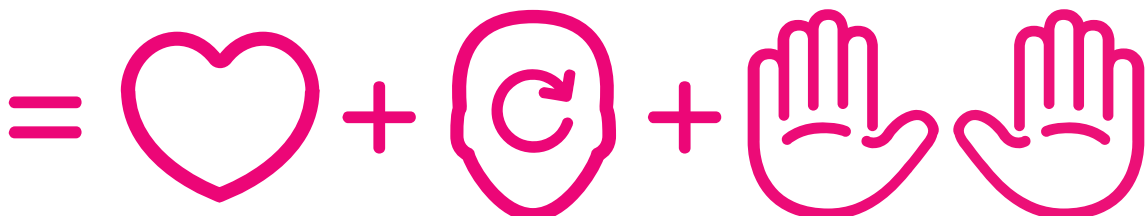


ROC Gilde Opleidingen Venlo | Roy Theunissen

Leerjaar 1 - Periode 3 - Vaktheorie Constructie - NIV 2

06-01-2026

A8LZGSE9





COLOFON

©2026 Kenteq, Amersfoort

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand dan wel openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opname, of enige andere wijze, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

uitgeverij@kenteq.nl

Inhoudsopgave

1	Basisbewerking knippen	7
1.1	Principe van knippen	8
1.2	Handmatig knippen	10
1.3	Machinaal knippen	13
1.4	Knipfouten herkennen en oplossen	19
1.5	Veilig knippen	22
1.6	Samenvatting	23
1.7	Antwoorden	24
2	Vragen Basisbewerking knippen	25
3	Zwenkbuigmachine	29
3.1	Principe van zwenkbuigen	30
3.2	Krachten bij zwenkbuigen	30
3.3	Opbouw van zwenkbuigmachines	31
3.4	Uitvoeringen van zwenkbuigmachines	33
3.5	Instellen van de zwenkbuigmachine	36
3.6	Terugvering van materiaal	37
3.7	Bombering	39
3.8	Steltijd	39
3.9	Voor- en nadelen	40
3.10	Onderhoud aan zwenkbuigmachines	40
3.11	Veilig zwenkbuigen	40
3.12	Samenvatting	41
3.13	Antwoorden	42
4	Vragen Zwenkbuigmachine	43
5	Schuren	45
5.1	Schuurbandmachine	46
5.2	Handschuurmiddelen	52
5.3	Machine schuurmiddelen	53
5.4	Samenvatting	58
5.5	Antwoorden	59
6	Vragen Schuren	61
7	Blindklinken	63
7.1	Toepassing	64
7.2	Werkingsprincipe	64
7.3	Blindklinkgereedschap	66
7.4	Blindklinknagel	67
7.5	Voor- en nadelen	73
7.6	Samenvatting	75
7.7	Antwoorden	75
8	Vragen Blindklinken	77

9	Hoogtemeter	79
9.1	Onderdelen	80
9.2	Toebehoren	81
9.3	Soorten hoogtemeters	82
9.4	Opbergen	83
9.5	Samenvatting	83
9.6	Antwoorden	84
10	Vragen Hoogtemeter	85
11	Lasersnijden	87
11.1	Opbouw van de lasersnijmachine	88
11.2	Gebruik van de lasersnijmachine	91
11.3	Werking van de lasersnijmachine	94
11.4	Samenvatting	98
11.5	Antwoorden	99
12	Vragen Lasersnijden	101
13	Puntlassen	105
13.1	Principe van puntlassen	106
13.2	Voor- en nadelen puntlassen	107
13.3	Puntlas machines	107
13.4	Puntlasparameters	111
13.5	Kwaliteit van de lasverbinding	115
13.6	Arbo- en milieu-aspecten	116
13.7	Samenvatting	117
13.8	Antwoorden	118
14	Vragen Puntlassen	119
15	Ponsen	123
15.1	Het ponsproces	124
15.2	Gereedschapsfactoren	128
15.3	Kostprijs ponsproducten	130
15.4	Contourbewerkingen	134
15.5	Samenvatting	136
15.6	Antwoorden	137
16	Vragen Ponsen	139
17	Materiaalgedrag bij het buigen	143
17.1	Buigprocessen	144
17.2	Materiaalgedrag bij buigen	147
17.3	Factoren die het buigen beïnvloeden	152
17.4	Samenvatting	154
17.5	Antwoorden	155
18	Vragen Materiaalgedrag bij het buigen	157

19 Veiligheid bij lasersnijden	161
19.1 Oorzaken van ongevallen	162
19.2 Risico's van de lasersnijmachine	163
19.3 Veiligheidsmaatregelen	165
19.4 Samenvatting	166
19.5 Antwoorden	167
20 Vragen Veiligheid bij lasersnijden	169
21 Maken van een puntlasverbinding	171
21.1 Veiligheid	172
21.2 Voorbereiding	172
21.3 Uitvoering	174
21.4 Nazorg	176
21.5 Samenvatting	177
21.6 Antwoorden	178
22 Vragen Maken van een puntlasverbinding	179
23 Praktijkopdrachten puntlassen - 113682	183
23.1 Voorbereiding	183
23.2 Werkstuk 1: Twee platen stuknummer 1 aan elkaar puntlassen	185
23.3 Werkstuk 2: Platen stuknummers 1 en 2 aan elkaar puntlassen	186
23.4 Nazorg	187

1 Basisbewerking knippen

Inleiding

Je kunt platen of profielen op maat knippen. Metaal knip je natuurlijk niet met een keukenschaar. Daarvoor gebruik je handgereedschap of een machine.



Guillotineschaar

Leerdoelen

Je kunt:

- het principe van knippen uitleggen
- soorten scharen benoemen
- werking van verschillende scharen uitleggen
- knipfouten beschrijven.

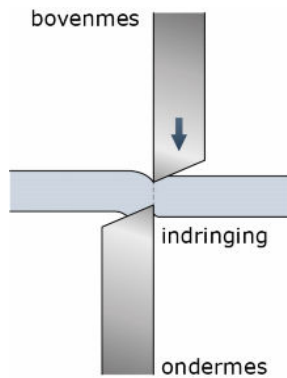
1.1 Principe van knippen

Snijdende messen

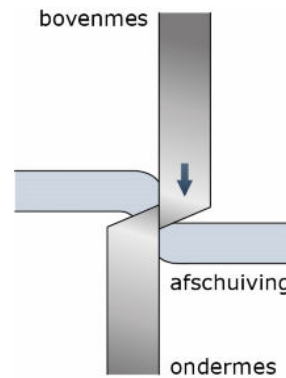
Het gereedschap of de machine waarmee je metaal knipt, heet een schaar. Een schaar heeft een bovenmes en een ondermes.

Je plaatst het materiaal dat je wilt knippen tussen het bovenmes en het ondermes.

Daarna beweegt het bovenmes (handmatig, mechanisch of hydraulisch) naar beneden.



Materiaal tussen onder en bovenmes



Het bovenmes beweegt naar beneden

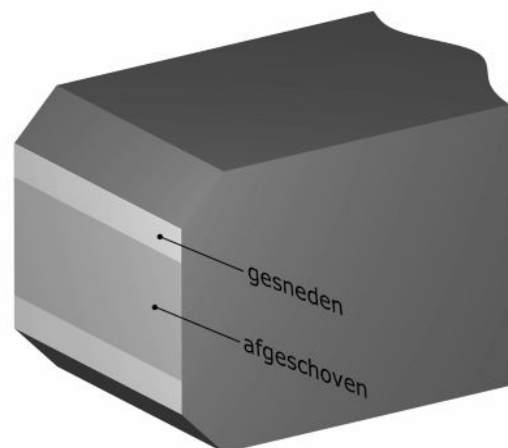
Snijfasen

Het bovenmes dringt in het materiaal.

Dat is de *snijfase*. Daarna schuift het

materiaal verder af. Dat is de

afschuiffase.



Gesneden en afgeschoven deel van een geknipte plaat

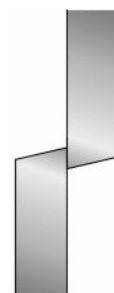
De snijpleet

Als je platen knipt die dunner zijn dan 3 mm, mag er geen ruimte zitten tussen de messen.

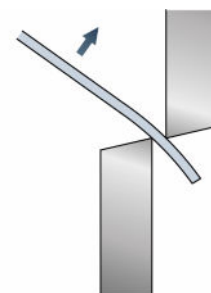
Anders krijg je geen mooie knipsnede.

Als er wel speling tussen de messen zit, kantelt het materiaal tussen de messen.

Je kunt het dan niet goed knippen en er is grote kans op beschadiging van het materiaal en de messen.



geen ruimte tussen messen



plaat kantelt tussen messen bij te grote speling

Kniphoek

De kniphoek is de hoek tussen het bovenmes en het ondermes van een schaar.

Als de kniphoek 0° is, knippen de messen het materiaal over de hele lengte in één keer door. Daarvoor is veel kracht nodig. De machine moet dan erg veel energie leveren.

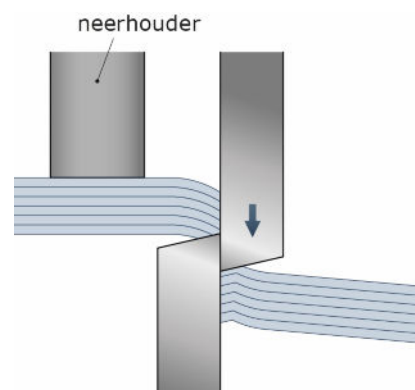


Kniphoek bij een hefboomschaar.

Als de kniphoek groter dan 0° is, kun je knippen met een lichter uitgevoerde machine. De messen knippen het materiaal dan niet overal tegelijk in één keer door. Dat kost minder kracht.

Neerhouders

De *neerhouders* drukken het materiaal tijdens het knippen vast op de tafel. Daardoor kan de plaat niet schuiven of kantelen tijdens het knippen.



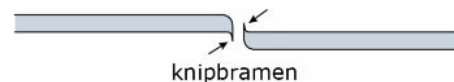
Neerhouder

Braamvorming

Beide kanten van de plaat krijgen scherpe randen door bramen.

Soms moet je van tevoren rekening houden met deze knipbramen.

Bijvoorbeeld als je twee delen aan elkaar moet maken.



Voordelen knippen

Knippen is een snelle manier om grotere stukken materiaal van je werkstuk af te halen.

Bij knippen verlies je geen materiaal zoals bijvoorbeeld bij brandsnijden.

Nadelen knippen

Je kunt alleen materiaal knippen dat dun is. Op de plek waar je knipt, vervormt het materiaal altijd een beetje. Er komen vaak haarscheurtjes op de plaats waar het materiaal afgeschoven wordt.



1. Hoe heet de ruimte tussen het bovenmes en het ondermes?

1.2 Handmatig knippen

Je kunt dunne metalen platen handmatig knippen met:

- een handschaar
- een tafelschaar
- een uithoekschaar
- een hefboomschaar

Handscharen

Er zijn verschillende soorten handscharen:

- Blikschaar
- Doorloopschaar
- Gatenschaar
- Handknibbelschaar

Een handschaar moet harder zijn dan het materiaal dat je ermee wilt knippen. Daarom worden handscharen gemaakt van hard gereedschapstaal.



Handschaar

Kniplijnen

Je kunt knippen langs verschillende soorten kniplijnen. Hiernaast zie je een paar voorbeelden.

- rechte, doorlopende kniplijnen
- rechte, niet-doorlopende kniplijnen
- gebogen lijnen (cirkelvormig en vrijgebogen)



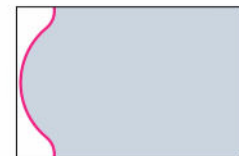
rechte doorlopende kniplijn



rechte niet-doorlopende kniplijn



cirkelvormige kniplijn



"vrij" gebogen kniplijn

Knippen langs verschillende soorten kniplijnen

Blikschaar

Met een blikschaar kun je dun plaatmateriaal langs rechte lijnen knippen.

Voordat je gaat knippen kies je eerst het juiste type blikschaar.

De grootte en uitvoering van de schaar hangt af van de te knippen materiaaldikte en de vorm van het te knippen werkstuk.



Blikschaar

Doorloopschaar

De doorloopschaar gebruik je als je de handvatten aan één kant van het te knippen materiaal moet houden. Dat is bijvoorbeeld handig als één kant van het materiaal minder goed bereikbaar is.



Doorloopschaar

Er zijn doorloopscharen met extra hefboomwerking en geplastificeerde handvatten. Er zijn ook links- en rechtshandige uitvoeringen.

Gatenschaar

De gatenschaar wordt ook wel rond- of figuurschaar genoemd.

Met een gatenschaar kun je knippen langs gebogen lijnen. Dit komt doordat de bekken kort en iets gebogen zijn.



Gatenschaar

Handknibbelschaar

Een handknibbelschaar gebruik je om snel rechte lijnen of bochten te knippen. Je hoeft daarbij niet veel kracht te zetten. De handknibbelschaar kan elektrisch of pneumatisch aangedreven worden. De handknibbelschaar in de afbeelding heeft een beweegbaar bovenmes en een vast ondermes.



Handknibbelschaar

Tafelschaar

Met de tafelschaar knip je een dunne plaat langs een rechte lijn.



Tafelschaar

Uithoekschaar

Met een uithoekschaar knip je hoeken uit een plaat.

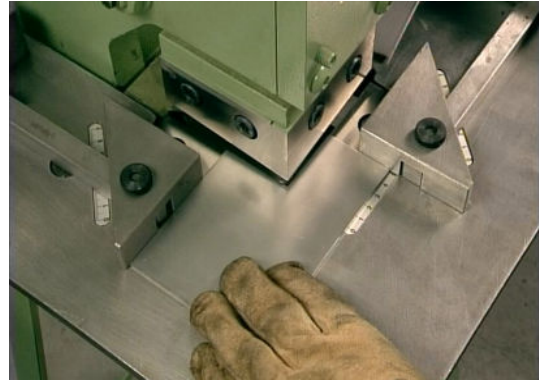
Je kunt op een uithoekschaar verschillende soorten messen monteren.

Die messen noem je stempels.

In de afbeelding zie je een 90°-stempel.

Andere stempels hebben een hoek van 45° of 30°.

Er zijn ook stempels die je op elke gewenste hoek (vanaf 30°) kunt instellen.



Uithoekschaar

Hefboomschaar

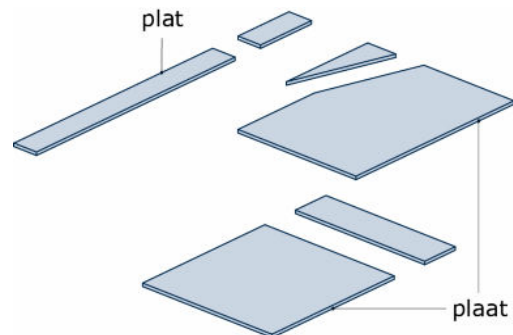
Je gebruikt een hefboomschaar voor het knippen van plaat- en platstaal.

Op de schaar staat tot welke dikte je ermee kunt knippen.

Hoe zwaarder de schaar uitgevoerd is, hoe dikker het materiaal dat je er mee kunt knippen. Sommige hefboomscharen zijn ook geschikt om lichte profielen te knippen



Hefboomschaar



- ? 2. Welke handschaar gebruik je als je de handvatten aan één kant van het te knippen materiaal moet houden?

1.3 Machinaal knippen

Voor het knippen van plaatmaterialen met grotere afmetingen gebruik je een guillotineschaar.

Voor het knippen van profielen gebruik je een plaat- en profielschaar.

Guillotineschaar

Je gebruikt een guillotineschaar om platen tot ± 10 mm dikte en ± 3100 mm lengte te knippen.

De guillotineschaar op school knipt meestal maar tot 2 of 3 mm dikte.

Er zijn twee uitvoeringen van de guillotineschaar:

- hydraulisch aangedreven
- mechanisch aangedreven.

Onderdelen guillotineschaar

Een guillotineschaar heeft de volgende onderdelen:

- Tafel
- Afschermplaat
- Boven- en ondermes
- Neerhouders
- Achteraanslag
- Verende vooraanslagen
- Penaanslagsysteem
- Haakse zijaanslag
- Hoekaanslag
- Schaduwlijn.



Onderdelen guillotineschaar

Tafel

Een tafel van een guillotineschaar heeft oplegarmen met daarin T-gleuven.

In de T-gleuven kun je verende vooraanslagen bevestigen.

Afschermplaat

Op een guillotineschaar zit een afschermplaat of -rooster. Deze voorkomt dat je met je handen onder de neerhouders of tussen de messen komt. Je mag zelf de afschermplaat of -rooster nooit verwijderen.

Als deze afschermplaat verwijderd wordt (door gekwalificeerd onderhoudspersoneel) dan wordt de stroom door een veiligheidsschakelaar onderbroken en is de machine buiten bedrijf.



Afschermrooster

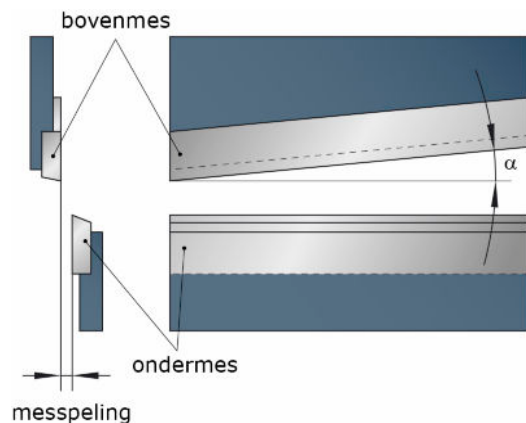
De afschermplaat moet weer worden teruggezet om de machine weer te laten functioneren.

Veel moderne machines beschikken over een lichtscherm in plaats van een afschermplaat. Als je de lichtbundel van het lichtscherm onderbreekt, door bijvoorbeeld je hand er door te steken, dan wordt de stroom van de schaar automatisch uitgeschakeld en is de machine buiten bedrijf. Om de machine weer te laten functioneren, moet de stroom weer handmatig worden ingeschakeld.

