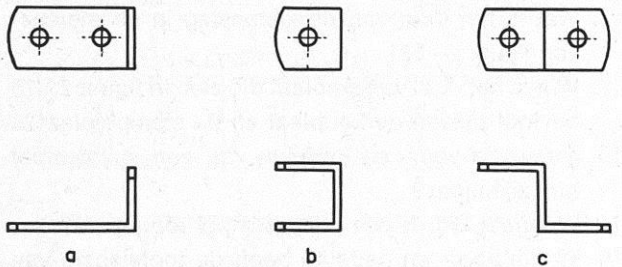


## Buigen.

Om een hoek of bocht te krijgen in staf-, profiel- of plaatmateriaal zal dit materiaal gebogen moeten worden. Eerst wordt plaatbuigen behandeld.



Voorbeeld buigvormen plaatmateriaal.

## Plaatmateriaal.

Een manier om van een vlakke plaat tot een drie-dimensionaal product te komen, is buigen. Buigen van materiaal lijkt makkelijk, maar is in feite een vrij complexe bewerking. Veel factoren beïnvloeden het resultaat. Denk aan bijvoorbeeld het materiaalsoort en de dikte van het te buigen materiaal, maar ook de zethoek, verkortingswaarde, binnenradius, groefbreedte van ondermes en de vorm van het bovenmes van het buiggereedschap spelen een belangrijke rol. Wanneer er gaten in het te buigen materiaal voorkomen heeft dat ook een belangrijke invloed op het eindresultaat.

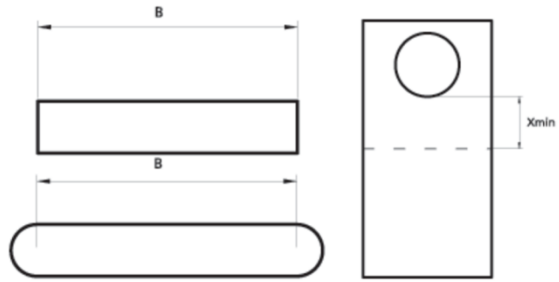
Plaatmateriaal kan zowel met de hand als machinaal gebogen worden.

Wanneer nauwkeurigheid belangrijk is, dien je voor de buiglengte rekening te houden met de plaatdikte in verband met het optreden van rek en stuik van het materiaal.

Is de buiglengte niet makkelijk te bepalen dan kan er altijd een proefstukje worden gebogen.

**Minimale afmeting gat-buiglijn.**

Gaten mogen niet te dicht bij de buiglijn in de plaat zitten, omdat dan zowel de buiglijn als de vorm van het gat kan vervormen. Om de afstand van het gat tot de buiglijn te bepalen worden verschillende formules gehanteerd voor verschillende gatvormen, zoals ronde gaten, vierkante gaten en sleufgaten.



$X_{min}$  = minimale afstand tot onderkant gat  
 $s$  = plaatdikte  
 $d$  = gatdiameter  
 $R_i$  = binnenradius van het plaatmateriaal  
 $b$  = gatbreedte (sleufgaten en vierkante gaten)

Afstand  $X_{min}$

Ronde gaten

$$X_{min} = R_i + 2 \times s$$

Vierkante gaten

$$X_{min} = R_i + 3.3 \times s$$

$$b \leq 25$$

Sleufgaten

$$X_{min} = R_i + 3.5 \times s$$

$$25 < b < 50$$

$$X_{min} = R_i + 4 \times s$$

$$b \geq 50$$

**Vouwlijnen.**

Meestal gaat men uit van de binnenvouwlijnen, dus de binnenmaten van het te vouwen werkstuk.

Hierbij dient men wel rekening te houden met de dikte van het materiaal en de buigstraal, deze moet immers opgeteld worden bij de binnenmaten om de uitwendige maten te verkrijgen.



