

Beim Streckziehen wird eine meist ebene Blechplatte mit Greifern *nicht allseitig*, sondern in der Regel zweiseitig, segmentweise fest eingespannt und durch Einwirken eines Formstempels (Streckziehstempel) zu einem meist relativ flachen, konvex gekrümmten Blechformteil geformt.

Weist das Blechformteil nicht nur konvexe, sondern auch konkave Konturen auf, dann können nach Ausformen der konvexen Konturen mit Hilfe eines oberen Formstempels die konkaven Konturen in das Blechformteil eingebracht werden, so dass ein konvex-konkaves Bauteil entsteht.

Man unterscheidet:

- Streckziehen mit feststehenden Greifern und verfahrbarem Streckzieh-Formstempel (Einfaches-Streckziehen)
- Streckziehen mit verfahrbaren Greifern und verfahrbarem Streckzieh-Formstempel (Tangential-Streckziehen)

Das Streckziehen mit feststehenden Greifern und verfahrbarem Formstempel wird „Einfaches Streckziehen“ genannt. Das Streckziehen mit verfahrbarem Formstempel und verfahrbaren Greifern wird „Tangential-Streckziehen“ genannt.

Als Varianten des Tangential-Streckziehen können das „Cyril-Bath-Streckziehverfahren“ und das „NC-gesteuerte segmentierte Streckziehen“ betrachtet werden. Auf das „Einfache Streckziehen“ und auf die oben genannten Varianten des Tangential-Streckziehens wird im Folgenden eingegangen.

2.1 Einfaches Streckziehen

Wie **Abb. 2.1** zeigt, wird die Platine beim Einfachen Streckziehen zweiseitig fest eingespannt. Bei Eindringen des Formstempels in die von Greifern eingespannte Platine legt

