

# Superplastisch omvormen

## lukt met gasbinnendruk van heatforming

Een omvormgraad van 300% is haalbaar met het nieuwe, innovatieve heatforming-procédé van Heatform en Schuler. Na het tekenen van een geheimhoudingsverklaring mocht Metaal Magazine dit begin april aanschouwen tijdens een demonstratie in Wilnsdorf (D). In dit artikel een verslag – wat beperkt – van de gegevens die we wél mochten optekenen. Ons advies: stap in auto en ga snel zelf deze boeiende metaal-omvormtechnologie aanschouwen.

Gelet op de vormgevingsmogelijkheden kun je heatforming (hot expansion air technology forming) typeren als een productietechnologie voor het maken van holle werkstukken in het speelveld tussen IHU (Innenhochdruck-Umformung) en metaalgieten. Bij de demonstratie begin april bij Schuler Hydroforming te Wilnsdorf werd tevens een vergelijking gemaakt met glasblazen. Op zich niet zo vreemd want net zoals bij gasblazen ontstaat bij heatforming de productvorm door middel van een inwendige druk met een gas. Dit is tevens hét grote onderscheid met IHU waar de inwendige druk opgebouwd wordt met behulp

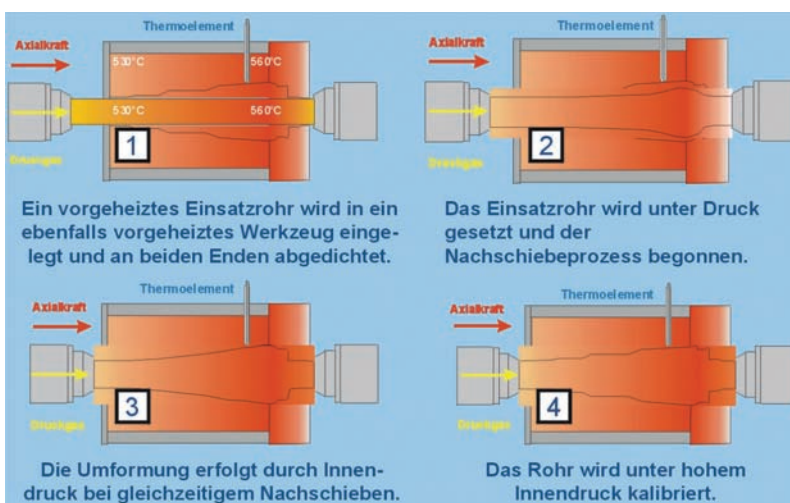
van een vloeistof. Een tweede overeenkomst met glasblazen is dat gewerkt wordt met voorverwarmde, verhitte, halffabrikaten. Het resultaat: het is mogelijk producten te maken met hoge omvormgraden, met messcherpe overgangen en een verbazingwekkende vormvrijheid.

Een voorbeeld van de mogelijkheden: uit gegevens van het bedrijf Heatform, sinds kort de partner van Schuler op het gebied van heatforming, blijkt dat een aluminiumbuis van Al-6060 met een buisdiameter van 4 mm en een wanddikte van 1,2 mm te vervormen is met een druk van circa 270 bar. Bij

een temperatuur van 550 °C zijn dan, bij gelijkblijvende wanddikten, omvormgraden mogelijk van 300%. De mensen van Schuler spreken dan ook van een superplastisch omvormen. De vormvrijheid van gieten met vloeibaar materiaal wordt uiteraard niet gehaald, maar de resultaten zijn wel verbluffend. Het is de ervaring dat het superplastische omvormen van aluminium in elk geval boven een temperatuur van 460 °C moet plaatsvinden. Onder deze temperatuur gedraagt het materiaal zich te bros en kunnen er scheuren optreden. Gelet op de smelttemperatuur van aluminium is 600 °C de werkbare bovengrens voor heatforming van aluminium. Uiteraard treden bij de temperatuur van 550 °C geen verstevigingsverschijnselen meer op in het aluminium. Dit is een punt van aandacht omdat sommige metaalbewerkers een versteviging bij het omvormen bewust nastreven en benutten voor stijfheidsverbeteringen.