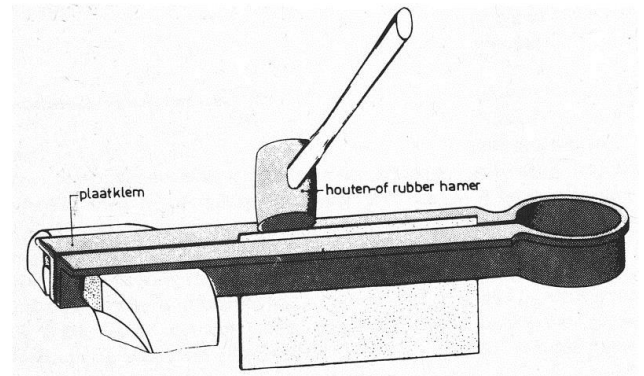
In dit voorbeeld zie je hoe een U-vorm gevouwen wordt. Links ligt de te vouwen plaat tegen de aanslag met de te vouwen kant. De vouwlijn is bij de pijl. De afstand aanslag tot vouwlijn is de opgegeven maat.

Rechts zie je stap twee van het vouwen van een van een u-vorm. Ook hier bij de pijl de vouwlijn. Nu moet echter bij de afstand vouwlijn-aanslag de dikte van het materiaal opgeteld worden, omdat anders de vouw een plaatdikte dichter bij de eerste lijn komt te liggen, wat dan een plaatdikte te smalle buitenmaat oplevert.

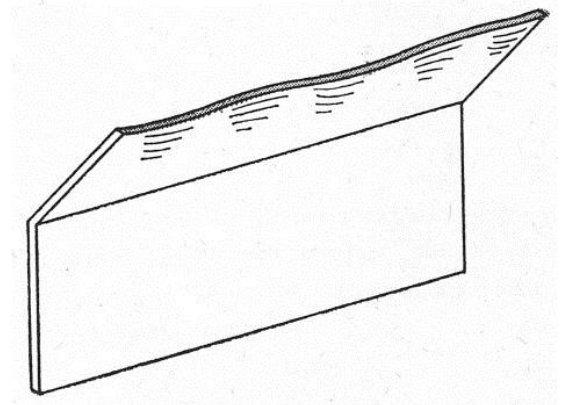
## Handbuigen.

### Plaatklem.

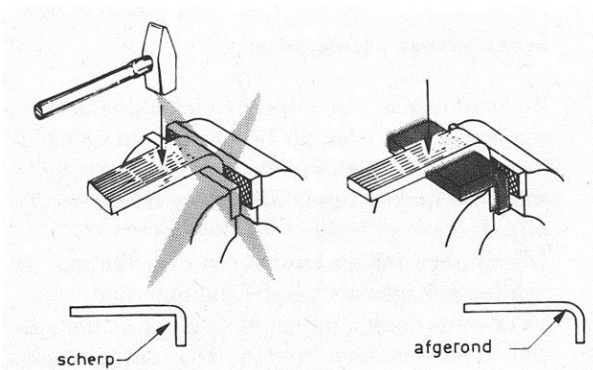
Een manier van niet-machinaal koud buigen, is buigen van plaat van 1-1,5mm in een plaatklem. De plaatklem wordt in een bankschroef gezet en het materiaal wordt in de plaatklem geklemd. Door de bankschroef dicht te draaien, klemt de plaatklem het plaatmateriaal vast. Met een kunststof hamer wordt het materiaal om de plaatklem geslagen.



Let wel op dat het omslaan in kleine stappen over de gehele lengte wordt gedaan, anders rekt het materiaal onregelmatig over de lengte op en gaat het omgeslagen gedeelte 'vlaggen'.



### Bankschroef.



Kleine lengten tot ongeveer 3 mm dik kan men ook buigen met een hamer in de bekken van een bankschroef. Hierbij wordt de buitenbocht rond en de binnenbocht (door de bankschroefbek) scherp. Dit is constructief ongewenst, omdat dan nare spanningen in het materiaal ontstaan, waardoor scheuren kunnen ontstaan.

Beter is in dat geval een hulpbuigstuk met de juiste binnenradius van het te buigen materiaal op de bankschroefbek te plaatsen, waardoor de juiste binnen- en buitenradius in het werkstuk ontstaat.

### Handbuigapparaat.

Het handbuigapparaat, ook wel een Samson genoemd, gebruikt men meestal voor het buigen van dickere strip tot 6-8mm. Hoe breder de strip, hoe dunner het materiaal kan zijn, omdat met de hand maar een beperkte kracht kan worden geleverd, dit ondanks de lange buigarm van de Samson.