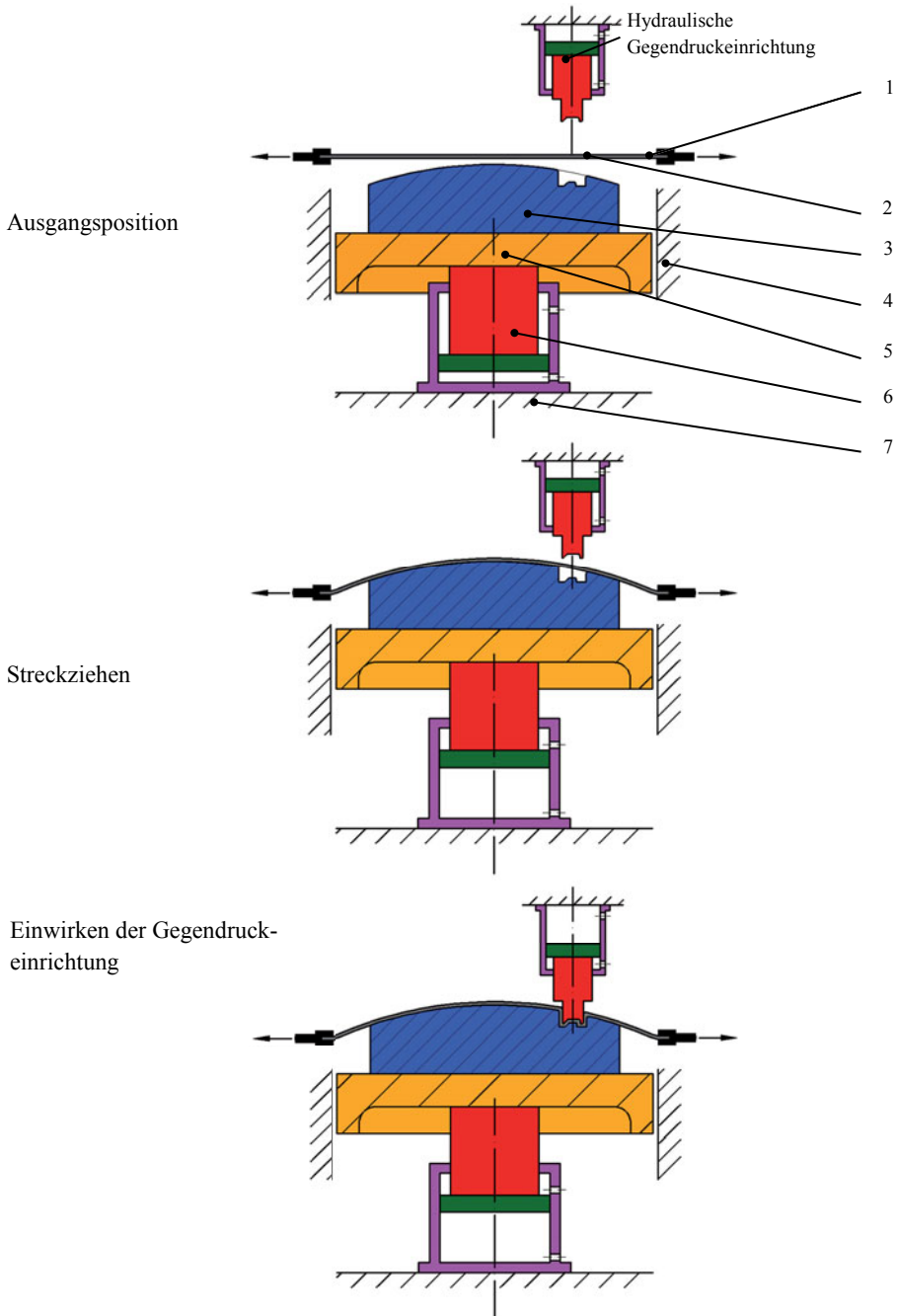


Abb. 2.1 Prinzipielle Darstellung des Einfachen Streckziehens mit Gegendruckeinrichtung
 1. Platineneinspannung, 2. Platine, 3. Formstempel, 4. Tischführung, 5. Tisch, 6. Hydraulikzylinder, 7. Grundplatte

sich die Platine zunächst biegeschlaff, ohne plastisch verformt zu werden, an den Formstempel an.

Beim weiteren Vordringen des Formstempels wird dann die Platine über den Formstempel gereckt. Dabei wirkt Reibung zwischen Platine und Formstempel, so dass der Werkstofffluss im Werkstückmittenbereich durch Reibschubspannungen behindert wird. Hierdurch bedingt werden die Werkstückmittenbereiche häufig nur sehr gering plastisch verformt, was zu ungenügender Kaltverfestigung und somit zu geringer Bauteilfestigkeit und Bauteilsteifigkeit führt.

In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass der Widerstand gegen dynamisches Beulen, z. B. Widerstand gegen Hagelschlag, vom Verfestigungsexponenten n beeinflusst wird. Mit zunehmendem n -Wert und zunehmender Formänderung steigt die Kaltverfestigung und somit der Widerstand gegen dynamisches Beulen. Dabei ist zu beachten, dass sich mit größer werdender Formänderung eine Verringerung der Blechdicke ergibt, weil, wie bereits ausgeführt, beim Streckziehen die Vergrößerung der Produkt-Oberfläche ausschließlich zu Lasten der Blechdicke erfolgt. Eine Verringerung der Blechdicke führt aber zu einer Verringerung der Bauteilfestigkeit und der Bauteilsteifigkeit, so dass beim Streckziehen die Blechdickenreduktion nicht zu groß gewählt werden sollte. In der Praxis hat sich im Werkstückmittenbereich eine Blechdickenreduktion von ca. 2 % als richtig erwiesen.

Betrachtet man die Formänderungen beim Einfachen Streckziehen, dann ist festzustellen, dass die plastische Formänderung dort beginnt, wo keine Reibung zwischen Blech und unterem Streckziehformstempel zu verzeichnen ist. Das ist der Fall zwischen der Platineinspannung durch die Greifer und der Linie, an der die Platine den Formstempel berührt.

Angenommen, der Platinenwerkstoff würde einen Verfestigungsexponenten von $n = 0$ aufweisen, dann würde sich beim Einfachen Streckziehen der Bereich, in dem die plastische Umformung beginnt, weiter lokal bis zum Eintreten von Versagen durch Bruch verformen, ohne dass eine Einbeziehung benachbarter Platinenbereiche in den Umformprozess erfolgen würde.

Würde der Platinenwerkstoff hingegen einen hohen n -Wert (Verfestigungsexponent) aufweisen, dann würde zwar die plastische Formänderung auch in dem Blechbereich, in dem keine Reibungsbehinderung gegeben ist, beginnen. Es würde aber dann hier die Fließspannung wegen des hohen n -Wertes so stark ansteigen, dass sich die plastische Formänderung auch in die benachbarten Blechgebiete ausbreitet. Man spricht von einem „Stützeffekt“.

Festzuhalten bleibt:

Beim „Einfachen Streckziehen“ beginnt die Umformung am Platinenrand und breitet sich mit zunehmendem Stempelweg zur Werkstückmitte aus.