### Temperatuurprofiel

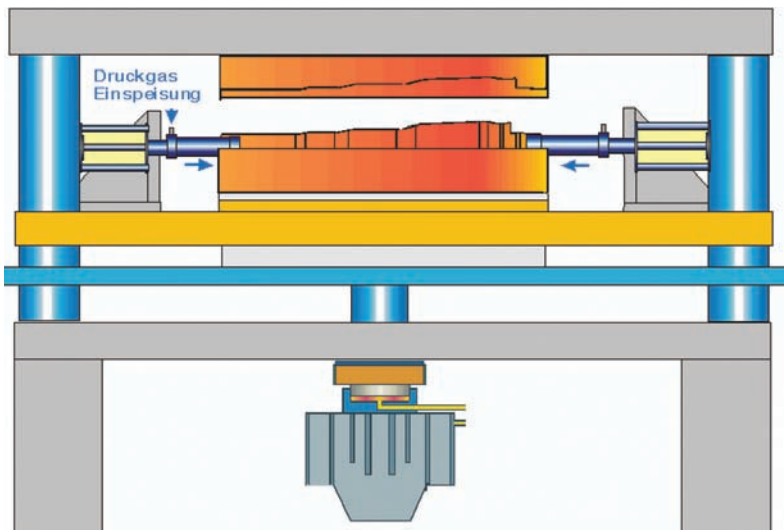
Heatform en Schuler hebben intussen eerste ervaringen verzameld met het omvormen van aluminium en messing halffabrikaten. Bij deze metalen kan perslucht ingezet worden als krachtmedium. Voor het omvormen van staal moet stikstof ingezet worden. Voor het



De afloop van het heatforming-proces. In vier stappen verzorgt een gas de vorming van een hol product (illustratie: Schuler)



Een opengezaagd product toont de gelijkmatige wanddikteverdeling die haalbaar is met heatforming (foto: Schuler)



Een schema van een pers voor heatforming. In verband met temperatuurbeïnvloeding van de pers sluit deze pers vanaf de onderzijde (illustratie: Schuler)

verwerken van titaan valt de keuze op argon.

In vergelijking met de vloeistoffen die ingezet worden voor het conventionele IHU kenmerken gassen zich door een lage specifieke warmte-inhoud. Het voordeel hiervan is dat de gassen op omgevingstemperatuur gebruikt kunnen worden, zonder dat de temperatuurhuishouding van werkstukken of het gereedschap beïnvloedt wordt. Gelet op vervuiling van werkstuk, machine en gereedschap biedt een gas ook voordelen ten opzichte van waterige vloeistoffen. Emulsies van IHU-processen geven immers na verloop van tijd toch een behoorlijke vervuiling van de werkomgeving. Een afbeelding bij dit artikel toont de afloop van het heatforming-proces. In vier stappen wordt een buis in een gesloten persgereedschap omgevormd tot een complex, hol product. De vier stappen zijn:

- inleggen van het op temperatuur gebrachte halffabrikaat;
  - onder druk zetten van de buis en begin van de omvorming om het meeste warme punt;
  - het axiaal verplaatsen van materiaal om de wanddikte gelijkmatig te houden; en
  - het kalibreren van het werkstuk.
- Opvallend bij heatforming in het werken met temperatuurprofielen voor werkstuk en boven- en ondergereedschap. Door middel van een inductieverwarming is het mogelijk het om te vormen halffabrikaat een tempera-

tuurprofiel te geven. Het 'spelen' met temperaturen stuurt het punt waar de omvorming, het opwijken, begint en waar deze het grootst zal zijn.

Omgekeerd is het uiteraard mogelijk om delen die niet of minder omgevormd moeten worden, niet voor te verwarmen. In een lange buis kun je bijvoorbeeld een buisgedeelte plaatse-lijk voorwarmen en vervolgens alleen dit gedeelte omvormen in een persgereedschap. De 'koude' buisdelen hoeven niet opgenomen te worden in het gereedschap. Dit scheelt uiteraard behoorlijk in de gereedschapskosten. Net zoals bij het IHU-proces is ook voor het heatform-procédé het axiaal verplaatsen van materiaal, het naduwen, om de wanddikte gelijkmatig te houden, een essentiële bewerkingsstap. Het lukt zelfs, door het parallel sturen van temperatuurprofielen van halffabrikaat en omvormgereedschap, om het materiaal gericht te laten stuiken om zo een dikkere wand te verkrijgen.