Boven- en ondermes

Het bovenmes van een guillotineschaar is beweegbaar en staat onder een kniphoek met het ondermes.

Daardoor snijdt het bovenmes van links naar rechts en is de benodigde snijkracht lager.



Bovenmes en ondermes

Neerhouders

De neerhouders drukken het materiaal tijdens het knippen vast op de tafel. Daardoor gaat de plaat niet schuiven of kantelen tijdens het knippen.

De neerhouders staan aan de linkerkant van de schaar dicht bij elkaar dan aan de rechterkant. Daardoor kun je aan de linkerkant ook smalle stroken knippen. Tijdens het knippen moet minstens één neerhouder de plaat aandrukken, om kantelen te voorkomen.



Neerhouders

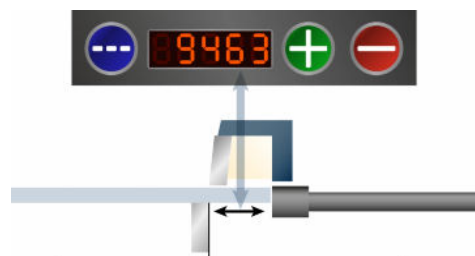
Kniplengteregeeling

Een schaar kan een kniplengteregeeling hebben.

Naarmate de kniplengte kleiner wordt, neemt de knipsnelheid toe. Stel de kniplengte dus niet langer in dan nodig is.

Achteraanslag

De achteraanslag is mechanisch verstelbaar. De afstand tussen het aanslagvlak en de knipkant van de messen is, bij moderne machines, afleesbaar op de voorkant van de machine.



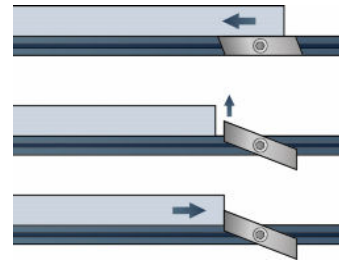
Instelling van de achteraanslag

Verende vooraanslagen

Verende vooraanslagen schroef je met cilinderkopbouten met binnenzeskant in T-gleuven van de tafel en de oplegarmen. Je schuift de plaat over de verende vooraanslagen en trekt de plaat tegen het aanslagvlak.

Stel de maat in vanaf de knipkant van het ondermes tot aan het aanslagvlak van de verende vooraanslag.

Tijdens het knippen controleer je regelmatig de maat.



Verende vooraanslag

Penaanslagsysteem

Een guillotineschaar kan een penaanslagsysteem hebben. Bij het penaanslagsysteem gebruik je een geponst gat als vaste maat voor het knippen. Hierdoor is het veel makkelijker om geponste platen op maat te knippen.

Haakse zijaanslag

Een guillotineschaar heeft links voor op de tafel een haakse zijaanslag.

Deze zijaanslag staat haaks op de messen. Je kunt hem gebruiken om een plaat haaks te knippen.

De zijaanslag heeft een liniaal. De kant van de plaat die je tegen de aanslag legt, moet recht zijn.

Controleer tijdens het knippen regelmatig of de hoek 90° blijft.



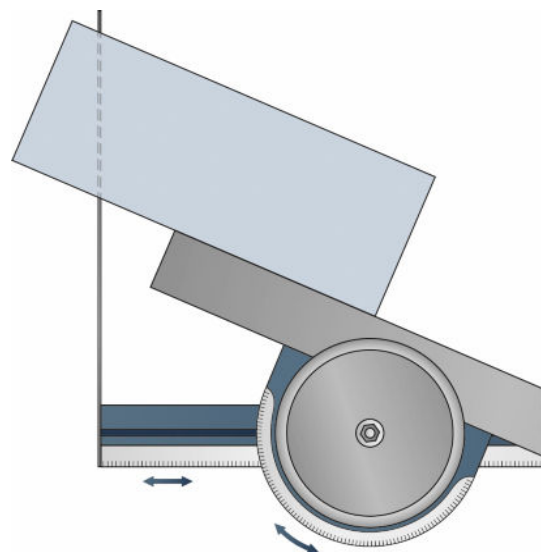
Haakse zijaanslag

Hoekaanslag

Je kunt een plaat onder elke gewenste hoek knippen.

Daarvoor monteer je een hoekaanslag in de T-gleuf van de tafel of de oplegarmen.

Controleer bij seriewerk regelmatig of de hoek nog juist is.



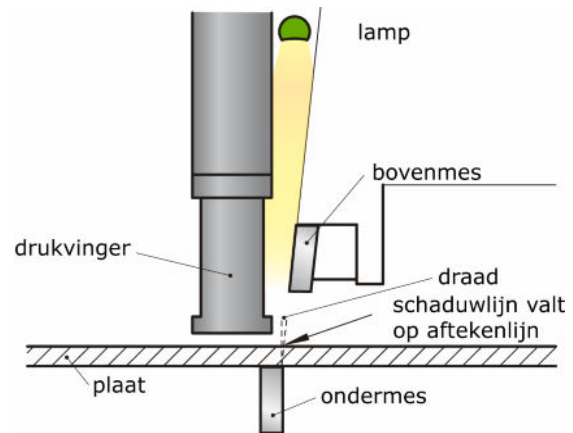
Hoekaanslag

Schaduwlijn

Een schaduwlijn is een hulpmiddel op een guillotineschaar. Je gebruikt de schaduwlijn om afgetekende werkstukken precies op maat te knippen. Je laat de afgetekende lijn dan precies samenvallen met de schaduwlijn voordat je knipt.



Schaduwlijn



Werking schaduwlijn

Knippen met een machine

Voordat je machinaal gaat knippen doe je het volgende:

- Knipplan opstellen
- Neerhouders instellen
- Profielmessen aanpassen (plaat- en profielschaar)
- Messpeling instellen
- Kniphoek instellen
- Afkortlengte instellen
- Materiaal ondersteunen

Knipplan opstellen

Vanwege de kosten is het bij knippen belangrijk om zo min mogelijk afval te produceren. Je moet zo veel mogelijk producten uit het uitgangsmateriaal halen. Verder moet je zo min mogelijk knipbewerkingen uitvoeren. Daarom maak je vooraf een knipplan.

Bij vierkante of rechthoekige producten bepaal je eerst of je deze uit de lengte of de breedte van de plaat gaat knippen. Daarvoor gebruik je de volgende formules:

Formule voor producten in de lengte
$\frac{L}{l} \times \frac{B}{b}$

Formule voor producten in de breedte
$\frac{L}{b} \times \frac{B}{l}$

L = lengte van het uitgangsmateriaal

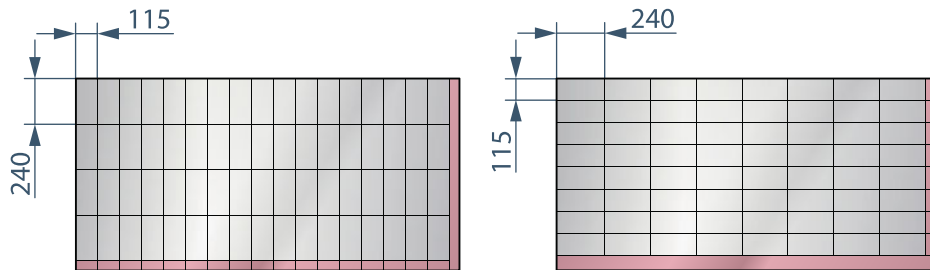
B = breedte van het uitgangsmateriaal

l = lengte van het te knippen product

b = breedte van het te knippen product

De uitkomst van de berekeningen rond je af naar beneden. De getallen geven aan hoe vaak je het product uit de lengte of de breedte van de plaat kunt halen. Kies de indeling die het hoogste aantal producten oplevert.

Daarna teken je het knipplan, waarbij je het aantal knipbewerkingen probeert te beperken.

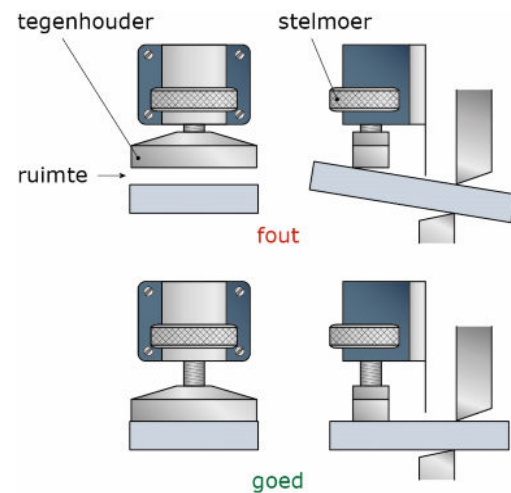


Knipplan maken

Neerhouders instellen

Een schaar heeft één of meer *neerhouders*. Deze zorgen ervoor dat het materiaal niet kantelt tijdens het knippen. Kantelen is gevaarlijk, er kan iemand gewond raken. Ook kan de machine of het materiaal beschadigen.

De neerhouder beweegt tegelijk met het bovenmes naar beneden.



Neerhouder

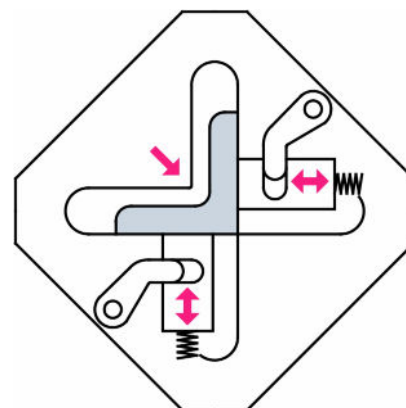
Hij klemt het materiaal vast, voordat het bovenmes in het materiaal dringt. Voordat je gaat knippen stel je de ruimte tussen de neerhouder en het materiaal in. Deze ruimte hangt af van de dikte van het materiaal dat je wilt knippen. Je kunt de neerhouder soms met een stelmoer instellen. Meestal gaat dat automatisch.

Profielmessen aanpassen

Profielmateriaal knip je met profielmessen op een plaat- en profielschaar.

Je moet de profielmessen aanpassen aan het materiaal. Soms passen de messen zich automatisch aan.

Sommige machines kunnen alleen rechte lijnen in profielmateriaal knippen. Andere machines kunnen ook hoeken knippen.

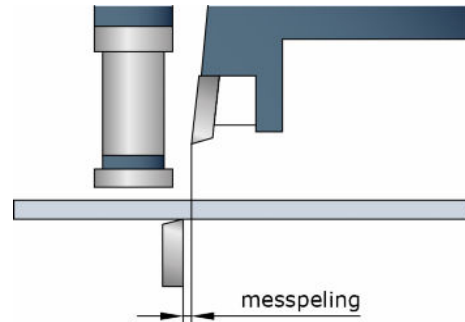


Profielmessen

Messpeling instellen

Als de messpeling te groot of te klein is:

- krijgt het materiaal bramen
- kan de maat afwijken
- kunnen de messen beschadigen.



Stel de juiste messpeling in

Kniphoek instellen

De kniphoek is de hoek tussen het bovenmes en het ondermes van een schaar. Je moet de kniphoek aanpassen op de dikte van het materiaal dat je knipt.

Vaak staat op de machine aangegeven welke kniphoek je moet instellen voor verschillende materiaaldikten.

Afkortlengte instellen

Als je één plaat gaat knippen, teken je eerst de lijn af waarlangs je wilt knippen.

Gebruik daarvoor een blokhoekhaak, rei en een kraspen.

Plaat- en profielschaar

Je gebruikt een elektrische plaat- en profielschaar voor licht tot middelzwaar plaat- en profielmateriaal.



Elektrische plaat- en profielschaar



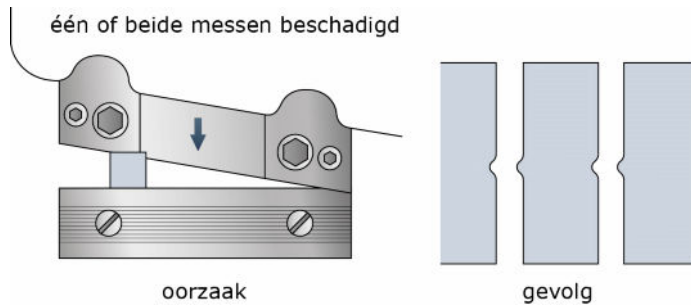
3. Waarom staat het bovenmes van een guillotineschaar onder een hoek met het ondermes?

1.4 Knipfouten herkennen en oplossen

Bij het knippen kun je een aantal fouten aan het werkstuk herkennen. Veel fouten worden veroorzaakt door een verkeerde afstelling of onvoldoende onderhoud van de schaar.

Beschadigde knipkanten

Soms zijn de knipkanten van het werkstuk beschadigd:

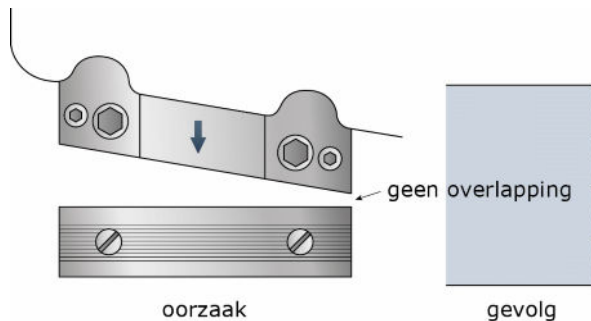


Beschadigde knipkanten

De beschadiging wordt meestal veroorzaakt door beschadigde messen. De messen beschadigen als je er te hard of te dik materiaal mee knipt. Probeer dat dus te voorkomen. Beschadigde messen kunnen geslepen worden.

Hoekige knipkanten

Soms hebben de knipkanten een hoekig patroon. Het patroon heeft dezelfde lengte als de doorvoering per slag.



Hoekige knipkanten

Hoekige knipkanten ontstaan:

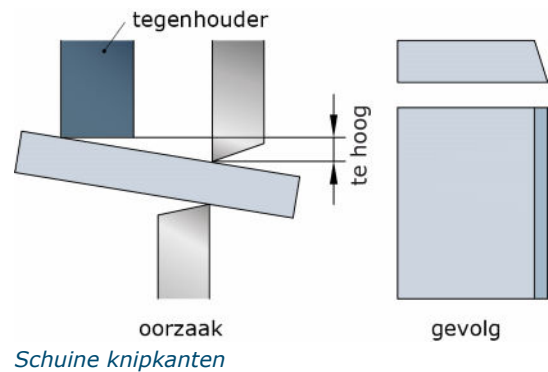
- als er geen overlap tussen het bovenmes en het ondermes is. Je kunt dit zien als het bovenmes in de bovenste stand staat.
- als het mes te ver is doorgetrokken.

Schuine knipkanten

Soms staat de knipkant schuin ten opzichte van het onder- en bovenvlak van het werkstuk.

Je krijgt een schuine knipkant als de neerhouder te hoog staat of niet gebruikt is.

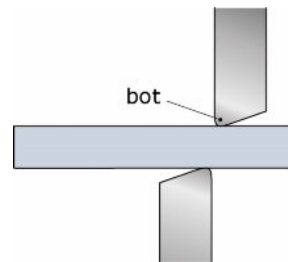
Stel dus altijd de neerhouder in voordat je gaat knippen.



Schuine knipkanten

Grote breukzone

De knipkant vertoont braamvorming, of de breukzone is groot in vergelijking tot de knipzone. De oorzaak is dat de messen bot zijn of niet juist afgesteld.

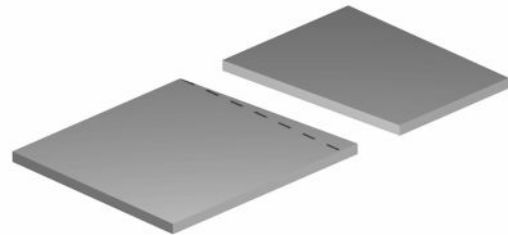


Grote breukzone

Kniplijn niet recht

Oorzaak:

- de schaar is te licht
- de plaat beweegt onder de drukvinger.



Kniplijn niet recht

Maatafwijking

Oorzaak:

- de voor- of achteraanslagen zijn niet juist ingesteld
- de plaat is niet tegen de aanslag geplaatst
- de plaat is met te grote kracht tegen de aanslagen geduwd.

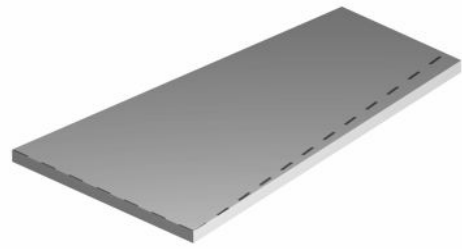


Maatafwijking

Hoekafwijking

Oorzaak:

- de zijaanslag of gradenboog is niet juist ingesteld.

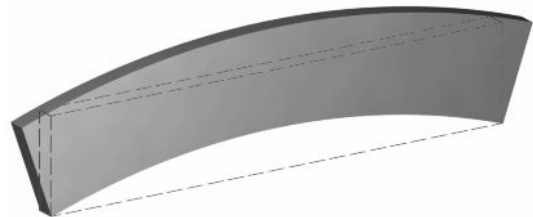


Hoekafwijking

Sabelkromheid

Oorzaak:

- de schaar is te licht
- er is een te lichte of onregelmatige druk van de drukvingers
- de strook is te smal
- de kniphoek is te groot.

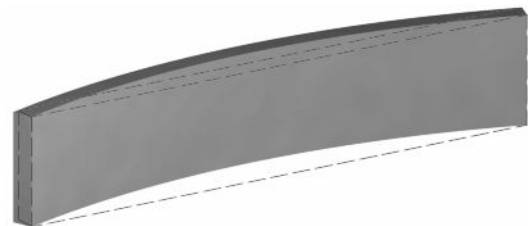


Sabelkromheid

Dwarsbuiging

Oorzaak:

- de kniphoek is te groot
- de strook is te smal
- de messen zijn bot.