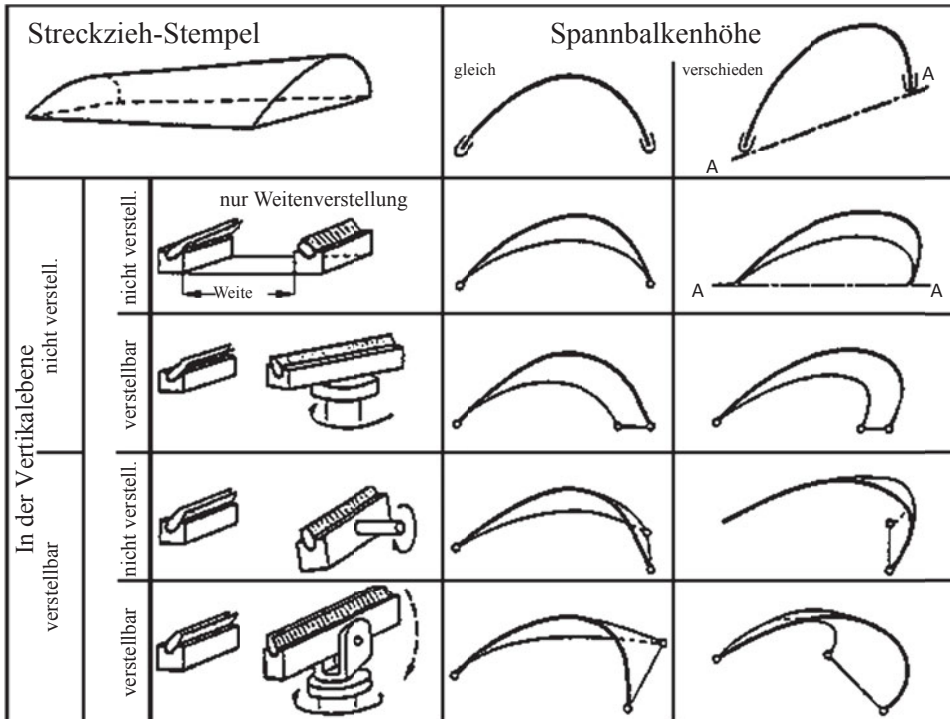


Abb. 2.2 Greiferausführung beim Streckziehen. Quelle: [Oeh01]

Folglich weist das Bauteil die geringste Kaltverfestigung in seinem Mittenbereich auf.

Als Zielsetzung für das „Einfache Streckziehen“ gelten möglichst geringe Reibung zwischen Blech und Streckziehstempel sowie einer möglichst hoher n -Wert des Blechwerkstoffs.

Das Einfache Streckziehen ist auf Grund der zweiseitigen Einspannung nur für ein begrenztes Formenspektrum geeignet. Mögliche produktangepasste Greiferausführungen zeigt **Abb. 2.2**.

Das Einfache Streckziehen wird zur Herstellung großer, wenig gekrümmter, konvexer Blechformteile eingesetzt. Hierbei handelt es sich in der Regel um Kleinserienfertigungen bis zu Gesamtstückzahlen von ca. 10.000 Teilen, z. B. Busseitenverkleidungen, LKW-Fahrerhaus-Dächer und Flugzeugrumpf-Außenhautbeplankungen.

Abb. 2.3 zeigt eine Streckziehmaschine für das Einfache Streckziehen im industriellen Einsatz. Diese Maschine wurde ausschließlich für das Streckziehen konvexer Produkte ausgelegt.