#### Compacte pers

In vergelijking met het klassieke IHU is de inwendige omvormdruk bij heatforming opvallend laag. Bij IHU is er sprake van drukken van 3000 bar tot 4000 bar. Bij de heatforming van aluminium praat je over drukken van pakweg 300 bar. De verwachting is dat staal door middel van heatforming omgevormd kan worden met drukken van ongeveer 500 bar.

Deze lagere drukken betekenen nogal wat voor de persgrootte. Uit een reken-

voorbeeld van Schuler blijkt dat de minimaal benodigde perskracht voor een omvormproces het resultaat is van de maximale binnendruk vermenigvuldigd met het geprojecteerd oppervlak waarop deze druk op de deelnaad van het persgereedschap actief is. Werk je bijvoorbeeld met een pers met een maximale perskracht van 30 MN (3000 ton) en een inwendige druk van 2000 bar dan is de maximaal mogelijk geprojecteerde oppervlak 0,15 m<sup>2</sup>. Dit beperkt uiteraard de grootte van het werkstuk. Het is dan ook de verwachting dat dankzij de lagere drukken van heatforming er grotere werkstukken gemaakt kunnen worden op bestaande persen of dat bij een gelijkblijvende werkstukgrootte de pers veel compacter en lichter gebouwd kan worden. De heatforming-demonstratie in Wilnsdorf werd uitgevoerd met een opvallend kleine prototype-pers (waarvoor overigens een fotografeerverbod van toepassing was, vandaar dat beelden van de demonstratie bij dit arti- ►

### Onmogelijke werkstukken maakbaar dankzij heatforming

De foto bij dit kader illustreert treffend de mogelijkheden van heatforming (hot expansion air technology forming). De scherpe buighoek is het resultaat van het omvormen in een persgereedschap van een voorverwarmd halffabrikaat met een gas-binnendruk. Dit deel is dus niet gemaakt door middel van verstekzagen, (laser)lassen en napolijsten. Zoals gezegd: één stuk halffabrikaat is in één keer omgevormd. Het maken van scherpe overgangsstralen is een van de kenmerken van het heatformprocédé. Het lukt Schuler bij aluminium om met drukken onder de 100 bar overgangsstralen te krijgen kleiner dan 1 mm. Bij IHU bereik je met drukken van enkele duizenden bars afrondingsstralen in het bereik van 1 mm tot 2 mm. Ook bij het omvormen van staal verwacht Schuler met een druk van 500 bar een overgangsstraal beneden de 1 mm te kunnen bereiken.



Deze ongelooflijke scherpe buighoek is het resultaat van het heatform-proces. Het halffabrikaat is in één keer omgevormd (foto: Schuler)

► kel ontbreken). Op deze pers werd een demonstratie-werkstuk gemaakt dat door de mensen van Schuler met de naam Demonstrator gedoopt was. De pers had een sluitkracht van maar 240 kN (24 ton). Toch lukte het een voorverwarmde buis van een 6000-aluminiumlegering (met een diameter van 40 mm, een lengte van 480 mm en een wanddikte van 2,5 mm) met een kalibreerdruk van 180 bar in 20 s om te vormen tot een werkstuk. Hierbij werd een omvormgraad bereikt van 80% (zie de foto van dit werkstuk bij dit artikel). Opvallend bij dit demonstratie-werkstuk is de meegevormde M48-schroefdraad en de scherpe over-

gangen tussen rechte en bolvormige gedeelte. En zoals gezegd: dit geschiedt op een kleine pers met een lage perskracht. Intussen is een nieuwe pers in opbouw voor het laten aanlopen van de eerste series heatform-producten. Dit is een pers met een tafel van 1600 mm bij 800 mm die een maximale sluitkracht heeft van 2 MN (200 ton). In vergelijking met de kapitale IHU-installaties die Schuler bouwt, is ook deze pers maar een klein persje. De bedoeling is dat deze pers de tweede helft van dit jaar in gebruik genomen wordt voor opstarten van kleine en middelgrote series heatforming-producten.

