

Machines en gereedschappen

vormgeven van dunne metaalplaat

vm 112

VWM

Machines en gereedschappen

Vormgeven van dunne metaalplaat

vm 112



Vereniging FME-CWM

vereniging van ondernemers in de
technologisch-industriële sector

Boerhaavelaan 40

Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer

Telefoon: (079) 353 11 00

Telefax: (079) 353 13 65

E-mail: info@fme.nl

Internet: www.fme.nl

© Vereniging FME-CWM/mei 2009, 2^e druk - vs 02

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke ander wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Hoewel grote zorg is besteed aan de waarborging van een correcte en, waar nodig, volledige uiteenzetting van relevante informatie, wijzen de bij de totstandkoming van de onderhavige publicatie betrokkenen alle aansprakelijkheid voor schade als gevolg van onjuistheden en/of onvolkomenheden in deze publicatie van de hand.

Vereniging FME-CWM
afdeling Technologie en Innovatie
Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer
telefoon: 079 - 353 11 00
telefax: 079 - 353 13 65
e-mail: info@fme.nl
internet: www.fme.nl

machines en gereedschappen

vormgeven van dunne metaalplaat

toelichting:

Deze publicatie geeft gerichte theoretische en praktische informatie ten behoeve van respectievelijk de gebruikers van de diverse machines en gereedschappen welke bij het omvormproces (dieptrekken, kraagtrekken, strekken, alsmede buigen en scheiden) worden gebruikt, geïnteresseerden in de betreffende processen, technische cursussen en opleidingen.

De inhoud van deze publicatie behandelt de belangrijkste machines en gereedschappen, alsmede aanvullende informatie welke bij het vormgeven van dunne plaat van belang zijn. In de voorlichtingspublicaties VM 110 "Dieptrekken", VM 113 "Buigen" alsmede VM 114 "Scheiden" vindt u gegevens m.b.t. de diverse omvormprocessen en in VM 111 "Materialen" worden de hierbij gebruikte materialen behandeld.

Deze voorlichtingspublicatie is een update van de in 2000 verschenen eerste druk, welke toentertijd is samengesteld door de werkgroep "Dieptrekken van dunne plaat, staal, aluminium". In het kader van een updateproject heeft het NIMR, inmiddels M2i (Materials innovation institute) geheten, geld ter beschikking gesteld om deze publicaties te vernieuwen en aan te passen aan de huidige stand der techniek.

Aangepast (in 2008) door:

Jan Borsboom	Federatie Metaalplaat (FDP), Nieuwegein
met medewerking van:	
Harry Raaijmakers	Federatie Metaalplaat (FDP), Nieuwegein
Ad Kastelijm	Federatie Metaalplaat (FDP), Nieuwegein
Eindredactie:	
Peter Boers	Vereniging FME-CWM, Zoetermeer

samenstelling werkgroep (2000):

G. van Wijngaarden	Metaalcompagnie Brabant
G.J. Streefland	Quaker Chemical BV (v/h werkzaam bij TNO Metaalinstituut)
P. Rothuizen	DAF Trucks NV
W.A.J. Moerdijk	Petrofer Benelux BV
R.F. Grimbergen †	Hoogovens Research & Development
P.J. Bolt	TNO Industrie
P. Boers	Vereniging FME-CWM
A.A. Aldenkamp	PMP

samenstelling stuurgroep (2000):

Ahrend BV, Sint-Oedenrode	F.C.M. Kemps
Arcap BV, Lichtenvoorde	J.A. van Eijden
Bond voor Materialenkennis, Zwijndrecht	H.M. Brüggemann
BOSAL Research NV, Lummen (B)	W. Stuer
DAF Trucks NV, Eindhoven	P. Rothuizen
Delem BV, Eindhoven	F. Kocken
Holec Algemene Toelevering, Hengelo	G. Schats
Hoogovens Research & Development, IJmuiden	R.F. Grimbergen † en A. Hurkmans (voorzitter)
Houghton Benelux BV, Oosterhout	J. van Brummelen
Ifö-Kampri BV, Kampen	W.E.H. Kamphuis
IOP-Metalen, Apeldoorn	P.H. van Lent
ISCO Technic BV, Waalwijk	C. Leynse
Koninklijke fabriek Inventum BV, Bilthoven	P. Lagard
Metaalcompagnie Brabant BV, Valkenswaard	G. van Wijngaarden
NRF Radiateurs, Mill	W. van den Brand
Petrofer Benelux BV, Oosterhout	W.A.J. Moerdijk
PMP, Apeldoorn	A.A. Aldenkamp en G.H.G. Vaessen
Quaker Chemical BV, Uithoorn	N.L.J.M. Broekhof en G.J. Streefland
Safan Lochem BV, Lochem	T. Slot en S.C. Todd †
Stago BV, Hoorn	A. Kliphuis
Stork FDO BV, Amsterdam	J.E. Buter
TNO Industrie, Apeldoorn	P.J. Bolt (projectleider)
Vereniging FME-CWM, Zoetermeer	P. Boers en C.J.T.M. Willems

Al deze bedrijven/instellingen hebben een bijdrage geleverd aan dit project. Het Ministerie van Economische Zaken heeft in belangrijke mate bijgedragen aan de financiering hiervan.

informatie en bestelling van VM-publicaties, Praktijkaanbevelingen en Tech-Info-bladen:

Vereniging FME-CWM / Industrieel Technologie Centrum (ITC)	
- bezoekadres	Boerhaavelaan 40, Zoetermeer
- correspondentie-adres	Postbus 190, 2700 AD ZOETERMEER
- telefoon	079 - 353 13 41/353 11 00
- telefax	079 - 353 13 65
- e-mail	info@fme.nl
- internet	http://www.fme.nl

Inhoud

	blz.
Gebruiksaanwijzing	5
1 Inleiding	7
2 Productmateriaal	8
2.1 Ingangscontrole	8
2.2 Voorbehandelingen	8
3 Persen en randapparatuur	9
3.1 Inleiding	9
3.2 Persen	9
3.2.1 Bouw en eigenschappen van persen	9
3.2.2 Perstypen voor verschillende doeleinden	14
3.2.3 De aanschaf van een pers	14
3.2.4 Het onderhoud van persen	15
3.3 Randapparatuur	15
3.3.1 Toevoeren van het band- of stripmateriaal	15
3.3.1.1 Handmatig toevoeren van plaat	15
3.3.1.2 Machinaal toevoeren van plaat	15
3.3.1.3 Machinaal toevoeren vanaf de rol of strip	15
3.3.2 Product tussentransport	16
4 Gereedschappen	18
4.1 Inleiding	18
4.2 De bouw van gereedschappen	18
4.3 De interactie tussen pers en gereedschap	20
4.4 Gereedschapwisselen en spanmiddelen	21
4.4.1 Automatisch gereedschap wisselen	22
4.5 Vervaardiging, aanschaf en onderhoud van gereedschappen	23
5 Hulpmiddelen voor het opmeten van plaatproducten	24
5.1 Inleiding	24
5.2 Het meten in de fabricage	24
5.3 Meethulpmiddelen	24
6 Technische instructies	26
6.1 Inleiding	26
6.2 Instructies op afdelings-/fabrieksniveau	26
6.3 Instructies op machine-/procesniveau	26
6.4 Instructies op product-/gereedschapsniveau	27
6.5 Veiligheid	27
Normen voor machines en gereedschappen voor het vervormen van plaat	28
Referenties	30
Trefwoorden	31

Gebruiksaanwijzing:

Deze VM publicatie is onderdeel van een serie publicaties die zich richt op diegenen die in de praktijk te maken hebben met het vormgeven van dunne plaat of zich daarmee willen gaan bezighouden.

Vormgeven van dunne plaat kan met een groot aantal technieken. De publicaties richten zich op de meest voorkomende:

- dieptrekken, kraagtrekken en strekken;
- buigtechnieken zoals vrij-, strijk-, zwenk- en matrijsbuigen;
- scheidingstechnieken zoals ponsen en knippen, plasma- en lasersnijden.

Voor het verbinden van dunne plaat wordt verwezen naar diverse VM publicaties over lassen, solderen, lijmen, mechanisch verbinden, enz. (zie de VM-catalogus van de FME en de website www.DunnePlaat-Online.nl).

Bij het vormgeven van plaat spelen drie aspecten een rol:

- de keuze van het vormgevingsproces, op basis van of in wisselwerking met het productontwerp;
- de keuze en invloed van het productmateriaal, het gereedschapmateriaal en smeermiddelen (hulpstoffen) op het vormgevingsproces en het eindproduct;
- de keuze van machines en gereedschappen.

Sommige materiaal- en machinegebonden aspecten zijn alleen van belang voor een bepaalde vormgevingstechniek, zoals bijvoorbeeld smeermiddelen voor dieptrekken. Andere zijn van algemeen belang.

Informatie over respectievelijk dieptrekken (inclusief kraagtrekken en strekken), buigen en scheidingstechnieken wordt in drie aparte (proces-)publicaties gegeven. Deze procespublicaties worden geflankeerd door twee publicaties:

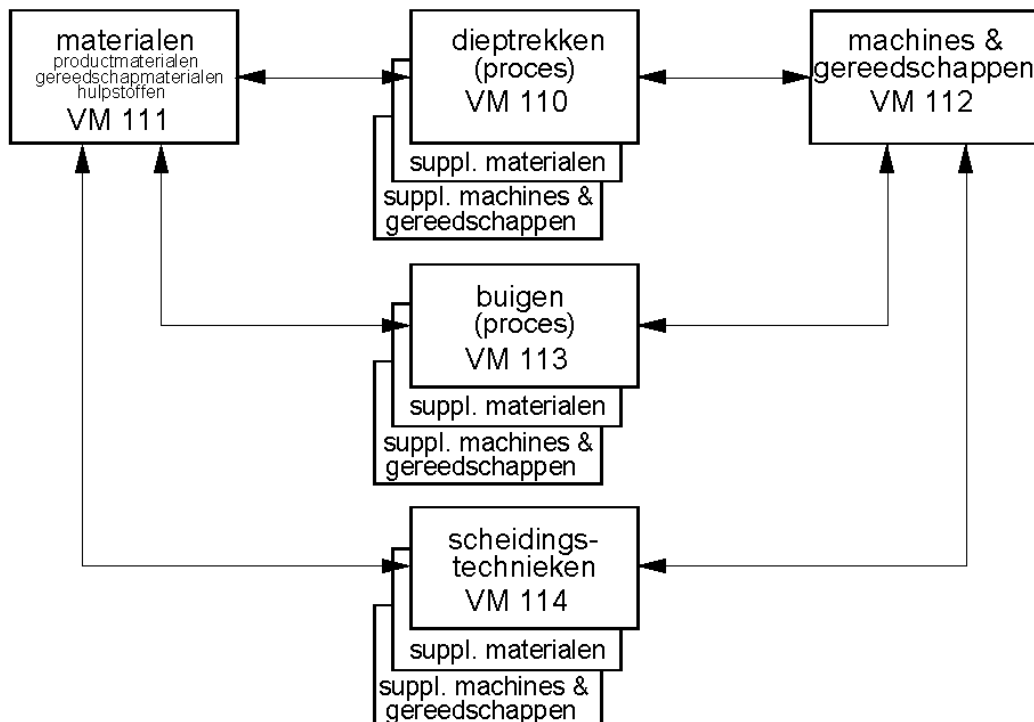
- een publicatie met algemene informatie over product- en gereedschapmaterialen alsmede hulpstoffen;
- een publicatie over machines en gereedschappen.

In de procespublicaties bevinden zich supplementen over materialen, alsmede machines en gereedschappen, waarin specifieke informatie wordt gegeven die van belang is voor het desbetreffende proces. Voor een goed begrip van deze stof wordt aangeraden ook de publicaties VM 111 "Materialen" en VM 112 "Machines en gereedschappen" erbij te houden.

In de procespublicaties worden trouble shoot lijsten gegeven. Deze verwijzen niet alleen naar de tekst in de procespublicatie zelf, maar indien nodig ook naar de andere publicaties.

In het hierbij afgebeelde schema wordt de samenhang aangegeven.

vormgeven van dunne metaalplaat



Hoofdstuk 1

Inleiding

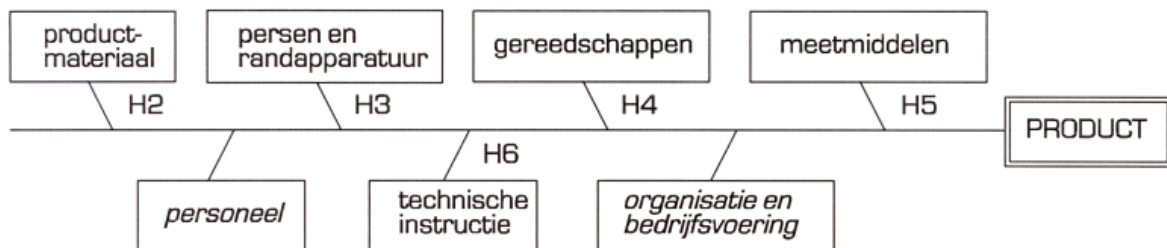
Het doel van deze publicatie is hen te ondersteunen die zich willen verdiepen in de fabricage van onderdelen uit dunne plaat en om hen opmerkzaam te maken op de uitvoeringsaspecten.

Figuur 1.1 toont een 'visgraat'-diagram van het productieproces.

De bovenste helft bevat de materiële zaken. Naast het productmateriaal zijn dat de persen en randapparatuur, de gereedschappen en de meetmiddelen.

De onderste helft bevat de immateriële zaken. Naast het personeel zijn dat de technische instructies, de organisatie van de productie en de bedrijfsvoering.

In deze publicatie worden de in figuur 1.1 aangegeven aspecten behandeld. Er zal niet diep op de materie worden ingegaan, maar er wordt een zo volledig mogelijk overzicht gegeven van de desbetreffende onderwerpen. De meeste aandacht krijgt de hardware: persen en gereedschappen. Het product- en gereedschapmateriaal wordt uitgebreid behandeld in VM 111 "Materialen" [lit.9]. In deze publicatie worden alleen de ingangscntrole en voorbehandelingen van het productmateriaal toegelicht. In de procespublicaties wordt in de desbetreffende supplementen dieper ingegaan op de processpecifieke aspecten.



figuur 1.1 Visgraatdiagram van het productieproces. Aangegeven is in welk hoofdstuk welke aspecten worden behandeld

Hoofdstuk 2

Productmateriaal

In de publicatie VM 111 "Materialen" [lit.9] worden de omvorm- en producteigenschappen van plaatmaterialen uitvoerig toegelicht, o.a. aan de hand van de technische leveringsnormen. In dit hoofdstuk worden de ingangscntrole en de voorbehandelingen na aflevering van het plaatmateriaal behandeld.

2.1 Ingangscntrole

De ingangscntrole moet voorkomen, dat materiaal dat niet aan de gestelde kwaliteitseisen voldoet, in de fabriek komt. Tegenwoordig wordt ernaar gestreefd de ingangscntrole te laten vervallen. De afspraken met de leveranciers moeten dan zo goed zijn, dat deze binnen de specificaties leveren.

In tabel 2.1 wordt aangegeven welke aspecten van belang zijn voor een goede productkwaliteit en verwerkbaarheid.

Alleen de afmetingen en de vorm kunnen door het gemiddelde MKB-bedrijf worden geverifieerd. Voor de overige aspecten is het MKB aangewezen op de beschikbare informatie, die derhalve compleet en van goede kwaliteit moet zijn.

2.2 Voorbehandelingen

Afhankelijk van de leveringstoestand moet het materiaal een aantal voorbehandelingen ondergaan voordat het kan worden vervormd.

Voor op rol geleverd materiaal, kunnen de hierna volgende behandelingen noodzakelijk zijn. Vaak wordt er, als dit acceptabel is, een aantal overgeslagen. Ook kunnen bepaalde behandelingen al door de materiaalleverancier gedaan zijn, zoals:

- ▶ afrollen: uit de verpakking halen en afrollen;
- ▶ slitten: op breedte brengen;
- ▶ richten: de plaat moet vlak en recht worden; sabelkromheid wordt o.a. veroorzaakt door verschillen in restspanningen in de plaat. Tijdens het richten worden de restspanningen geëgaliseerd en tot op zekere hoogte gereduceerd;
- ▶ platine snijden: snijden van bijvoorbeeld rechthoekige platen of vormplatinen;
- ▶ wassen: verwijderen van corrosiewerende middelen, walsolie, stof en splinters;
- ▶ stapelen: geschikt maken voor automatische toevoer in de pers.

Ook voorbehandelingen voor de vervolprocessen kunnen in dit stadium al worden gedaan, zoals het ontbramen en het fosfateren van staal ten behoeve van het lakken.

tabel 2.1 Checklist ingangscntrole materiaal

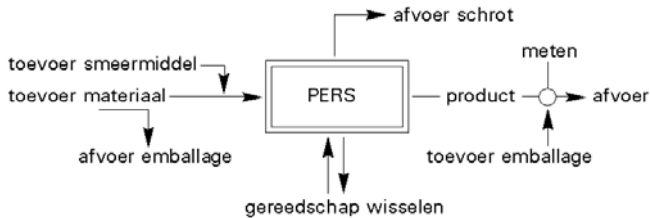
aspect	voorbeeld	belangrijk voor:
chemische samenstelling	koolstofgehalte	producteigenschappen: sterkte, corrosievastheid, enz.
	chromium, nikkel en molybdeen voor RVS	
mechanische eigenschappen	reksgrens	productkwaliteit
	trekvastheid	productkwaliteit
veroudering	vloeivlag	productkwaliteit
oppervlaktekwaliteit	ruwheid	productkwaliteit, dieptrekbaarheid en strekbaarheid
kwaliteit deklagen	laagdikte	productkwaliteit
	corrosievastheid	productkwaliteit
	hechting en sterkte	productkwaliteit en omvormen
	wrijvingscoëfficiënt	omvormen
verwerkingseigenschappen	neiging tot aanladen	scheiden en omvormen
	trekvastheid (R_m)	belasting gereedschap en perskracht
	E-modulus (E)	terugvering
	verstevigingsfactor (n)	strekbaarheid en in combinatie met trekvastheid terugvering
	anisotropiefactor (R)	dieptrekbaarheid
	grensvormingscurve	omvormbaarheid
lasbaarheid	chemische samenstelling van de te verbinden materialen	keuze van het lasproces en eventuele toevoegmaterialen
afmetingen en vorm	dikte, vlakheid, torsie en sabelkromheid	verwerkbaarheid en productkwaliteit

Hoofdstuk 3

Persen en randapparatuur

3.1 Inleiding

Er kan rond de pers een groot aantal materiaalstromen worden aangewezen (zie figuur 3.1). Voor elk van deze stromen bestaan technische hulpmiddelen. Elke stroom moet worden 'bestuurd'.



figuur 3.1 De fysieke stromen rond de pers

In § 3.2 wordt de centrale machine, de pers, behandeld. In § 3.3 worden hulpmiddelen behandeld voor de materiaaltoevoer en het transport van (tussen)producten. Het wisselen van het gereedschap en de meetmiddelen komen in respectievelijk hoofdstuk 4 en 5 aan bod.