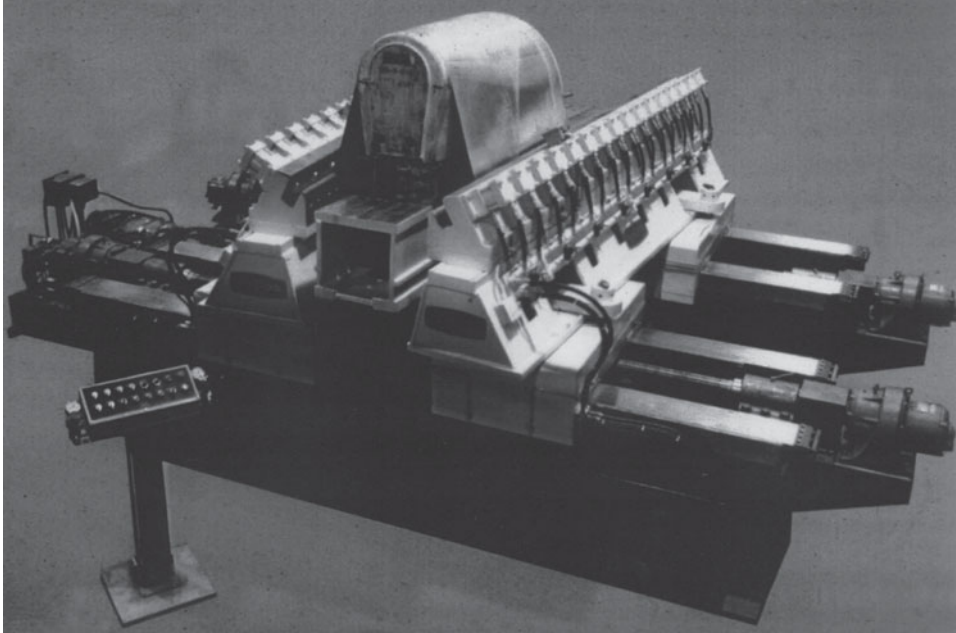


Abb. 2.3 Streckziehmaschine. Quelle: Fa. Cyril Bath, USA

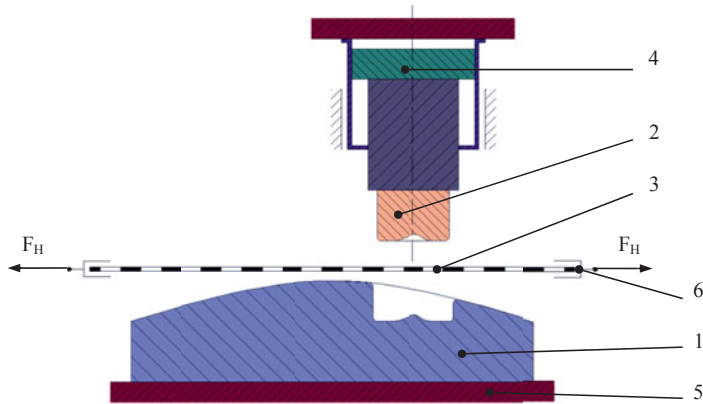
Weist das herzustellende Blechformteil konvexe und konkave Konturen auf, dann kann hierfür die Streckziehmaschine mit einem oberen Formstempel, wie in **Abb. 2.1** prinzipiell dargestellt, versehen werden. Der obere Formstempel fährt dann nach dem Aufwärtsfahren des unteren Formstempels abwärts und bewirkt damit die Ausformung konkaver Konturen.

2.2 Tangential-Streckziehen

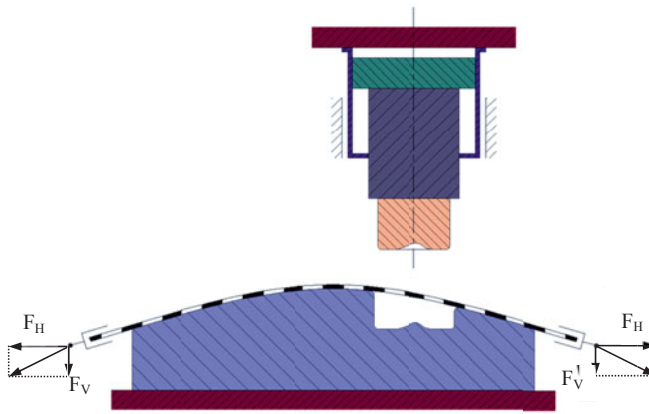
Dieses Verfahren unterscheidet sich vom Einfachen Streckziehen dadurch, dass die Greifer während des Umformprozesses verfahren werden können. Hierbei ergibt sich gemäß **Abb. 2.4** zu Beginn des Umformprozesses die Möglichkeit, die Platine zunächst durch Auseinanderfahren der Spannzangen auf etwa $\varphi_g = 0,02$ vorzurecken. Der untere Formstempel wird dann, wie beim Einfachen Streckziehen, vertikal aufwärts gefahren. Dabei werden die schwenkbar angeordneten Spannzangen so ausgerichtet, dass sich die Platine stets tangential an den Formstempel anlegt.

Dieses Verfahren ermöglicht gegenüber dem Einfachen Streckziehen höhere Formänderungen und somit auch größere Kaltverfestigungen in den Werkstückmittenbereichen. Nachteilig bleibt ein begrenztes Bauteil-Formenspektrum.

Vorrecken



Streckziehen



Ausformen konkaver
Werkstück-Konturen

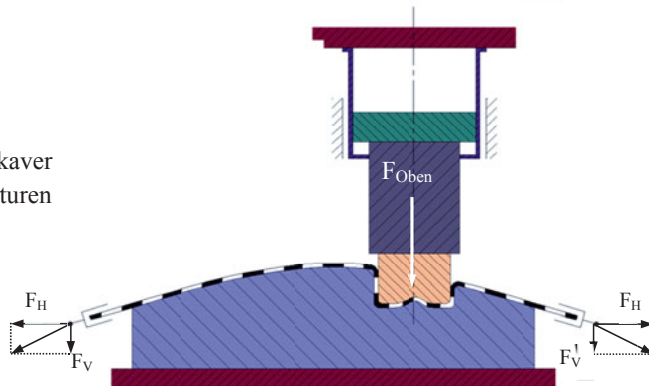


Abb. 2.4 Prinzipielle Darstellung des Tangential-Streckziehens.

1. Unterer Formstempel
2. Oberer Formstempel
3. Platine
4. Oberer Hydraulikzylinder
5. Grundplatte
6. Horizontal und vertikal verfahrbare Platineneinspannung

Die größten Streckziehmaschinen in der industriellen Fertigung haben Einspannweiten bis 10 m Länge. Moderne Tangential-Streckziehmaschinen verfügen über Sensoren zur Kraft- und Wegmessung und über einzeln steuer- bzw. regelbare Spannzangen. Hiermit werden z. B. Flugzeug-Rumpfaußenhautteile bis ca. 4 m Länge hergestellt. In der Regel werden Streckziehanlagen für konvex geformte Bauteile eingesetzt. Liegen konvex/konkav geformte Bauteile vor, dann muss die Streckziehanlage mit einem oberen Formstempel ausgeführt werden, wie in **Abb. 2.4** prinzipiell dargestellt.

