Tiefziehstähle

Verwendung der Stähle/
Stähle mit besonderen Eigenschaften

19

Technische Schriftenreihe

Brütsch·Rüegger

Tiefziehstähle

Der eigentlich veraltete bzw. überholte Begriff Tiefziehstähle wurde für die Überschrift dieser Folge gewählt, weil er kurz und griffig ist und im Stahlhandelsjargon noch immer gebraucht wird. Es handelt sich um Stähle, die eine besondere Eignung zum Tiefziehen, also für eine bestimmte Be- oder Verarbeitungsart, besitzen. Weil diese Eignung für eine ganze Reihe von Stahlarten gilt, müsste die Überschrift für diese Folge eigentlich «Flacherzeugnisse aus Stählen zum Kaltumformen» heissen. Die Kaltumformung hat aber in den letzten etwa zwei Jahrzehnten eine erheblich erweiterte Bedeutung und ein sehr viel grösseres Betätigungsfeld gewonnen. Eine etwas weitergehende Formulierung – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – wird im untenstehenden Kasten gegeben.

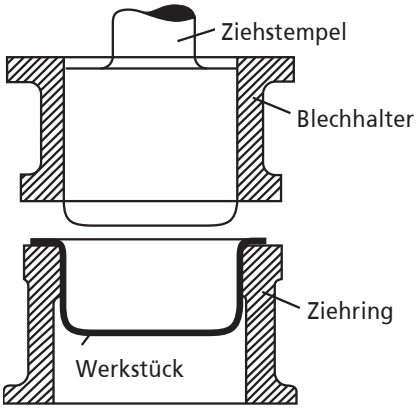
Bei den sogenannten Tiefziehstählen – um noch einmal bei diesem Begriff zu bleiben – handelte es sich herkömmlich um kaltgewalzte Bleche und Bänder. Inzwischen haben in Folge der enorm verbesserten Warmwalztechnologie zunehmend auch warmgewalzte Bleche und Bänder in die Kaltumformprozesse Eingang gefunden.

Verfahren

Der Begriff Tiefziehen beschreibt die wichtigste Art der Kaltumformung an Blechen. Nach DIN 8584 ist das Tiefziehen die Zugdruckumformung einer ebenen Platte (Platine) zu einem Hohlkörper. Die Platine kann ein Metallblech oder auch eine Kunststoffplatte sein. Bei Stahl handelt es sich natürlich immer um Stahlblech oder -band, grösstenteils im Feinblechbereich (unter 3 mm Dicke).

Grundsätzlich ist das reine Tiefziehen vom Streckziehen zu unterscheiden. Tiefziehwerkzeuge bestehen aus einem Stempel, dem Ziehring und dem Niederhalter, wie in der Abbildung schematisch dargestellt. In der Wirklichkeit sind die Werkzeuge komplizierter, insbesondere dann, wenn ein Werkstück in mehreren Zügen bearbeitet werden muss. In solchen Fällen muss eventuell zwischen zwei Zügen ein Rekristallisationsglühen vorgenommen werden.

Auch in diesem Zusammenhang sind die Dinge natürlich viel komplexer, zumal die Kräfte beim Tiefziehen mehrachsige und sehr unterschiedliche Beanspruchungen mit sich bringen. Es ist unmöglich, im Rahmen dieses Beitrags diese Materie auch nur annährend zu beschreiben. Denn es handelt sich nicht nur um werkstoffabhängige Faktoren, sondern auch um Probleme der Werkzeugkonstruktion und der Verfahrenstechnik.



92 Schematische Darstellung eines Tiefziehwerkzeugs (nach Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen)

Werkstoffe

Generell sind die tiefziehfähigen unlegierten Stähle weiche Sorten, d.h. sie haben niedrige C- und Mn-Gehalte. Die in den Normen angeführten allgemeinen Festigkeitswerte aus dem Zugversuch (Zugfestigkeit, Streckgrenze, Bruchdehnung) geben nur unzulänglich Auskunft über das Ziehverhalten. Wie schon in dieser Serie wiederholt erläutert, ist die Zugfestigkeit die Grösse, welche die Höchstlast angibt, unter der ein Stahl reisst, während die Streckgrenze die Mindestkraft angibt, ab der eine plastische, also bleibende Verformung überhaupt möglich ist. Die Spanne zwischen diesen beiden gibt das Streckgrenzverhältnis (Streckgrenze bzw. 0,2 % Dehngrenze: Zugfestigkeit) an. 0,6 als Wert, der etwa als Durchschnitt für die hauptsächlich relevanten Sorten in Frage kommt, besagt, dass max. 60 % der Festigkeit für die plastische Verformung zur Verfügung stehen.