Dwarsbuiging

Torsie

Oorzaak:

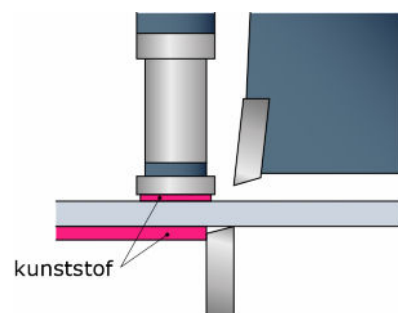
- de kniphoek is te groot
- de messen zijn bot
- de strook is te smal.



Torsie

Plaatbeschadigingen

Soms wordt de plaat beschadigd tijdens het knippen. Dat komt doordat de tafel of de neerhouder vuil is. Maak deze dus schoon voordat je gaat knippen. Er zijn ook scharen waarbij de tafel en de neerhouders een laag kunststof hebben. Daarmee worden beschadigingen voorkomen.



Kunststof op tafel en neerhouders



4. Hoe kun je een schuine knipkant voorkomen?

1.5 Veilig knippen

Let bij het knippen op de volgende regels:

- Houd de vloer van je werkplek schoon.
- Ruim materiaal dat overblijft zo snel mogelijk op.
- Draag handschoenen. Die beschermen je handen tegen staalsplinters en bramen.
- Let er bij hefboomscharen op dat je niemand raakt met de hefboom.
- Draag veiligheidsschoenen en veiligheidsbril.
- Blijf met je handen uit de buurt van de bewegende messen.
- Gebruik gehoorbescherming.



Gebruik veiligheidsmiddelen

1.6 Samenvatting

- Het gereedschap of de machine waarmee je metaal knipt, heet een schaar. Een schaar heeft een bovenmes en een ondermes.
- Bij knippen plaats je het materiaal tussen het bovenmes en het ondermes.
- Het bovenmes dringt in het materiaal. Dat is de snijfase. Daarna schuift het materiaal verder af. Dat is de afschuiffase.
- De juiste messpelingshoek is belangrijk om schade aan het werkstuk en de machine te voorkomen.
- De kniphoek is de hoek tussen het bovenmes en het ondermes van een schaar.
- Neerhouders houden het materiaal tijdens het knippen vlak en vast op de tafel.
- Knippen veroorzaakt bramen aan het materiaal.
- Er zijn verschillende soorten handscharen.
 - de bliksschaar
 - de doorloopschaar
 - de gatenschaar
 - de handknibbelschaar
- Met de tafelschaar knip je een dunne plaat langs een rechte lijn.
- Met een uithoekschaar knip je hoeken uit een plaat.
- Met een hefboomschaar knip je plaat- en platstaal
- Voor het knippen van profielen gebruik je een profiel- en plaatschaar.
- Voor het knippen van plaatmaterialen met grotere afmetingen gebruik je een guillotineschaar.
 - de tafel heeft oplegarmen met daarin T-gleuven.
 - een afschermplaat voorkomt dat je met je handen onder de neerhouders of tussen de messen komt.
 - het bovenmes is beweegbaar en staat onder een hoek met het ondermes.
 - de neerhouders drukken de plaat tijdens knippen vast op de tafel.
 - de achteraanslag is mechanisch verstelbaar.
 - op de tafel en de oplegarmen kun je verende aanslagen monteren.
 - links voor op de tafel zit een haakse zijaanslag.
 - met een hoekaanslag kun je onder een hoek knippen
- Voordat je machinaal gaat knippen doe je het volgende:
 - Knipplan opstellen
 - Neerhouders instellen
 - Profielmessen aanpassen (plaat- en profielschaar)
 - Messpelingshoek instellen
 - Kniphoek instellen
 - Afkortlengte instellen
 - Materiaal ondersteunen
- Bij het knippen kun je een aantal fouten aan het werkstuk herkennen. Veel fouten worden veroorzaakt door een verkeerde afstelling of onvoldoende onderhoud van de schaar.
- Let er bij het knippen op dat je veilig werkt.

1.7 Antwoorden

Antwoord 1

snijspleet of messpeling

Antwoord 2

De doorloopschaar gebruik je als je de handvatten aan één kant van het te knippen materiaal moet houden.

Antwoord 3

Als de kniphoek groter dan 0° is, kun je knippen met een lichter uitgevoerde machine. De messen knippen het materiaal dan niet overal tegelijk in één keer door. Dat kost minder kracht.

Antwoord 4

Je krijgt een schuine knipkant als de neerhouder te hoog staat of niet gebruikt is. Dit kun je voorkomen door de neerhouder in te stellen voordat je gaat knippen.

2 Vragen Basisbewerking knippen

Vraag 1

Uit welke twee fasen bestaat het knippen?

Vraag 2

Noem een nadeel en een voordeel van knippen.

Vraag 3

Waarmee kun je een dunne metalen plaat handmatig knippen?

Vraag 4

Welke schaar gebruik je voor dunne plaat?

Vraag 5

Met welke handschaar kun je makkelijk langs gebogen lijnen knippen?

Vraag 6

Welke handschaar wordt elektrisch of pneumatisch aangedreven?

Vraag 7

Waarvoor dient de neerhouder?

Vraag 8

Je wilt met een handschaar een rondje uit een plaat knippen.
Waarom moet je dan de plaat eerst ruw voorknippen?

Vraag 9

Waarom is het handig een gaatje te boren als je een hoek wilt knippen uit een plaat?

Vraag 10

Waarmee kun je breed materiaal het beste knippen?

Vraag 11

Waarom zitten er neerhouders op een quillotineschaar?

Vraag 12

Hoe worden je handen worden beschermd tijdens het knippen met de guillotineschaar?

Vraag 13

Je gaat haaks knippen.
Welke aanslag gebruik je?

Vraag 14

Je gaat een plaat knippen onder een hoek van 45°.
Welke aanslag gebruik je?

Vraag 15

Je kunt ook knippen volgens een lijn die met een lamp en een draad wordt getoond.
Hoe heet zo'n lijn?

Vraag 16

Welk materiaal knip je met een elektrisch aangedreven plaat- en profielschaar?

Vraag 17

Je gaat 40 platen afkorten met de plaat- en profielschaar.
Is het verstandig om alle platen met de hand af te tekenen?
Waarom wel/niet?

Vraag 18

Lang materiaal moet je altijd ondersteunen.
Op welke hoogte stel je die ondersteuning af?

Vraag 19

Wat kan er gebeuren met het werkstuk als je een te smalle strook afknijpt?

Vraag 20

Noem minstens vier veiligheidsregels bij het knippen.

3 Zwenkbuigmachine

Inleiding

Zwenkbuigen is een omvormtechniek die weer in opkomst is in plaatbewerkingsbedrijven.

Nieuwe zwenkbuigtechnieken bieden een aantal voordelen ten opzichte van buigen op een kantpers.



Zwenkbuigmachine

Bij zwenkbuigen is de kans op beschadiging van de plaat kleiner. Ook hoeft je bij moderne zwenkbuigautomaten de plaat niet om te draaien tijdens het buigen. Daardoor is zwenkbuigen in bepaalde gevallen sneller en dus goedkoper dan kanten. Zwenkbuigmachines worden onder andere gebruikt bij de productie van:

- schakelkasten
- behuizingen van machines
- dak- en gevelbekleding
- liften en roltrappen.

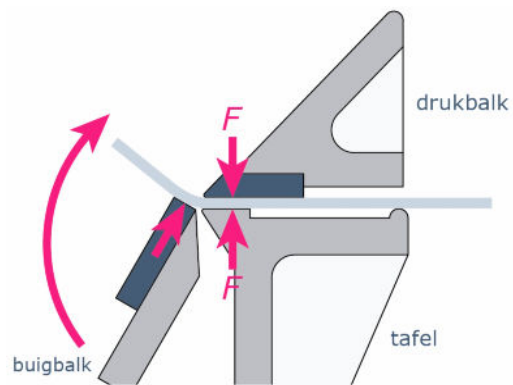
Leerdoelen

Je kunt:

- verschillende zwenkbuigprincipes beschrijven
- de onderdelen van een zwenkbuigmachine noemen
- de werking van een zwenkbuigmachine uitleggen
- uitleggen hoe je een zwenkbuigmachine instelt
- veiligheidsaspecten bij het zwenkbuigen noemen
- het onderhoud aan een zwenkbuigmachine beschrijven.

3.1 Principe van zwenkbuigen

Zwenkbuigen voer je uit op een zwenkbuigmachine (ook zetbank genoemd). Bij zwenkbuigen wordt het te bewerken plaatmateriaal door een drukbalk op een tafel vastgeklemd. Een buigbalk strijkt langs het uitstekende deel van het materiaal en buigt het om een vast draaipunt. Daardoor krijgt het plaatmateriaal de gewenste hoek. De plaat wordt in een rechte lijn over de gehele lengte omgebogen.

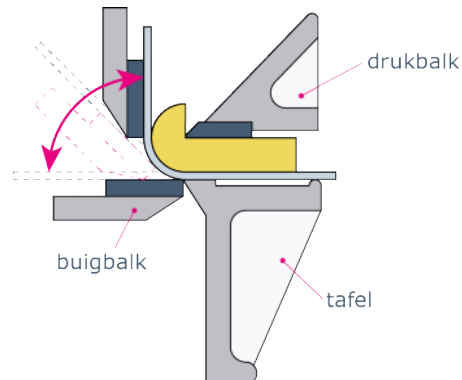


Strijkend buigen

Afrollend buigen

Bij strijkend zwenkbuigen wordt de buigbalk met smalle kant langs de plaat getrokken, waardoor de plaat kan beschadigen. Vooral bij aluminium of RVS, of gepolijste, gelakte, of met kunststof beklede plaat, zijn deze beschadigingen ongewenst. Door de buigbalk langs het plaatmateriaal af te rollen beschadigt het plaatmateriaal niet.

Afrollend zwenkbuigen doe je op een tangentiële zwenkbuigmachine. Je klemt een mal met de gewenste productradius tussen de plaat en de drukbalk. Op deze manier kun je ook geprofileerde plaat of geëxtrudeerde profielen buigen.

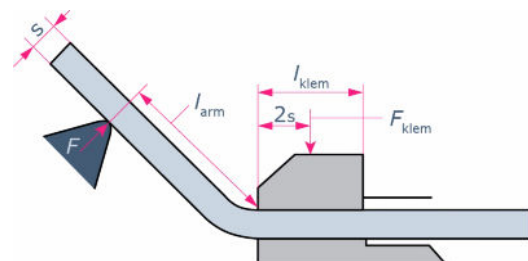


Afrollend buigen

3.2 Krachten bij zwenkbuigen

Bij zwenkbuigen werkt er een buigend moment M_b op het plaatmateriaal. Dit buigend moment wordt geleverd door de kracht F van de buigbalk, die werkt over een afstand l_{arm} .

Daarnaast werkt er op de plaat een klemkracht F_{klem} over een afstand l_{klem} . De klemkracht kan oplopen tot 1200 kN. Voor de afstand l_{klem} wordt meestal drie tot vijf keer de materiaaldikte genomen.

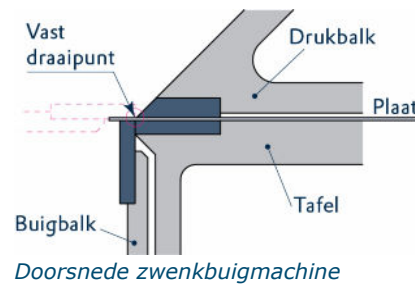


Krachten bij zwenkbuigen

3.3 Opbouw van zwenkbuigmachines

De belangrijkste onderdelen van een zwenkbuigmachine zijn:

- het frame en onderbalk (tafel)
- de boven- of drukbalk
- de buigliniaal (voorzijde bovenbalk)
- de buigbalk
- de buiglijst (voorzijde buigbalk).



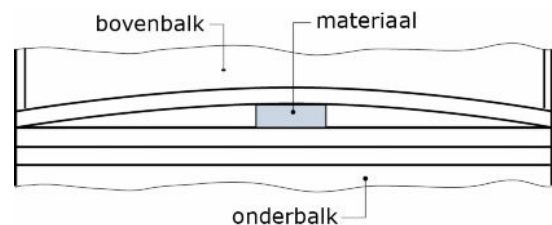
Doorsnede zwenkbuigmachine

Frame en onderbalk

De onderbalk is bevestigd aan het frame of vormt er één geheel mee. Bij zwenkbuigmachines is de onderbalk in verticale richting verstelbaar. Dit vergroot de gebruiksmogelijkheden van de machines.

Boven- of drukbalk

De bovenbalk heeft aan de voorzijde een buigliniaal. Denk erom dat bij het klemmen van kort en dik materiaal de bovenbalk blijvend kan worden ontzet. Door een draaibare bovenbalk te gebruiken kan de flexibiliteit van de machine worden vergroot.

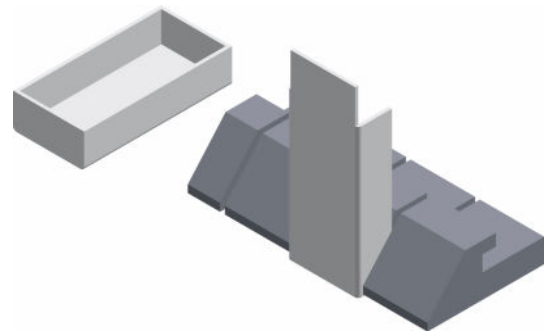


Vooraanzicht boven- en onderbalk

Buigliniaal

Als de buigliniaal demontabel verbonden is met de bovenbalk, worden de gebruiksmogelijkheden van de zwenkbuigmachine groter.

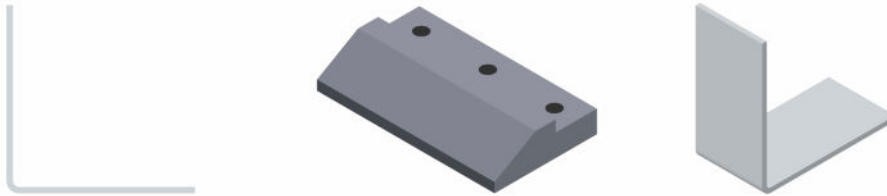
De buigliniaal kan zijn opgedeeld in meerdere onderling variërende breedtes. Dit noem je vingers. Vingers maken het mogelijk om doosvormige producten te buigen.



Buigliniaal met variërende breedtes

De neusvorm van de buigliniaal (vingers) bepaalt de afrondingsstraal van het te buigen product.

Normaal



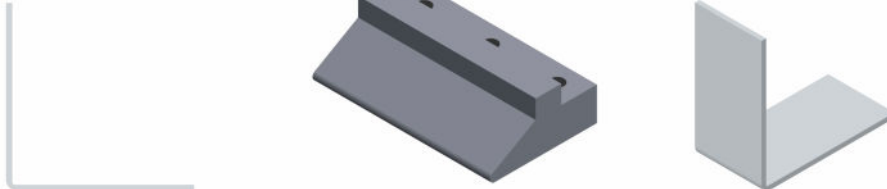
Rond



Felsnaad



Scherp



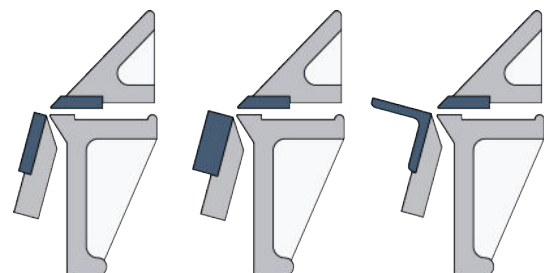
Verskillende neusvormen buigliniaal

Buigbalk

De buigbalk is aan de uiteinden voorzien van astappen, die in het frame draaibaar zijn opgesloten. De maximale draaiing is $\pm 130^\circ$. Wanneer het buigen met de hand gebeurt, zitten er één of twee contragewichten aan de buigbalk, om makkelijker te kunnen buigen.

Buiglijst

De buiglijst is bevestigd op de buigbalk. De buiglijst is meestal uitwisselbaar, wat de gebruiksmogelijkheden van de zwenkbuigmachine vergroot.



Verskillende buiglijsten



1. Waarom is de buigliniaal van de bovenbalk opgedeeld in vingers?

3.4 Uitvoeringen van zwenkbuigmachines

Hoe dikker en hoe langer het plaatmateriaal is, des te groter wordt de kracht die nodig is voor het zwenkbuigen. Deze kracht bepaalt de afmetingen en uitvoering van de machines.

Zwenkbuigmachine (handbediend)

Zwenkbuigmachines in lichte uitvoeringen kunnen helemaal met de hand worden bediend. Deze zwenkbuigmachines zijn beter bekend als zetbank. De buiglengte van een zetbank kan variëren van 0,5 m tot maximaal 1,5 m. De te buigen plaatdikten variëren van 0,5 mm tot 3 mm in staal.



Handmatige zwenkbuigmachine (zetbank)

Zwenkbuigmachine (machinaal)

Bij grotere zwenkbuigmachines worden de krachten overgebracht door servomotoren of hydraulische cilinders. Met machinale zwenkbuigmachines kun je plaatlengtes tot 6000 mm met een dikte van 0,5 tot 8 mm buigen.



Machinale zwenkbuigmachine

Elektromagnetische zwenkbuigmachine

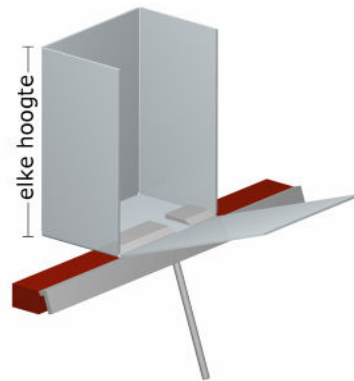
Een elektromagnetische zwenkbuigmachine gebruik je om dun plaatmateriaal te buigen. Bij deze machine is de bovenbalk vervangen is door een bovenliniaal, die met behulp van een elektromagnetisch systeem de plaat over de hele breedte vastklemt. De maximaal te buigen plaatdikte is 3 mm en de grootste werkbreedte 2550 mm.