Het materiaal wordt door een klemblok op een excentrische as tegen de klemplaat gedrukt. Deze klemplaat heeft een scherpe- en een radiushoek welke naar behoefte gebruikt kunnen worden. De buigklemplaat die op de buigarm is gemonteerd, wordt vóór het buigen tegen het materiaal geplaatst. Door de buigarm om het scharnierpunt te draaien (zoals op de foto gebeurt), wordt het materiaal om de klemplaat gevouwen met als resultaat een

scherpe- of radiushoek, al naar gelang welke vorm van de klemplaat aan de buigzijde staat.

### Machinaal buigen.

Er zijn twee manieren van machinaal buigen van plaatmateriaal gebruikelijk;

-de **zetbank** waarbij het materiaal ingeklemd wordt tussen liniaalvingers in een bovenbalk en onderbalk.

Met een buigbalk wordt het materiaal om de liniaalvingers gevouwen.

-de **afkantbank** waarbij het materiaal over een V-groef wordt gelegd en door een bovenmes in een V-groef wordt gedrukt.

### Handzetapparaat.

Het handzetapparaat bestaat uit;

Een bovenbalk met liniaalvingers

Een onderbalk

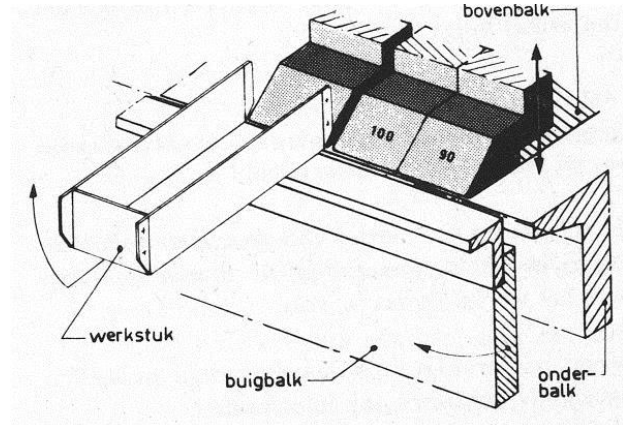
Een buig- of zetbalk

Er zijn ook elektrische- en hydraulische uitvoeringen van het zetapparaat.



In de bovenbalk kunnen liniaalvingers van verschillende breedte gezet worden zodat de te buigen breedte aangepast kan worden aan de breedte van de te vouwen materiaalvorm (bakje o.i.d.)

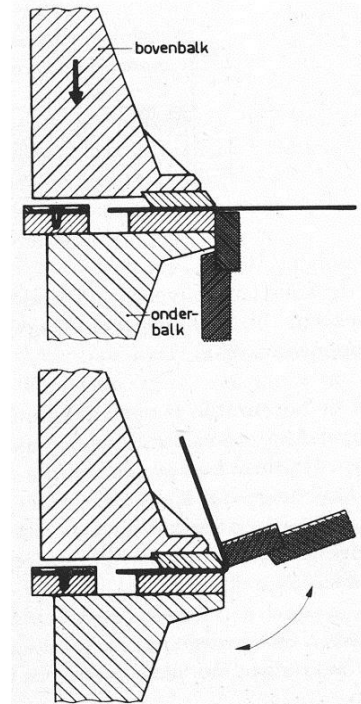
De liniaalvingers hebben een afgeronde hoek waar het plaatmateriaal omheen wordt gevouwen. Deze afronding van de liniaalvingers bepaalt de inwendige afronding van de gebogen hoek.



Het plaatmateriaal wordt geklemd tussen de bovenbalk met liniaalvingers en de onderbalk.

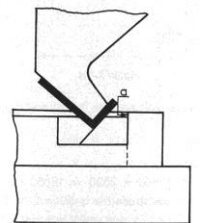
De afstand tussen vingers en onderbalk dient voor elke dikte materiaal apart te worden afgesteld, omdat anders de vingers het materiaal niet goed opsluiten.

Door het draaien van de buig- of zetbalk wordt het plaatmateriaal om de liniaalvingers gevouwen tot de gewenste hoek van het plaatmateriaal.



### **Afkantbank.**

Bij de afkantbank wordt de hoek in het plaatmateriaal verkregen door een stempel (bovenmes) in een matrijs (ondermes met V-groef) te drukken. Vanwege de in te zetten kracht om het materiaal met bovenmes in het ondermes te drukken, worden deze machines meestal hydraulisch uitgevoerd.