Uiteraard kan Schuler momenteel nog geen kant-en-klare productielijnen aanbieden, maar zijn de inspanningen veel meer gericht op het serierijp maken van het heatform-procédé. Voor de komende twee jaar staan de volgende ontwikkelingswerkzaamheden gepland: omvormen van aluminium en stalen halffabrikaten met dikere wanden, het omvormen van hogesterkte-stalen, het bereiken van nog hogere omvormgraden zonder tussengloeien, scherpe omvormingen zoals het meevormen van schroefdraad en het integreren van andere, metalen componenten in omvormproducten (hybride constructies). ■

## Toepassingsvoorbeelden heatforming verrassend

Deze vier foto's laten wat toepassingsvoorbeelden van heatforming zien. De mogelijkheden van 'Hot expansion air technology forming' zijn verrassend.



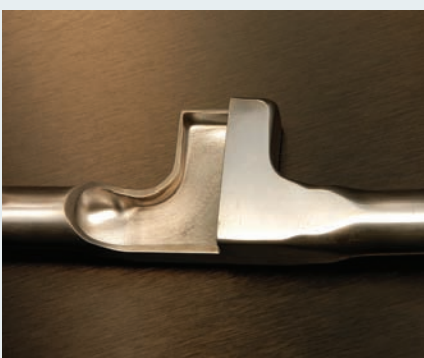
Een mechanische verbinding tussen staal en aluminium gemaakt met heatforming. De gasdruk laat het aluminium uitstulpen in het stalen deel. Dit geeft een vaste verbinding tussen beide metalen (foto: Schuler)



Heatforming kan ook dienen om halffabrikaten te maken voor verspanende bewerkingen. Dit is een vizier van een 6000-legering van aluminium (buisafmeting 30 mm x 5 mm) dat door frezen nabewerkt wordt (foto: Reinold Tomberg)



Het demonstratie-werkstuk dat Schuler in Wilsdorf maakte. Bijzonder is het meevormen van de M48-schroefdraad rechts van het midden. Let ook op de scherpe overgangen tussen de verschillende vormen (foto: Reinold Tomberg)



Dit werkstuk illustreert de omvormmogelijkheden van heatforming. Op deze manier is het ook mogelijk om handgrepen en designproducten te vormen. Het dikteverloop is stuurbaar door de temperatuurprofielen (foto: Schuler)

## Wat heeft heatforming de metaalbranche te bieden?

Hot expansion air technology forming biedt een metaalbewerker een aantal voordelen:

- hoge omvormverhoudingen (zonder tussengloeien);
- zeer scherpe overgangen (kleine afrondingsstralen);
- locale omvormingen zijn mogelijk (mede dankzij het 'spelen' met de warmteprofielen van werkstuk en gereedschap);
- omvormen dikwandig materiaal lukt ook;
- Schuler werkt aan heatforming van hogesterkstalen, dit geeft het lichtgewicht-constructueren een belangrijke impuls;
- in principe geschikt voor alle metalen, ook voor roestvaste staalsoorten en titaan (wel bij hogere temperaturen en met meer aandacht voor invloed van die hogere temperatuur op materiaalstructuren en/of korrelgrootte);
- het is mogelijk om 'vreemde' delen te integreren (hybride producten);
- compacte persen dankzij relatief lage binnendrukken;
- in vergelijking met IHU zijn gereedschappen niet duur; en
- door het gebruik van gas zijn snelle cycli haalbaar.

Uiteraard blijven daarnaast bekende IHU-voordelen als lage productmassa, hoge stijfheid, het ontbreken van lasnaden, minder delen in de constructie en hoge vorm- en maatnauwkeurigheid ook gelden. Een gebruiker dient zich wel te realiseren dat heatforming een productietechnologie is voor seriewerk. Er moet immers een persgereedschap gemaakt worden met het contour van het eindproduct. Voor enkelstuks- of kleinsierewerk is heatforming dan ook niet of minder interessant.