3.2 Persen

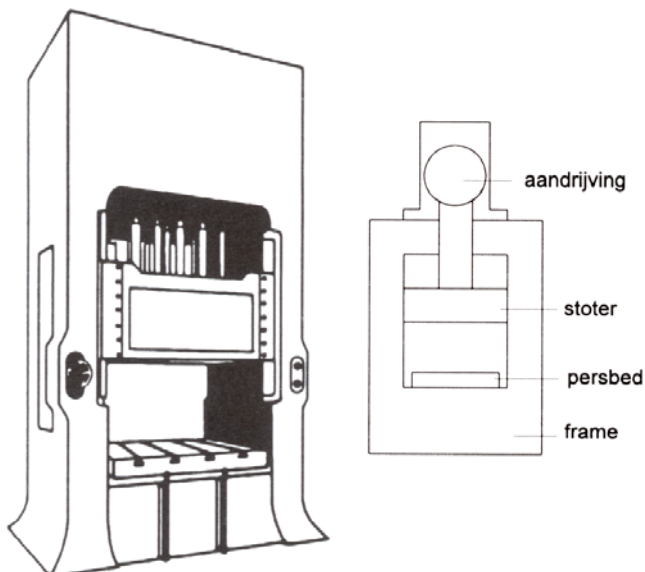
3.2.1 Bouw en eigenschappen van persen

De meest elementaire delen van de pers zijn:

- ▶ frame;
- ▶ tafel en stoter;
- ▶ mechanische of hydraulische aandrijving van de stoter (zie figuur 3.2).

De functies van de pers kunnen als volgt worden samengevat:

- ▶ opnemen van boven- en ondergereedschappen. Hiervoor dienen de tafel- en stoterafmetingen, slaglengte en inbouwhoogte toereikend te zijn;
- ▶ leveren van kracht en arbeid voor de uitvoering van omvorm- en snijprocessen.



figuur 3.2 Voorbeeld van een pers met de hoofdcomponenten

De beschikbare kracht van de pers wordt bepaald door de karakteristiek van de aandrijving.

De productiesnelheid of het aantal slagen per minuut wordt in principe bepaald door:

- ▶ het vermogen, dat aan de stoter beschikbaar is;
- ▶ de arbeid, die de pers per slag moet leveren;
- ▶ de tijd, die nodig is voor aan- en afvoer van uitgangsmateriaal en product.

In deze paragraaf worden de volgende aspecten toegelicht:

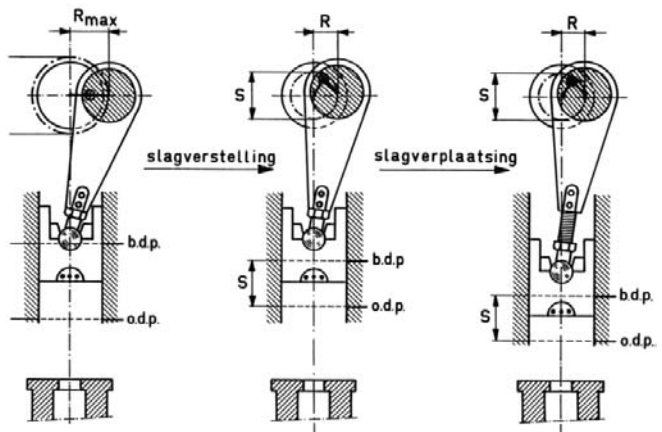
- ▶ de aandrijving;
- ▶ het frame;
- ▶ balancering;
- ▶ de persnauwkeurigheid;
- ▶ meervoudige werking;
- ▶ besturing;
- ▶ extra aansluitpunten.

De aandrijving

Meestal wordt de benodigde arbeid voor het omvormen of het snijden van materiaal door een elektromotor geleverd. De hierdoor opgewekte perskracht kan op de volgende wijzen worden overgebracht:

- mechanisch;
- hydraulisch;
- pneumatisch.

- ▶ *Mechanische persen: via een vliegwiel, kruk en drijfstaaf*
Dit type pers is uitstekend geschikt voor processen waarbij de maximumkracht aan het einde van de slag nodig is. Er wordt onderscheid gemaakt tussen persen met een vaste slaglengte (kruipersen) en een instelbare slaglengte (excenterpersen). Na de slagverstelling van de excenterpersen moet het onderste dode punt worden vermeld (zie figuur 3.3).

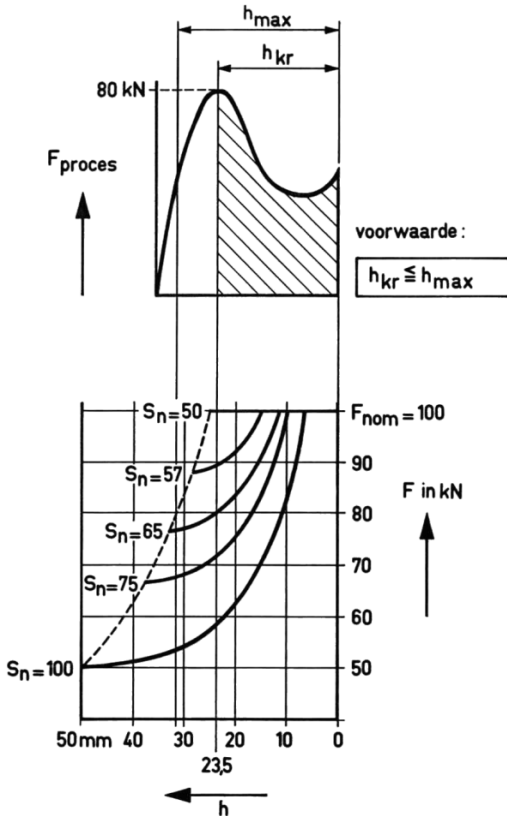


figuur 3.3 Correctie onderste dode punt na slagverstelling

Die excenterpersen werden viel genutzt für Schneid- und Biegestempel, die als Inleg- oder als Folgestempel ausgeführt werden können. Außerdem können tiefe Zugschlagprodukte mit diesen Pressen hergestellt werden. Dies ist weit von ideal, da durchgängig ein Pleuelhalter notwendig ist, der durch Pleuelfedern bekräftigt werden muss. Einige Excenterpressen sind mit einem (pneumatisch) Pleuelkissen ausgestattet, wodurch das Zugschlagen unter besseren Bedingungen ausgeführt werden kann.

Die Excenter- und Kruipersen gehören zur Kategorie "weggebundene persen", was impliziert, dass die Presskraft, die die Presse liefern kann, durch die Energie, die im Pleuelrad gespeichert ist, bestimmt wird. Diese Pressen können durch erheblich größere Presskräfte liefern, die aus der Pleuelverlängerung resultieren. Dies kann z. B. bei einer doppelten Pleuelinleg- oder als die Pleuel bei Pleuelbearbeitungen so tief eingestellt werden. Es müssen dann auch immer Maßnahmen getroffen werden, um Überlastung der Presse zu vermeiden. Wenn die Presse mit einer Pleuelplatte versehen ist, ist die Presse gegen Überlastung als Folge von einer zu hohen Presskraft geschützt.

Voorts kan de krukas bij persen met draaispiekoppeling worden overbelast indien de perskracht te ver voor het onderste dode punt wordt afgenomen. Afhankelijk van de sterkte van de krukas is er voor iedere slaglengte een beperking met betrekking tot de kracht die de pers vóór het onderste dode punt mag leveren (zie figuur 3.4). Deze persen kunnen slag voor slag werken, zoals dat voor inlegwerk gebeurt, maar ze kunnen ook in continue bedrijf werken. Dit laatste gebeurt indien met volgstampels wordt gewerkt. Het aantal slagen bedraagt hierbij van 50 tot enkele honderden slagen per minuut.



figuur 3.4 Maximale kracht "F" op een afstand "h" vóór het onderste dode punt bij verschillende slaginstellingen van een excenterpers

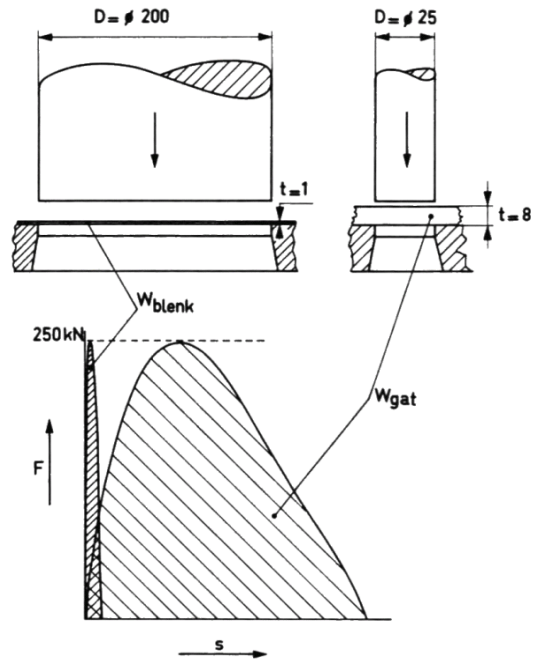
Door de motor wordt elektrische energie omgezet in kinetische energie die wordt opgeslagen in het vliegwiel. In het geval van continu bedrijf (pers stopt niet tussen twee slagen) wordt tijdens de productiegang de stoter continu aangedreven. Bij onderbroken bedrijf wordt elke keer na het omvormproces de aandrijving ontkoppeld en wordt voor het einde van de werkslag de stoter door middel van een rem tot stilstand gebracht.

Een perfecte werking van de koppeling en de rem is noodzakelijk voor een goede en veilige werking van de pers. De rem moet krachtig genoeg zijn om een noodstop te bewerkstelligen.

Tijdens het persen wordt een deel van de in het vliegwiel opgeslagen energie gebruikt voor het omvormproces: het vliegwiel wordt afgeremd. Daarna wordt het vliegwiel weer op toeren gebracht door de motor.

De benodigde omvormarbeid mag niet zo groot zijn dat daardoor het vliegwiel zoveel afremt (toerental daalt) dat de elektromotor van de pers doorbrandt of de pers anderszins defect raakt. Afhankelijk van de karakteristiek van de motor mag het toerental bij continu bedrijf met 10% dalen, bij slag voor slag bedrijf 25%. Met name wanneer op een voor ponsen bedoelde pers wordt diepgetrokken, kan dit optreden. Immers, meestal is de arbeid van het dieptrekken veel groter dan het ponsen. Dat komt omdat bij ponsen de weg gelijk is aan de plaatdikte en bij dieptrekken gelijk aan de producthoogte.

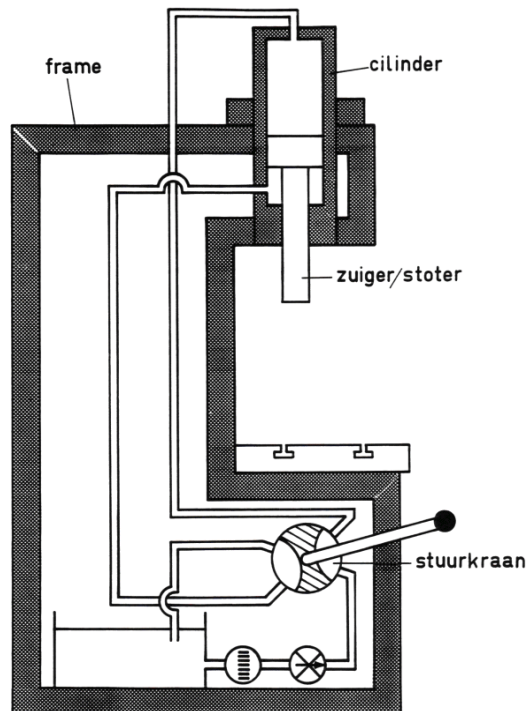
Het ponsen van dik materiaal kan een vergelijkbaar probleem veroorzaken. De pers kan dan zelfs stoppen (zie figuur 3.5).



figuur 3.5 Invloed van de materiaaldikte op de gevraagde arbeid

► *Hydraulische persen*

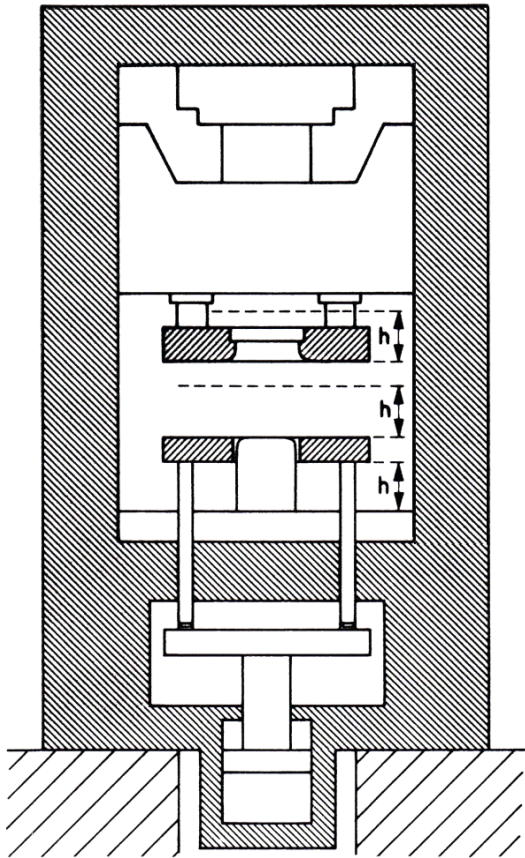
Bij een hydraulische pers wordt de stoter door een plunjer omlaag gedrukt (zie figuur 3.6). De maximum perskracht is in principe gedurende de hele slag beschikbaar. Bij de meeste persen kan de stoter een deel van de slag in ijlgang afleggen, hetgeen de cyclustijd ten goede komt. De snelheid van de stoter tijdens het persen zelf is lager dan die van mechanische persen, omdat met name kleinere hydraulische persen niet over een accumulator beschikken.



figuur 3.6 Hydraulische pers

Een voordeel van de hydraulische pers is het brede inzetgebied met het oog op perskracht en slaglengte. Hydraulische persen worden veel toegepast voor dieptrekken. In dat geval zijn deze persen van een trekstus-

sen voorzien, die als (onderliggende) plooihouder wordt gebruikt (zie figuur 3.7). Daarnaast zijn ook persen met bovenliggende plooihouder op de markt (zie figuur 3.8). Uiteraard kan ook worden gekozen voor een combinatie van beide typen plooihouders. In dat geval spreekt men van een drievoudig werkende pers (zie figuur 3.9c).

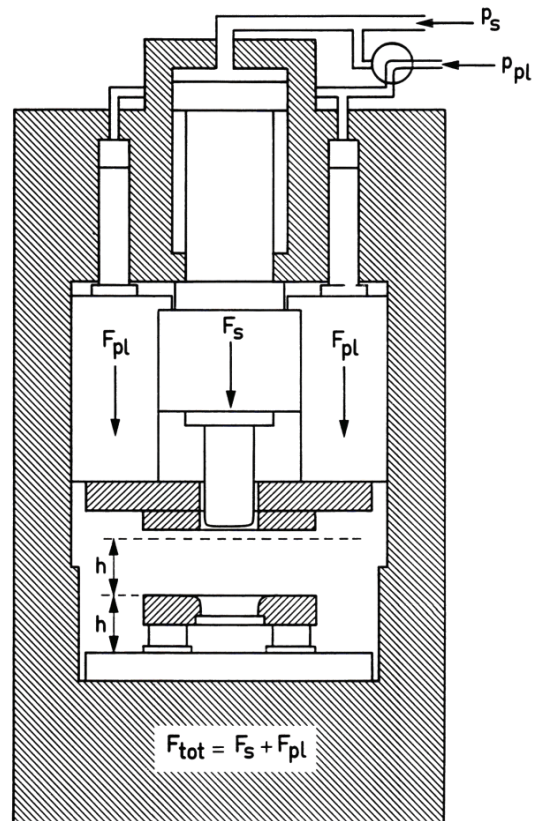


figuur 3.7 Hydraulische pers met trekkussen

► **Pneumatische persen**

Het maximale toerental en de maximum perskracht van pneumatische aandrijving zijn beperkt. Pneumatische aandrijving wordt vooral gebruikt voor hulpfuncties, zoals de bekrachtiging van een trekkussen of een uitwerper van mechanische persen.