Kenmerken van een elektromagnetische zwenkbuigmachine:

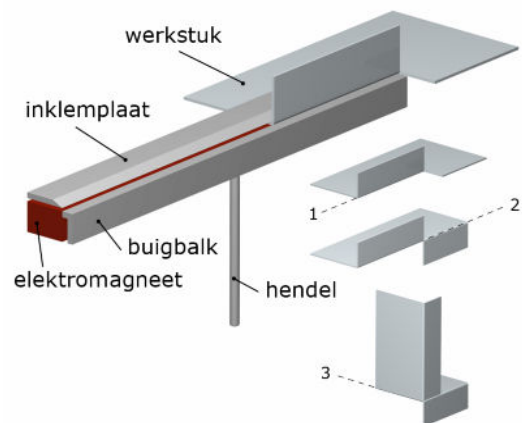
- Je kunt gesloten profielen buigen, zelfs met kleine afmetingen.
- Je kunt diepe bakjes en kasten buigen, zonder beperking in hoogte.
- De uiteinden zijn helemaal vrij. Daardoor kan de plaat gedeeltelijk buiten de machine worden gehouden, zodat je een gedeelte kunt buigen.



Elektromagnetische zetbank



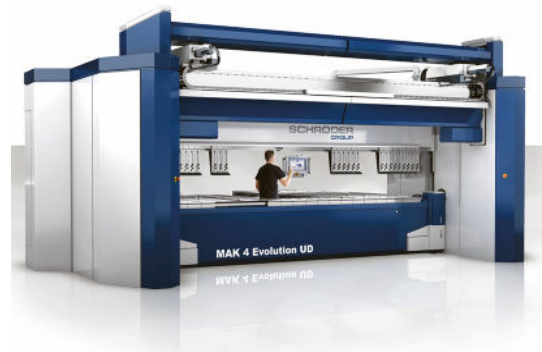
Buigen van diepe kasten



De uiteinden zijn vrij

Zwenkbuigautomaten

Bij zwenkbuigautomaten hoeft het plaatmateriaal niet te worden gedraaid of gekeerd. Daardoor zijn de cyclustijden van moderne zwenkbuigautomaten vaak korter dan bij CNC-kantpersen. Door een manipulator of robot te gebruiken voor het beladen, positioneren en ontladen van het materiaal, wordt de zwenkbuigautomaat geschikt voor manloos, of manarm produceren.

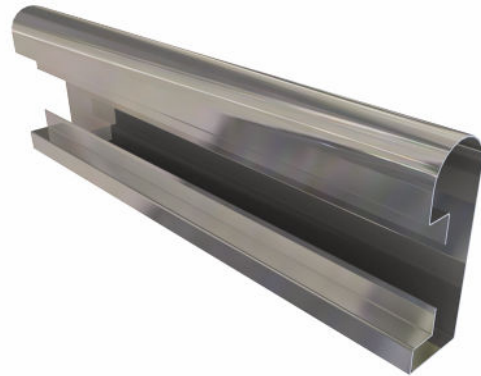


Zwenkbuigen met een automatische werkstukwisselaar

Voor het dichtdrukken van een zetting heb je op een zwenkbuigautomaat geen speciaal gereedschap nodig. Je kunt met deze machines ook grote radii buigen. Ten opzichte van CNC-kantpersen zijn er ook enkele nadelen. Je kunt met de huidige zwenkbuigautomaten plaatmateriaal tot maximaal 3 mm dikte en een maximale lengte van 3000 mm buigen.

Up- and down technologie

Bij zwenkbuigautomaten kan de buigbalk zowel omhoog (up) als omlaag (down) buigen. Dit vergroot de flexibiliteit en de productiecapaciteit. Je kunt met deze 'up- en down technologie' complexe producten met positieve en negatieve hoeken buigen, zonder dat je het plaatmateriaal hoeft om te draaien. Daardoor kun je doosvormige producten (zoals U-vormen en panelen) in één opspanning afwerken. Je kunt daarbij veilig achter de machine blijven staan, buiten het bereik van de buigbalk. Bovendien heb je geen hulp nodig om de plaat te ondersteunen bij het draaien.



Product met positieve en negatieve hoeken

- ? 2. Welk type zwenkbuigmachine is met name geschikt voor het buigen van zeer lang plaatmateriaal (tot 6 meter)?
- ☐ handzetbank
 - ☐ machinale zetbank
 - ☐ zwenkbuigautomaat

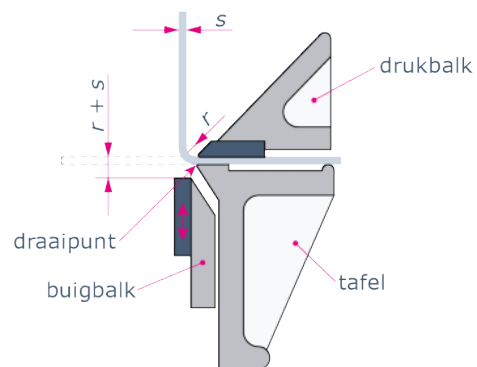
3.5 Instellen van de zwenkbuigmachine

Hoewel het buigen van plaatmateriaal meestal weinig moeite kost, heb je voor het instellen van een zwenkbuigmachine toch ervaring en inzicht nodig. Het is belangrijk dat je de machine steeds afstelt op de te zetten plaatdikte en de buigstraal. Doe je dit niet, dan kan de buigliniaal beschadigd raken of de boven- en buigbalk worden ontzet. Je stelt de machine in door verplaatsing van de buigbalk, de drukbalk of het draaipunt. Deze verplaatsing hangt af van:

- de plaatdikte
- de opgegeven buigstraal
- het type zwenkbuigmachine.

Buigbalk instellen

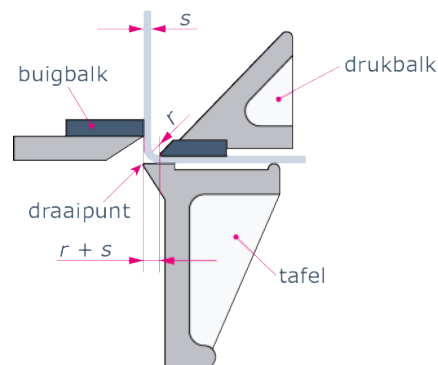
Je stelt de ruimte tussen de buigbalk en de zetliniaal in door de buigbalk te laten zakken. Je laat de buigbalk zakken over een afstand gelijk aan de plaatdikte (s) opgeteld met de inwendige buigstraal (R_i). Het draaipunt van de buigbalk ligt op dezelfde hoogte als de tafel.



Instellen van de buigbalk

Drukbal instellen

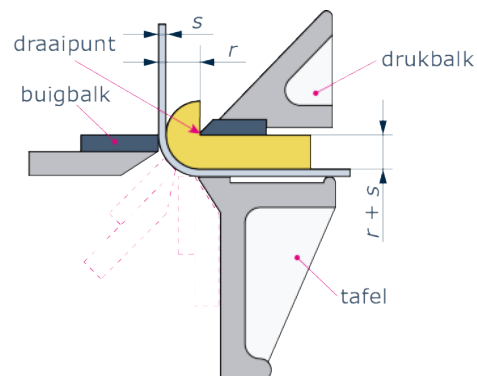
Je kunt de drukbalk horizontaal naar 'rechts' verplaatsen. Je verplaatst de drukbalk over een afstand gelijk aan de plaatdikte (s) opgeteld met de inwendige buigstraal (R_i). Het draaipunt van de buigbalk ligt op dezelfde hoogte als de tafel.



Instellen van de drukbalk

Draaipunt instellen

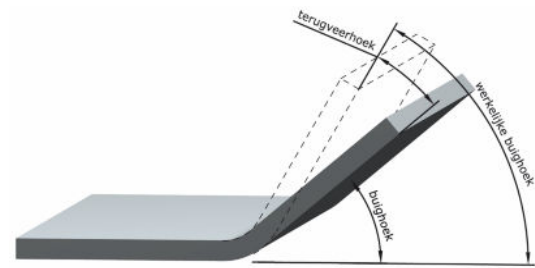
Het draaipunt van de buigbalk ligt vast. Je kunt je de hoogte van de tafel en de buigbalk gelijktijdig aanpassen. Je laat de tafel en de buigbalk zakken over een afstand die gelijk is aan de plaatdikte (s), opgeteld met de inwendige buigstraal (R_i).



Instellen van het draaipunt

3.6 Terugvering van materiaal

Bij het buigen moet je rekening houden met het terugveren van het materiaal. Daarom moet je de buighoek altijd iets groter instellen. In de praktijk bepaal je de werkelijke buighoek door een proefbuiging.



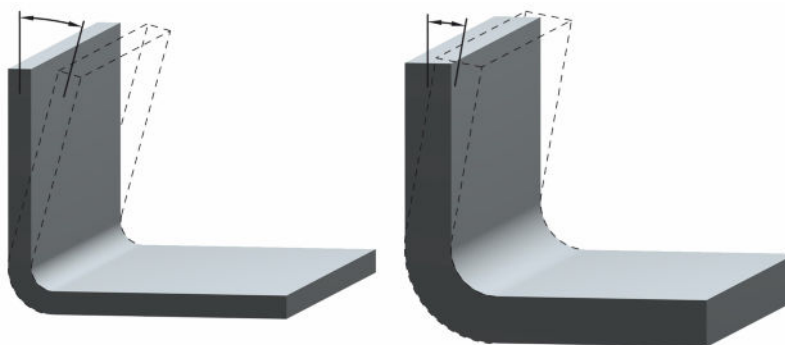
Terugveren van het materiaal

Het terugveren is afhankelijk van:

- de te buigen materiaal dikte
- de te buigen materiaal breedte
- de materiaal soort
- het aantal buigingen of de snelheid van het buigen
- de inwendige buigstraal
- het buigen haaks op of in de walsrichting van het materiaal
- het plaatmateriaal van de verschillende leveranciers.

Materiaal dikte

Als de dikte van het te buigen materiaal toeneemt, wordt de terugvering kleiner.



terugvering dun materiaal

terugvering dik materiaal

Materiaal breedte

De breedte van het materiaal dat je wilt buigen, is ook van invloed op de terugvering. Breder materiaal veert meer terug dan smal materiaal.

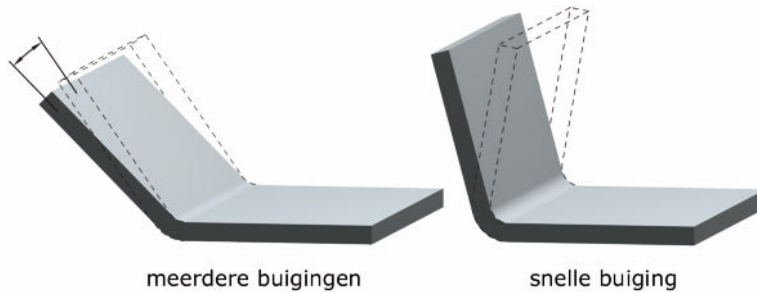
Materiaal soort

De materiaalsoort is erg belangrijk bij het terugveren. Zacht materiaal zoals aluminium veert minder terug dan taai materiaal, bijvoorbeeld roestvast staal.

Aantal buigingen of snelheid van buigen

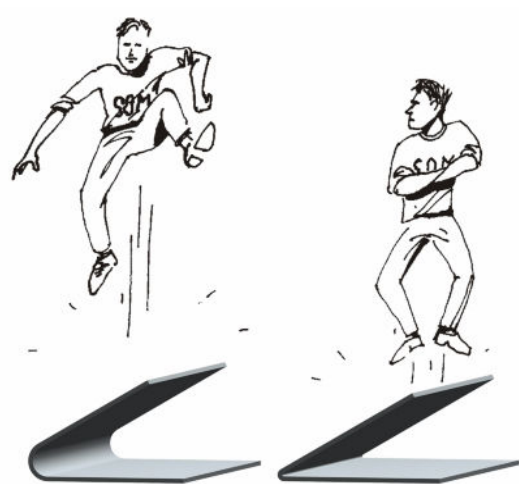
Wanneer je een aantal buigingen doet van een beperkt aantal graden, treedt er per keer minder terugvering op, dan als je in één keer buigt. Maar het totaal van het terugveren zal groter zijn.

Ook de snelheid van het buigen is van belang. Bij langzaam buigen bedraagt de terugvering meer dan bij snel buigen.



Inwendige buigstraal

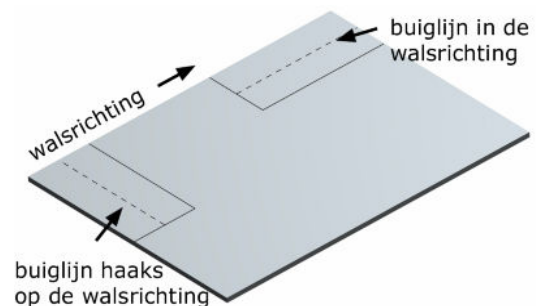
Hoe groter de buigstraal des te meer veert het materiaal bij het buigen terug. Bij een kleinere buigstraal wordt de vloeigrens van het materiaal meer overschreden.



Meer terugvering bij een grotere buigstraal

Buigen haaks op of in de walsrichting van het materiaal

Bij het buigen haaks op de walsrichting veert het materiaal meer terug dan bij het buigen in de walsrichting.

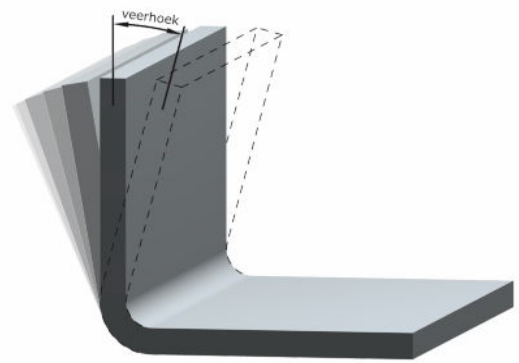


Plaatmateriaal van verschillende leveranciers

Ook plaatmateriaal van verschillende leveranciers of van verschillende series (charges) kunnen verschillen opleveren. Deze verschillen in dikte en samenstelling van het materiaal zijn zo klein dat je daarvan weinig merkt tijdens het buigen.

Conclusie

Als we de opmerkingen over de terugvering van het materiaal samenvatten, kun je stellen dat je eigenlijk altijd een proefbuiging moet maken.



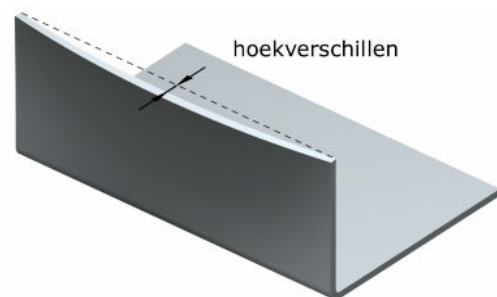
Maak eerst een proefbuiging

?

3. Plaatbewerkingsbedrijven kiezen steeds vaker voor zwenkbuigmachines in plaats van kantpersen. Waarom is dat zo denk je? Geef twee redenen.

3.7 Bombering

De buigbalk van een zwenkbuigmachine moet grote krachten leveren, vooral bij dikke plaatmaterialen. De buigbalk kan daardoor enigszins doorbuigen. Hierdoor kan het voorkomen dat de producthoek en de buigradius niet over de gehele lengte gelijk zijn. De buigbalk drukt in het midden niet ver genoeg in het materiaal, waardoor de hoek in het midden van de plaat niet haaks wordt. De uiteinden van de plaat worden wel haaks omgezet.



Hoekverschillen door doorbuiging buigbalk

Je voorkomt dit door het drukvlak van de buigbalk iets bol te stellen. Dit heet *bomberen*. Bij conventionele zwenkbuigmachines gebeurt het bomberen handmatig. CNC-zwenkbuigmachines en zwenkbuigautomaten hebben een mechanische of hydraulische *bombeerinrichting*. Hierbij stelt de (CNC) besturing het drukvlak van de buigbalk bol in.

3.8 Steltijd

De steltijd wordt bepaald door:

- de producteisen (bijvoorbeeld maat- en vormtoleranties)
- het gereedschapopnamesysteem (gereedschap, spanmiddelen)
- het instellen van de aanslagen (handbediend of CNC).

3.9 Voor- en nadelen

Voordelen van zwenkbuigen:

- Goede maatnauwkeurigheid, doordat de plaat op de tafel blijft liggen.
- Het materiaal beschadigd nauwelijks.
- Bij verandering van plaatdikte hoef je geen gereedschap te wisselen.
- De buighoek is goed in te stellen en te corrigeren.
- De productcyclus is bij CNC-zwenkbuigen korter dan bij kanten.

Nadelen van zwenkbuigen:

- De terugvering is alleen te corrigeren door de buighoek aan te passen.
- De te buigen plaatdikten zijn beperkter ten opzichte van kanten.
- Bij CNC-zwenkbuigen kun je het buigproces niet goed zien.
- Een zwenkbuigmachine neemt vaak meer ruimte in dan een kantpers.



4. Waarom bepaal je de terugvering in de praktijk met een proefbuiging en niet met een berekening?

3.10 Onderhoud aan zwenkbuigmachines

Plaatbewerkingsbedrijven sluiten meestal onderhoudscontracten af met de leveranciers van zwenkbuigmachines. Toch kun je een aantal onderhoudstaken zelf uitvoeren:

- Vet de smeerpunten van de geleidingen regelmatig in met de door de fabrikant voorgeschreven smeermiddelen.
- Maak de buiglijsten regelmatig schoon en voorziet ze van een laagje olie.
- Controleer de buiglijsten regelmatig op beschadigingen.
- Houd je verder aan de onderhoudvoorschriften van de fabrikant.

3.11 Veilig zwenkbuigen

De buigbalk van een zwenkbuigmachine gaat omhoog of omlaag tijdens het buigen. Zorg dus dat je tijdens het buigen buiten het bereik van de buigbalk staat. Verder moet je altijd de langste kant van de plaat in de machine klemmen. Draag tijdens het werken altijd de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen. Zoals werkhandschoenen tegen verwondingen aan scherpe plaatranden.

