte keinen Einfluss auf die Faltengrenze. Die Reißergrenze der beschichteten Bauteile liegt jedoch geringfügig über den der aluminieren Bauteilen. Im Vergleich zu einem unbeschichteten Blechwerkstoff wirkt sich das Aluminieren nicht nachteilig auf die Tiefzieheigenschaften des Werkstoffes aus.

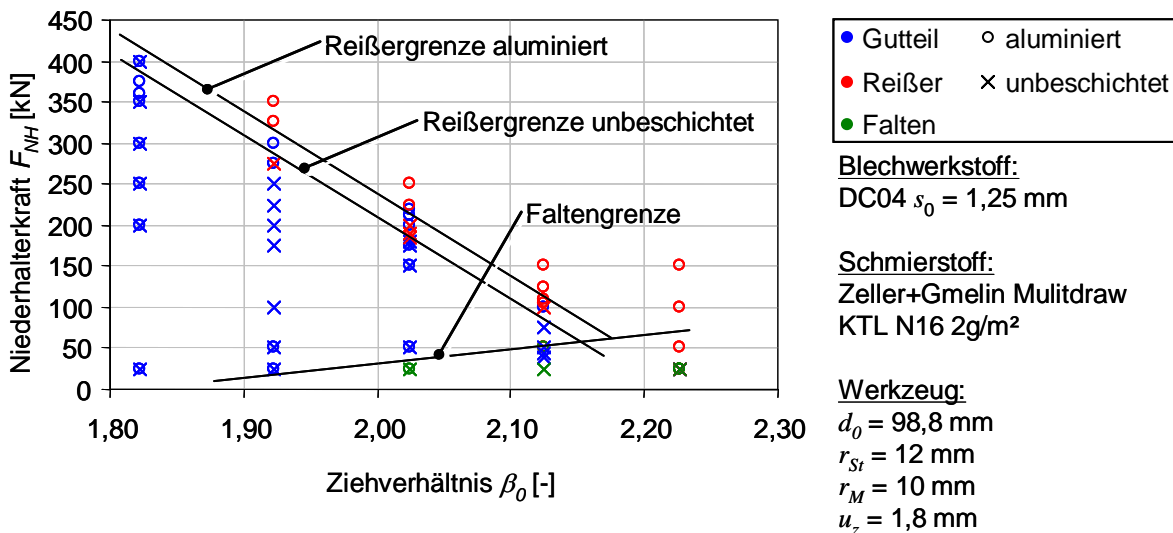


Bild 4-1: Gutteilfenster des aluminierendes und unbeschichtetes Bleches

5 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Untersuchungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Das Aluminieren hat keinen nennenswerten Einfluss auf die mechanischen Kennwerte des Blechwerkstoffes.
2. Aus dem Kraft- Wegverlauf beim Tiefziehen wird deutlich, dass der Reibanteil von der gesamten Umformkraft sich bei einem unbeschichtetes und einem aluminierendes Blech nicht wesentlich unterscheidet.
3. Die Streuung der Maximalkraft beim Tiefziehen von aluminierendes Blechwerkstoffes ist geringer als bei unbeschichtetes Blechwerkstoffes. Dies ist auf die bessere Ölaufnahme durch die aluminierendes Oberfläche zurückzuführen.
4. Der Flanscheinzug beim Tiefziehen von aluminierendes Bauteilen ist höher als bei unbeschichtetes Feinblechen.
5. Das Gutteilfenster beim Tiefziehen von aluminierendes Werkstoffes ist größer als beim unbeschichtetes Werkstoff.
6. Das Aluminieren des Blechwerkstoffes führt im Rahmen der durchgeführten Versuche zu keiner Verschlechterung der Tiefzieheigenschaften.

Hannover, 8. September 2006