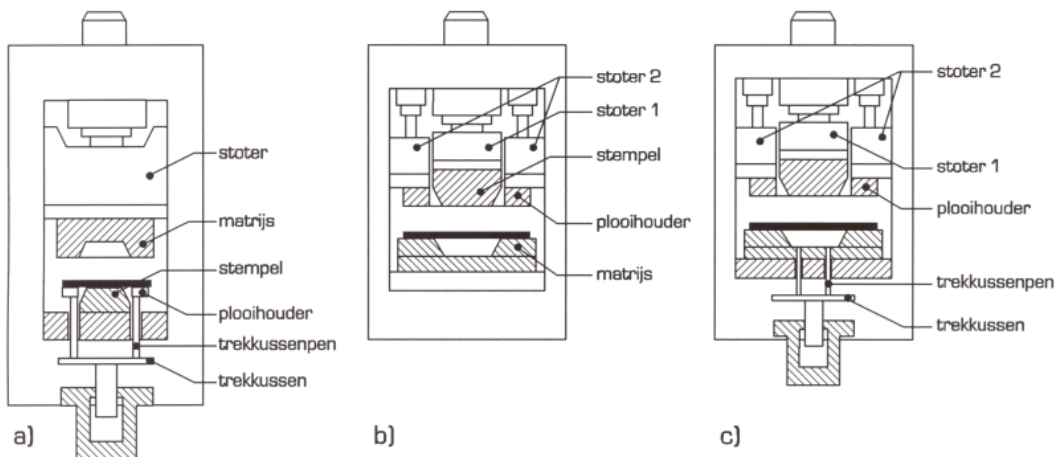
De wijze van aandrijving heeft dus veel invloed op de mogelijkheden van de pers. In tabel 3.1 wordt een aantal eigenschappen van de verschillende aandrijvingen met elkaar vergeleken.



figuur 3.8 Hydraulische pers met bovenliggende plooihouder

tabel 3.1 Indicatie van maximale waarden en afmetingen van mechanisch, hydraulisch en pneumatisch aangedreven persen, hun stijfheid en toepassingsgebied

type	pneumatisch	mechanisch	hydraulisch
maximale kracht (kN)	500	20.000	200.000
max. slagen/minuut ¹⁾	30	1600	900
max. slag (mm)	400	400	1600
stijfheid in slagrichting	-	++	o
geschikt voor:			
ponsen	-	++	o/+ ²⁾
buigen	o	+	++
dieptrekken	o	-/+	++
- = matig; o = redelijk; + = goed; ++ = zeer goed			
1) Niet bij de maximale slag of kracht			
2) Mits voorzien van een zogenoemde snijslagdemping			

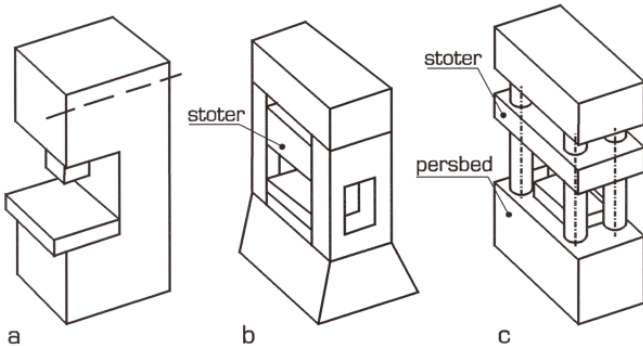


figuur 3.9 Drie uitvoeringen van hydraulische dieptrekpersen. Tweevoudig werkende pers met trekkussen/onderliggende plooihouder (a), met bovenliggende plooihouder (b) en drievoudig werkende pers met trekkussen en bovenliggende plooihouder (c)

Het frame

Het frame vangt de perskracht op en zorgt voor de geleiding van de stoter. Gebruikelijke bouwprincipes zijn (zie figuur 3.10):

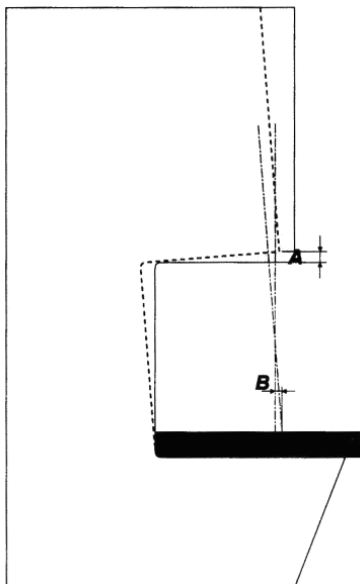
- C-frame;
- O-frame of portaalframe;
- zuilenframe.



figuur 3.10 a: C-frame; b: O-frame; c: frame met 4 zuilen

► C-frame

Heeft een zeer goede bereikbaarheid van de werkruimte. Mechanische C-frame persen worden veelvuldig ingezet wanneer de platine met de hand in het gereedschap wordt gelegd. Een nadeel is dat als het frame onder belasting elastisch vervormt (opveert), de stoter en de perstafel per definitie niet evenwijdig blijven, ook bij een symmetrische belasting van de stoter. De opvering is samengesteld uit een verticale en horizontale vering. Iedere C-framepers heeft een snijpunt, waar in de horizontale vering "nul" is (zie figuur 3.11). Bij moderne persen is dit snijpunt bekend en bevindt zich op een hoogte, waarop het ponsproces plaats vindt. Wanneer niet op deze hoogte wordt geponst, kan deze vervorming leiden tot extra gereedschapsslijtage en ontoelaatbare braamvorming, oftewel korte standtijden.



figuur 3.11 Asymmetrisch veergedrag van een C-framepers bij een dynamische belasting van 500kN. $A = 0,672 \text{ mm}$; $B = 0,48 \text{ mm}$

► O-frame of portaalframe

Is minder goed toegankelijk, maar is geschikt voor grotere perskrachten, is nauwkeuriger en heeft meer weerstand tegen kantelen van de stoter dan een C-frame. Voorts zijn deze persen stijver en is er geen sprake van horizontale vering. Persen met een perskracht vanaf 2.500 kN hebben meestal een O-frame.

Bij een C- en een O-frame wordt de stoter meestal met glijlagers geleid. Bij snellopende persen met een kleine slag worden ook rollagers toegepast.

► zuilenframe

Het zuilenframe is in feite een variant op het O-frame. De zuilen dienen tevens als geleiding van de stoter. De toegankelijkheid van dit frametype is beter dan bij het O-frame. Zuilenframes worden voornamelijk gebruikt voor hydraulische persen.

De toegankelijkheid van de werkruimte tussen persbed en stoter wordt bepaald door het frametype. Tabel 3.2 geeft hiervan een vergelijking.

tabel 3.2 Vergelijking van de maximum perskracht en de toegankelijkheid van de werkruimte voor een aantal typen persframe

type	max. perskracht	toegankelijkheid	voorbeeld
C-frame	o	++	excenterpers, kantbank, schaar
O-frame	++	-	grote dieptrekpers
2 of 4 zuilen	+	+	pers voor dieptrekken of buigen
- = matig; o = redelijk; + = goed; ++ = zeer goed			

Balancerings

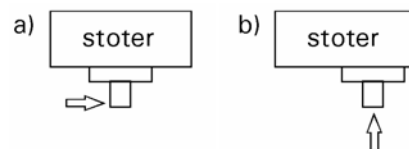
Bij snellopende persen spelen dynamische effecten (slingeren van de stoter) een belangrijke rol. Bij zulke persen wordt slingeren tegengegaan door de bewegende delen te balanceren met contragewichten en/of door slingeren te dempen met bijvoorbeeld luchtcilinders.

De persnauwkeurigheid

De stoter met daaraan het bovengereedschap bevestigd, moet in een rechte lijn tussen twee punten op en neer bewegen. Daarom is in het frame een stotergeleiding aangebracht.

Tijdens het persen kan de stoter echter afwijkende bewegingen maken:

- de stoter kan opzij bewegen door een zijdelingse belasting (dit geeft centringsproblemen);
- de stoter kan kantelen door een zijdelingse of een a-centrische belasting (zie figuur 3.12);
- de stoter en/of het persbed kunnen doorbuigen onder de belasting;
- de aandrijving van de stoter en het frame kunnen opveren, waardoor de lengte van de slag afwijkt.



figuur 3.12 Kantelen van de stoter door zijdelingse belasting (a) en a-centrische belasting (b)

Nadelige gevolgen van deze afwijkende bewegingen zijn maatafwijkingen van het product en extra gereedschapsslijtage. De grootte van de afwijking bij een bepaalde belasting van de stoter hangt af van de stijfheid van het frame, en van tafel en stoter. Welke afwijking acceptabel is, ofwel hoe stijf de pers moet zijn, hangt nauw samen met het snijproces, omvormproces (tabel 3.3) en de producteisen.

KANTELEN VAN DE STOTER

De gereedschapsgeleiding heeft in principe weinig invloed op het kantelen van de stoter, wel kan deze effectief de zijdelingse verplaatsing voor een deel tegengaan.

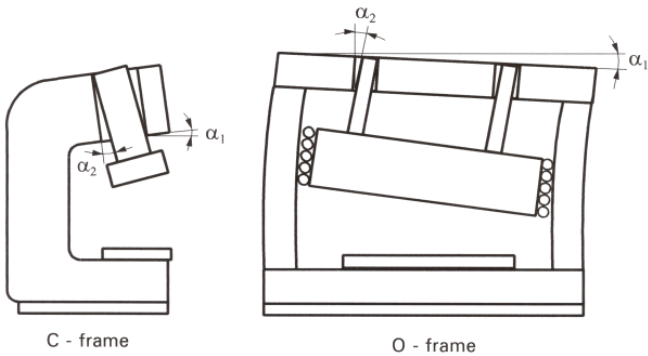
tabel 3.3 Vereiste persstijfheid afhankelijk van het omvorm-proces; hoog ≈ 1.000 kN/mm; laag ≈ 100 kN/mm

proces	vereiste stijfheid			
	tegen doorbuigen van stoter en/of persbed	in de slag-richting (indrukken)	tegen kantelen van de stoter	m.b.t. centrering
ponsen	hoog	hoog	hoog	hoog
buigen	hoog	laag	matig	matig
dieptrekken	matig	laag	matig	matig

De mate van kantelen van de stoter wordt voornamelijk bepaald door:

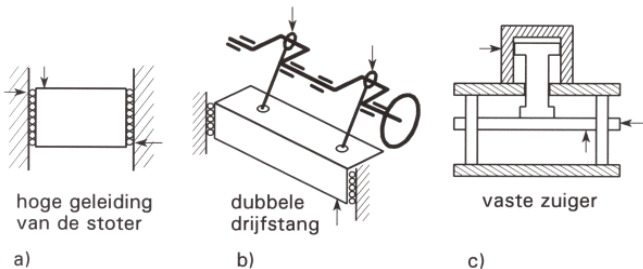
- ▶ de bouwwijze van het frame;
- ▶ constructie van de stotergeleiding;
- ▶ de aandrijving.

De vervorming van het frame kan tot kantelen van de stoter leiden. Zoals uit figuur 3.13 blijkt, gebeurt dit bij een C-frame altijd, maar is niet dramatisch wanneer in het snijpunt (zie figuur 3.11) kan worden gewerkt. Bij een O-frame gebeurt dat niet, zolang de belasting centrisch aangrijpt. Het is dus belangrijk dat het gereedschap de pers centrisch belast. In de praktijk is dit niet altijd haalbaar. De nadelige gevolgen moeten dan worden geaccepteerd.



figuur 3.13 Kantelen tengevolge van het buigen van het frame: α_1 , en de stotergeleiding: α_2

Naast het frame hebben de stotergeleiding en de aandrijving zeer veel invloed op de nauwkeurigheid van de stoterbeweging. Om een grote weerstand tegen kantelen door excentrische belasting te verkrijgen, is een aantal punten van belang. Zo moet de geleiding aan de stoter voldoende lang zijn (zie figuur 3.14a). Bij brede persen kan de excentrische belasting worden opgevangen door de stoter op meerdere punten aan te drijven, bijvoorbeeld door een dubbele drijfstaaf (zie figuur 3.14b). Bij een hydraulische pers dient er te worden gezorgd voor een extra geleiding van de plunjer (zie figuur 3.14c).



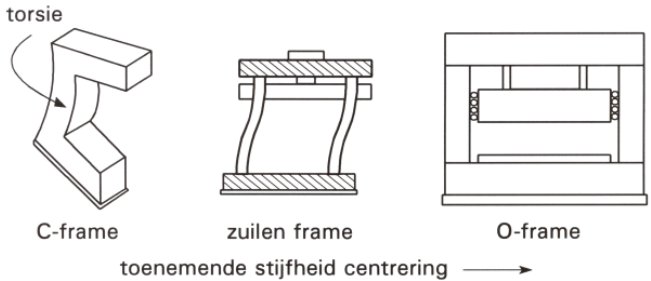
figuur 3.14 Het opvangen van excentrische krachten op de stoter. De geleiding is met rollen getekend i.v.m. de duidelijkheid. In de praktijk worden rolgeleidingen alleen voor snellopende persen toegepast

ZIJDELINGSE VERPLAATSING VAN DE STOTER

De mate waarin de stoter opzij beweegt (zie figuur 3.15) hangt af van de vervorming van zowel het frame als de

stotergeleiding. De verschillende frametypes reageren bij dezelfde dwarskrachten anders. In figuur 3.15 zijn deze reacties overdreven weergegeven.

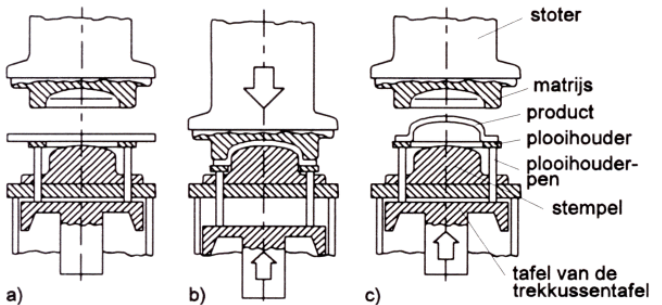
Een goede gereedschapsgeleiding kan een zijdelingse verplaatsing van de stoter tot op zekere hoogte tegengaan (maar niet het kantelen). In de praktijk zijn zijdelingse verplaatsingen echter niet altijd volledig te voorkomen. De nadelige gevolgen voor het product en het gereedschap moeten worden geaccepteerd.



figuur 3.15 De reactie van een frame op een dwarskracht

Meervoudige werking

Bij omvormprocessen moet vaak naast de stempel of de matrijs ook bijvoorbeeld een plooihouder, tegenhouder of uitwerper worden bekrachtigd. Kenmerkend voor veel persen is dat ze meer bewegingen hebben dan alleen die van de stoter. Persen worden naar hun aantal onafhankelijke bewegingen enkel-, twee- of drievoudig werkend genoemd. Tweevoudigwerkende persen voor dieptrekken zijn vaak voorzien van een trekkussen (zie figuur 3.7). Dit is een tafel boven op een pneumatische of hydraulische cilinder, die tijdens het persen wordt ingedrukt. Op de tafel zijn plooihouderpennen geplaatst, waarop de plooihouderring wordt aangebracht. Met het trekkussen kan de plooihouder worden bekrachtigd (zie figuur 3.16).



figuur 3.16 Voorbeeld van het dieptrekken op een tweevoudig werkende pers met een trekkussen. a) uitgangspositie; b) het dieptrekken; c) het uitwerpen van het product door het trekkussen

Een drievoudig werkende pers heeft meestal naast twee onafhankelijk werkende concentrische stoters ook een stoter in het persbed. Zulke persen worden bijvoorbeeld gebruikt voor stulptrekken (zie VM 110 "Dieptrekken" [lit.8]) of gladponsen (zie VM 114 "Scheidingstechnieken" [lit.11]).

Besturing

De besturing regelt de bewegingen van de pers. De veiligheidsvoorzieningen zijn gekoppeld aan deze besturing, zodat de pers niet op een ongecontroleerde wijze in beweging kan komen. Lichtschermen zijn hiervan een goed voorbeeld.

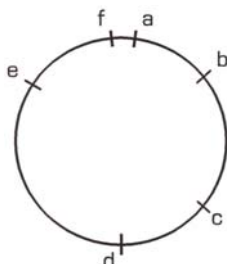
De persbesturing stuurt vaak ook de randapparatuur aan, zoals de productmateriaalinleg en productuitname (zie § 3.3), alsmede de bewegingen in het gereedschap, die met separate cilinders worden bediend.

De besturing kan worden uitgevoerd op diverse manieren. Bij door computer bestuurd (CNC) machines kunnen de

instellingen via de computer worden veranderd en opgeslagen. Bij mechanisch bestuurd machines moet de machinesteller de instellingen aan de pers zelf veranderen: slag, diepte, snelheid, maximale kracht, plooihouderkracht.

Vaak wordt de besturing opgebouwd gedacht als een schakelwals die per werkslag eenmaal rondgaat. Dit beeld is afkomstig van de mechanische persen. Men kan op elk moment van de werkslag de verschillende stadia van het omvormproces aansturen (zie ook schema in figuur 3.17):

- toevoeren van het productmateriaal;
- sluiten van het gereedschap (ijlgang: het snel bewegen van de stoter vanaf z'n bovenste positie naar z'n positie vlak voor aanvang van het eigenlijke persen);
- het persen (opvoeren van de stoterkracht);
- openen van het gereedschap (stoter omhoog);
- uitwerpen van het product;
- afvoeren van het product.



figuur 3.17 De werkslag verdeeld in 360°

Extra aansluitpunten

Gereedschappen kunnen voorzien zijn van persluchtcilinders voor bijvoorbeeld de bekrachtiging van een plooihouder, tegenhouder of uitwerper. Daarom zijn persen vaak uitgerust met extra aansluitingsmogelijkheden voor perslucht en elektriciteit (42, 220, 380 V).

3.2.2 Perstypen voor verschillende doeleinden

In tabel 3.4 wordt een opsomming gegeven van een aantal bewerkingen met de daarbij behorende veel gebruikte perstypen. Voor meer gedetailleerde informatie wordt naar de betreffende VM-publicaties verwezen.