3.12 Samenvatting

- Bij zwenkbuigen wordt het plaatmateriaal vastgeklemd op een tafel en door een scharnierende buigbalk omgebogen.
- Bij strijkend zwenkbuigen kan de buigbalk het materiaal beschadigen. Bij afrollend zwenkbuigen is de kans op beschadigingen kleiner.
- Zwenkbuigautomaten kunnen producten met zowel positieve als negatieve hoeken buigen.
- Voordelen van zwenkbuigen:
 - Goede maatnauwkeurigheid, doordat de plaat op de tafel blijft liggen.
 - Het materiaal beschadigd nauwelijks.
 - Bij verandering van plaatdikte hoeft je geen gereedschap te wisselen.
 - De buighoek is goed in te stellen en te corrigeren.
 - De productcyclus is bij CNC-zwenkbuigen korter dan bij kanten.
- Een zwenkbuigmachine is opgebouwd uit de volgende onderdelen:
 - frame en onderbalk
 - boven-, of drukbalk
 - buigliniaal
 - buigbalk
 - buiglijst.
- Uitvoeringen van zwenkbuigmachines:
 - handmatige zwenkbuigmachine (zetbank)
 - machinale zwenkbuigmachine
 - elektromagnetische zwenkbuigmachine
 - zwenkbuigautomaat.
- Bij zwenkbuigautomaten met up- and down technologie hoeft het plaatmateriaal niet te worden gedraaid of gekeerd.
- Bij een machinale zwenkbuigmachine stel je de ruimte in tussen de buigbalk en de zetliniaal. Dit doe je door het verstellen van:
 - de buigbalk
 - de drukbalk
 - het draaipunt.
- De terugvering is afhankelijk van diverse factoren. In de praktijk bepaal je de terugvering meestal door een proefbuiging. Het terugveren is afhankelijk van een aantal factoren:
 - de te buigen materiaal dikte
 - de te buigen materiaal breedte
 - de materiaal soort
 - het aantal buigingen of de snelheid van het buigen
 - de inwendige buigstraal
 - het buigen haaks op of in de walsrichting van het materiaal
 - het plaatmateriaal van de verschillende leveranciers.
- Zwenkbuigmachines hebben vaak een bombeerinrichting om doorbuigen van de buigbalk te voorkomen.
- De buigbalk van een zwenkbuigmachine gaat omhoog of omlaag tijdens het buigen. Zorg dus dat je tijdens het buigen buiten het bereik van de buigbalk staat.

3.13 Antwoorden

Antwoord 1

- Minder kans op beschadigingen.
- CNC-zwenkbuigen is sneller dan CNC-kanten.

Antwoord 2

De vingers maken het mogelijk om doosvormige producten te buigen.

Antwoord 3

De machinale zetbank.

Antwoord 4

De terugvering is van zo veel factoren afhankelijk, dat het een erg complexe berekening zou worden.

4 Vragen Zwenkbuigmachine

Vraag 1

Noem drie producten die je kunt maken met een zwenkbuigmachine.

Vraag 2

Welke materialen kun je beter afrollend zwenkbuigen dan strijkend zwenkbuigen?
Waarom?

Vraag 3

Wat is het voordeel van positief en negatief buigen in één opspanning?

Vraag 4

Waarom mag je geen kort en dik materiaal in de zwenkbuigmachine opspannen?

Vraag 5

Wat is het voordeel van een buigliniaal die is opgedeeld in vingers?

Vraag 6

Welke zwenkbuigmachine kies je als je een plaatlengte van 5000 mm wilt buigen?

- ☐ zetbank
- ☐ machinale zwenkbuigmachine
- ☐ zwenkbuigautomaat
- ☐ elektromagnetische zwenkbuigmachine

Vraag 7

Noem twee redenen waarom er tijdens het buigen ruimte moet zijn tussen de buigbalk en de zetliniaal.

Vraag 8

Noem drie manieren om de ruimte tussen de buigbalk en de zetliniaal in te stellen.

Vraag 9

Hoe bereken je de benodigde ruimte tussen de buigbalk en de zetliniaal?

Vraag 10

Welk materiaal veert het meeste terug?

- ☐ aluminium
- ☐ roestvast staal
- ☐ koper

5 Schuren

Inleiding

Schuren is een (verspanende) bewerking waarbij het oppervlak van een product ruw wordt gemaakt of juist zeer glad. Je schuurt een oppervlak als voorbehandeling, bijvoorbeeld voordat je het gaat verven of coaten. Je kunt schuren ook toepassen als afwerking, bijvoorbeeld bij het afbramen. Voor het schuren is het belangrijk dat je een juiste keuze maakt voor het schuurmateriaal dat je gaat gebruiken. Naast schuurmachines is er ook een grote keuze uit schuurmiddelen met elk haar toepassing.



Schuren op een bandschuurmachine

Leerdoelen

Je kunt:

- uitleggen wat machinaal schuren is
- toepassingen noemen van schuren met de schuurbandmachine
- het begrip schuurbanden en korrelgrootte uitleggen
- uitleggen wat de leunspaan is en hoe deze af te stellen
- veiligheidseisen bij het schuren met de schuurbandmachine benoemen.

5.1 Schuurbandmachine

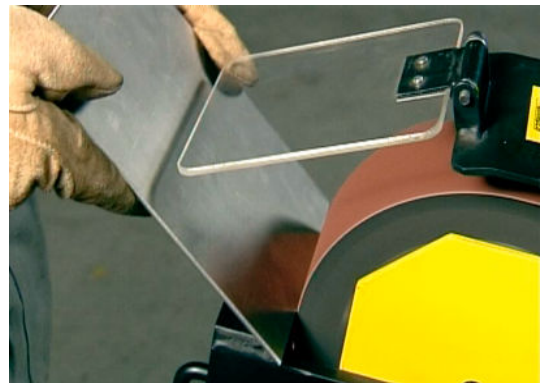
Misschien heb je al verschillende werkstukken met een vijl afgebraamd. Als je veel werkstukken of een groot vlak moet afbramen, is een vijl niet zo handig. Het gaat niet zo snel en je wordt gauw moe. Probeer daarom zo veel mogelijk af te bramen met de schuurbandmachine.



Schuurbandmachine

De schuurbandmachine gebruik je om af te bramen.

Je kunt er ook kleine vlakken mee vlak schuren.



Afbramen van plaatmateriaal

Bevestigen schuurband

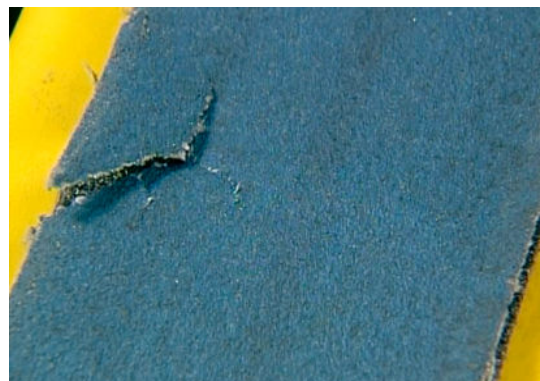
De schuurband loopt horizontaal of verticaal over een grote en een kleine rol. Het loopvlak van de grote rol is van rubber, zodat de rol meer grip heeft op de schuurband.



Bevestigen schuurband

Schuurband controleren

De schuurband kan scheuren. Je mag daarom nooit de scherpe kant van je werkstuk hard tegen de schuurband duwen.



Beschadigde schuurband

Handschuurbandmachine

De handschuurbandmachine is kleiner dan de staande schuurbandmachine . Met de handschuurbandmachine kun je gebogen randen van je werkstuk afbramen of glad schuren.



Handschuurbandmachine

Kleine handschuurbandmachine

De Powerfile is een nog kleinere handschuurbandmachine . Met de Powerfile kun je bij alle moeilijke plekken komen, waar je met een grote handschuurbandmachine niet bij kunt.



© HBM Machines B.V.

Pneumatisch aangedreven kleine handschuurbandmachine



1. Wat kun je naast afbramen ook doen met een bandschuurmachine ?

Schuurbanden

De schuurband is het belangrijkste onderdeel van de bandschuurmachine. Deze moet het eigenlijke werk doen. De klassieke schuurmaterialen, met name schuurpapier en schuurlinnen, zijn opgebouwd uit lagen. De slijpkorrels zijn vastgeplakt op een laag linnen. Hierdoor is het schuurmateriaal soepel. De samenstelling en opbouw van de lagen bepalen de eigenschappen. Meestal bestaat de opbouw uit vier of vijf lagen.



De schuurband

- De onderste laag is de drager. Op de drager wordt een lijmlaag aangebracht.
- Vervolgens worden de schuurkorrels op de lijmlaag gestrooid. Dit gebeurt zo ingenieus dat de scherpe kanten van de korrels naar boven wijzen. De verschillende materialen van de korrels bepalen het toepassingsgebied van het schuurmateriaal.
- Bovenop de korrels wordt weer een lijmlaag aangebracht om de korrels te verankeren op de drager.
- Als toplaag wordt er nog een schuuractieve stof toegevoegd. Deze top-coating zorgt ervoor dat het schuurstof goed wordt afgevoerd.

Korrelgrootte

De korrels op de schuurband kunnen grof of fijn zijn.

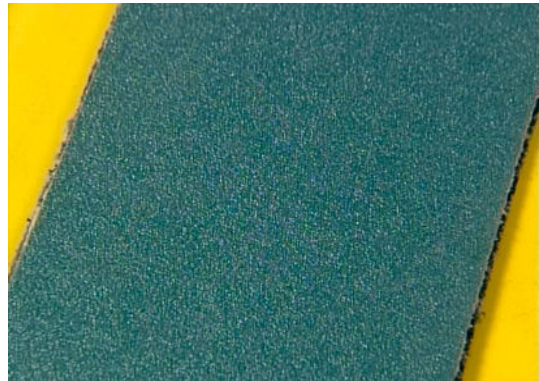
Een schuurband met grove korrels gebruik je voor het grove werk. Een schuurband met fijne korrels gebruik je voor het fijne werk.

Niet alleen door grovere korrels kan een schuurband grover zijn. Een schuurband kan ook grover zijn doordat kleinere korrels verder van elkaar af liggen. Als de slijpkorrels ver van elkaar af liggen heeft de schuurband een 'open' bestrooiing.



Open bestrooiing

Liggen de slijpkorrels dicht bij elkaar, dan heeft de schuurband een 'gesloten' bestrooiing.



Gesloten bestrooiing



2. Hoe zijn de slijpkorrels op de schuurband bevestigd?

Veilig werken met de schuurbandmachine

Een schuurbandmachine heeft draaiende delen waarmee je voorzichtig moet zijn.

Aanzetten

Ga naast de schuurbandmachine staan als je hem aanzet. Mocht de schuurband tijdens het aanzetten breken, dan sta jij veilig.



Naast de machine gaan staan

Veiligheidsbril

Draag tijdens het schuren altijd een veiligheidsbril.

Een bandschuurmachine maakt niet veel lawaai. Vind je het toch te veel lawaai, gebruik dan oorpluggen.



Veiligheidsbril verplicht

Vonkenscherm

Gebruik het vonkenscherm tijdens het schuren.



Vonkenscherm

Handschoenen

Gebruik veiligheidshandschoenen als je heel scherpe werkstukken gaat afbramen. De handschoenen beschermen jou ook voor eventuele aanraking met de schuurband. Bij de minste aanraking stroopt je vel zo van je hand.



Werkhandschoenen

Leunspaan

De leunspaan zorgt ervoor dat het werkstuk niet tussen de schuurband en het frame schiet. Ook kun je het werkstuk erop laten rusten, zodat je beheerster kunt werken.

Schuren en afbramen met de schuurbandmachine

Voordat je gaat schuren moet je eerst de leunspaan van de schuurbandmachine goed afstellen.

Afstellen van de leunspaan

Stel de leunspaan af:

- evenwijdig aan de horizontale hartlijn
- een halve plaatdikte onder de horizontale hartlijn
- net niet tegen de schuurband aan



Leunspaan afstellen

Schuren en afbramen

Schuren en afbramen met de schuurbandmachine doe je in de volgorde:

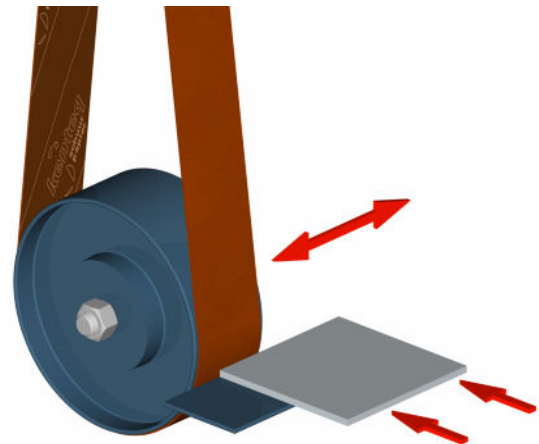
- zijkanten schuren
- plaatkanten schuren
- hoeken afbramen
- zijkanten glad afwerken.

Zijkanten schuren

Leg de plaat met de braam aan de bovenkant op de leunspaan.

Beweeg de zijkant van de plaat rustig heen en weer langs de schuurband.

Doe dit met alle zijkanten van de plaat.



Zijkanten schuren

Plaatkanten schuren

Schuur nu de boven- en de onderkant van de plaat af.

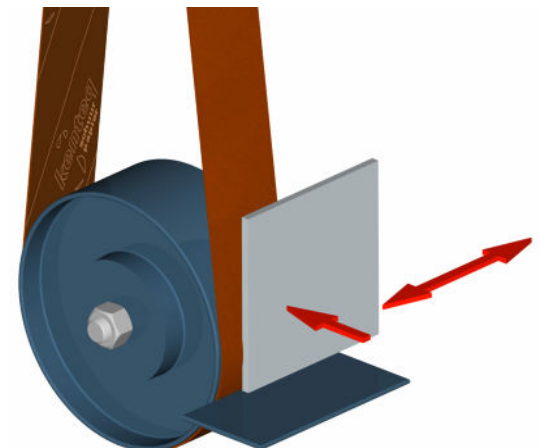
Zet de plaat verticaal op de leunspaan.

Let goed op dat de plaat niet tussen de band en de leunspaan komt.

Als de leunspaan goed is afgesteld kan dat niet gebeuren.

Beweeg de plaat rustig langs de schuurband.

Na het schuren van de plaatkanten zie je aan de zijkanten nog één of twee kleine braampjes.

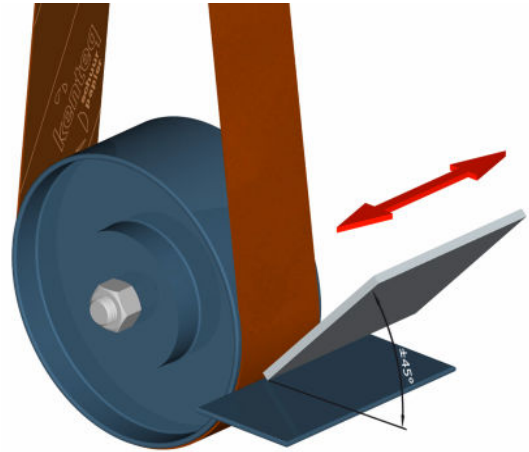


Plaatkanten schuren

Hoeken schuren

Houd de plaat schuin tegen de schuurband.

Beweeg de plaat rustig langs de schuurband terwijl je er licht tegen duwt. Onderbreek deze beweging niet, anders wordt de zijkant niet strak.

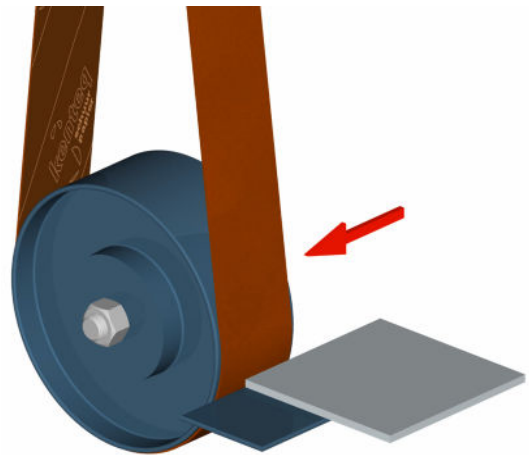
*Hoeken schuren**Zijkanten glad schuren*

Nu moet je de zijkanten nog netjes glad afwerken.

Leg de plaat vlak op de leunspaan.

Beweeg de plaat in één beweging langs de schuurband.

Doe dit zonder kracht te zetten. Dan krijg je een mooie, gladde afwerking.

*Zijkanten glad schuren*

3. Waarvoor dient de leunspaan?



4. Wat doe je voordat je gaat schuren?

5.2 Handschuurmiddelen

Met schuurmiddelen kun je ontbramen, polijsten, oneffenheden en oxiden/roest verwijderen.

De handschuurmiddelen zijn onder te verdelen in:

- schuurvellen en handpads
- schuurschijven.

Schuurvellen en handpads

Met schuurvellen en handpads kun je bramen op het materiaal verwijderen. Ook kun je hiermee lasblauw verwijderen. De vellen en handpads lopen niet vol en roesten en scheuren niet. Dit zorgt voor een hoge productiviteit en lange levensduur.



Schuurvellen



Handpad

Toepassingen

- ontbramen
- voorbehandelen en reinigen van het oppervlak
- matteren en verfijnen
- polijsten
- finishen.

Voordelen

- vormen zich naar het materiaal en zorgen voor een gelijkmatige finish
- ontbramen zonder de afmetingen van het werkstuk aan te tasten
- altijd scherpe slijpkorrels beschikbaar
- geen verontreinigingen op het werkstuk
- hoge standtijd
- water- en oplosmiddelbestendig

Schuurschijven

Schuurschijven zijn ideaal voor licht ontbramen en finishen. De schijven bevatten een hoge weerstand tegen bramen en scherpe randen en zijn beter bestand tegen scheuren.



Schuurschijven

Toepassingen

- reinigen van hoeken en vreemde vormen, gietstukken en oneffenheden
- verwijderen van coatings, verontreinigingen, vulmaterialen, pakkingen, oxiden en roest
- finishen van RVS, aluminium en titanium delen
- voorbereiding voorafgaand aan solderen.

Voordelen

- mooie afwerking
- hoge standtijd
- hoge weerstand tegen scheuren op bramen en scherpe hoeken
- zeer smeerbestendig
- geeft een lichte satijn finish.