2.3 Cyril-Bath-Streckziehanlage

Ausgehend vom Tangential-Streckziehen hat die Cyril-Bath Co., USA ein Streckziehverfahren entwickelt, das den Einsatz einer konventionellen einfach-wirkenden hydraulischen Presse voraussetzt.

Beim Cyril-Bath-Verfahren werden gemäß **Abb. 2.5** auf der Tischplatte einer in der Regel hydraulischen einfach-wirkenden Presse der untere Formstempel sowie links und rechts neben diesem Stempel horizontal und vertikal verfahrbare Greifer montiert. Ist das durch Streckziehen herzustellende Bauteil lediglich konvex gekrümmt, kann die Streck-

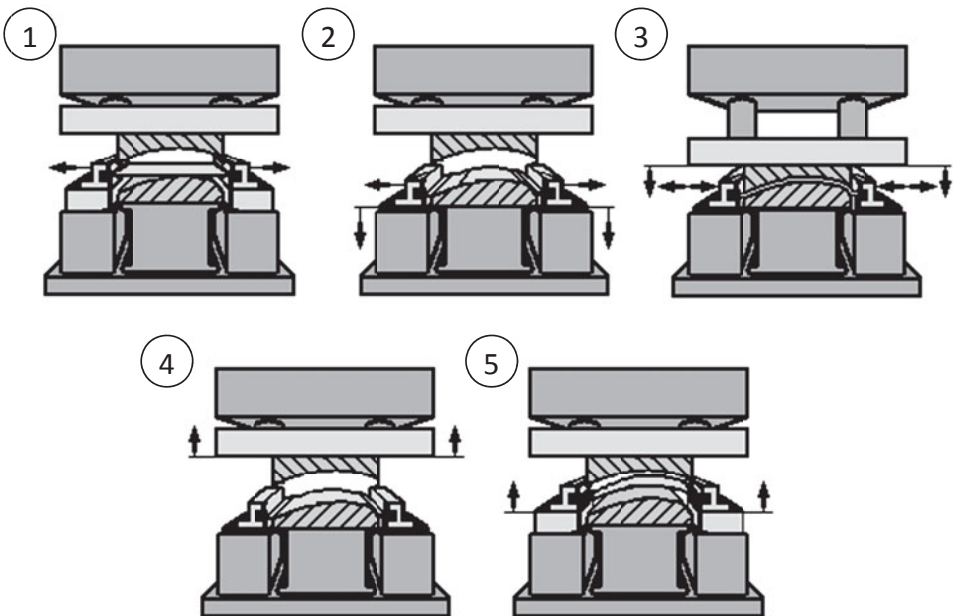


Abb. 2.5 Prinzipielle Darstellung des Tangential-Streckziehens in einer einfach-wirkenden hydraulischen Presse. Quelle: Fa. Cyril Bath, USA

ziehenanlage (Streckziehplatte, unterer Formstempel und Greifer-Vorrichtung) ggf. auch außerhalb der Presse „autark“ betrieben werden.

Ist das Bauteil konvex/konkav geformt, erfolgt das Ausformen der Konturen durch Einwirken eines am Pressenstößel montierten Formstempels. Der Verfahrensablauf erfolgt gemäß **Abb. 2.5** in fünf Schritten.

- 1) Die Platine wird zweiseitig fest eingespannt und auf eine logarithmische Hauptformänderung von z. B. $\varphi_g = 0,02$ vorgereckt.
- 2) Die horizontal und vertikal verfahrbaren Spannangen strecken das Blech über den Formstempel, so dass die konvexen Konturen ausgeformt werden.
- 3) Der Pressenstößel prägt über den oberen Formstempel die Gegenkontur in das gespannte Blechformteil und formt so die konkaven Konturen aus. Um hierbei ein Reißen des Bauteils zu vermeiden, ist es möglich, die Spannangen horizontal und vertikal so zu verfahren, dass Blech „nachfließen“ kann.
- 4) Nach Beendigung des Umformvorgangs fährt der Stößel in seine Ausgangsstellung zurück. Die Spannangen werden dann geöffnet, und das Teil kann entnommen werden.
- 5) Die Spannangen fahren in ihre Ausgangsstellung zurück.

Der Einsatz einer konventionellen einfach-wirkenden hydraulischen Presse hat den Vorteil, dass dann, wenn die Streckziehenanlage nicht benötigt wird, die Presse anderweitig, z. B. zum Biegen, Prägen und Schneiden, genutzt werden kann. Auch ist hervorzuheben, dass, verglichen mit konventionellen Streckzieheinrichtungen, beim Cyril-Bath-Verfahren die Führung des oberen Formstempels in der Regel deutlich besser als bei konventionellen Streckziehenanlagen ist, was sich positiv auf die Produkt-Maßhaltigkeit auswirkt. Hervorzuheben ist ferner, dass beim Cyril-Bath-Verfahren die Möglichkeit einer NC-Steuerung der Greiferwege gegeben ist. So ist durch Steuerung der seitlich angeordneten Greifer ein kontrolliertes, reproduzierbares Umformen des Bleches möglich.