Nach ihren Eigenschaften bzw. Anforderungen unterscheidet man Flacherzeugnisse zum Kaltumformen hauptsächlich nach folgenden Normen:

1. Kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus weichen Stählen zum Kaltumformen (DIN EN 10130)
2. Kaltband ohne Überzug aus weichen Stählen zum Kaltumformen (DIN EN 10139)
3. Kontinuierlich warmgewalztes Band und Blech aus weichen Stählen zum Kaltumformen (DIN EN 10111)
4. Warmgewalzte Flacherzeugnisse aus Stählen mit hoher Streckgrenze zum Kaltumformen (DIN EN 10149)

Dazu kommen noch spezielle Sorten wie kaltgewalzte Flacherzeugnisse aus nichtrostenden Stählen (DIN EN 10088) sowie zum Emaillieren, Weissblech, beschichtete Produkte (z. B. feuerverzinktes Band und Blech usw.).

Kaltumformung

– Metallkundlich versteht man darunter spanlose Formgebungsverfahren, die in Temperaturbereichen ablaufen, in denen keine Rekristallisation (Kristallerholung) stattfindet.

– Fertigungstechnisch bezieht man den Begriff auf Umformgänge, bei denen der Werkstoff vor dem Umformen nicht erwärmt wird, und man unterscheidet diese von der Halbwarm- sowie von der Warmumformung. Beide Definitionen muss man nebeneinander sehen. Entscheidende Kriterien sind das Werkstoffverhalten während der Umformung und die Werkstoffeigenschaften nach der Umformung (Kaltverfestigung).

– Die Massivumformverfahren sind: das Walzen, Schmieden, Pressen, Stauchen, Fliesspressen. Dort gibt es sowohl Warm- als auch Kaltumformverfahren. Beispielsweise gehört das Kaltwalzen von Blech bzw. Band hierzu. An dieser Stelle soll die Zuordnung jedoch nicht weiter untersucht werden.

– Vielmehr geht es nunmehr um die Blechumformung. Die Ausgangsform dabei ist ein Blech bzw. Band, meistenteils kaltgewalzt in Dicken bis 3 mm, das in einer bestimmten Form (Zuschnitt, Platine) durch Kaltbearbeitung in eine andere Form von (fast) konstanter Wanddicke umgearbeitet wird. Es werden zahlreiche Verfahren unterschieden, z. B.:

– Biegeumformen (Kanten, Abkanten),
– Zugumformen,
– Druckumformen,
– Walzrunden,
– Walzprofilieren und andere.

Das landläufig und vereinfachend als Tiefziehen bezeichnete Verfahren ist ein Zugdruckumformen, bei dem beispielsweise ein Blech zu einem Hohlkörper (Napf) geformt wird. Dieser Prozess kann in einem oder in mehreren Zügen erfolgen, je nachdem wie der Körper endgültig geformt sein soll. Wie weit ein Stahl für das Tiefziehen geeignet ist, wird durch Tiefungsversuche festgestellt, auf die aber an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden kann. Der Zugversuch gibt hierzu nur unzureichend Aufschluss.