5.3 Machine schuurmiddelen

Schijf voor zwaar ontbramen

Deze schijven gaan lang mee en hebben een erg grote productiviteit. De bewerkingen verlopen dan ook veel sneller.



Schijf voor zwaar ontbramen

Toepassingen

- snel verwijderen van corrosie en aanslag
- strippen van coatings
- zwaar ontbramen.

Voordelen

- snelle snijbewerking met lage belasting
- eenvoudig reinigen van oneffen vlakken
- lange levensduur.

Te gebruiken op deze materialen

- gietijzer
- staal
- aluminium
- fiberglas
- composieten

Te gebruiken op deze gereedschappen

- haakse slijper
- rechte slijper.

Synthetische schijf

Synthetische schijven zijn gemaakt van een combinatie van een sterk synthetisch gaas en kwaliteitsschuurmiddelen. Ze zijn ideaal voor het verwijderen, reinigen, ontbramen en finishen van oneffenheden op metalen oppervlakken.



Synthetische schijf

Toepassingen

- reinigen en verwijderen van oneffenheden op metalen oppervlakken
- ontbramen
- matteren.

Voordelen

- agressieve en snelle verspaning
- schijf loopt niet vol
- korte slijptijd.

Te gebruiken op deze materialen

- gietijzer
- staal
- aluminium
- fiberglas
- composieten.

Te gebruiken op deze gereedschappen

- haakse slijper
- rechte slijper
- robots

Nylon schijf

Dit type schuiven wordt gemaakt van non-woven nylon, geïmpregneerd met hoogwaardige slijpkorrels en gepatenteerde smeervrije harsbinding. Deze schijven staan bekend als oppervlaktebewerking schijven. De open structuur voorkomt vol lopen op zachtere materialen, zoals aluminium.



Nylon schijf

Toepassingen

- oppervlakte beschadigingen
- kleine bramen
- oneffenheden
- verwijderen van roest, verf, aanslag en verontreinigingen
- reinigen van matrijzen
- matteren van freeskrassen, gereedschap krassen, ongelijke hoeken en schuurkrassen.

Voordelen

- voorkomt versmeren van het materiaal
- lange standtijd
- goedkoop in aanschaf.

Te gebruiken op deze materialen

- gietijzer
- staal
- aluminium
- fiberglas
- composieten.

Te gebruiken op deze gereedschappen

- haakse slijper
- rechte slijper.

Schijf voor licht- tot zwaar ontbramen

Deze schijven zijn ideaal voor zware braamverwijdering en het reinigen van roest en oxiden.



Licht- tot zwaar ontbramen

Toepassingen

- ontbramen van tandwielen
- matteren van lasnaden
- finishen.

Voordelen

- afhankelijk van het type: licht- tot zwaar ontbramen
- goed snijdend, zowel nat als droog
- veerkrachtige, duurzame constructie.

Te gebruiken op deze materialen

- metalen
- non-ferro metalen.

Te gebruiken op deze gereedschappen

- haakse slijper
- rechte slijper
- robots

Lamellenwielen

Lamellenwielen zijn uitermate geschikt voor het bereiken van moeilijke plaatsen.



Enkele lamellenwielen tussen de schuur- en slijpmiddelen

Toepassingen

- ontbramen en matteren
- reinigen van schroefdraad
- oxiden verwijderen van printplaten
- ontglazen van kunststof onderdelen.

Voordelen

- zeer geschikt voor contouren en moeilijk bereikbare plaatsen
- geven een gelijkmatige finish
- trillingsvrij
- leverbaar als schijf en als stift.

Te gebruiken op deze materialen

- aluminium
- messing/brons
- staal
- RVS
- kunststof
- composieten

Te gebruiken op deze gereedschappen

- geautomatiseerde- en gerobotiseerde apparatuur
- werkbankslijpmachine
- polijstmachines.



5. Waarvoor kun je schuurmiddelen gebruiken?



6. Je wilt schroefdraad reinigen. Welk schuurmiddel gebruik je bij voorkeur ?

- ☐ Schijf voor zwaar ontbramen
- ☐ Synthetische schijf
- ☐ Nylon schijf
- ☐ Schijf voor licht- tot zwaar ontbramen
- ☐ Lamellenwiel

5.4 Samenvatting

- Na een bewerking kun je het werkstuk afbramen met een bandschuurmachine.
- Enkele soorten bandschuurmachines zijn:
 - staande bandschuurmachine
 - hand-bandschuurmachine
 - kleine hand-bandschuurmachine of Powerfile.
- Voor grof werk gebruik je een schuurband met grove korrels of een schuurband met open bestrooiing.
- Voor fijn werk gebruik je een schuurband met fijne korrels of een gesloten bestrooiing.
- De samenstelling en opbouw van de lagen bepalen de eigenschappen.
- Meestal bestaat de opbouw uit vier of vijf lagen.
 - De onderste laag is de drager. Op de drager wordt een lijmlaag aangebracht.
 - Vervolgens worden de schuurkorrels op de lijmlaag gestrooid. Dit gebeurt zo ingenieus dat de scherpe kanten van de korrels naar boven wijzen. De verschillende materialen van de korrels bepalen het toepassingsgebied van het schuurmateriaal.
 - Bovenop de korrels wordt weer een lijmlaag aangebracht om de korrels te verankeren op de drager.
 - Als toplaag wordt er nog een schuuractieve stof toegevoegd. Deze top-coating zorgt ervoor dat het schuurstof goed wordt afgevoerd.
- Werkvolgorde aan de bandschuurmachine:
 - stel de leunspaan goed af
 - schuur de zijkanten van de plaat
 - schuur de plaatkanten
 - braam de hoeken af
 - werk de zijkanten glad af.
- Schuurmiddelen hebben diverse toepassingen zoals: ontbramen, polijsten, oneffenheden verwijderen, oxiden en roest verwijderen.
- Een aantal bekende schuurmiddelen zijn:
 - handschuurmiddelen
 - schijf voor zwaar ontbramen
 - synthetische schijf
 - nylon schijf
 - schijf voor licht- tot zwaar ontbramen
 - lamellenwielen.
- Deze schuurmiddelen zijn toepasbaar op een haakse slijper, een rechte slijper, een werkbankslijpmachine en robots.

5.5 Antwoorden

Antwoord 1

Naast afbramen kun je er ook kleine vlakken mee vlak schuren.

Antwoord 2

De slijpkorrels zitten tussen een aantal lagen, vast in een lijmlaag.

Antwoord 3

De leunspaan zorgt ervoor dat het materiaal niet tussen de slijpband en het frame komt.

Antwoord 4

Voordat je gaat schuren stel je eerst de leunspaan af.

Antwoord 5

Schuurmiddelen hebben diverse toepassingen zoals: ontbramen, polijsten, oneffenheden verwijderen, oxiden en roest verwijderen.

Antwoord 6

Als je schroefdraad wilt reinigen gebruik je bij voorkeur een lamellenwiel

6 Vragen Schuren

Vraag 1

Waarom moet je zoveel mogelijk met een bandschuurmachine schuren?

Vraag 2

Wat kun je naast afbramen nog meer met een bandschuurmachine?

Vraag 3

Hoe kun je voorkomen dat de schuurband scheurt?

Vraag 4

Wat is het belangrijkste onderdeel van de bandschuurmachine?

Vraag 5

Waardoor worden de eigenschappen van de schuurband bepaald?

Vraag 6

Uit hoeveel lagen bestaat een schuurband?

Vraag 7

Waarvoor dient de top-coating op een schuurband?

Vraag 8

Wat wordt bedoeld met een *open bestrooiing*?

Vraag 9

Wat wordt bedoeld met een *gesloten bestrooiing*?

Vraag 10

Wat doe je voordat je gaat schuren met de banschuurmachine?

Vraag 11

Noem enkele toepassingen van schuurmiddelen.

Vraag 12

Waarvoor kun je lamellenschijven gebruiken?

7 Blindklinken

Inleiding

Blindklinken is een verbindingstechniek waarbij met een blindklinknagel en blinkklinktang een (vaste) verbinding wordt gemaakt tussen twee onderdelen. Blindklinkverbindingen worden veel toegepast bij plaatwerk en in lichte constructies, vooral op plaatsen die maar van één zijde bereikbaar zijn.



Blinkklinktang met -nagels

Leerdoelen

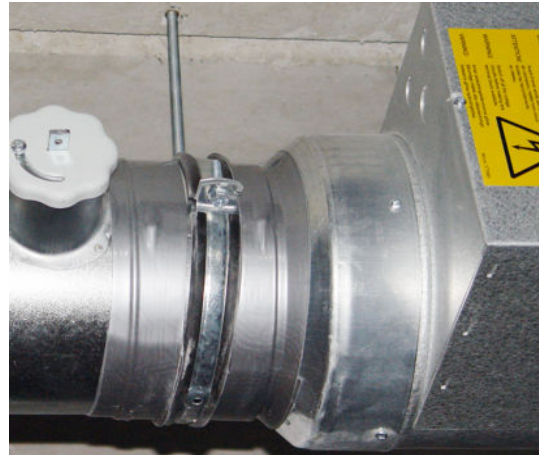
Je kunt:

- uitleggen wat blindklinken is
- uitleggen hoe blindklinken werkt
- uitleggen welke gereedschappen je bij het blindklinken gebruikt
- uitleggen waarmee je rekening moet houden bij het kiezen van een blindklinknagel
- uitleggen wat de voor- en nadelen zijn van blindklinken

7.1 Toepassing

Je kunt blindklinken toepassen in constructies van licht profiel en plaatwerk, zoals bij het maken van kokers uit plaatstaal voor:

- luchtkanalen in luchtverwarmingssystemen
- ventilatiekanalen in luchttoe- en afvoersystemen
- rookgaskanalen bij verbrandingsinstallaties.



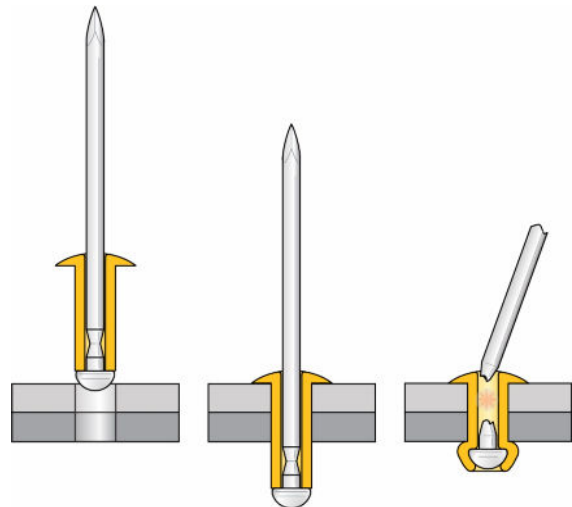
Ventilatiekanaal

In de industrie worden blindklinknagels toegepast in:

- de beplating in een liftschacht
- metalen meubelen
- speelgoed.

7.2 Werkingsprincipe

Blindklinken is een drukvoegtechniek, een techniek waarbij twee of meerdere onderdelen met elkaar wordt verbonden met een derde deel (blindklinknagel).



Blinkklinkverbinding

Een blindklinkverbinding maak je in een aantal (vaste) stappen:

- Boor eerst een gat door de te verbinden onderdelen. Maak het gat iets groter dan de diameter van de blindklinknagel. Hoeveel groter het gat moet zijn is per soort/type blindklinknagel verschillend. Veelal zijn voor blindklinknagels speciale boren verkrijgbaar.



Gat boren

- Plaats de blindklinknagel met de trekpen in de blindklinktang.



Blindklinknagel in blindklinktang plaatsen

- Plaats de huls van de blindklinknagel in het gat en duw deze aan. Zorg er voor dat de kop goed aanligt.
- Knijp de blindklinktang dicht en trek zo de pen naar binnen. Hierdoor vervormt de kop van de pen de bovenkant van de huls. Knijp net zo lang totdat de pen afbreekt.
- De te verbinden onderdelen zitten nu ingeklemd tussen de vervorming van de huls en de nagelkop. Hiermee is de blindklinkverbinding gemaakt.



Blindklinkverbinding



1. Waarom wordt een blindklinkverbinding een permanente verbinding genoemd?

7.3 Blindklinkgereedschap

Bij het maken van een blindklinkverbinding gebruik je als gereedschap een:

- hand blindklinktang of
- machinale blindklinktang.

Hand blindklinktang

De meest voorkomende (hand)blindklinktang heeft twee lange handvatten. Die heb je nodig om kracht te kunnen zetten. Bij de blindklinktang heeft vaak verschillende uitwisselbare neusstukken en een sleuteltje. Je kiest het neusstuk dat past bij de dikte van de blinkklinknagel. Met het sleuteltje draai je het neusstuk vast in de kop van de blindklinktang.



Blindklinktang met neusstukken en sleuteltje

Deze handblindklinktangen gebruik je voor blinkklinknagels met een diameter > 5 mm.



Schaarblindklinktang



Hevelblindklinktang

Machinale blindklinktang

Het maken van een blindklinkverbinding met een handblindklinktang kost kracht. Wanneer je veel blindklinkverbindingen moet maken is het veel makkelijker om een machinale blindklinktang te gebruiken. Hier heb je de keuze uit een:

- elektrische- of accublinkklinktang (blindklinkpistool)
- pneumatische-hydraulische blindklinktang (perslucht).



Accublinkklinktang

7.4 Blindklinknagel

De blindklinknagel ziet eruit als een spijker, is meestal van aluminium en bestaat uit een:

- trekpen met -kop
- nagelhuls met -kop.



Blindklinknagel van aluminium

De trekpen wordt ook nagelstift of stift genoemd. De nagelhuls wordt ook: felsnagel, huls of bus genoemd. Trekpen en nagelhuls zitten altijd aan elkaar vast. De trekpen is onder de kop ingesnoerd.

Type blindklinknagel

Naast blindklinknagels voor speciale toepassingen zijn er een aantal veel gebruikte (typen) blindklinknagels.

Standaardtype

Dit type blindklinknagel gebruik je voor een 'gewone' verbinding. De blindklinknagel is verkrijgbaar met twee verschillende typen trekpen:

- het breek-kop (BH) type
- het breek-pen (BS) type.

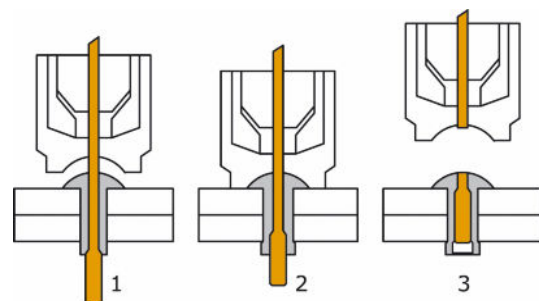


Standaardtype blindklinknagels

Bij de breek-kop uitvoering breekt de kop af en valt uit de nagelhuls. Na het klinken blijft de nagel hol. Bij het breek-pen type blijven de kop en een deel van de pen in de nagelhuls achter. Deze uitvoering geeft daardoor een hogere sterkte tegen afschuiving.

Hogere sterkte tegen afschuiving

Deze blindklinknagel heeft een stift met een langere tapse verdikking. Deze plaats je op dezelfde manier als een normale blindklinknagel in een gat (1). Behalve de bus vervormt ook de verdikking van de stift tijdens het intrekken, deze wordt slanker en langer (2). Je trekt de verdikking helemaal in de bus tot de stift breekt, de bus zet naar buiten uit en sluit de ruimte tussen het gat en de bus af (3).



Blindklinknagelverbinding

Gasdichte blindklinknagel (bekertype)

Dit type gebruik je voor gasafdichtingen of vloeistofafdichtingen.

Gewone blindklinknagels kunnen lekken. Gasdichte blindklinknagels sluiten gasdicht en vloeistofdicht af.

Tijdens het plaatsen van de blindklinknagel zet de huls uit waardoor een gatafdichting wordt gegarandeerd. De restnagel wordt onverliesbaar in de huls opgesloten (zeer trilbestendig).

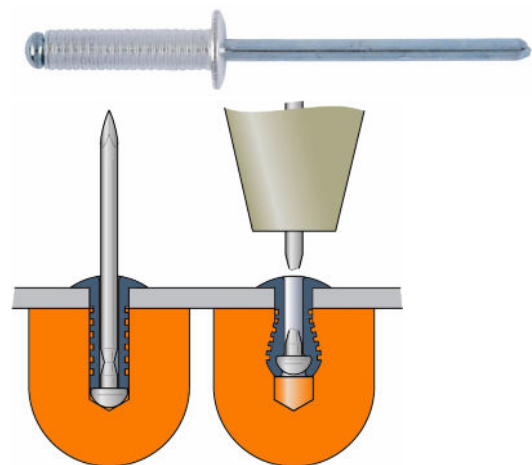
Gasdichte blindklinknagels zijn duurder dan niet-gasdichte blindklinknagels.



Gasdichte blindklinknagel

Gegroefd type

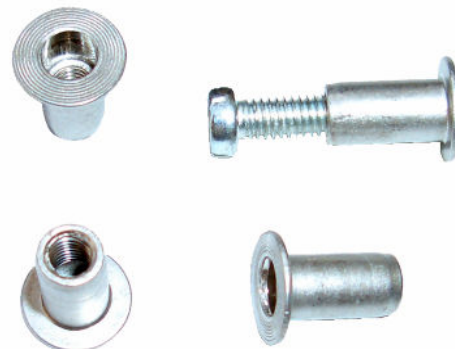
Deze kun je gebruiken in blinde boorgaten en bij bijzondere materialen, zoals hout, kunststof, steen en beton. De nagelhuls heeft ribbels, daardoor heeft deze meer grip op de gatwand.



Gegroefde blindklinknagel

Blindklinkmoer

Een bijzondere uitvoering is de blindklinkmoer, deze heeft inwendig schroefdraad. Je gebruikt de blindklinkmoer samen met een schroef.



Blindklinkmoer



2. Welk deel van de blindklinknagel trekt de te verbinden onderdelen tegen elkaar aan?

- ? 3. Noem de twee trekpen typen.