Met deze manier van buigen is het mogelijk complexere vormen in het plaatmateriaal te buigen.

Door de vorm van het onder- en bovenmes aan te passen kan men hoeken  $>0$  tot ongeveer  $150^\circ$  in het plaatmateriaal vormen.

Gebruikelijk zijn haakse hoeken.

Om het plaatmateriaal niet te laten scheuren op het buigvlak is een vaste minimale binnenradius per plaatdikte nodig.

Deze minimale binnenradius verkrijg je door de juiste ondermessen toe te passen, afhankelijk van de plaatdikte. Hierbij varieert de breedte en diepte van het ondermes.

Vuistregel voor het bepalen van de breedte/diepte van het ondermes is 8x de plaatdikte.

De binnenradius die dan bij de groef hoort, is dan 1,2x plaatdikte.

Ondergereedschap				
Type	Groefbr.	Stand. plaatdikte	Totale br.	Radius zijkant groef
	8	1	16	2.5
	12	1.5	20	3
	16	2	30	3.5
	20	3	35	4
	30	4	40	3
	40	5 + 6	50	4
	60	8 + 10	80	5

Ook de in te zetten druk van het bovenmes op het plaatmateriaal moet juist berekend worden, omdat bij te lage druk geen vervorming van het plaatmateriaal plaats vindt en bij een te hoge druk het plaatmateriaal zo hard in de ondermessen wordt gedrukt dat deze beschadigen of, bij kleine breedte van het bovenmes, dit bovenmes krom wordt gedrukt.

De buigkracht wordt als volgt berekend;

$$F = C \times R_m \times B \times S^2 / V$$

F= Buigkracht

C= Correctiefactor, vaak 1,33

R<sub>m</sub>= Treksterkte

B= Breedte van de vouwlijn

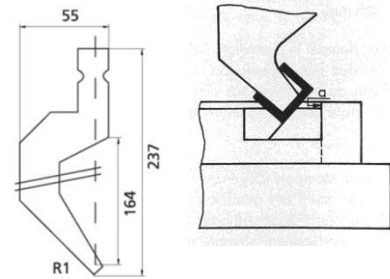
S= Plaatdikte

V= Groefbreedte

## U-profiel buigen.

Bij het maken van de minimale U-profielen die gebogen kunnen worden, wordt uitgegaan van binnenmaten zoals in bijgaande figuur, zodat de plaatdikte geen invloed heeft in de tabel.

Bij het buigen van U-profielen wordt gewerkt met het bovenmes als in afbeelding.



### Minimale afmetingen

De minimale afmeting van het te buigen U-profiel is afhankelijk van de plaatdikte in combinatie met bijbehorende groefbreedte ( $8 \times s$ ) en de afmeting van het bovenmes. Er is op drie manieren naar de minimale U-vorm gekeken:

1. Uitgaande van een minimale B-lengte en de maximale A-lengte die daarbij hoort.
2. Uitgaande van een minimale A-lengte die te buigen is en de bijbehorende minimale B-lengte waarbij het product nog te buigen is.
3. Minimale U-afmeting  $A=C$ . Voor de maximale U-afmeting is C niet van belang.



Plaatdikte	Stand. groef	Minimale B-lengte			Minimale A-lengte	
		B min gegeven	A max berekend	A min berekend	A min gegeven	B min berekend
1	8	6.5	-	-	6.5	10.5
1.5	12	9	-	-	9	10.8
2	16	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
3	20	14	22.4	14	14	12.6
4	30	18	40.6	18	18	15.3
5	40	24	56.5	24	24	20.8
6	40	24	56.5	24	24	20.8

## Maximale afmetingen

De maximale afmetingen zijn afhankelijk van de afmetingen van het mes en de machine. Door de lengte van B op te laten lopen, wordt duidelijk wat de maximale A-lengte mag zijn (zie tabel op deze pagina, voor tussenliggende waardes kan geïnterpoleerd worden). Tot de B-lengte van 130 is de vorm van de U afhankelijk van het mes, daarna van de bovenbalk.