Auch kann durch Einbeziehen der Steuerungen von

- Platinenabstapelung,
- Transport der Platinen in die Greifer hinein,
- Transport der Werkstücke aus dem Werkzeug heraus und in das Folgewerkzeug hinein

der gesamte Prozess mechanisiert werden. Blechformteile aus ca. 2 m² großen Platinen, z. B. LKW-Fahrerhausbeplankungen, können mit einer derartigen Anlage mit ca. 8 Hüben pro Minute reproduzierbar gefertigt werden. Damit erscheint das Verfahren prinzipiell für die Fertigung von Mittelserien (Gesamtstückzahlen bis 100.000 Teile) geeignet. Wie bei den anderen Streckziehverfahren ergibt sich jedoch auch hier auf Grund der zweiseitigen Einspannung eine Eingrenzung des Formenspektrums. Von Vorteil ist jedoch die Verwendung einer konventionellen, vorzugsweise hydraulischen einfach-wirkenden Karosseriepresse ohne Zieheinrichtung im Pressentisch. Damit ist es möglich, bei Ausbau der Greifer-Vorrichtungen die Presse zum Biegen und Prägen dicker und/ oder hochfester Stahlbleche sowie zum Lochen und Schneiden einzusetzen.

2.4 NC-steuerbares segmentiertes Streckziehen

Beim Segmentierten Streckziehen wird eine Blechplatte von einer Vielzahl vertikal und horizontal verfahrbarer Greifer eingespannt, horizontal vorgereckt und dann über einen feststehenden Formstempel gereckt.

Die bisher betrachteten Streckziehverfahren basieren auf einer zweiseitigen Einspannung der Platine. Es liegt nahe, um einen unteren Formstempel herum segmentweise NC-steuerbare, vertikal und horizontal verfahrbare Greifer anzuordnen und zur Produktion konvex/konkaver Blechformteile, wie beim Cyril-Bath-Verfahren, die Streckzieheinrichtung in einer konventionellen hydraulischen einfach-wirkenden Presse zu betreiben.

Abb. 2.6 zeigt in prinzipieller Darstellung die Anordnung hydraulisch horizontal und vertikal verfahrbarer Greifer um einen Formstempel herum. Hiermit ist es möglich, die Platine an ihrem Außenrand durch eine Vielzahl von Greifern fest einzuspannen und zunächst horizontal auf eine logarithmische Hauptformänderung von z. B. $\varphi_g = 0,02$ vorzuziehen. Es wird dann die Platine durch horizontales und vertikales Verfahren der Greifer über den Formstempel gereckt.

Abb. 2.7 zeigt eine am Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart (IFU) entwickelte Versuchsanlage zum segmentierten Streckziehen. Bei dieser Anlage wirken um einen halbkugelförmigen Stempel, der einen Radius von $R = 290$ mm aufweist, 6 einzeln

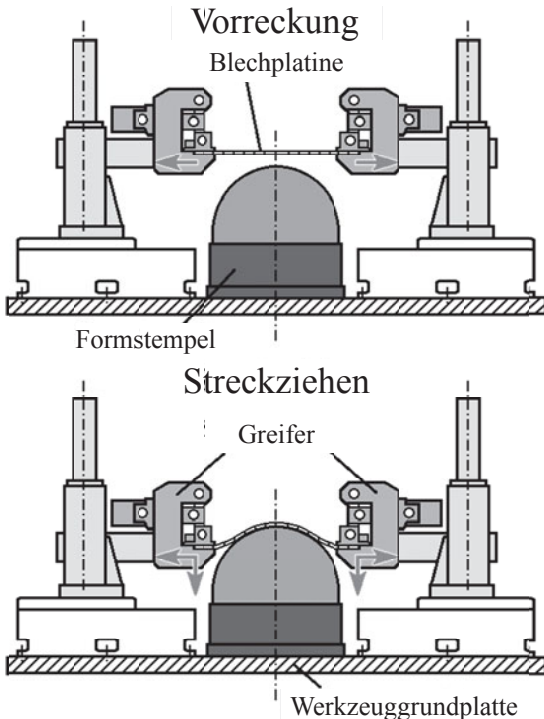


Abb. 2.6 NC-gesteuertes Streckziehen mit um einen Formstempel herum angeordneten Greifern-Vorrecken und anschließendes NC-Streckziehen. Quelle: IFU – Universität Stuttgart

Abb. 2.7

Versuchsanlage zum NC-gesteuerten segmentierten Streckziehen. Quelle: IFU – Universität Stuttgart