3.2.3 De aanschaf van een pers

Bij de aanschaf van een pers legt een bedrijf zich voor langere tijd vast. De technische levensduur van een pers is vaak meer dan dertig jaar. Bovendien moeten er meestal bouwkundige maatregelen worden genomen, voordat de pers kan worden geplaatst. Het is dus niet raadzaam om overhaast een beslissing te nemen.

tabel 3.4 Overzicht van een aantal bewerkingen met de daarbij behorende perstypen en machines

bewerkingen	veel gebruikte perstypen en machines
<i>mechanisch scheiden</i>	
ponsen	- Universele pers met hoge stijfheid voor productgebonden gereedschap; aandrijving vaak mechanisch in verband met hoge productiesnelheden; - Pons-nibbel machine met universele gereedschappen; vaak een O-frame met positioneer tafel voor plaat en een revolverhouder voor de gereedschappen; gericht op flexibiliteit.
knippen	Guillotineschaar met dubbel C-frame, een tafel om de plaat op te leggen en een aanslag voor de positionering. Aandrijving is vaak hydraulisch.
slitten	Speciaal machine met ronddraaiende messen voor het knippen van band in lange stroken; wanneer het de bedoeling is om een brede rol op te splitsen in een aantal smallere, worden voor en achter de machine respectievelijk een decoiler en een coiler geplaatst.
<i>omvormprocessen</i>	
buigen	Meestal een dubbel C-frame; uitvoering afhankelijk van het buigprincipe: - vrij- of matrijsbuigen op een kantpers met een vaste matrijs (ondermes), een aan de stoter bevestigde stempel (doorn, bovenmes) en aanslagen voor het positioneren van de plaat; - zwenkbuigen op een zwenkbuigmachine met een roterende buigbalk en een bovenbalk voor het vasthouden van de plaat; - strijkbuigen met specifiek gereedschap op een kantpers of op een universele pers, vaak als een bewerking in een volggereedschap. Deze buigmethode wordt voor paneelvormige producten in middelgrote series veel op CNC buigautomaten toegepast.
rolvormen	Speciaal machine met een aantal achter elkaar geplaatste - al dan niet aangedreven - assen, waarop rollen worden gemonteerd, voor het in stappen omvormen van lange stroken of band tot een profiel. De assen worden aangedreven door middel van kettingen of cardanassen.
dieptrekken	Universele pers voor een productgebonden gereedschap; vaak met voorziening voor bekrachtiging van een plooihouder en/of uitwerper, bijvoorbeeld: - trekkussen; - bovenliggende plooihouder. Type aandrijving is doorgaans hydraulisch. Het frame en de stotergeleiding is afhankelijk van gewenste productiesnelheid, productgrootte en -nauwkeurigheid en flexibiliteit.
forceren/vloedraaien	Speciaal machine met een opspanning voor de mal en platine. Terwijl de platine ronddraait, wordt deze met behulp van een rol in fasen om de mal gedrukt (vervormd).
<i>alternatieve omvormprocessen</i>	
rubberpersen	Enkelvoudig werkende hydraulische pers, uitgerust met een perskoffer.
hydromechanisch omvormen	Tweevoudig werkende hydraulische pers, uitgerust met een vloeistofkamer.
hydrovormen van buis	Enkelvoudig werkende hydraulische pers voor het dichthouden van het gereedschap; hydraulische unit voor het genereren van de vloeistofdruk; speciale bekrachtiging voor het aanbrengen van een axiale kracht op de buiswand.

Behalve de in § 3.2.1 genoemde punten, kunnen de volgende punten van belang zijn bij het aanschaffen van een pers:

- ▶ huidige en toekomstige producten:
 - Voor kleine series, die met productgebonden gereedschappen moeten worden vervaardigd kunnen snelwisselvoorzieningen worden overwogen;
- ▶ bestaande gereedschappen met eventueel als gevolg:
 - aanpassing pers;
 - aanpassing gereedschappen;
 - vervaardiging van interfaces;
- ▶ bouwkundige wijzigingen met betrekking tot:
 - huisvesting, fundering;
 - elektriciteit;
 - perslucht en koelwater;
 - datacommunicatie;
- ▶ interferentie met omgeving:
 - warmte-afgifte;
 - elektrische storingen;
 - lawaai, trillingen;
- ▶ productiestroom;
- ▶ documentatie;
- ▶ onderhoud;
- ▶ beschikbaarheid van reservedelen;
- ▶ ergonomie en veiligheid;
- ▶ leveringsvoorwaarden (afname, garantie, service).

Als er meer keuzemogelijkheden zijn, hebben standaardmachines de voorkeur. Fabrikanten bouwen bepaalde pers-typen vaak in verschillende groottes: 1000 kN, 2500 kN, 4000 kN, perskracht.

Het verdient aanbeveling om de daadwerkelijke gebruikers van de machine te betrekken bij het opstellen van het eisenpakket, de leveranciersbezoeken en de afname. Normen voor de afnameprocedures worden achter in deze publicatie genoemd. Tenslotte laten we niet onvermeld, dat machines van een CE markering moeten zijn voorzien.

3.2.4 Het onderhoud van een pers

Het verdient aanbeveling een logboek van de machine bij te houden.

Onderhoud vindt plaats volgens het voorschrift van de leverancier. Men maakt onderscheid tussen:

- ▶ *correctief onderhoud* bij storingen;
- ▶ *periodiek onderhoud* in termijnen gepland, na een bepaalde gebruikstijd of aantal persslagen;
- ▶ *preventief onderhoud* op grond van de resultaten van periodieke metingen van bijvoorbeeld spelingen, slijtage van geleidingen, enz.

Met betrekking tot correctief onderhoud (storingen) het volgende:

- ▶ leg de gevolgde wijze van diagnose stellen en het resultaat vast (rapportage);
- ▶ leg van tevoren de te volgen weg bij storingen vast (procedures). **N.B.:** *Let bijvoorbeeld op dat de 'foutieve' producten niet bij de 'goede' terechtkomen.*

3.3 Randapparatuur

3.3.1 Toevoeren van het band- of stripmateriaal

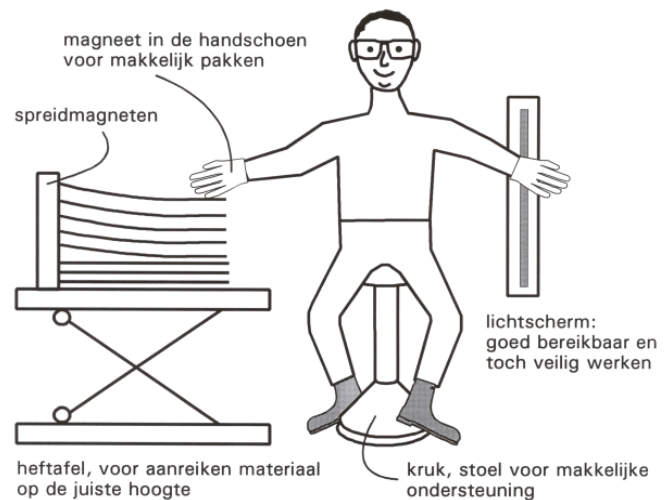
3.3.1.1 Handmatig toevoeren van plaat

Bij het toevoeren van plaat met de hand is gebruik van goede hulpmiddelen gewenst. In figuur 3.18 zijn enkele hulpmiddelen aangegeven.

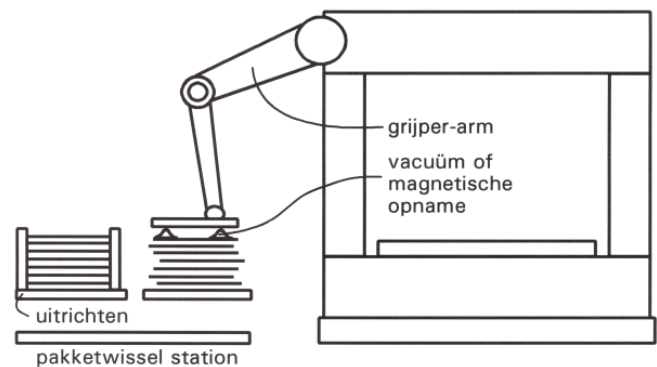
3.3.1.2 Machinaal toevoeren van plaat

Platen kunnen uit het pakket machinaal aan de machine worden toegevoerd (zie figuur 3.19).

De grijper kan worden uitgevoerd met een vacuümzuig- nap of met magneten, afhankelijk van het productmate-



figuur 3.18 Handmatig toevoeren van plaat



figuur 3.19 Machinaal toevoeren van plaat

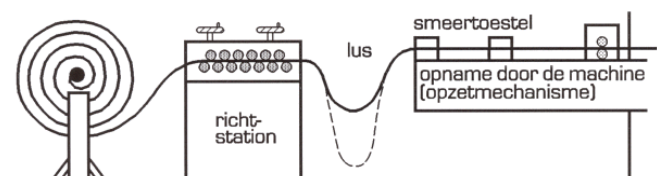
riaal. In principe is vacuüm bedrijfszekerder. Bij het ontbreken van vacuüm kan een foutmelding worden gegeven en vacuüm is minder gevoelig voor vervuiling van de plaat. Bij het transporteren van uitslagen met gaten, kan vacuüm niet worden toegepast. Voor magneten moet het materiaal ferromagnetisch zijn (staal en ferritisch roestvast staal zijn dat wel, aluminium, koper en austenitisch roestvast staal zijn dat niet). Voordeel van magneten is, dat deze zo kunnen worden uitgevoerd, dat de plaat bij bedrijfsstoringen blijft hangen.

3.3.1.3 Machinaal toevoeren vanaf de rol of strip

Grote series kunnen economisch verantwoord op een persautomaat worden gemaakt. Een persautomaat is doorgaans opgebouwd uit een mechanische pers en randapparatuur. Deze randapparatuur (zie figuur 3.20) bestaat uit:

- ▶ een afwikkelhaspel; enkel- of dubbelvoudig uitgevoerd;
- ▶ een richtmachine, waarvan het aantal richtrollen afhankelijk van de gewenste vlakheid van de band kan variëren van 7 tot 23. Zeven richtrollen zijn slechts toereikend om de haspelknikken te richten;
- ▶ een tangen- of rollenaanvoerapparaat.

Voor minder grote series kan ook strip worden ingevoerd. Hierbij is dus geen afwikkelhaspel nodig.



figuur 3.20 De opstelling van de aanvoerapparatuur voor toevoeren van band

3.3.2 Product tussentransport

Vaak moet een product meerdere bewerkingen ondergaan, voordat het gereed is (zie het schema in figuur 3.21).

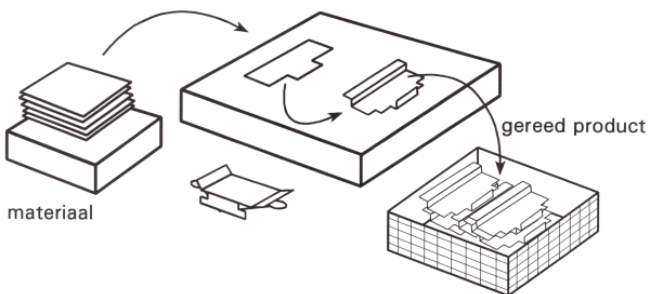


figuur 3.21 Voorbeeld van de verschillende bewerkingen die een product kan ondergaan

De toevoer van plaatmateriaal is in § 3.3.1 besproken. Het transport van (tussen)producten is moeilijker. Enkele typische situaties van met de hand transporteren zijn in de figuren 3.22 en 3.23 afgebeeld. In figuur 3.24 worden de meest gebruikelijke wijzen van tussentransport afgebeeld.

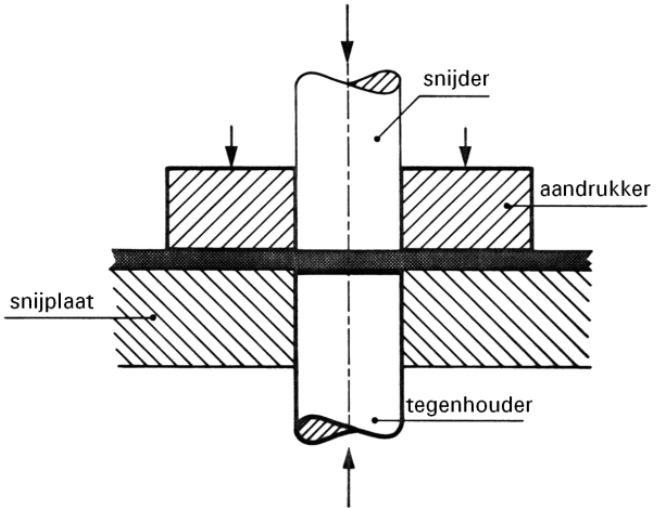


figuur 3.22 Voorbeeld producttransport van grote producten met de hand met behulp van tussentafels



figuur 3.23 Voorbeeld producttransport van kleine producten met de hand bij volgbewerkingen in één pers

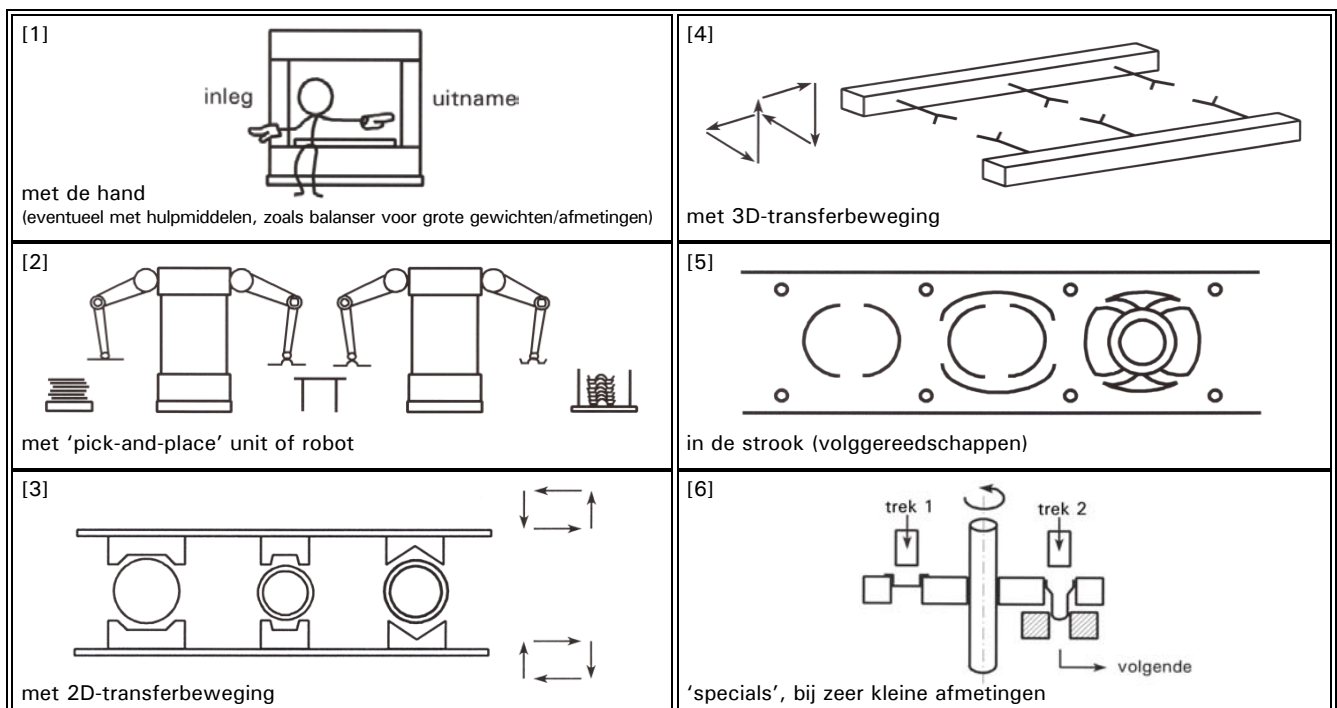
Een variant op het transport van producten, die in een stempel uit band zijn gesneden en daarna een andere bewerking moeten ondergaan, is het terugdrukken van de gesneden producten in de strook. De producten worden hierbij met een snijstempel met tegenhouder net losgesneden. Het product wordt, voordat het vrijkomt van de strook, weer teruggedrukt (zie figuur 3.25). vervolgens wordt de band met product opgewikkeld en naar een andere bewerkingsplek gebracht.



figuur 3.25 Ponsen, gevolgd door terugdrukken in de strook

De techniek van het tussentransport wordt gekozen op basis van technische en economische argumenten. Tabel 3.5 geeft de waardering van de methoden uit figuur 3.24 voor een aantal belangrijke aspecten.

Bij de economische afweging speelt de invloed van lage lonenlanden een belangrijke rol. Zeker in het verre oosten is handinleg zeer goedkoop en verliezen we dus de concurrentieslag. Er moet dus worden gestreefd naar zoveel mogelijke toepassing van gemechaniseerde of geautomatiseerde handling van producten.



figuur 3.24 Methoden van tussentransport

tabel 3.5 Waardering van de methoden uit figuur 3.24

aspect	methode					
	1	2	3	4	5	6
- rendement ¹⁾						
kleine series	+	o	o	-	-	o
grote series	-	o	+	++	++	++
- productafmetingen						
zeer klein	-	--	-	--	+	+
normaal	o	+	+	o	+	o
zeer groot ²⁾	o	++	+	++	-	x
- veiligheid	--	+	++	+	++	++
- risico ³⁾	-	o	+	++	+	+
-- = zeer ongunstig; - = ongunstig; o = redelijk; + = gunstig; ++ = zeer gunstig; x = komt niet voor						
1) investering in mechanisatie 2) niet vormvaste en/of met de hand transporteerbare producten 3) beschadigen gereedschap						

Hoofdstuk 4 Gereedschappen

4.1 Inleiding

Er bestaat een zeer groot aantal verschillende typen gereedschap. In de desbetreffende procespublicaties (VM 110, VM 113 en VM 114) worden per proces de gereedschappen behandeld en worden tevens aanwijzingen gegeven voor het ontwerpen van gereedschappen, zoals dit volgt uit het gekozen productontwerp.