93 Übersicht über die Stahlsorten zum Kaltumformen nach DIN EN 10130 und 10139

Kurznamen nach DIN EN 10130 und DIN EN 10139	WNr.	DIN 1623-1	frei von Fliessfiguren
DC 01 (Fe P01) *	1.0330	St 12	3 Monate **
DC 03 (Fe P03)	1.0347	RRSt 13	6 Monate
DC 04 (Fe P04)	1.0338	St 14	6 Monate
DC 05 (Fe P05)	1.0312	–	6 Monate
DC 06 (Fe P06)	1.0873	–	unbegrenzt
* Angaben in Klammern = vorläufige Bezeichnung entspr. Euro-Norm			
** nur für Oberflächenart B			

Merkmale

Die unter 1. und 2. genannten Stähle sind die für das Tiefziehen bedeutendste Gruppe, die auch einen überragenden Anteil an der gesamten Stahlerzeugung in Deutschland hat. Die beiden Normen, welche die DIN 1623-1 und DIN 1624 ersetzt haben, umfassen nur fünf Stahlsorten, die metallurgisch praktisch identisch sind (vgl. Abb. 93), sich jedoch in den Ausführungsdetails unterscheiden.
Das üblicherweise aus Warmbreitband hergestellte Kaltbreitband wird nach dem Kaltwalzen bei Rekristallisationstemperatur (ca. 720 °C) geglüht. Dabei ergibt sich im Spannungs-Dehnungs-Diagramm eine ausgeprägte obere und untere Streckgrenze, die beim Tiefziehen die sogenannten Fliessfiguren verursacht. Das heisst: Die plastische Verformung setzt nicht gleichmässig über das ganze Ziehteil ein, sondern in streifenartigen Zonen, weil das Fliessen des Werkstoffes an Versetzungen im Gefüge behindert wird.
Dieser Erscheinung kann man vorbeugen, indem man vor dem Ziehprozess eine geringe plastische Verformung aufbringt, z. B. durch einen Kaltstich (Kaltnachwalzen, Dressieren) oder durch Walken auf speziellen Maschinen.
Diese Vorbeugung wirkt aber nur für begrenzte Dauer. Deshalb sollen die Bleche nach der Anlieferung alsbald verarbeitet werden. Dies ist auch der Grund dafür, dass Bleche nach DIN EN 10130 üblicherweise im kaltnachgewalzten Zustand geliefert werden. Die Werke gewährleisten eine Freiheit von Fliessfiguren bzw. Geltung der mechanischen Eigenschaften nur für bestimmte Zeit.
Blech oder Breitband nach DIN EN 10130 werden in den Oberflächenarten A oder B geliefert:

– A = Kleine Fehler wie Poren, Riefen, Warzen, Kratzer sind zulässig, soweit sie die Eignung zum Umformen und die Haltung von Oberflächenüberzügen nicht beeinträchtigen.

– B = Die bessere Seite muss so fehlerfrei sein, dass das einheitliche Aussehen einer Qualitätslackierung oder eines elektrolytisch aufgebrachten Überzugs nicht beeinträchtigt wird. Die andere Seite muss mindestens den Anforderungen der Oberflächenart A entsprechen.
Die Oberflächenausführungen hierfür sind:

Oberflächen-Ausführung	Kurz-zeichen	Mitten-rauhwert Ra = µm
Besonders glatt	b	≤ 0,4
Glatt	g	≤ 0,9
Matt	m	> 0,6 ≤ 1,9
Rauh	r	> 1,6

Für Kaltband unter 600 mm Walzbreite nach DIN EN 10139 gelten drei Oberflächenarten:

– MA = Blanke, metallisch reine Oberfläche; Poren, kleine Kratzer sind zulässig.

– MB = Blanke, metallisch reine Oberfläche; Poren, Riefen und Kratzer sind nur in so geringem Umfang zulässig, dass beim Betrachten mit blossem Auge das einheitlich glatte Aussehen nicht wesentlich beeinträchtigt wird.

– MC = Blanke, metallisch reine Oberfläche; Poren, Riefen und Kratzer sind nur in so geringem Umfang zulässig, dass durch sie das einheitliche Aussehen der glänzenden Oberfläche nicht beeinträchtigt wird.
Hierfür gelten folgende Oberflächenausführungen:

Oberflächen-Ausführung	Kurz-zeichen	Mitten-rauhwert Ra = µm
Glatt	RL	≤ 0,6
Rauh	RR	≤ 1,5
Matt	RM	< 0,6 ≤ 1,8
Glänzend	RN *	≤ 0,2
* nur für Oberflächenart MC		