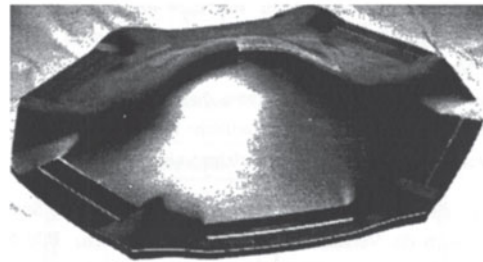
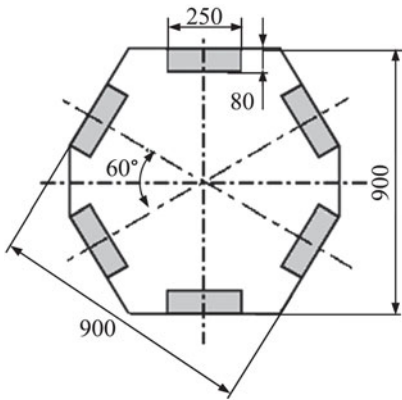
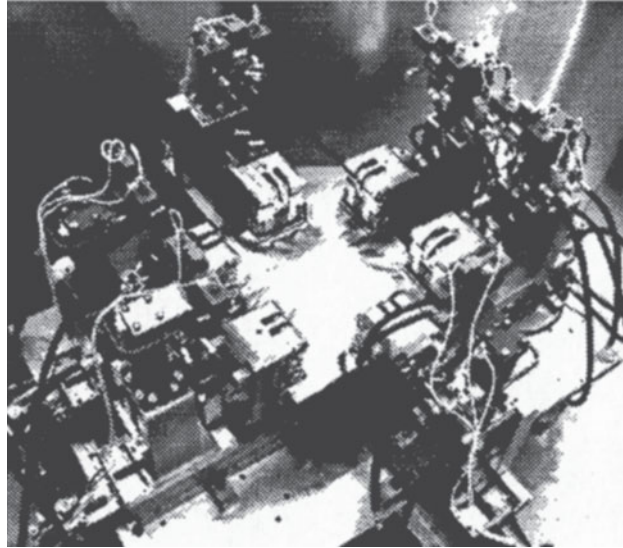


Abb. 2.8 Platinenform und Greiferposition sowie mittels NC-gesteuerten segmentierten Streckziehen hergestelltes Blechformteil

horizontal und vertikal verfahrbare Greifer. Die Platinenform und die Position der Greifer sowie ein streckgezoogenes Produkt zeigt **Abb. 2.8**.

Abb. 2.9 zeigt die mittels FEM-Prozeßsimulation berechneten logarithmischen Vergleichsformänderungen über eine auf $\varphi_v = 0,02$ vorgereckten Platine. Es ist ersichtlich, dass um die Position der Greifer herum die höchsten Formänderungen vorliegen. Diese Formänderungen liegen jedoch weit unterhalb der Grenzformänderungen, bei denen Versagen durch Einschnürung bzw. Bruch eintritt, sodass sie nicht verfahrensbegrenzend

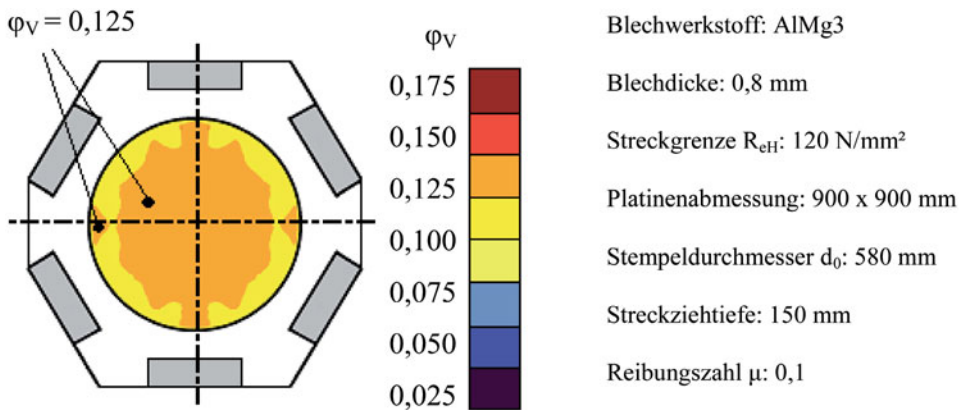
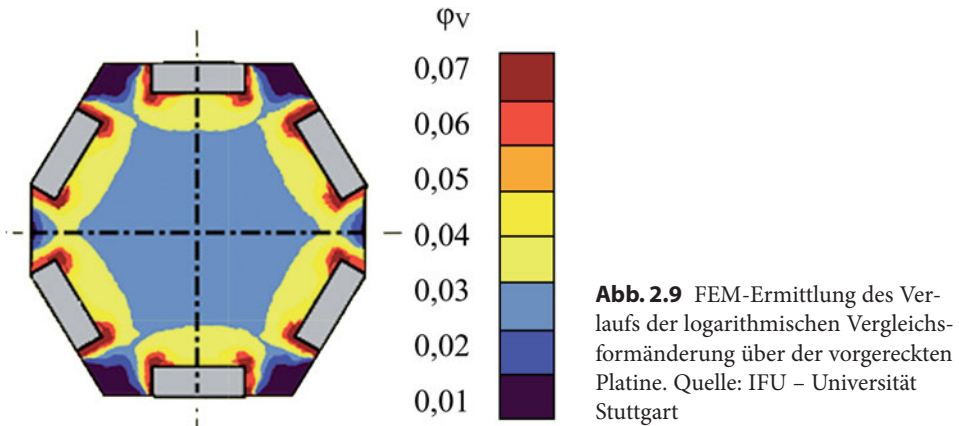