In dit hoofdstuk wordt achtereenvolgens besproken:

- ▶ de bouw van gereedschappen;
- ▶ de interactie tussen pers en gereedschap;
- ▶ gereedschap wisselen en spanmiddelen;
- ▶ vervaardiging, aanschaf en onderhoud van gereedschappen.

4.2 De bouw van gereedschappen

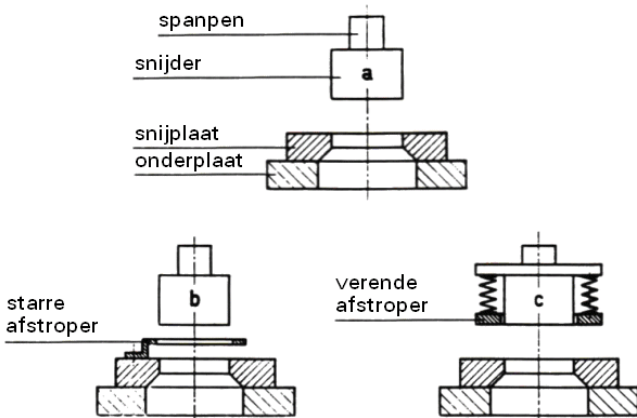
Het hart van een gereedschap bestaat uit een stempel en een matrijs die ten opzichte van elkaar kunnen worden bewogen.

Deze kunnen rechtstreeks aan de stoter en het persbed van een pers worden bevestigd (opgespannen). De meest toegepaste mogelijkheid is, dat ze aan een kop en bodemplaat worden bevestigd, die aan de pers worden vastgemaakt.

Het is in elk geval de bedoeling dat stempel en matrijs in een voorgeschreven, meestal rechte, lijn ten opzichte van elkaar bewegen. Daarvoor moet allereerst de geleiding van de stoter in het persframe zorgen.

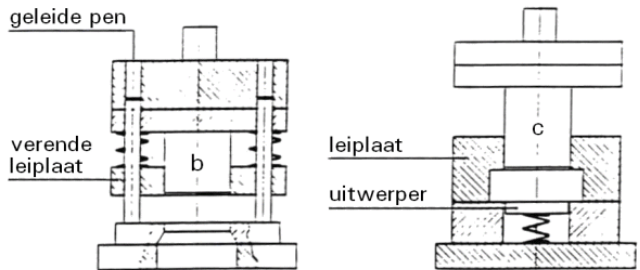
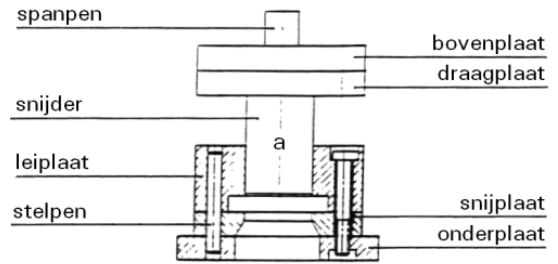
De nauwkeurigheid kan worden verbeterd, en de gereedschapsslijtage verminderd, door in het gereedschap - dicht bij het omvormproces - ook een geleiding aan te brengen. Een gereedschapsgeleiding kan echter niet een onnauwkeurige stotergeleiding of een slappe pers compenseren. De volgende situaties worden onderscheiden:

- ▶ *open gereedschap* (zie figuur 4.1)
Er is geen geleiding in het gereedschap.



figuur 4.1 Uitvoeringen van open ponsgereedschappen

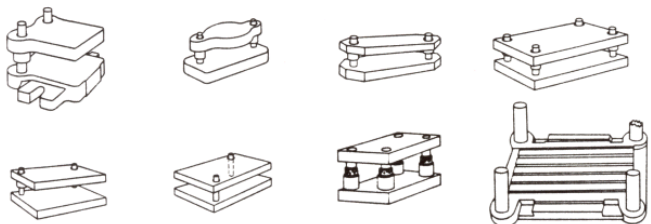
- ▶ *gereedschap met vaste leiplaat, met name voor ponsgereedschappen* (zie figuur 4.2)
De stempel wordt geleid door een leiplaat, die ook fungeert als afstroper. Nadelen zijn de hoge vereiste maatnauwkeurigheid (passing; bijvoorbeeld H7/h6) van de leiplaat en snijder en de kans op beschadiging door metaalsplinters, enz. Aluminium is in dit kader berucht, vanwege de opkomende aluminium deeltjes in de geleiding, die voor "vreetneigingen" zorgen. Voorts is de toegankelijkheid voor handinleg beperkt.



	afstropen van de strook		productafvoer	
	starre afstroper	verende afstroper	doorvallen	uitwerpen
a				
b				
c				

figuur 4.2 Ponsgereedschappen met vaste leiplaat en met geleidezuilen

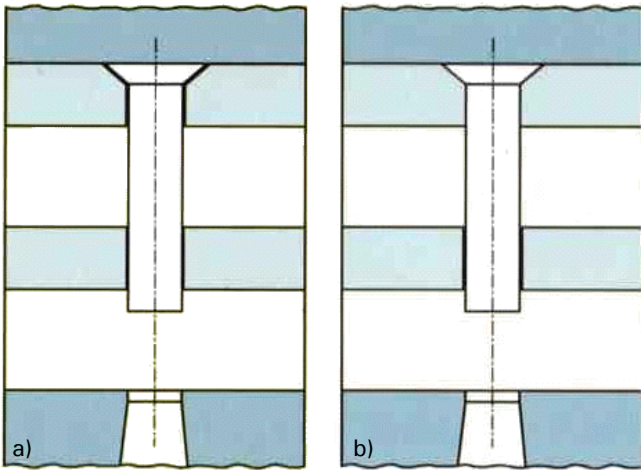
- ▶ *gereedschap met zuilengeleiding* (zie figuur 4.2)
Het gereedschap heeft een boven- en onderplaat, waar respectievelijk de stempel en matrijs aan zijn bevestigd. De beweging van de bovenplaat ten opzichte van de onderplaat wordt geleid door twee of meer zuilen (kolommen, leipennen). Het samenstel van zuilen, boven- en onderplaat wordt stempelhuis genoemd. Stempelhuizen worden bij voorkeur uit standaard, kant en klare onderdelen samengesteld (zie figuur 4.3).



figuur 4.3 In de handel verkrijgbare stempelhuizen [lit.2]

In deze constructie wordt doorgaans verende leiplaat gebruikt. Deze leiplaat geleidt de snijdende delen met bovengenoemde passing. Dit wordt de Europese constructie genoemd. De constructeur kan ook kiezen voor een afstroopplaat; de z.g. Amerikaanse constructie. Hierbij is er geen sprake van geleiding en wordt de centrering van de snijder t.o.v. het snijgat bepaald door de kwaliteit van de zuilengeleiding en van de pers (zie figuur 4.4).

Indien de geleiding door zuilen wordt gerealiseerd, kan voor bussen of kogelgeleiding worden gekozen. Bussengeleiding verdient de voorkeur bij lage perssnelheden (< 300 slagen per minuut), en/of grote zijdelingse krachten. Verder is de kans op transportschade kleiner en is de demontage van bovengereedschap in de gereedschapmakerij lastiger dan bij kogelgeleiding (zie figuur 4.5).



figuur 4.4 Europese en Amerikaanse constructie van ponsgereedschappen.

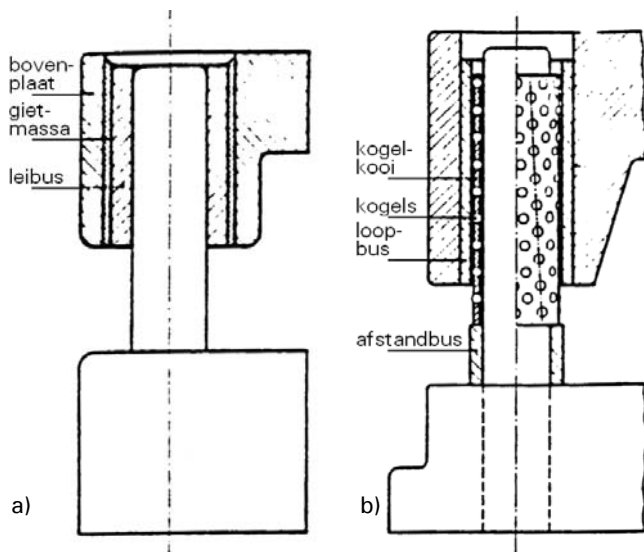
Snijderbevestiging en geleiding:

a) Europese constructie:

- snijder met speling in de draagplaat (0,2 mm);
- snijder wordt geleid in de leiplaat (passing H7/h6);
- duur; zeer nauwkeurig.

b) Amerikaanse constructie

- snijder vast in draagplaat (perspassing, geschroefd);
- snijder met speling in afstroopplaat (geen leiplaat!);
- goedkoper; nauwkeurigheid afhankelijk van constructie.



figuur 4.5 Bus- versus kogelgeleiding
a) Met kunstharis ingegoten leibus
b) De kogelgeleiding voor een stempelhuis

Vaak is het efficiënt om meerdere bewerkingen in één gereedschap te combineren. De volgende gevallen kunnen worden onderscheiden:

- ▶ enkelvoudig gereedschap voor één bewerking, bijvoorbeeld ponsen, buigen of dieptrekken;
- ▶ gereedschap voor meerdere bewerkingen:
 - *combinatiegereedschap*
Meerdere bewerkingen in één slag, bijvoorbeeld uitponsen van een blank gevolgd door dieptrekken. Een combinatiegereedschap is in de regel met zuilengeleiding uitgevoerd. Voordeel is een nauwkeurige positionering van de bewerkingen ten opzichte van elkaar.
 - *volggereedschap*
Gereedschap met verschillende stations achter elkaar waarop opeenvolgende bewerkingen worden uitgevoerd, bijvoorbeeld uitponsen van een blank gevolgd door diep- en volgtrekken.

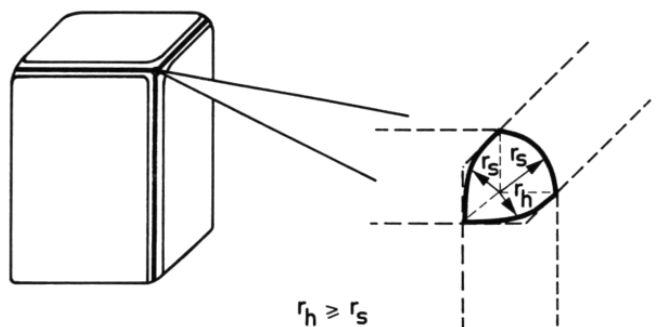
Voor het transport tussen de stations laat men de tussenproducten doorgaans vastzitten aan de strook. Meestal worden in de strook bij het eerste station zoekergaten geponst voor het positioneren van de strook door middel van zoekerpennen.

Voor een grotere flexibiliteit in de productie worden de verschillende stations ook wel als in- en uitneembare modules uitgevoerd.

De gewenste productvorm bepaalt de vorm van de stempels en matrijzen. Deze worden dan ook vormdelen genoemd. Uitzonderingen zijn bijvoorbeeld de universele gereedschappen van ponsnibbelmachines en het vrijbuigen op kantpersen.

De nauwkeurigheid van dieptrekgereedschappen hoeft minder groot te zijn dan die van gereedschappen voor het ponsen van dunne plaat of band. Aandachtspunten bij de constructie en vervaardiging van dieptrekgereedschappen zijn:

- ▶ trekking en plooihoudering moeten voldoende zwaar zijn geconstrueerd. Bij het dieptrekken van dunne plaat zal doorbuiging van deze elementen tot secundaire plooivorming leiden;
- ▶ de planparallelliteit tussen plooihouder en trekking is van essentieel belang om primaire plooivorming te voorkomen. In dit kader spelen mogelijke lengteverschillen van de plooihouderpennen een zeer negatieve rol;
- ▶ de hoekradius en de stempelradius moeten vloeiend in elkaar overlopen (zie figuur 4.6);
- ▶ stempelradius en inloopradius moeten zo groot mogelijk worden uitgevoerd. De maximale grootte van deze radii wordt echter gelimiteerd door het optreden van secundaire plooivorming.
- ▶ Last but not least zijn de ruwheidseisen, die aan het oppervlak en de radii worden gesteld. Deze moeten in principe radiaal worden gepolijst. Voor "zuivere" dieptrekbewerkingen geldt dit niet voor het stempelkopvlak en de stempelradius, omdat de reeds gevormde productwand meer steun ondervindt van enigszins opgeruwde stempelradii. Voor strekbewerkingen moet het stempelkopvlak echter gepolijst zijn, omdat de materiaalverdunning dan niet lokaal optreedt, maar over een groter oppervlak kan plaatsvinden.



figuur 4.6 Verloop van hoekradius en stempelradius

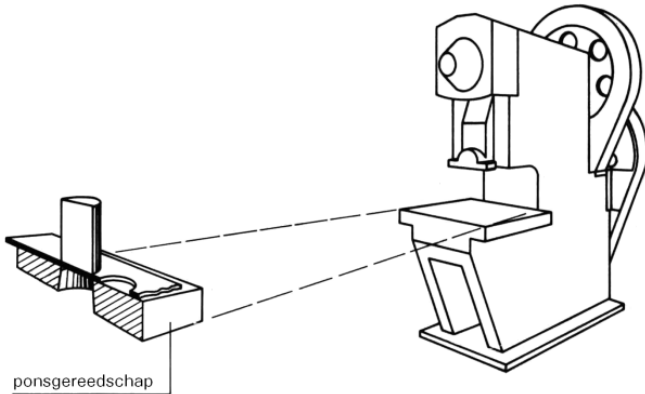
Vooral voor dieptrekken heeft de wijze van fabricage van de vormdelen en de materiaalkeuze veel invloed op de kostprijs van het gereedschap. Gangbare fabricagemethodes zijn het verspanen van dikke platen (gereedschaps)staal of gieten. De laatste methode wordt veel toegepast voor grote gereedschappen voor het persen van carrosseriedelen voor auto's.

Voor prototypebouw en kleinserieproductie worden wel gereedschappen uit goedkoop te bewerken materialen, zoals verdicht gelamineerd hout, epoxyharsen en zinklegeringen toegepast.

Materialen die worden gebruikt voor stempels en matrijzen worden behandeld in VM 111 "Materialen" [lit.9] en in de supplementen van de procespublicaties.

4.3 De interactie tussen pers en gereedschap

De wisselwerking tussen pers en gereedschap (zie figuur 4.7) heeft invloed op het omvormproces in het gereedschap (zie ook § 3.2.1). Van belang is, dat de combinatie van pers en gereedschap er voor zorg draagt dat het product op de juiste wijze en reproduceerbaar kan worden vormgegeven. Daarvoor moet de pers het gereedschap voldoende nauwkeurig laten bewegen en moet de combinatie van pers en gereedschap in staat zijn de proceskrachten zonder teveel vervorming op te vangen. Voor een betrouwbaar proces is het dus belangrijk dat gereedschap en pers goed op elkaar zijn afgestemd.



figuur 4.7 Interactie tussen pers en gereedschap

Als gevolg van verkeerde interactie tussen pers en gereedschap kunnen de volgende problemen ontstaan:

a) Centreringsproblemen tussen onder- en bovengereedschap

Deze kunnen bijvoorbeeld worden veroorzaakt door:

- ▶ het slingeren van de stoter bij hoge snelheden (door onvoldoende balancerings);
- ▶ door de horizontale vering van het persframe (in het geval van een C-frame pers).

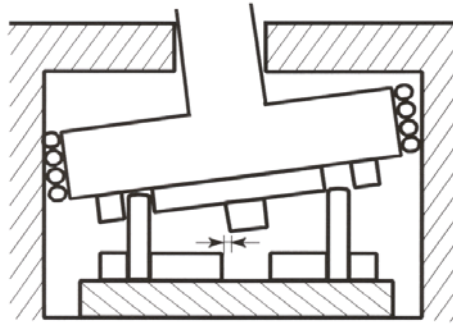
Behalve door de onnauwkeurigheden van de pers kunnen centreringsproblemen ook ontstaan, doordat de proceskracht opzij gericht is (bijvoorbeeld bij strijkbuigen) of doordat de proceskracht niet centraal (a-centrisch) aangrijpt ten opzichte van de stoter. In deze gevallen wil de stoter kantelen (zie figuur 4.8 en § 3.2.1). Een stijve gereedschapsgeleiding kan de stoter extra steun geven (zie figuur 4.9), maar deze zal in het algemeen niet afdoende zijn.

Betere oplossingen zijn:

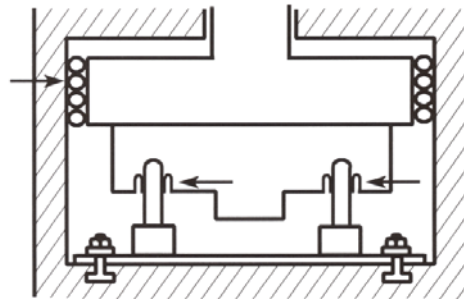
- ▶ een pers gebruiken die het kantelen van de stoter tegen gaat (bijvoorbeeld een O-frame in plaats van een C-frame)
 - ▶ een gereedschapsaanpassing om de proceskracht te centreren of de zijwaartse component op te heffen. Soms kan dit door twee gespiegelde onderdelen in een gereedschap te maken. Een oplossing voor de zijdelingse kracht bij het strijkbuigen is het gebruik van een hiel aan het buigmes (zie ook § 2.3.3 van VM 113 "Buigen" [lit.10]).
- Er moet in ieder geval op worden gelet dat het gereedschap zelf goed centratisch is opgespannen.