Nagelkopvormen

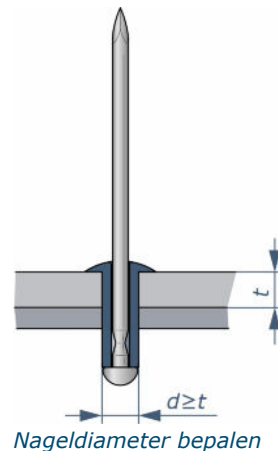


De nagelkop kan drie verschillende vormen hebben:

- een normale platbolkop (A)
- een verzonken kop 120° (B)
- een grote platbolkop (C)

Nageldiameter

Op de werktekening of in de materiaallijst staat de te gebruiken blindklinknagel vermeld. Er zijn wel situaties waar je de diameter van de nagel zelf moet bepalen, bijvoorbeeld bij onderhoud of reparatie. Neem dan een nageldiameter die minstens gelijk is aan de dikte van de dikste plaat (t) die je moet verbinden.



- ? 4. Je moet twee platen met elkaar verbinden. De ene plaat is 3 mm dik, de andere is 4 mm dik.
Hoe groot moet de nageldiameter ten minste zijn?

Gatdiameter

Het boorgat is niet voor elk nageltype hetzelfde. Houd voor de (gat)diameter de gegevens van de fabrikant aan. Als richtlijn kun je de gegevens van de tabel gebruiken.

Type nagel	Diameter gat
standaardtype	nageldiameter + 0,05 à 0,1 mm
bekertype	nageldiameter + 0,1 mm
gegroefd type	nageldiameter + 0,3 mm

Tabel gatdiameters bij verschillende types

Klemlengte

De klemlengte, ook grip- of greeplengte genoemd is de dikte van het platenpakket dat een blindklinknagel mag klemmen. De klemlengte vind je op de verpakking en in de tabellen van de fabrikant. Voor elke verbindingdikte en voor elk nageltype staat hierop de vereiste lengte.



Klemlengte

Voorbeeld

Gegeven

Je moet twee metalen platen met blinkklinknagel aan elkaar verbinden. De ene plaat is 2 mm dik, de andere 3 mm. Je gebruikt blinkklinknagels met een diameter van 3,2 mm.

Gevraagd

Welke klem- of griplengte moet je gebruiken?

Oplossing

Zie 'Tabel voor bepalen nagellengte'. De te verbinden plaatdikte is $2 + 3 = 5$ mm. Je kiest dan voor de nagel met de eerstvolgende langere klem- of griplengte, in dit geval $G = 6,4$ mm en $L = 9,7$ mm. Gebruik beslist geen kortere klemlengte omdat dan de werking van de nagel niet gegarandeerd is.

Nagel-diameter d (mm)	Boor-diameter (mm)	Maximum klinkbereik G (mm)	L_{nominaal} (mm)
2,4 mm (3/32")	2,45	2,4	5,1
		4,8	7,5
		6,4	9,2
3,2 mm (1/8")	3,3	1,6	4,3
		3,2	6,1
		4,8	7,9
		6,4	9,7
		8,0	11,5
		9,5	13,3
		11,1	15,0
		12,7	16,8
		14,3	18,6
		16,6	20,2
4,0 mm (5/32")	4,1	22,4	25,4
		3,2	6,8
		4,8	8,5
		6,4	10,3
		8,0	12,1
		9,5	13,9
		11,1	15,7
		12,7	17,4
		13,5	18,4
		16,0	20,2

Tabel voor bepalen nagellengte



5. Je moet met twee blinkklinknagels een aluminium handvat aan een -plaat bevestigen. De materiaaldikte van het handvat is 4 mm, die van de plaat 6 mm. De diameter van de blinkklinknagel is 3,2 mm. Welke griplengte moet je hier gebruiken?

Materiaalsoorten

Blindklinknagels zijn er in verschillende materiaalsoorten, zoals:

- staal
- roestvast staal
- monel (een legering van ongeveer 68% nikkel en 30% koper)
- aluminium (99,5% puur)
- aluminium legeringen (AlMg 2,5%; AlMg 3,5% en AlMg 5%)
- koper.

De trekpen is meestal van:

- staal
- roestvast staal
- aluminium.

Alle genoemde typen materialen hebben hun specifieke toepassingsgebied. Gebruik daarom altijd de op tekening of materiaallijst voorgeschreven blindklinknagel.

Corrosie

Wanneer verschillende soorten materiaal met elkaar in contact komen, kunnen ze elkaar aantasten. Dit wordt galvanische corrosie genoemd. Ook andere stoffen kunnen corrosie veroorzaken, bijvoorbeeld zouten, zuren en gassen. Dit heet chemische corrosie. Om deze corrosie te voorkomen is de keuze van het materiaal heel belangrijk.

Corrosie kan veelal worden voorkomen door de juiste blindklinknagel (juiste materiaal met een eventuele oppervlaktebescherming) te kiezen.

Op de werktekening kan ook aangeven zijn dat er speciale voorzorgsmaatregelen getroffen moet worden zoals het toepassen van een speciaal afdichtings- of anti-corrosiemiddel. Dit middel wordt dan in het geboorde gat aangebracht vóórdat de blindklinknagel in het gat wordt gebracht.

➤ Let op!

Gebruik nooit een aluminium (Al) blindklinknagel in een roestvaststaal (rvs) constructie. De nagel zal door galvanische corrosie snel oxideren.

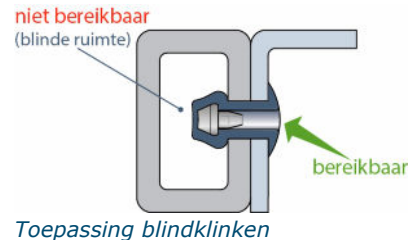
Anders gezegd: De blindklinknagels kunnen 'wegroesten'.

7.5 Voor- en nadelen

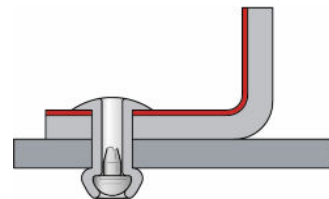
Zoals elke verbinding heeft ook blindklinken voor- en nadelen.

Voordelen

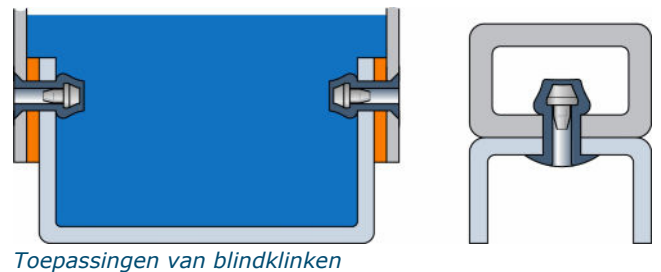
- Met de computergestuurde boor-klink-machines kunnen bij serieproductie grote aantallen blindklinknagels volledig automatisch worden geplaatst.
- De (blindklink)verbinding hoeft maar aan één kant bereikbaar te zijn.



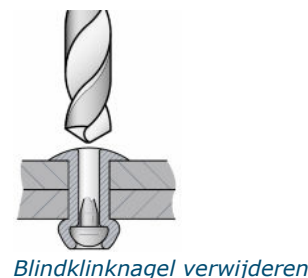
- Blindklinken zorgt voor een redelijk goede verbinding. Het wordt in de constructie echter niet voor structurele verbindingen gebruikt vanwege de relatief lage sterkte.
- Met blindklinken trek je alle nagels even stevig aan.
- Het aanbrengen van een blindklinknagel verbinding kan door één persoon worden uitgevoerd.



- Vervorming en spanning gebeuren alleen in de nagel zelf. De plaat blijft dus strak en vlak. Bij dunne plaat kan wel enige vervorming ontstaan vanwege de kleine ringvormige drukbelasting rondom het gat.
- Gelakte of geëmailleerde delen worden niet beschadigd.
- Je kunt vloeistof- en gasdichte verbindingen maken.
- Je kunt ook op moeilijke plekken een blindklinknagel aanbrengen.

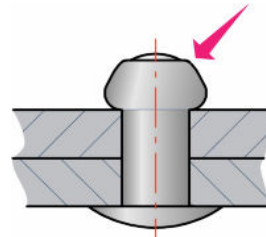


- Je kunt blindklinknagels gebruiken in harde en zachte materialen. Ook op kunststoffen.
- Je kunt een blindklinknagel 'makkelijk' verwijderen. Dat doe je door uitboren. De boor moet dan dezelfde diameter hebben als de boor voor het maken van het gat.



Nadelen

- Lagere sterkte dan bouten, schroeven of pennen.
- De sluitkop steekt boven de plaat uit.
- Je moet een boorgat goed afbramen. Een braam rond de zet- en sluitkop kan een kerfwerking in de overgang tussen de nagelhuls en de kop veroorzaken waardoor de sterkte van de nagel (verbinding) flink minder wordt.
- Een verbinding met standaard blindklinknagels is niet bestand tegen trillingen.



Sluitkop als obstakel

7.6 Samenvatting

- Bij een blindklinkverbinding plaats je een blindklinknagel in een gat in twee materiaaldelen. Je trekt de pen van de blindklinknagel aan met een blindklinktang. De blindklinknagel trekt de materiaaldelen vast op elkaar. Aan de 'blinde zijde' wordt door de pen een kop gevormd. De pen breekt af en de verbinding is gemaakt.
- Er zijn twee type trekpenen:
 - breek-kop type (BH)
 - breek-pen type (BS).
- Er zijn verschillende typen blindklinknagels:
 - standaardtype
 - bekertype
 - gegroefd type.
- Bij het kiezen van een blindklinknagel houd je rekening met:
 - de voorschriften volgens de werktekening of materiaallijst
 - de nageldiameter
 - de gatdiameter
 - de klem- of griplengte
 - de materiaalsoort.

7.7 Antwoorden

Antwoord 1

Na het breken van de trekpen kun je de blindklinkverbinding niet demonteren zoals bijvoorbeeld een schroefverbinding.

Antwoord 2

De trekpen trekt de verbinden onderdelen tegen elkaar aan. De nagelbus zorgt voor de (vaste) verbinding.

Antwoord 3

- breek-kop type (BH)
- breek-pen type (BS)

Antwoord 4

De nageldiameter moet minstens 4 mm zijn, dit is de dikte van de dikste plaat.

Antwoord 5

Zie 'Tabel voor bepalen nagellengte'. De totale dikte is $4 + 6 = 10$ mm. Je kiest dan voor de nagel met een griplengte van $G = 11,1$ mm.

8 Vragen Blindklinken

Vraag 1

Uit welke twee onderdelen bestaat een standaard blindklinknagel?

Vraag 2

Geef in de tabel met nummers aan wat de juiste volgorde is voor het maken van een blindklinkverbinding.

Bewerkingsstap	Volgorde
Blindklinknagel in het gat plaatsen	
Blindklinknagel aantrekken met blindklinktang	
Gat boren in de materiaaldelen	
Blindklinknagel breekt af	

Vraag 3

Noem drie verschillende typen blindklinknagels.

Vraag 4

Welk type blindklinknagel gebruik je als je een gasdichte verbinding wilt maken?

Vraag 5

Welk type blindklinknagel heeft een grote afschuifsterkte?

Vraag 6

Je wilt twee platen met elkaar verbinden met een blindklinknagel. De ene plaat is 2 mm dik, de andere plaat is 4 mm dik. Welke nageldiameter gebruik je?

Vraag 7

Waar vind je de informatie over de klem- of griplengte van een blindklinknagel?

Vraag 8

Hoe voorkom je galvanische corrosie bij blindklinkverbindingen?

Vraag 9

Mag je een aluminium (Al) blindklinknagel gebruiken in een roestvaststalen (rvs) constructie zonder aanvullende maatregelen te treffen? Verklaar je antwoord.

Vraag 10

Waarom is een blindklinkverbinding vaak wel toepasbaar op plaatsen waar je geen bout/moer verbinding kunt toepassen?

Vraag 11

Kun je een blindklinkverbinding verwijderen? Verklaar je antwoord.

Vraag 12

Waarom moet je het boorgat afbramen voordat je de blindklinknagel plaatst?

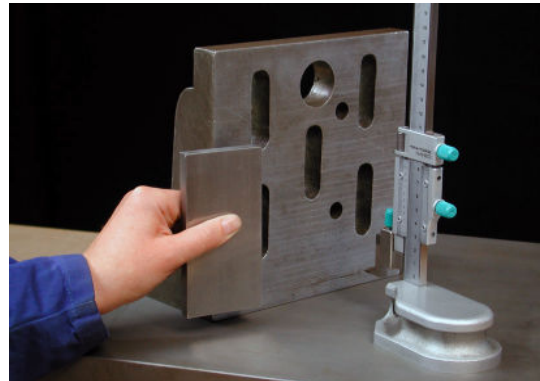
9 Hoogtemeter

Inleiding

Een hoogtemeter is een schuifmaat die rechtop staat. Het wordt ook wel een hoogteschuifmaat genoemd.

Je gebruikt een hoogtemeter als je:

- wilt meten aan een rechtopstaand product
- een rechte lijn op een product wilt aftekenen
- evenwijdige lijnen wilt trekken
- meerdere producten wilt aftekenen.



Aftekenen m.b.v. een hoogtemeter

Leerdoelen

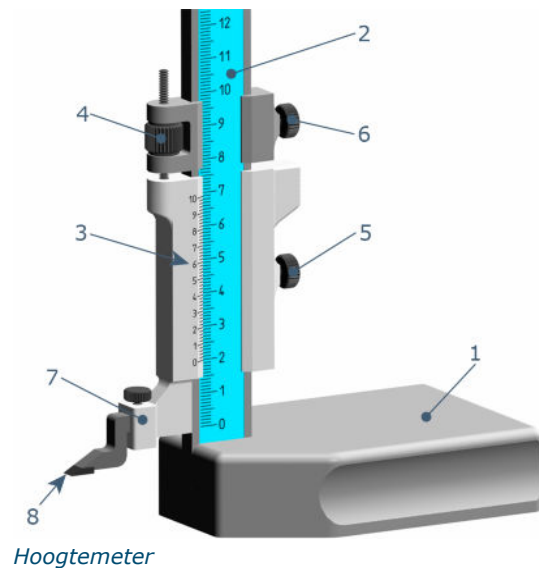
Je kunt:

- de onderdelen van een hoogtemeter benoemen
- uitleggen hoe je een hoogtemeter gebruikt
- toebehoren voor een hoogtemeter noemen
- soorten hoogtemeters van elkaar onderscheiden.

9.1 Onderdelen

Een hoogtemeter bestaat uit een:

1. voetstuk
2. liniaal
3. nonius
4. fijnstelwiel
5. blokkeerschroef nonius
6. blokkeerschroef fijnstelwiel
7. naaldhouder
8. afschrijfnaald met meetvlak.



Voetstuk

De hoogtemeter staat op het voetstuk. Het voetstuk heeft een vlakke onderkant en is zwaar, zodat de hoogtemeter recht staat en niet omvalt.

Liniaal

Op de liniaal staat de maatverdeling. Dit is een maatverdeling in millimeters.

Nonius

Met de nonius kun je de gemeten of ingestelde waarde achter de komma bepalen.

Fijnstelwiel

Met dit wielje kun je de schuif nauwkeurig verplaatsen.

Blokkeerschroef

Met de blokkeerschroef zet je de schuif met nonius vast. Zo kun je aftekenen zonder dat de ingestelde lengte verandert.

Afschrijfnaald met meetvlak

De afschrijfnaald zit vast aan de schuif. Je meet de lengte tussen de onderkant van de afschrijfnaald waar het meetvlak zit en de onderkant van het voetstuk.

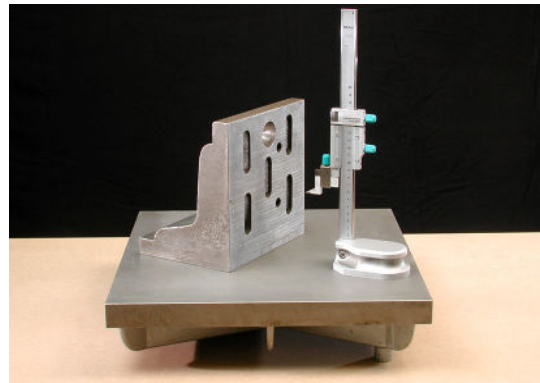


1. Waar vind je de afleesnauwkeurigheid van de hoogtemeter?

9.2 Toebehoren

Een hoogtemeter gebruik je in combinatie met:

- een vlakplaat
- een hoekplaat.



Toebehoren

Vlakplaat

Een vlakplaat is een plaat van gietstaal of natuursteen.

De bovenkant van de plaat is zuiver vlak, vandaar de naam.

Op de vlakplaat kun je metingen doen of materiaal aftekenen.



Stalen vlakplaat

➤ Let op!

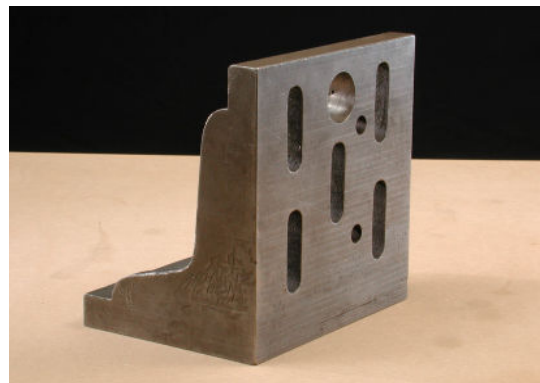
Je mag op een vlakplaat nooit centeren, want dan beschadig je de vlakplaat.

Hoekplaat

Een hoekplaat is een stalen profiel die exact haaks is.

Als je aftekent met een hoogtemeter, zet je het materiaal tegen de hoekplaat.

Dan staat het materiaal precies haaks op de vlakplaat.