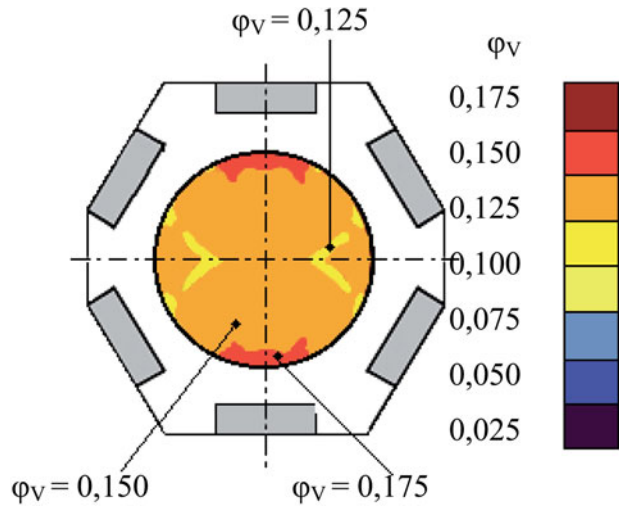
Abb. 2.10 FEM-Ermittlung der Vergleichsformänderung nach dem Streckziehen. Quelle: IFU – Universität Stuttgart

sind. Hervorzuheben ist, dass über die gesamte restliche Platine eine gleichmäßige Verteilung der logarithmischen Formänderung von $\varphi_g = 0,02$ vorliegt.

Abb. 2.10 zeigt die mittels FEM berechnete Verteilung der Vergleichsformänderungen über dem segmentiert streckgezogenen Bauteil. Es ist erkennbar, dass der gesamte Mitzenbereich eine logarithmische Vergleichsformänderung von $\varphi_g = 0,125$ aufweist.

Nun ist zu betonen, dass die **Abb. 2.9** und **2.10** mittels FEM berechnete Vergleichsformänderungen zeigen. Es erscheint sinnvoll, durch experimentelle Untersuchungen zu überprüfen, inwie weit die mittels FEM berechneten Vergleichsformänderungen von den realen, experimentell ermittelten Ergebnissen abweichen. Untersuchungen von K.J. Fann [Fan96] zeigen, dass die Simulationsergebnisse recht gut mit den experimentell ermittelten (realen) Ergebnissen übereinstimmen. So zeigt **Abb. 2.11** die experimentell ermittelten Vergleichformänderungen über dem Blechformteil. Damit ist es möglich,

Abb. 2.11 Experimentelle Ermittlung der Vergleichsformänderung nach dem Streckziehen.
Quelle: IFU – Universität Stuttgart



die berechneten Ergebnisse (Abb. 2.10) mit den experimentell ermittelten Ergebnissen, dargestellt auf **Abb. 2.11**, zu vergleichen. Die größte Abweichung beträgt $\varphi_V = 0,025$, was zeigt, dass es sehr wohl möglich ist, die Greiferwege und/oder die Greiferkräfte mittels FEM-Berechnung zu ermitteln und dann an die Steuerung der NC-steuerbaren Segmentierten Streckziehanlage zu übergeben.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

- Es ist möglich, in einer segmentierten Streckziehanlage allseitig um einen Formstempel herum NC-steuerbare Greifer anzuordnen.
- Es können entweder die Greiferwege oder die Greiferkräfte mittels FEM berechnet und beim Umformen vorgegeben werden. Vorzugsweise sollten die Greiferkräfte gewählt werden, weil bei Vorgabe der Greiferwege das elastische Verhalten der Streckziehanlage von Einfluss ist und berücksichtigt werden muss.
- Untersuchungen am IFU haben gezeigt, dass eine Vorherbestimmbarkeit finaler Bauteileigenschaften möglich ist. So können z. B. über dem Bauteil die Vergleichsformänderungen, oder bei Zugrundelegen der Fließkurve des Blechwerkstoffs, die Fließspannungen vorgegeben werden.

Literatur

- [Fan96] Fann, K., J.: Streckziehen mit vorgebbaren finalen Bauteileigenschaften, Beiträge zur Umformtechnik, Bd. 12, Hrsg. K. Siegert, DGM-Informationsgesellschaft-Verlag mbH, 1996, Oberusel, ISBN 3-88355-242-9
- [Oeh01] Oehler, G.; Kaiser, F.: Schnitt-, Stanz- und Ziehwerkzeuge. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 8. Auflage 2001, ISBN 3-540-67371-7

Blechumformung

Verfahren, Werkzeuge und Maschinen

Siegert, K. (Hrsg.)

2015, XV, 326 S. 136 Abb., 36 Abb. in Farbe., Hardcover

ISBN: 978-3-540-02488-0