De consequenties van een slechte centrering van gereedschappen bij het *ponsen* resulteert in een slechte verdeling van de snijspleet, met als gevolgen een korte standtijd en braamvorming. Dit negatieve resultaat wordt versterkt door het asymmetrisch veergedrag van C-framepersen.

Bij het *buigen* heeft een slechte verdeling van de buigspleet minder consequenties dan bij het ponsen. Alleen



figuur 4.8 Door verkanting van de stoter ontstaan er centeringsfouten



figuur 4.9 De geleiding van het gereedschap geeft de pers extra steun tegen verkanting, mits het gereedschap voldoende stevig is opgespannen

bij extreme verschillen zullen hoekverschillen en afwijkingen in de positie van de buiglijn optreden. Bij het *dieptrekken* zal het stempel bij een slecht verdeelde trekspleet zich enigszins kunnen zoeken. Toch kan in extreme situaties, extra oorvorming, beknelling van het product, productbeschadiging en extra gereedschapslijtage optreden.

b) Doorschieten van de stoter (snijslag)

Wanneer bij het ponsen het materiaal scheurt, valt de tegenkracht op de stoter plotseling weg, waardoor deze wil 'doorschieten'. Dit noemt men de snijslag, die in principe moet worden gedempt.

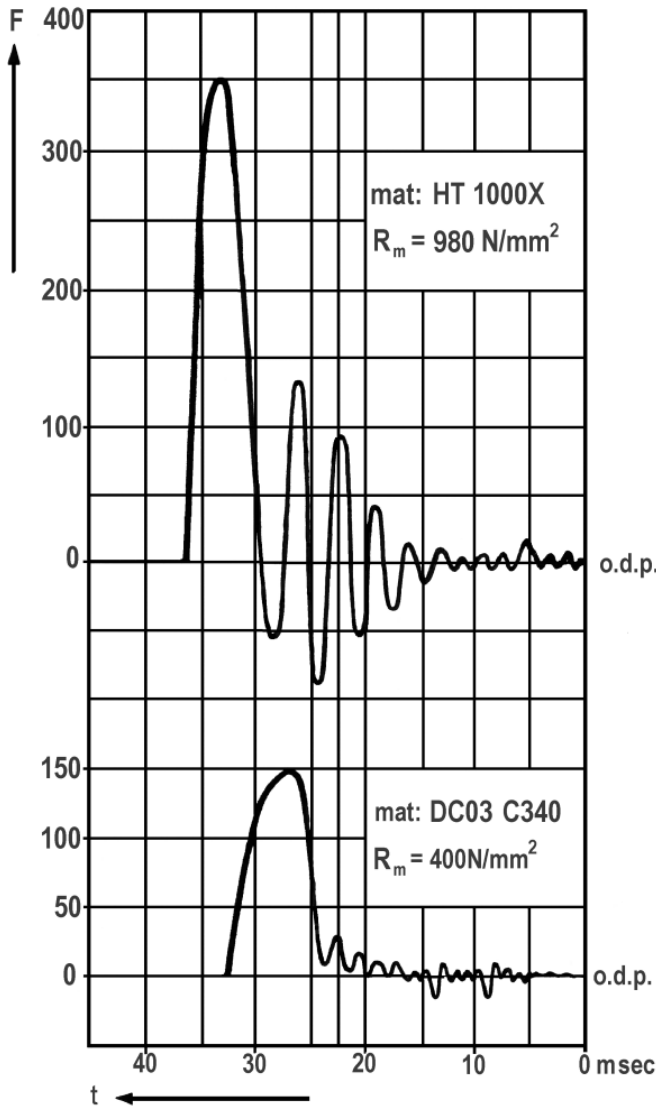
Het plotseling wegvallen van de tegenkracht kan de volgende gevolgen hebben voor de pers:

- ▶ dit 'doorschieten' van de stoter veroorzaakt trek- en drukbelastingen, die zich iedere persslag een aantal keren herhalen (zie figuur 4.10). In feite komt hierbij de energie vrij, die gedurende de afschuiffase in het frame is opgeslagen. Deze trek- en drukkrachten veroorzaken extra slijtage van frame en stotergeleiding. Indien kleine gaten worden geponst, zoals dat bij perforatiestempels het geval is, kunnen bij kleine snijders vermoeiingsbreuken optreden;
- ▶ bij hydraulische persen veroorzaakt de snijslag trillingen in de hydrauliek met gevaar voor leidingbreuk en slijtage van de afdichtingen in de hoofdcilinder, kleppen en pompen;
- ▶ doordringen van stoten in de behuizing van de elektronica met gevaar voor draadbreek, losse contacten en printbreek. Zelfs kunnen eventuele relais even worden onderbroken, zodat er besturingsfouten ontstaan.

De gevolgen van het doorschieten van de stoter voor het gereedschap en productieproces zijn:

- ▶ het doorschieten van de stempel (snijder) in het uitgeponste gat, waarbij een extra slijtage van stempel en matrijs optreedt;
- ▶ draadbreek en beschadiging van sensoren.

In de omgeving veroorzaakt dit verschijnsel veel lawaai en trillingen.



figuur 4.10 Trek- en drukkrachten in het frame bij snijslag

Maatregelen die kunnen worden genomen, zijn:

- ▶ het kiezen van een zeer stijve pers;
- ▶ bij hydraulische machines het inbouwen van een snijslag-demping of het gebruik van separate snijslagdempers;
- ▶ het afschuiven van de snijders, zodat een gelijkmatiger proces ontstaat (zie ook VM 114, [lit.11]); hiermee wordt wel een zijdelingse belasting geïntroduceerd. Voor kleine snijders is dit geen oplossing en moet met verschillende snijderlengtes worden gewerkt.

c) Doorbuiging

De hoge belasting op de pers leidt tot doorbuiging van diverse onderdelen. Het persbed zal bijvoorbeeld elastisch vervormen, met als gevolg een relatieve beweging tussen de pers en het gereedschap.

De standtijd van snijdende elementen van lange volgstempels voor dun materiaal (<0,5 mm) is duidelijk minder indien het persbed doorbuigt als gevolg van:

- ▶ de proceskrachten;
- ▶ spannen van het gereedschap.

Door elastische doorbuiging van het trekkussen kan een ongelijkmatige verdeling van de plooihouderkracht ontstaan (zie figuur 4.11).

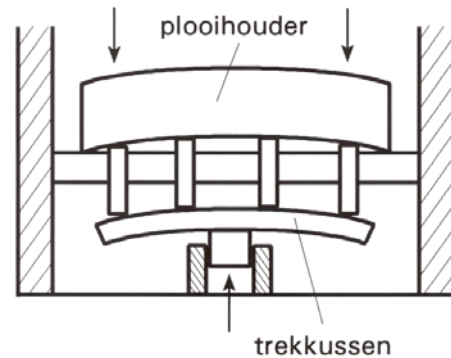
Gevolgen van doorbuiging zijn:

- ▶ centreringfouten en fouten in de diepte-instelling van de stoter bij grote afmetingen van het gereed-

schap en/of lichte constructies (van bijvoorbeeld de matrijs);

- ▶ slijtage door het onderling schuiven van het bed en het gereedschap (schavielslijtage);
- ▶ het losraken van de spanmiddelen, zodat het gereedschap los komt te zitten.

Oplossingen zijn een voldoende stijf bed, het juist plaatsen van de spanmiddelen, het compenseren van de doorbuiging van het trekkussen door het aanpassen van de lengte van de plooihouderpennen.



figuur 4.11 Elastische doorbuiging van het trekkussen

4.4 Gereedschap wisselen en spanmiddelen

Deze paragraaf heeft betrekking op het wisselen van omvorm- en/of ponsgereedschappen.

Methodes om zo snel mogelijk gereedschappen te wisselen, zoals de Single Minute Exchange of Dies (SMED) krijgen vaak veel aandacht. Doel van het snel wisselen is het minimaliseren van verlies aan productietijd.

Veel productietijd gaat verloren wanneer de instructies voor het wisselen niet goed zijn uitgewerkt. Ook kunnen gevaarlijke situaties ontstaan door het gebruik van versleten handgereedschappen en moeren.

Het verkorten van de stilstandtijd van de pers mag echter geen doel op zich zijn en is ook niet voldoende om productietijd te winnen. Bovenal is een goede procesbeheersing nodig, zodat het productieproces zelf na het wisselen weer snel loopt. De wisseltijd is de tijd van het laatste product tot het eerste goedgekeurde volgende product. Bedenk dat de kosten van het materiaal (aluminium, roestvast staal, voorgelakte plaat) dat bij de aanloop wordt verschrot, hoger kunnen zijn dan de kosten van de verloren gewaande productietijd.

Het belangrijkste principe voor het terugbrengen van de stilstandtijd is, dat een groot deel van de voor het wisselen benodigde handelingen kan worden uitgevoerd terwijl het productieproces loopt. Figuur 4.12 geeft een overzicht van welke handelingen tijdens het produceren (in de zogenaamde neventijd) mogelijk zijn en voor welke de pers moet worden gestopt.

De hulpmiddelen voor het wisselen van de gereedschappen zijn afhankelijk van de grootte, het gewicht en de perskracht.

Om de gereedschappen uit de pers te nemen zijn de in tabel 4.1 gegeven hulpmiddelen gebruikelijk.

De spanmiddelen voor omvormgereedschappen mogen niet worden verwisseld met spanmiddelen voor het opspannen van een werkstuk bij het verspanen.

Omvormgereedschappen moeten meestal met een meer dan tienmaal grotere kracht worden vastgeklemd dan verspaningswerkstukken.

Veiligheid speelt een grote rol bij het spannen. DIN 650 geeft een indicatie van de te gebruiken spanmiddelen (zie tabel 4.2).



figuur 4.12 Wisselactiviteiten in neventijd en stilstandtijd

tabel 4.1 Wisselhulpmiddelen

gewichtsklasse	hulpmiddelen
tot 1 ton	rollenbaan kogelstrips
tot 5 ton	speciale heftruck schuifketting hulpcilinder
5 ton en meer	wisselwagen/rails bok kraan, schuiftafel

tabel 4.2 Spanmiddelen volgens DIN 650

perskracht	spanmiddel
< 50 kN	T-bout: M16
< 640 kN	T-bout: M20
< 2000 kN	T-bout: M24
> 2000 kN	T-bout: M30

Verder moet er rekening worden gehouden met:

- ➔ regelmatig naspannen bij sterke slagen (onvoldoende snijslagdemping, zwak persbed);
- ➔ regelmatig onderhoud en controle op beschadiging van de spanmiddelen;
- ➔ reinigen van het persbed (van schrot en smeermiddel) voordat nieuw gereedschap wordt opgespannen.

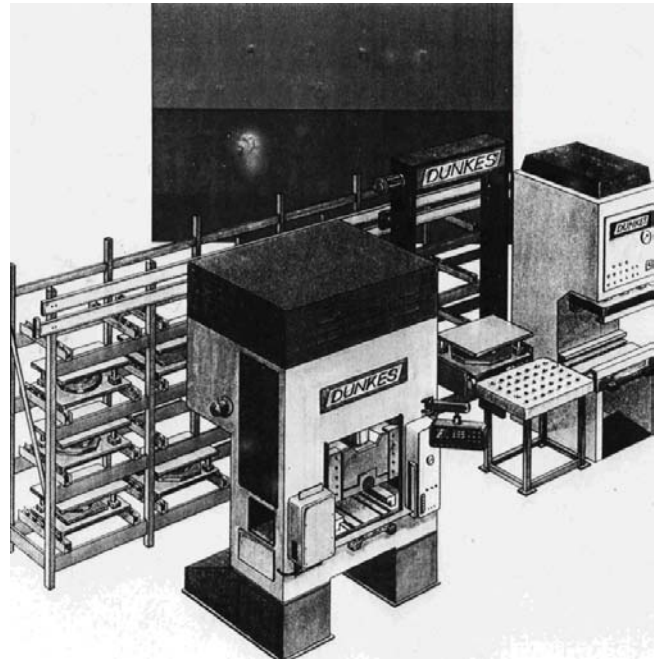
Nog enkele opmerkingen:

- ➔ bij grote persen is het handig om aan voor- en achterzijde handgereedschappen te hebben voor het lossen en vastzetten van spanmiddelen;
- ➔ ook automatische spanmiddelen kunnen worden toegepast;
- ➔ standaardisering van de opspanning van gereedschappen is noodzakelijk;
- ➔ voor moeilijk bereikbare plaatsen zijn speciale hulpmiddelen verkrijgbaar.

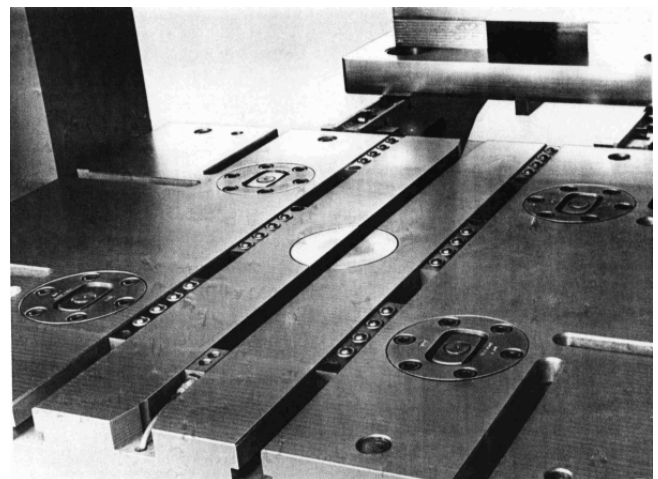
4.4.1 Automatisch gereedschap wisselen

Een volledige automatisering van het wisselproces (zie figuur 4.13) kan worden gerealiseerd op een pers met besturing. Verder bestaat deze productiecel uit de volgende elementen:

- ➔ een magazijn voor gecodeerde gereedschappen;
- ➔ een aan- en afvoerlijn;
- ➔ een "parkeerstation" voor gebruikte gereedschap t.b.v. controle, reinigen enz.;
- ➔ een invoertafel;
- ➔ kogels met kogellichters in de T-gleuven (zie figuur 4.14);
- ➔ snelspanners.



figuur 4.13 Hydraulische pers met automatisch wisselsysteem



figuur 4.14 Kogels, kogellichters en snelspanners in het persbed

Deze elementen moeten allen vanuit een centrale besturing op elkaar worden afgestemd. Een belangrijke voorwaarde voor het goed functioneren van een automatisch gereedschapwisselsysteem is de uniformiteit van de gereedschappen met betrekking tot de hoofdafmetingen, zoals:

- ➔ lengte en breedte van kop- en grondplaat;
- ➔ inbouwhoogte;
- ➔ spanhoogte.

Het zal duidelijk zijn, dat automatisering van het wisselproces naast een aanzienlijke investering een volledige

beheersing vraagt van:

- ▶ het beweringsproces;
- ▶ de organisatie van het wisselproces;
- ▶ uniforme stempelafmetingen.

Een rentabiliteitsberekening moet leren in hoeverre een dergelijke investering verantwoord is. Dit zal alleen onder de volgende situaties het geval zijn:

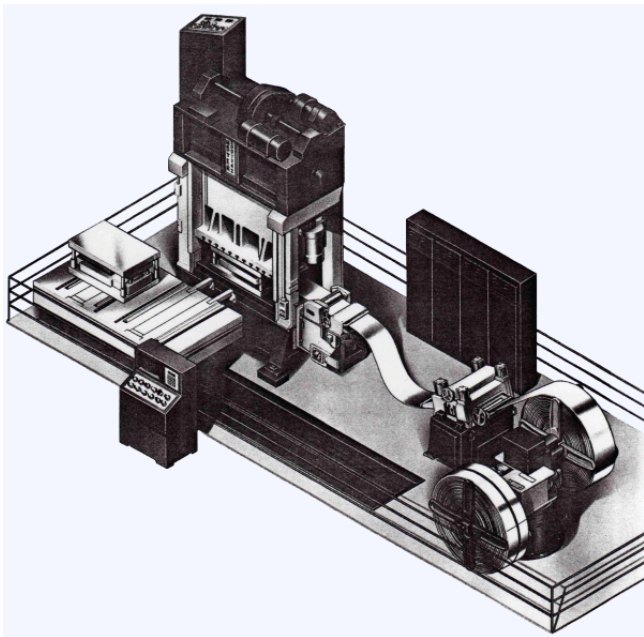
- ▶ de pers is in meer ploegen 100% bezet;
- ▶ de series zijn relatief klein, zodat vaak moet worden gewisseld;
- ▶ het aantal gereedschappen, dat moet worden omgebouwd c.q. aangepast is relatief klein.

Verder moet onderscheid worden gemaakt tussen het automatisch gereedschap wisselen op:

- ▶ stand alone machines, zoals hier boven is beschreven;
- ▶ persautomaten (zie figuur 4.15).

In het laatste geval moeten nog meer opties worden bekeken. Hierbij moeten de volgende elementen in het snelwisselproces worden betrokken:

- ▶ coilwisseling; met een dubbel haspel kan dit reeds tijdens de vorige productierun worden gerealiseerd;
- ▶ instelling richtmachine; één en ander afhankelijk van de eigenschappen en afmetingen van het bandmateriaal;
- ▶ aanvoerapparaat, waarbij de opschuiflengte cruciaal is.



figuur 4.15 Persautomaat met snelwisselinrichting

4.5 *Vervaardiging, aanschaf en onderhoud van gereedschappen*

Vervaardiging en aanschaf

Voordat een gereedschap geconstrueerd en gemaakt kan worden (zie ook § 4.2), moeten de volgende zaken aanwezig zijn:

- ▶ het productontwerp (vorm en afmetingen met toleranties, materiaalsoort en plaatdikte);
- ▶ procesbeschrijving (zoals voor dieptrekken een trekschema met tussenvormen, matrijs- en stempelafmetingen, trekspleet, alsmede oppervlakteruwheid, vorm en grootte van de platine, pers- en plooihouderkracht, enz.);
- ▶ machineblad met schets van het persbed, nominale perskracht en slag van de pers;
- ▶ afspraken over het te gebruiken productmateriaal en de smering (VM 111 [lit.9]);
- ▶ levensduur en standtijden van het gereedschap;
- ▶ afspraken over hoe het gereedschap afgenomen gaat worden.