De tabel is samengesteld op basis van het gebruik van een bovenmes zonder tussenstuk en zonder opening tussen het mes en de klembalk. Voor grote U-vormen kan bekeken worden wat de mogelijkheden zijn als er tussenstukken worden toegepast.

In de tabel is uitgegaan van 2 zettingen voor het vervaardigen van een profiel, zonder dat daarbij de reeds gezette zijde in de tweede zetting vervormt.

B	A max
25	57.5
B	B+32.5
95	127.5
105	131.1
115	129.1
125	126.7
135	123.8
145	132.2
155	127.8
165	126.8
175	132.5
185	136.9
195	142.6
215	165.5
225	182.5
B	B-42.5
770	727.5

- Met tegendrukken zijn er, in overleg, kleinere vormen mogelijk. Houd er wel rekening mee dat dit lichte vervorming met zich meebrengt
- Ook kan er, om het product toch uit een deel te zetten, voor gekozen worden extra zettingen in het product te plaatsen. Dit geeft het product wel een ander uiterlijk.



## Kleine doos buigen

De minimale afmeting van een te buigen doos hangt af van de minimale afmeting van een te buigen U en het smalst beschikbare mes. Het smalste zwanenhals bovenmes dat in IWS beschikbaar is = 10 mm.

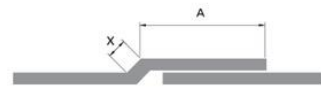
Ga om de meest kritische doos qua grondoppervlak en hoogte te berekenen uit van het kleinste doosoppervlak: 15 x 15 mm. Hier hoort een hoogte van 35 mm bij (zie de tabel voor het buigen van een maximale U).

Zoek voor de haalbaarheid van andere doosformaten (groter grondoppervlak) de bijbehorende hoogte op in de tabel voor het buigen van een maximale U.

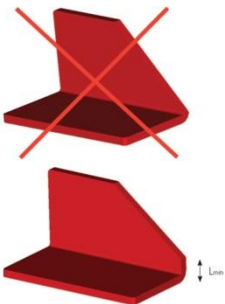
## Z-vorm buigen

De minimale afmeting van een Z-vorm hangt af van de afmetingen van het ondermes en de onderbalkhouder. Het bovenmes heeft geen invloed. De maximale werkhoogte is 1050 mm (hoogte inclusief ondermatrijs).

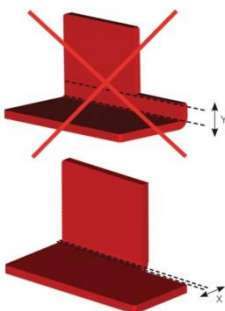
De Z-vorm is op twee manieren te buigen, afhankelijk van het punt waar de nauwkeurigste maat moet komen begin je aan de linker of rechterkant van de tekening.



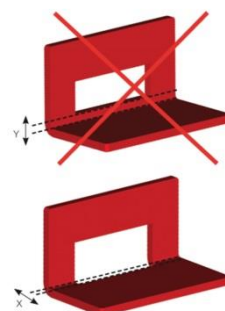
## Do's en don'ts



Zorg dat bij schuine kanten altijd de minimale breedte van het materiaal over de gleuf van de onderzetbalk valt en het materiaal tijdens het hele buigtraject over de v-groef valt. Buig je materiaal direct op de hoek van een afschuining, dan zal de plaat een nare vervorming krijgen omdat het materiaal niet over de hele lengte wordt ondersteund. Het materiaal vlak bij de hoek buigt niet mee in de haakse hoek. Bovendien raakt hierdoor de v-groef beschadigd. Afstand L dient minimaal de plaatdikte te zijn.



Wanneer een hap uit de hoek is genomen waarover gebogen moet worden, buig dan over het verlengde van de langste materiaallengte om te voorkomen dat het kortste deel niet vervormt en de v-groef beschadigd wordt. Ook hier buigt het korte uitstekende deel in de bovenste tekening niet mee met de buiglijn. Y moet over de v-groef vallen of X moet minimaal de plaatdikte zijn.



Buig bij een rechthoekig gat over de te buigen zijde van het gat en niet er onder. Ook hier buigt het onderste deel boven het gat in de bovenste tekening niet mee met de rest van het materiaal en raakt de v-groef beschadigd. Ook hier moet Y minimaal over de v-groef vallen of X minimaal de plaatdikte zijn.