Der Tiefungsversuch nach Erichsen, der in den DIN-Normen verankert war, wird von den meisten europäischen Ländern als für die Kennzeichnung der Verarbeitungseigenschaften nicht geeignet angesehen. Er ist deshalb in den EN-Normen nicht mehr vorgesehen. Dafür werden die Mindestwerte für die senkrechte Anisotropie (r-Wert) und den Verfestigungsexponenten (n-Wert) eingeführt. Die Verfahren zur Ermittlung der Werte sind in Anhang A und B der beiden vorerwähnten Normen beschrieben. Sie gelten als für die Tiefzieheignung eher massgebend.
Anisotropie ist die Richtungsabhängigkeit der physikalischen Eigenschaften auf Grund einer Textur, die sich durch Verformung (z. B. Kaltwalzen) ergibt, indem sich das Grundgefüge in bestimmte Richtungen orientiert. Dadurch ergeben sich längs und quer zur Walzrichtung unterschiedliche Werte in Bezug auf die Umformbarkeit. Sie führen beim Tiefziehen zur unerwünschten Zipfelbildung, insbesondere bei zylindrischen Teilen. Ein sicheres Gegenmittel ist das Normalglühen.

Neue Wege

Alle vorangegangenen Erörterungen beziehen sich auf (relativ) weiche Stähle. Die wichtigsten Feinblechkunden – die Automobilhersteller – suchen aus naheliegenden Gründen jedoch Werkstoffe mit möglichst hohen Festigkeiten bei guter Umformbarkeit mit dem Ziel, grösstmögliche Stabilität bei geringstmöglichem Gewicht zu erreichen. Dieser Herausforderung hat sich die Stahlindustrie mit hohem Engagement angenommen.
Die Ergebnisse sind eindrucksvoll. Eine grosse Zahl moderner Stähle ist entstanden. Es handelt sich um höherfeste sowie hochfeste Feinkornbaustähle und Mehrphasenstähle. Hinzu kommen optimierte Be- und Verarbeitungsverfahren, insbesondere auch Umformtechniken. Die Entwicklung ist noch nicht zu Ende. Dieses vielschichtige Gebiet ist nicht Gegenstand dieses Aufsatzes, der jedoch einen Teil der zum Verständnis erforderlichen Grundlagen beitragen soll.

Edelstahl Rostfrei

Diese Werkstoffgruppe gehört auch nicht zum eigentlichen Thema. Dennoch soll an dieser Stelle erwähnt werden, dass ein bedeutender Teil der nichtrostenden Stähle gut zum Tiefziehen geeignet ist und in grossen Mengen auf diesem Weg verarbeitet wird. Dies gilt besonders für die austenitischen Stähle, die ein gutes Umformvermögen besitzen, mit dem zusätzlichen Vorteil, dass die Kaltverfestigung den Teilen optimale Stabilität verleiht. Wichtig ist, den C-Gehalt

möglichst niedrig zu halten, den NI-Gehalt hingegen möglichst auf 9 bis 10,5 % zu setzen. Nickel ist der entscheidende Austenitbildner, sorgt für stabiles Gefüge und verbessert den Widerstand gegen Spannungsrisskorrosion.
Im häuslichen und gastronomischen Alltag spielt Edelstahl Rostfrei eine führende Rolle. Bedeutende Mengen von Blechen und Bändern in Werkstoff 1.4301 werden durch Prägen und Tiefziehen zu Flach- und Hohlwaren verarbeitet. Von Spülen über Kochtöpfe, Schüsseln und Pfannen bis zu Servierplatten und Tabletts sowie vielen Zusatzgeräten reicht das Programm, für das dieser Stahl eingesetzt wird. In Grossküchen und Schlachtereien, wo durch hohen Dauerbetrieb und Intensität z. B. von Salzbelastung eine höhere Beständigkeit gefordert wird, sind die Mo-legierten Werkstoffe 1.4401 oder 1.4571 angezeigt.

07/05/HAE
Quelle: Stahlreport 5/00

Brütsch·Rüegger

Brütsch/Rüegger AG
Stahlrohre/Tubes en acier
Postfach, Althardstrasse 83, 8105 Regensdorf
Tel. +41 (0)44 871 34 34, Fax +41 (0)44 871 34 99
Internet: www.brr.ch, E-Mail: info@brr.ch