Aanwijzingen voor de procesuitvoering worden in de desbetreffende procespublicaties gegeven.

Nadat het gereedschap is geconstrueerd, volgt de vervaardiging daarvan. Standaardonderdelen kunnen kant en klaar worden gekocht (stempelhuis, geleidingen en veren), maar productafhankelijke delen (de vormdelen zoals stempel, matrijs en plooihouder) moeten apart worden gemaakt. De fabricage van de vormdelen kan aanzienlijk worden versneld door het gebruik van CAD/CAM technologie. Ingeval van complexe of grote producten worden soms eerst proefgereedschappen gemaakt met vormdelen met een beperkte levensduur uit goedkoop te bewerken materialen (zie § 4.2).

De vormdelen moeten, na fabricage door middel van verspanen of gieten, dikwijls nog worden gehard, geslepen, eventueel gepolijst en/of van een coating voorzien. Bij de afname van het gereedschap blijkt bovendien vaak dat nabewerkingen zoals retoucheren nodig zijn om producten te kunnen persen die aan de toleranties voldoen.

Aandacht verdient de beveiliging van het gereedschap tegen het persen zonder of met verkeerd geïnstalleerd productmateriaal, of wanneer het product nog niet is uitgenomen. Dit is in het bijzonder van belang bij volggereedschappen in combinatie met hoge productiesnelheden (zie VM 54 "Beveiliging van stampgereedschappen" [lit.6]).

Onderhoud

Voorbeelden van onderhoud zijn:

- ▶ naslijpen van snijstempels;
- ▶ bijwerken van stempel, matrijs of plooihouder van dieptrekgereedschappen, waar nodig oplossen of wegslijpen;
- ▶ het vervangen of reviseren van gereedschapsgeleidingen en andere onderdelen (zoals bijvoorbeeld veren);
- ▶ nastellen van gereedschapsdelen.

Gebrekkig onderhoud en vervuiling van het gereedschap leidt tot slijtage van of zelfs schade aan bijvoorbeeld de geleidingen en de matrijs en stempel. Daardoor neemt de productnauwkeurigheid af.

In het gereedschap kan trillings-, kracht- en verplaatsingsmeetapparatuur worden geïnstalleerd om afwijkingen in het proces vast te stellen ten gevolge van slijtage, voordat deze te groot wordt of er breuk optreedt.

Bij opslag van het gereedschap dient aandacht te worden geschonken aan corrosie. Metaalresten moeten worden verwijderd (vaak worden de gereedschappen compleet gewassen) en afhankelijk van de omstandigheden moet het gereedschap met een anticorrosiemiddel worden beschermd (zie deel hulpstoffen van VM 111 "Materialen" [lit.9]).

Hoofdstuk 5

Hulpmiddelen voor het opmeten van plaatproducten

5.1 Inleiding

Metten betreft niet alleen het meten van de geometrische maten van de producten, maar ook die van ruwheid, aanwezigheid van beschadigingen en/of eventuele andere functionele eigenschappen (bijvoorbeeld de stijfheid van veren).

Verder is de functie van het meten duidelijk veranderd. Ging het vroeger uitsluitend om de goed- of afkeur van de producten, nu is het doel vooral de beheersing van de processen. Wordt de bewerking wel goed uitgevoerd?

5.2 Het meten in de fabricage

In deze paragraaf wordt de rol van het meten bij de kwaliteitsbeheersing van het product toegelicht.

Drie veel voorkomende situaties waarin wordt gemeten zijn (zie ook figuur 5.1):

1 METINGEN TIJDENS PRODUCTIE

Deze moeten volgens afspraak, zoals vastgelegd in een meetvoorschrift, worden uitgevoerd. Dit kan een eenvoudige meting zijn (zoals de controle van een bepaalde buighoek met een mal). Gekeken wordt of het product daar waar het gevoelig is voor onnauwkeurigheden, aan de producteisen voldoet. Het uitvoeren van deze metingen is een taak van de productieafdeling.

Voor metingen die niet on-line kunnen worden uitgevoerd, kunnen tijdens de productie enkele producten worden uitgenomen, zodat de productie niet onderbroken hoeft te worden. Dit kan natuurlijk alleen maar als het productieproces voldoende beheerst is. De resultaten van de metingen worden gebruikt om trendmatige afwijkingen te corrigeren, bijvoorbeeld met behulp van statistische procesbeheersingstechnieken (SPC) [lit. 12]. Behalve metingen aan producten kunnen ook metingen aan procesgrootheden, bijvoorbeeld de ponskracht, of aan het toe te voeren materiaal worden gebruikt voor het controleren en beheersen van het proces.

2 PROCES AUDIT

Dit betreft extra metingen en controles, om te kijken of nog steeds binnen de kwaliteitsafspraken wordt gewerkt. Dit wordt door een onafhankelijke 'kwaliteitsdienst' gedaan.

3 AFNAME OF GOEDKEUR TEN BEHOEVE VAN PROCESVRIJGAVE

In overleg met de klant wordt vastgelegd aan welke eisen het product moet voldoen. Helaas wordt hiervoor nog te vaak de producttekening gebruikt. Veel beter is het om afspraken te maken over welke maten relevant zijn en hoe deze moeten worden gemeten. Een aparte 'meet'tekening, ook wel 'kwaliteits'blad genoemd, wordt dan opgesteld en bevat alle relevante aspecten van het product. Bij veel bewerkingen per product moet per tussenproduct zo'n document worden gemaakt.

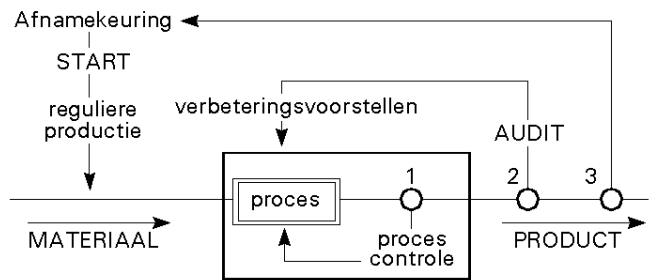
Uiteindelijk volgt een meting van het gehele product op alle gewenste aspecten. Na acceptatie door de klant kan de reguliere productie beginnen met controle volgens het opgestelde meetvoorschrift.

Bij een nieuw gereedschap en bij grote reparaties en/of wijzigingen aan het gereedschap zal opnieuw een afnamekeuring moeten worden gedaan.

Een compleet meetvoorschrift bevat opmerkingen over:

- ▶ frequentie van de metingen (bijvoorbeeld eenmaal per uur);
- ▶ meetmiddelen (bijvoorbeeld een schuifmaat);
- ▶ meetmethode (bijvoorbeeld hoe het product moet worden ondersteund tijdens het meten);

- ▶ overige aspecten (aanwezigheid van krassen, olieophopingen, bramen);
- ▶ rapportage en beheer.



figuur 5.1 Situaties waarin wordt gemeten:
1 meting tijdens productie;
2 meting ten behoeve van de proces audit;
3 meting ten behoeve van procesvrijgave

5.3 Meethulpmiddelen

De beschrijving van producten uit dunne plaat is vaak onvoldoende om de vorm te controleren. Tekeningen en plaats- en vormtoleranties gaan van vormvaste producten uit. Producten uit plaat zijn vaak niet stijf genoeg om er zonder meer de vorm van te meten. Daarom zijn afspraken nodig over hoe de vorm moet worden gemeten (referentiepunten, voorgeschreven oplettingen, enz.).

Voor de meetmiddelen geldt binnen ISO 9000 dat zij moeten zijn geregistreerd en regelmatig moeten worden gekalibreerd.

De volgende kwaliteitskenmerken kunnen worden gemeten:

▶ Maat- en vormafwijkingen

De toe te passen geometrische meettechniek is afhankelijk van de seriegrootte.

Veel gebruikte technieken bij **grote series** zijn:

- controlemallen;
- speciaal meetgereedschap;
- 3D-meetmachines voor gekromde contouren. Interpretatie van de resultaten en ondersteuning van het product moeten goed worden afgesproken, wil dit zinvol zijn;
- optische technieken voor het aantonen van welving of onvlakheid van omgevormde producten.

Voor **kleine productseries** wordt aanwijzend universeel meetgereedschap gebruikt zoals:

- schuifmaat;
- meetklok;
- 3D coördinaten-meetmachine.

Zeker in de automobiellindustrie wordt nog veel gewerkt met 1:1 moedermodellen. Soms is dit een product. Opslag en beheer van deze producten moeten met zorg gebeuren.

▶ Aanwezigheid van gaten en scheuren

Met moderne videoscanning technieken kan dit automatisch gebeuren, maar meestal gebeurt dit met het blote oog.

▶ Braamhoogte

Bij pons- en andere gesneden producten.

Verder is de interpretatie vaak lastig. Er moeten afspraken worden gemaakt over:

- de toegepaste meetmethode; dit kan een schaduwmeetmethode of een mechanische meting zijn. De eerstgenoemde meetmethode is arbeidsintensief. De tweede meetmethode is onnauwkeurig omdat een "zwakke" braam door de meedruk wordt vervormd.
- de interpretatie van de gemeten waarden. Is het criterium de maximale braamhoogte of is het de gemiddelde waarde in een kritisch gebied?

► *Productoppervlak*

Het meest relevant zijn de volgende aspecten:

- de oppervlakteruwheid na vervorming:
 - visuele vergelijkmeting (aan de hand van een voorbeeld);
 - ruwheidsmeting met een (mechanische) taster;
 - ruwheidsmeting met een laser(scan);
- de vervuiling:
 - tape test;
- de kwaliteit van de coating van voorgelakte plaat. De European Coil Coaters Association (ECCA) heeft hiervoor een groot aantal metingen gestandaardiseerd. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de laagdikte, de glans of de hechting van de laklaag op het substraat (zie ook VM 109 "Voorgelakt plaatstaal voor binnengebruik" [lit.7]).

Hoofdstuk 6

Technische instructies

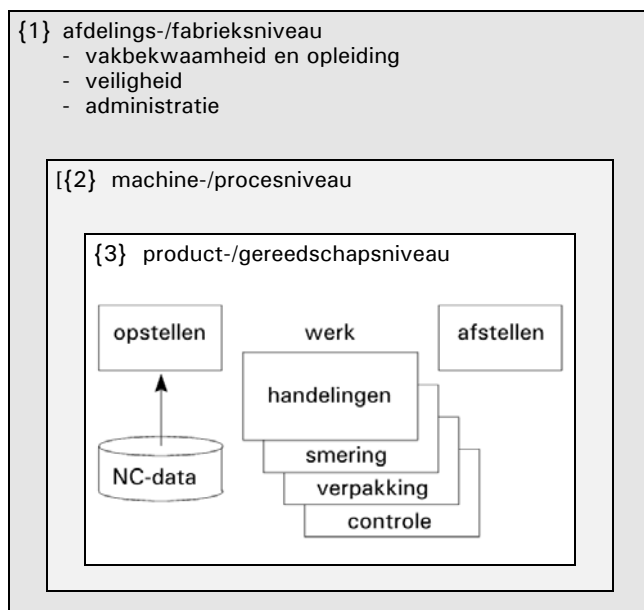
6.1 Inleiding

Voor beheerst produceren is het essentieel dat er goede technische instructies worden opgesteld.

De hier beschreven manier waarop technische instructies (werkvoorschriften) worden gemaakt en verstrekt, gaat uit van ideeën over kwaliteit en beheerst produceren die stroken met ISO 9000.

De volgende soorten instructies kunnen worden onderscheiden (zie figuur 6.1):

- 1 Algemeen geldende werkinstructies voor een hele fabriek of afdeling, bijvoorbeeld voor het melden van storingen, het beperken van geluidsoverlast, opslag van gereedschappen.
- 2 Werkinstructies per proces of machine, bijvoorbeeld de machine-instelling voor puntlassen, het opbouwen van emballage, het gebruik van een heftafel, de controle bij het knippen.
- 3 Werkinstructies per specifiek product, zoals voor de smering, het inleggen van productmateriaal, de buigvolgorde, het verwijderen van bramen, productcontrole.



figuur 6.1 Een schematische weergave hoe instructies elkaar overlappen

Bij grote bedrijven worden instructies meestal opgesteld door de technische werkvoorbereiding. Bij kleine bedrijven is meestal niet iemand speciaal voor deze taak vrijgemaakt. Op weg naar een ISO-9000 erkenning ziet men vaak dat de instructies langs 'natuurlijke' weg zijn ontstaan. Ieder weet wat hij moet doen. Dit is vaak vastgelegd in persoonlijke aantekeningen en als praktische vaardigheden van de vakmensen. Bij het op schrift stellen van de instructies moet deze ervaring voorop staan. Naderhand kan blijken dat delen overbodig zijn, of aanvulling gewenst is. Wezenlijk is dat de **instructies voor de man op de vloer duidelijk en praktisch zijn**.

Enkele aanbevelingen bij het opstellen van technische instructies:

- ▶ regel algemene zaken op afdelingsniveau;
- ▶ duidelijkheid staat voorop: het moet geen zoekplaatje worden waar iets geregeld is. Regel zaken niet twee keer, daardoor kunnen tegenstrijdigheden ontstaan;

- ▶ streef niet naar volledigheid of het regelen van alle details: de betrokkenheid en oplettendheid van de werknemer staat centraal in een goed functionerend kwaliteitsbeheersysteem;
- ▶ bespreek de werkinstructies met de productiemedewerkers: zijn ze begrijpelijk en uitvoerbaar?

In de volgende paragrafen worden wat voorbeelden gegeven van instructies op afdelings-/fabrieksniveau, machine-/procesniveau en product-/gereedschapsniveau. Deze instructies kunnen verder worden onderverdeeld naar de functionaliteit:

- a. kwaliteit;
- b. productie;
- c. inkoop & logistiek;
- d. engineering;
- e. personeel.

6.2 Instructies op afdelings-/fabrieksniveau

In de onderstaande lijst is een opsomming gegeven van instructies, die algemeen geldend kunnen zijn, voor de gehele fabriek of een afdeling. De lijst is niet compleet en kan ook voor ieder bedrijf anders zijn, omdat elk bedrijf met zijn eigen cultuur en technologieën zijn eigen set met instructies vraagt.

- a: Kwaliteitsinstructies op fabrieksniveau kunnen regelen:
 - ▶ de bevoegdheden en verantwoordelijkheden in het kwaliteitssysteem;
 - ▶ het beheer van tekeningen.
- b: Instructies voor de productie op fabrieksniveau kunnen regelen:
 - ▶ het beheer van tekeningen;
 - ▶ de werkwijze bij proefproductie;
 - ▶ het melden van storingen van machines of gereedschappen;
 - ▶ lawaaibescherming;
 - ▶ veiligheid en milieu;
 - ▶ werkwijze opslag van gereedschappen;
 - ▶ werkwijzen in administratieve processen.
- c: Instructies voor inkoop en logistiek op fabrieksniveau kunnen regelen:
 - ▶ de uitgifte orders;
 - ▶ de prioriteitenstelling tussen orders;
 - ▶ werkwijze bij het uitbesteden van producten of bewerkingen;
 - ▶ werkwijze bij het inkopen van materialen.
- d: Instructies voor engineering op fabrieksniveau kunnen regelen:
 - ▶ het opstellen van instructies;
 - ▶ het beheer van tekeningen;
 - ▶ het beheer van instructies;
 - ▶ kostprijscalculatie.
- e: Instructies m.b.t. personeelsbeleid op fabrieksniveau kunnen regelen:
 - ▶ werkwijze bij de aanname van nieuw personeel;
 - ▶ de introductie van nieuwe medewerkers;
 - ▶ het beloningssysteem;
 - ▶ het beoordelingssysteem;
 - ▶ de wijze van vastleggen van vaardigheden van medewerkers;
 - ▶ veiligheidsvoorschriften, lawaaibescherming, schoei, kleding, brillen e.d.;
 - ▶ orde en netheid.

6.3 Instructies op machine-/procesniveau

- a: Kwaliteitsinstructies voor een proces of machine kunnen regelen:
 - ▶ het controleren van producten bij een bepaald proces:
 - dieptrekken;
 - knippen en snijden;
 - buigen;
 - ▶ het beheer van kwaliteitsgegevens.

- b: Instructies voor de productie voor een machine of proces kunnen regelen:
- ▶ het op- of afstellen van gereedschappen op een machine;
 - ▶ het gebruik van een heftafel;
 - ▶ het bedienen van een machine;
 - ▶ het preventief onderhouden van gereedschappen, machines, embalgemiddelen.
- c: Instructies voor inkoop en logistiek voor een bepaalde machine kunnen regelen:
- ▶ de werkuitgifte per machine, indien noodzakelijk.
- d: Instructies voor engineering voor een machine of proces kunnen regelen:
- ▶ de mogelijkheden voor belading van specifiek embalgemiddel;
 - ▶ het maken van een bewerkingsvoorschrift;
 - ▶ het maken van een instelinstructie;
 - ▶ het maken van een op- of afstel instructie;
 - ▶ de bladen voor het berekenen van normtijden.

6.4 *Instructies op product-/gereedschapsniveau*

- a: Een kwaliteitsinstructie voor een product of proces kan regelen:
- ▶ het controleren van een specifiek eindproduct of half-fabrikaat;
- b: Instructies voor de productie voor specifieke producten of gereedschappen kunnen regelen:
- ▶ het ombouwen van een gereedschap voor een bepaald product;
 - ▶ het op- of afstellen van gereedschap op een bepaalde pers;
 - ▶ het instellen van de machine met een specifiek gereedschap;
 - ▶ het preventief onderhouden van een specifiek gereedschap;
 - ▶ het smeren in een specifiek processtap bij een specifiek product;
 - ▶ het inleggen van productmateriaal;
 - ▶ de wijze van emballeren van het specifieke product;
 - ▶ de afwerking van een product, afbramen e.d.;
 - ▶ de bewerkingsvolgorde;
 - ▶ de normtijden per processtap in de bewerkingsvolgorde.
- c: Instructies voor inkoop en logistiek voor een bepaalde machine kunnen regelen:
- ▶ de materiaaluitgifte;
 - ▶ de wijze van orderbepaling;
 - ▶ de seriegrootte en waarop wordt afgerond.

6.5 *Veiligheid*

Bij het opstellen van de technische instructies verdient de veiligheid bijzondere aandacht. Hierna volgt een aantal opmerkingen over veiligheid bij het omvormen.

De veiligheid van de machines moet voldoen aan een aantal strenge normen. Zo zijn er de algemeen geldende normen met betrekking tot bijvoorbeeld elektrische installaties en het werken met perslucht. Specifiek voor het omvormen zijn:

- ▶ verplichte reguliere keuringen van persen:
 - remmen (en koppeling tussen aandrijving en stoter) van persen;
 - remproef mechanische en hydraulische persen bij aanvang elke dag: volgens voorschrift leverancier;
 - controle breekplaten en draaispiekoppelingen van mechanische persen;
 - regelmatige controle door bijvoorbeeld veiligheidsinspecteurs;
 - lichtschermen;
 - controle werking lichtscherm na elke gereedschapswisseling;
 - jaarlijkse onafhankelijke controle van de lichtschermen;
- ▶ directe gevaren:
 - scherpte van bramen en plaat → handschoenen;
 - hijsen van grote gewichten → hijsdiploma, schoenen;
 - knelgevaar → schermen, schoenen;
 - versplinteren van hard gereedschap → bril, scherm;
 - gladde vloer → orde en netheid;
 - warme producten → handschoenen.
- ▶ gevaren voor de gezondheid:
 - lawaai → gehoorbescherming, omkasting.
 - chemicaliën (allergische reacties) → handschoenen, afzuiging.

Normen voor machines en gereedschappen voor het vervormen van plaat

Bij het gebruik van normen dient te allen tijde te worden uitgegaan van de meest recente normen. Het kan zijn dat de in het onderstaand overzicht vermelde normen na de totstandkoming van deze publicatie inmiddels zijn vernieuwd. Ga daarom altijd na of de te gebruiken normen de meest recente zijn.

Algemeen

NEN 5454-I	1961	Benaming van spaanloze metaalbewerkingen - Smeden, persen en stempelen
NEN 5454-II	1961	Benaming van spaanloze metaalbewerkingen - Extrusie
NEN 5454-III	1961	Benaming van spaanloze metaalbewerkingen - Spaanloos snijden
NEN 5454-IV	1964	Benaming van spaanloze metaalbewerkingen - Plaatvervormen
NEN 5454-V	1964	Benaming van spaanloze metaalbewerkingen - Walsen en trekken
DIN 8580	2003	Fabricageprocessen, begrippen en indeling (ontwerp)
DIN 8582	2003	Omvormprocessen, indeling en onderverdeling
DIN 8583	2003	Massiefvormprocessen, indeling, onderverdeling en begrippen
DIN 8584-3	2003	Dieptrekprocessen, onderverdeling en begrippen
DIN 8584-4	2003	Forceerprocessen, onderverdeling en begrippen
DIN 8584-5	2003	Kraagtrekprocessen, begrip
DIN 8585-4	2003	Strekprocessen, onderverdeling en begrippen
DIN 8586	2003	Buigprocessen, indeling, onderverdeling en begrippen
DIN 8588	2003	Mechanische scheidingsprocessen, indeling, onderverdeling en begrippen
DIN 9869-1	1967	Begrippen voor gereedschappen voor omvormen van plaat
DIN 9869-2	1969	Begrippen voor gereedschappen voor mechanisch scheiden
DIN 9870-1	1974	Plaatvormbegrippen, processen en gereedschappen, algemeen
DIN 9870-2	1972	Plaatvormbegrippen, processen en gereedschappen voor mechanisch scheiden
DIN 9870-3	1972	Plaatvormbegrippen, processen en gereedschappen voor buigen

Machines

NEN-ISO 230-1	1997	Beproeversprogramma voor gereedschapswerktuigen - Deel 1: Geometrische nauwkeurigheid van machines, werkend in onbelaste toestand of bij eindbewerkingen
DIN 8650	1985	Afnamevoorschriften voor mechanische C-frame persen
DIN 8651	1990	Afnamevoorschriften voor mechanische O-frame persen
DIN 55184	1985	Bouwgrootten van enkelvoudig werkende mechanische O-frame persen van 400 kN tot 4000 kN
DIN 55184	1985	Bouwgrootten en inbouwruimte voor gereedschappen van mechanische C-frame persen
DIN 55185	1983	Bouwgrootten van snellopende mechanische O-frame persen van 250 kN tot 4000 kN
DIN 55189-1	1988	Bepalen van kentallen voor mechanische persen voor plaatvormen onder statische belasting
DIN 55189-1	1988	Bepalen van kentallen voor hydraulische persen voor plaatvormen onder statische belasting
DIN 7317-1	1979	Afmetingen van messen voor guillotinescharen

Veiligheid

NEN EN-ISO 12100-1	2003	Veiligheid van machines - Basisbegrippen, algemene ontwerpbeginselen - Deel 1: Basisterminologie en Methodologie
NEN EN-ISO 12100-2	2003	Veiligheid van machines - Basisbegrippen, algemene ontwerpbeginselen - Deel 2: Technische beginselen en beschrijvingen
NEN EN 294	1994	Veiligheid van machines: Veiligheidsafstanden ter voorkoming van het bereiken van gevaarlijke zones met de bovenste ledematen
NEN EN 349	1994	Veiligheid van machines - : Minimumafstanden ter voorkoming van het bekneeld raken van menselijke lichaamsdelen
NEN EN 12786	1999	Veiligheid van machines - Regels voor het opstellen en de presentatie van veiligheidsnormen
NEN EN 574	1997	Veiligheid van machines - Tweehandenbediening - Functionele aspecten - Grondslagen voor het ontwerp
NEN EN 614-1	2006	Veiligheid van machines - Ergonomische ontwerpprincipes - Deel 1: Terminologie en algemene principes
NEN EN 614-2	2000	Veiligheid van machines - Ergonomische ontwerpprincipes - Deel 2: Interactie tussen het ontwerp van machines en werktaken
NEN EN 692	2005	Mechanische persen - Veiligheid
NEN EN 693	2001	Hydraulische persen (ontwerpnorm) - Veiligheid
NEN EN 894-1	1997	Veiligheid van machines - Ergonomische eisen voor het ontwerpen van informatie- en bedieningsmiddelen - Deel 1: Algemene beginselen voor de interactie tussen mens en informatie- en bedieningsmiddelen
NEN EN 894-2	1997	Veiligheid van machines - Ergonomische eisen voor het ontwerpen van informatie- en bedieningsmiddelen - Deel 2: Informatiemiddelen
NEN EN 894-3	2000	Veiligheid van machines - Ergonomische eisen voor het ontwerpen van informatie- en bedieningsmiddelen - Deel 3: Bedieningsmiddelen
NEN EN 953	1998	Veiligheid van machines - Afschermingen - Algemene eisen voor het ontwerp en de constructie van vaste en beweegbare afschermingen
NEN EN 954-1	1997	Veiligheid van machines - Onderdelen van besturingssystemen met een veiligheidsfunctie - Deel 1: Algemene ontwerpbeginselen
NEN EN 982	1996	Veiligheid van machines - Veiligheidseisen voor hydraulische en pneumatische systemen en hun componenten - Hydrauliek

NEN EN 983	1997	Veiligheid van machines - Veiligheidseisen voor hydraulische en pneumatische systemen en hun componenten - Pneumatiek
NEN EN 1050	1997	Veiligheid van machines - Principes voor de risicobeoordeling
NEN-EN 1070	1997	Veiligheid van machines - Termen en definities
NEN EN 1088	1996	Veiligheid van machines - Blokkeerinrichtingen gekoppeld aan afschermingen - Grondbeginselen voor het ontwerp en de keuze
NEN EN IEC 60204-1	2006	Veiligheid van machines - Elektrische uitrusting van machines - Deel 1: Algemene eisen

Hulpmiddelen voor gereedschap spannen en wisselen

ISO 299	1987	T-sleuven, T-bouten, moeren (zie ook DIN 650, DIN 508, DIN 787 EN DIN 55200)
DIN 6314	2002	Vlakke spanstukken
DIN 6315	2002	U-vormige spanstukken
DIN 6316	2002	Getrapte spanstukken
DIN 6318	2002	Trapblok
DIN 6326	2002	Verstelbare spanblokken
DIN 6330	2003	Zeskantmoeren
DIN 6331	2003	Zeskantmoeren met kraag
DIN 6340	1987	Vlakke ringen
DIN 6379	1991	Tapeinden voor moeren voor T-bouten

Gereedschapsbouw

DIN 9811-1	1980	Stempelhuizen met zuilengeleiding, technische leveringsvoorwaarden
DIN 9811-2	1980	Stempelhuizen met zuilengeleiding, inbouwrichtlijnen
DIN 9812	1981	Stempelhuizen met leipennen
DIN 9814	1981	Stempelhuizen met leipennen en leiplateau
DIN 9816	1981	Stempelhuizen met leipennen en dikke bovenplaat
DIN 9819	1981	Stempelhuis met twee diagonaal tegenover elkaar staande leipennen
DIN 9822	1981	Stempelhuis met aan de achterzijde geplaatste leipennen
DIN 9825-2	2004	Geleidezulen voor stempelhuizen Type D
DIN 9825-4	2004	Geleidezulen voor stempelhuizen Type L
DIN ISO 10242-1	2000	Inspankoppen voor stempels type A en B
DIN ISO 10242-2	2000	Inspankoppen voor stempels type C
DIN ISO 10242-3	1991	Inspankoppen voor stempels type D (zie ook DIN 9859)
DIN 810	1986	Afmetingen van stoterboringen voor inspankoppen
DIN 9831-1	2004	Glijbussen voor kleine tot middelgrote stempelhuizen, type AG-BG-CG
DIN 9831-2	2004	Kogelbussen voor kleine tot middelgrote stempelhuizen, type AW-BW-CW
DIN 9832	1996	Houders voor geleidingsbussen voor grote persgereedschappen
DIN 9834	1996	Geleidingsbussen voor grote persgereedschappen
DIN 9835-1	1987	Elastomere drukveren voor persgereedschappen: afmetingen
DIN 9835-3	1984	Elastomere drukveren voor persgereedschappen: eisen en testen
DIN ISO 8020	2003	Gestandaardiseerde snijstempels met verjongde schacht
DIN 9841	1980	Cilinderschroeven met zeshoekige binnenkant voor persgereedschappen
DIN ISO 10069	2000	Elastomere drukveren voor persgereedschappen: toebehoren
DIN ISO 10071-1	2002	Snijstempels voor snelwisselsystemen voor kleine belastingen
DIN ISO 10071-2	2006	Snijstempels voor snelwisselsystemen voor grote belastingen
DIN 9861-1	1992	Ronde snijstempels met doorlopende schacht tot aan 20 mm ponsdiameter
DIN 9861-2	1993	Ronde snijstempels met verlopende schacht tot aan 5,5 mm ponsdiameter
ISO 6753-1	2005	Platen voor persgereedschappen; deel 1
ISO 6753-2	1998	Platen voor persgereedschappen; deel 2
DIN 9873	1997	Platen voor stempelhuizen

Ontwerpen

NEN ISO 5261	1997	Technische tekeningen - vereenvoudigde weergave van staven en profielen
ISO 1101	2006	Technische tekeningen: vorm- en plaatstoleranties
ISO 2768	1991	Algemene toleranties
DIN 6784	1982	Zijkant van producten: begrippen
DIN 6930-1	1983	Geponste delen uit staalplaat: technische leveringsvoorwaarden
DIN 6930-2	1989	Geponste delen uit staalplaat: maat- en vormafwijkingen
DIN 7952-01	1986	Doorgetrokken gaten met schroefdraad in plaat
DIN 9830	1988	Braamhoogte aan geponste delen

Materiaal

DIN EN ISO 4957	2001	Gereedschapsstalen
-----------------	------	--------------------

Zie VM 111 "Materialen" [lit.9] voor meer informatie over normen voor plaatmaterialen die geschikt zijn voor vervormen.

Referenties

- [1] Lange, K., Lehrbuch der Umformtechnik - Band 3 Blechumformung, Springer-Verlag, Berlin, ISBN 3-540-50039-1, 2^e druk, 1990 (standaardwerk; behandeld plaatvormprocessen + bijbehorende gereedschappen, persen; er is ook een editie in het engels: Handbook of metal forming, McGraw-Hill, 1985).
- [2] Tool and manufacturing engineers handbook - volume II Forming, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, Michigan, 1984, ISBN 0-87263-135-4 (Amerikaans boek, veel illustraties en voorbeelden).
- [3] Metals Handbook - volume 4 Forming, ASM, Ohio (ook veel voorbeelden; onderdeel van uitgebreide serie handboeken over metalen, wordt regelmatig vernieuwd; secretariaat van ASM Benelux is: p/a Bond voor Materialenkennis, postbus 359, NL 5600 AJ Eindhoven, fax: 040 - 2969926).
- [4] Nuiser, J.N., Steggink, A.G.P., Winsum, W.P. van, Produktietechnieken voor de werktuigbouw, deel 3B Niet-verspanende technieken, Educaboek, Culemborg, ISBN 90 11 015754, 1989 (Lesstof voor MTS onderwijs; gaat vooral in op het knipproces, CNC-ponsen/knabbelen)
- [5] Hesse, S.; Umformmaschinen; Vogel, Würzburg ISBN 3-8023-1555-3, 1995.
- [6] VM 54 - Beveiliging van stampgereedschappen (stempels en matrijzen 4); Vereniging FME-CWM, Zoetermeer, 1978
- [7] VM 109 - Voorgelakt plaatstaal voor binnengebruik; Vereniging FME-CWM, Zoetermeer, 2008
- [8] VM 110 - Dieptrekken (Vormgeven van dunne metaalplaat); Vereniging FME-CWM, Zoetermeer, 1995.
- [9] VM 111 - Materialen (Vormgeven van dunne metaalplaat); Vereniging FME-CWM, Zoetermeer, 2008.
- [10] VM 113 - Buigen (Vormgeven van dunne metaalplaat); Vereniging FME-CWM, Zoetermeer, 1996.
- [11] VM 114 - Scheidingstechnieken voor metalen; Vereniging FME-CWM, Zoetermeer, 1998.
- [12] VM 116 - Optimaliseren van processen (voor microverbinden); Vereniging FME-CWM, Zoetermeer, 1998
- [13] Fundamentals of Tool Design, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, Michigan, 4e druk, 1998
- [14] Omvormtechniek, Technieken en machines, Tschätsch, H., Academic Service, 1997
- [15] Rubberpersen, Bolt, P.J., Kruik, H. de, Sinke, J., Tech-Info-blad TI.98.06, IOP Metalen nr. 2.4, Vereniging FME-CWM, Zoetermeer, 1998
- [16] Handbuch der Umformtechnik/Schuler GmbH; Springer Verlag, Berlin, 1996; ISBN 3-540-61099-5

Trefwoorden

	blz.
aandrijving	9, 10, 11, 12, 13, 14, 27
C-frame	12, 13, 14, 20, 28
centreringsproblemen	12, 20
combinatiegereedschap	19
excenterpersen	9, 10, 12
gereedschapmateriaal	6, 7
gereedschappen	5, 7, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28
gereedschapsgeleiding	12, 13, 18, 20, 23
ingangscntrole	7, 8
koppeling	10, 27
krukpersen	9
matrijs	13, 14, 18, 20, 21, 23
meetmiddelen	7, 9, 22, 24
meetvoorschrift	24
O-frame	12, 13, 14, 20, 28
onderhoud	15, 18, 22, 23
opveren	12
(pers)	
-bed	12, 13, 18, 21, 22, 23
-besturing	9, 13, 14, 20, 22
-frame	9, 12, 13, 14, 18, 20
-kracht	8, 9, 10, 11, 12, 15, 21, 22, 23
-nauwkeurigheid	9, 12
-slag	9, 10, 11, 12, 14, 15, 19, 20, 23
-snelheid	9, 10, 14
-stijfheid	11, 12, 13
-type	9, 11, 12, 14, 15
plooihouder	9, 11, 13, 14, 19, 23
plooihouderkracht	14, 21, 23
plooihouderpen	13, 19, 21
portaalframe	12
procesbeschrijving	23
productmateriaal	5, 7, 8, 14, 15, 23, 26, 27
productnauwkeurigheid	14, 23
productontwerp	5, 18, 23
producttransport	9, 16, 22
randapparatuur	7, 9, 13, 15
rem	10, 27
slijtage	12, 15, 18, 20, 21, 23
snijslag	20, 21
snijslagdemping	11, 21, 22
spanmiddelen	18, 21, 22
stempel	13, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 29
stempelhuis	18, 19, 23, 29
stoter	9, 10, 12, 13, 14, 18, 20, 21, 27
stotergeleiding	12, 13, 14, 18, 20
stoterkracht	14
technische instructies	7, 26, 27
trekkussen	9, 10, 11, 13, 14, 21
verkanting	20
volggereedschap	14, 16, 19, 23
zuilenframe	12



Vereniging FME-CWM
vereniging van ondernemers in de
technologisch-industriële sector

Boerhaavelaan 40

Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer

T (079) 353 11 00

F (079) 353 13 65

E alg@fme.nl

I www.fme.nl