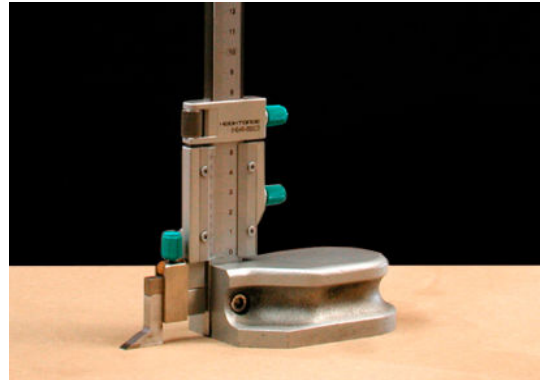
Hoekplaat

9.3 Soorten hoogtemeters

Er zijn analoge en digitale hoogtemeters.

Analoge hoogtemeter

Bij een analoge hoogtemeter lees je de gemeten waarde af op de liniaal en de nonius.



Analoge hoogtemeter

Digitale hoogtemeter

Een digitale hoogtemeter heeft een display waarop je de gemeten waarde kunt aflezen.



Digitale hoogtemeter

- ? 2. Heeft een digitale hoogtemeter een nonius? Waarom wel/niet?

9.4 Opbergen

De hoogtemeter is een precisie-instrument. Behandel de hoogtemeter met zorg. Laat de hoogtemeter na gebruik niet slingeren maar ruim deze op. Zo gaat het langer mee.

9.5 Samenvatting

- Je gebruikt een hoogtemeter als je:
 - wilt meten aan een rechtopstaand product
 - een rechte lijn op een product wilt aftekenen
 - evenwijdige lijnen wilt trekken
 - meerdere producten wilt aftekenen.
- Een hoogtemeter bestaat uit:
 - een voetstuk
 - een liniaal met hoofdverdeling
 - een schuif met nonius
 - een fijnstelwiel
 - een blokkeerschroef
 - een verstelbare meetbek met een krasnaald.
- Een hoogtemeter gebruik je in combinatie met:
 - een vlakplaat
 - een hoekplaat.
- Er zijn analoge en digitale hoogtemeters.

9.6 Antwoorden

Antwoord 1

De afleesnauwkeurigheid van een hoogtemeter staat op de nonius.

Antwoord 2

Een digitale hoogtemeter heeft geen nonius omdat je de gemeten waarde afleest van een display.

10 Vragen Hoogtemeter

Vraag 1

Waarom heeft een hoogtemeter slechts één meetbek?

Vraag 2

Waarom is de voet van een hoogtemeter zo zwaar?

Vraag 3

Waarmee zet je het product haaks op de vlakplaat?

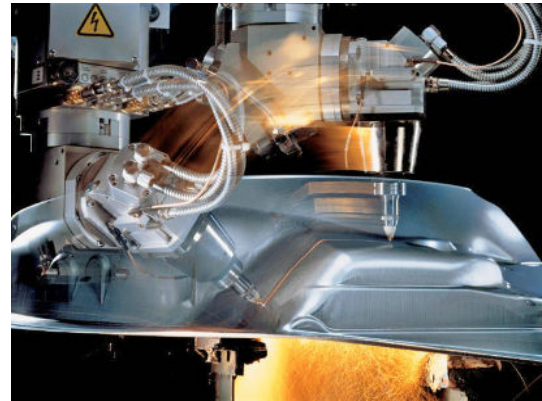
11 Lasersnijden

Inleiding

Lasersnijden is een vorm van thermisch snijden. Door het werkstuk plaatselijk sterk te verhitten met een lichtbundel met een zeer hoge energiedichtheid, smelt of verdampt het materiaal. Zo ontstaat er een snede.

Een niet-reagerend gas blaast het gesmolten of verdampte materiaal weg. Je kunt ook een reactief gas gebruiken. Dan verbrandt het gesmolten of verdampte materiaal.

Lasersnijmachines zijn computergestuurd.



CNC-lasersnijden

Leerdoelen

Je kunt:

- uitleggen hoe een lasersnijmachine is opgebouwd
- de functie van de hoofdcomponenten van een lasersnijmachine benoemen
- omschrijven welke materialen, afmetingen en vormen te snijden zijn met een lasersnijmachine
- benoemen welke overige bewerkingen je kunt uitvoeren met een lasersnijmachine
- het principe is van lasersnijden uitleggen
- benoemen welke lasersnijmethodes er zijn.

11.1 Opbouw van de lasersnijmachine

Een lasersnijmachine heeft vier hoofdcomponenten:

- laser
- besturing
- bundelgeleiding
- bewerkingsstation.

Laser

De laser zendt een heel smalle lichtbundel uit met een erg hoge energiedichtheid. De energiedichtheid is zo hoog – tot wel 100 kW/mm^2 – dat je er plaatmateriaal mee kunt snijden. Waar de laserbundel het werkstuk raakt, smelt, verdampt of verbrandt het plaatmateriaal.

Er zijn drie typen lasers:

- CO₂-laser
- Fiberlaser
- Kristallaser (Nd:YAG-laser).



Laser

CO₂ laser

CO₂-lasers zijn gaslasers die werken met een gasmengsel van koolstofdioxide dat elektrisch wordt gestimuleerd. CO₂-lasers hebben een relatief hoge efficiëntie en hebben een zeer goede straalkwaliteit. CO₂-lasers zijn de meest toegepaste lasertypes.

Fiberlaser

Fiberlasers behoren tot de groep van de lasers met een vast lichaam. Ze genereren de laserstraal met behulp van de zogenaamde "seed laser" en versterken deze in speciaal ontworpen glasvezels waaraan via pompdiodes energie wordt toegevoegd. Door hun uiterst kleine focusdiameter is de intensiteit tot 100 keer hoger dan van CO₂-lasers.

Kristallaser

Net zoals fiberlasers behoren kristallasers tot de groep van de lasers met een vast lichaam. De meest voorkomende lasertypes in deze categorie zijn Nd:YAG (neodymium-gedoteerd yttrium-aluminium-granaat) en Nd:YVO (neodymium-gedoteerd yttrium ortho-vanadate), genoemd naar het doteerelement neodymium en het draagkristal.

Besturing

Lasersnijmachines zijn CNC-gestuurd. De besturing regelt de werking van het hele systeem. Ook zorgt de besturing voor de beveiliging van alle componenten.

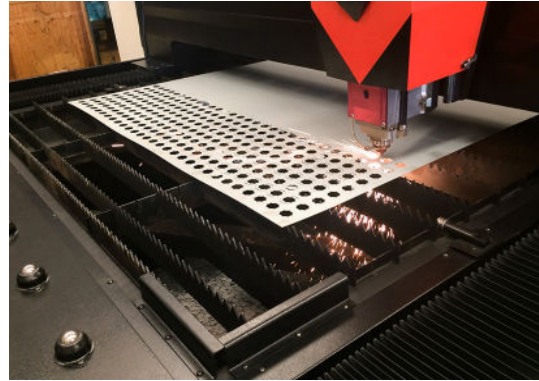
Bundelgeleiding

De CNC-besturing brengt de laserbundel op de gewenste plaats op het werkstuk. Hiervoor zijn drie methoden:

- bewegende laserbundel
- bewegende tafel
- bewegende laserbundel en tafel (hybride methode).

Bewegende laserbundel

Bij een bewegende laserbundel staat het werkstuk stil en maakt de laserbundel de benodigde bewegingen. Dit wordt ook wel 'flying optics' genoemd.



Flying optics

Het voordeel van flying optics is dat de bewegingssnelheid erg hoog is. Het nadeel is dat de laser niet vast is opgesteld.

Bewegende tafel

Bij een bewegende tafel staat de laserbundel stil en beweegt de tafel met het werkstuk. Het voordeel van deze methode is dat de laserkop vast is opgesteld. Het nadeel is dat de bewegingssnelheid beperkt is. Vooral bij het snijden van dun plaatmateriaal levert dit problemen op.

Hybride methode

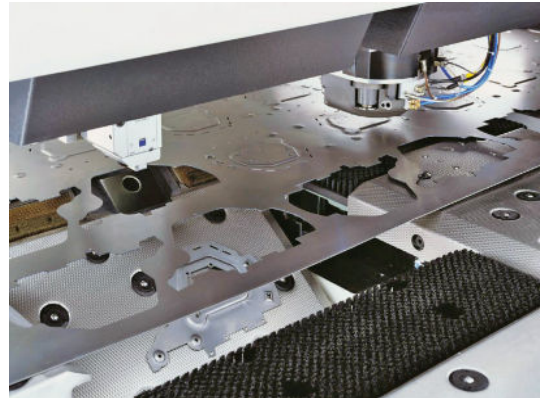
Bij een bewegende laserbundel en -tafel wordt zowel de laserbundel als het werkstuk (tafel) verplaatst. Je noemt dit de hybride methode. Hybride betekent: een combinatie van twee methodes.

Bewerkingsstation

De bundelgeleiding brengt de laserbundel naar één of meer bewerkingsstations. Als er verschillende bewerkingsstations zijn, verdelen lenzen en spiegels de laserbundel. Het totale vermogen van de laser is gelijk aan de som van de vermogens van de afzonderlijke bewerkingsstations. Voor lasersnijden heb je een hoog vermogen nodig. Daarom gebruiken we meestal maar één bewerkingsstation.

Op het bewerkingsstation vindt het snijden plaats. Dicht bij de plek waar de laserbundel het werkstuk raakt, is een mondstuk gemonteerd voor het snijgas. We noemen dit mondstuk de nozzle. Het soort snijgas en de druk bepalen hoe de nozzle eruitziet.

Het is belangrijk dat je makkelijk bij het bewerkingsstation kunt komen. Bij gebruik van een bewegende tafel mogen er beslist geen uitgesneden onderdelen blijven liggen. Je moet ze direct wegnemen. Bij gebruik van flying optics hoeft je uitgesneden onderdelen niet meteen te verwijderen. Sommige machines hebben een klep voor de automatische afvoer van kleinere onderdelen.



Uitgesneden product valt automatisch in de opvangbak

Tijdens het snijden komen er gassen vrij. Deze moet je afzuigen. Bij het snijden van kunststoffen moet je de afvoergassen bovendien filteren. Ook smelt en slakken voer je af. Sommige lasersnijmachines koelen de slakken eerst met water.



1. Wat is het verschil tussen een CO₂-laser en een Nd-YAG-laser?

11.2 Gebruik van de lasersnijmachine

Hier lees je voor welke materialen je een lasersnijmachine gebruikt, wat de voor- en nadelen ervan zijn en welke bewerkingen je nog meer kunt uitvoeren met de laser.

Materialen, maten en vormen

Met de lasersnijmachine kun je veel materialen en vormen snijden, maar niet alles.

Materialen

Lasersnijden is in principe alleen geschikt voor het scheiden van plaatmateriaal.

Metalen

Deze metalen (ferro) zijn makkelijk te bewerken:

- ijzer
- staal
- nikkel
- tin.

Ze zijn geschikt vanwege de hoge energieabsorptie, de matige thermische geleiding en de lage smelttemperatuur.

Deze metalen zijn moeilijker te bewerken:

- goud
- zilver
- koper
- aluminium
- messing.

Deze zijn minder geschikt vanwege de lage energieabsorptie, de hoge thermische geleiding en de hoge reflectie.

Niet-metalen

Deze niet-metalen (non-ferro) zijn gemakkelijk te bewerken:

- keramiek
- kwarts
- porselein
- sommige kunststoffen.

Deze niet-metalen zijn moeilijker te bewerken:

- papier
- hout
- glas
- sommige kunststoffen.

Afmetingen

De maximale grootte van het werkstuk hangt af van de uitvoering van de snijmachine. Sommige machines zijn alleen geschikt voor kleine en lichte platen. Met andere machines verwerk je ook grote, zware platen.

Plaatdikten

Lasersnijden is mogelijk tot ongeveer 20 mm plaatdikte. Meestal is het materiaal een stuk dunner.

Vormen

Je kunt bijna elke denkbare vorm snijden. Smalle gleuven, fijne dammen, scherpe hoeken en gecompliceerde contouren zijn geen probleem. Veel van deze vormen kon je vroeger alleen maken door naslijpen of uitfrezen.



Producten met complexe contouren

Voor- en nadelen van lasersnijden

De voordelen van lasersnijden zijn:

- de bewerkingssnelheid is hoog
- de nauwkeurigheid is groot
- de snede is heel smal
- de snijkanten van de snede zijn altijd recht
- de ruwheid van de snede is klein
- er is bijna geen naloop
- alleen de snede is heet
- je kunt heel ingewikkelde vormen maken
- het werkstuk raakt haast niet beschadigd
- er is minder materiaalverlies dan bij andere methodes.

De nadelen van lasersnijden zijn:

- lasersnijmachines zijn duur in aanschaf
- de bewerkingskosten zijn hoog
- niet alle materialen zijn geschikt
- je moet speciale (veiligheids)maatregelen nemen.

Andere bewerkingen met de laser

Snijden is niet het enige wat je kunt doen met de laser. Ook andere bewerkingen zijn mogelijk. Je ziet er hier vijf.

Boren en frezen

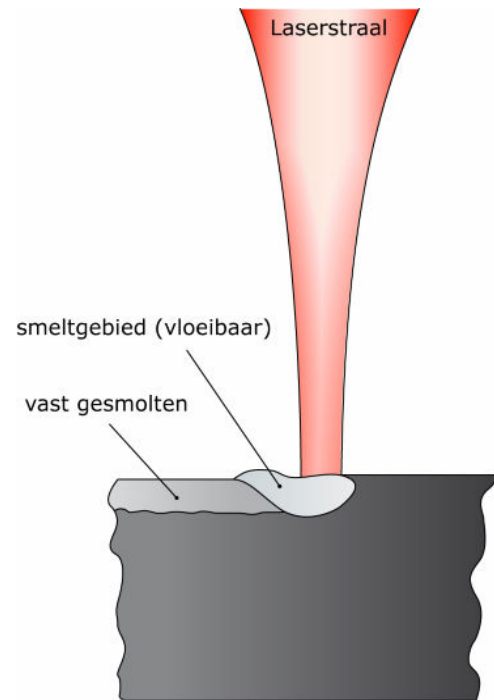
Laserboren en laserfrezen lijken erg op lasersnijden. Bij boren blaast het snijgas het gesmolten of verdampte materiaal uit het boorgat. Je gebruikt laserboren bijvoorbeeld voor het maken van heel kleine koelgaten in turbineschoepen.

Laserharden

Bij laserharden verhit de laser het metaaloppervlak heel snel, waarna het materiaal op een koude ondergrond ook weer snel afkoelt. Het voordeel van laserharden is dat je geen afschrikmedium nodig hebt en dat er bijna geen vervorming optreedt.

Omsmelten van een oppervlaktelaag

Met een laser kun je heel nauwkeurig delen van een werkstuk omsmelten. Voor het omsmelten breng je meestal een poederlaag aan van slijtage- of corrosiebestendig materiaal of van legeringselementen. Gietijzer bijvoorbeeld is na een laserbehandeling beter bestand tegen slijtage.



Omsmelten van een oppervlaktelaag

Solderen

Solderen met de laser komt je veel tegen in de elektronica-industrie. Voor solderen heb je een gerichte warmtebron en een beperkt vermogen nodig. Zowel zacht- als hardsolderen is mogelijk.

Lassen

Bij laserlassen richt je een sterke laserbundel op de onderdelen die je wilt verbinden. Er zijn twee methodes:

- geleidingslassen / dieplassen
- puntlassen / naadlassen.



2. Waarom kun je goud moeilijk lasersnijden?

11.3 Werking van de lasersnijmachine

Voor de werking van de lasersnijmachine gaan we eerst wat dieper in op het principe van lasersnijden. Daarna kijken we naar het snijproces in de praktijk.

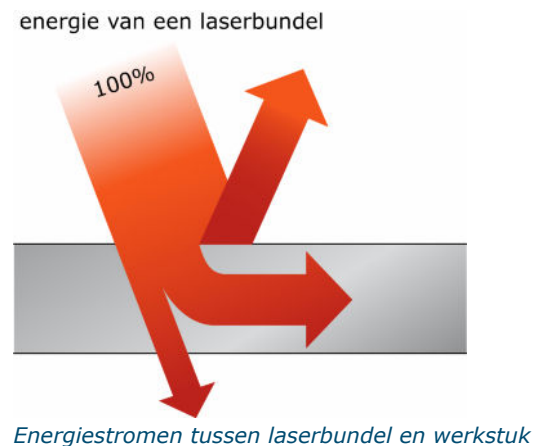
Principe

Bij lasersnijden richt je een laserbundel op de plaat die je wilt snijden. Het plaatmateriaal neemt dan de energie van de laserbundel op. Dat noem je absorptie. Door de absorptie wordt het materiaal plaatselijk zo heet dat het verdampt, smelt of verbrandt. Zo ontstaat er een snede.

Energieverlies

Het plaatmateriaal bij de snede absorbeert niet alle energie van de laserbundel. Er treedt energieverlies op doordat:

- het oppervlak van het werkstuk een deel van de laserbundel weerkaatst (reflectie)
- het materiaal een deel van de energie van de laserbundel door laat
- ook een deel van het plaatmateriaal buiten de snede wordt verwarmd.



Absorptie en reflectie

De hoeveelheid geabsorbeerde of gereflecteerde energie is afhankelijk van:

- het materiaal dat je snijdt
- de golflengte van het laserlicht.

In de tabel staan de absorptiecoëfficiënten voor verschillende materialen en verschillende golflengtes. Je ziet dat niet alle materialen even 'laservriendelijk' zijn. Sommige materialen zijn makkelijk te bewerken, andere juist moeilijk.

Metaal	Absorptie	
	Nd-YAG (1000 nm)	CO ₂ (10 µm)
Aluminium	0,08	0,019
Koper	0,10	0,015
Goud	--	0,017
IJzer	--	0,035
Lood	0,16	0,045
Molybdeen	0,40	0,027
Nikkel	0,26	0,03
Platina	0,11	0,036
Zilver	0,04	0,014
Tin	0,19	0,034
Titanium	0,42	0,08
Zink	0,16	0,027

Absorptiecoëfficiënten

Laservriendelijke materialen:

- hebben een groot absorptievermogen
- hebben weinig reflectie
- zijn niet brandbaar.

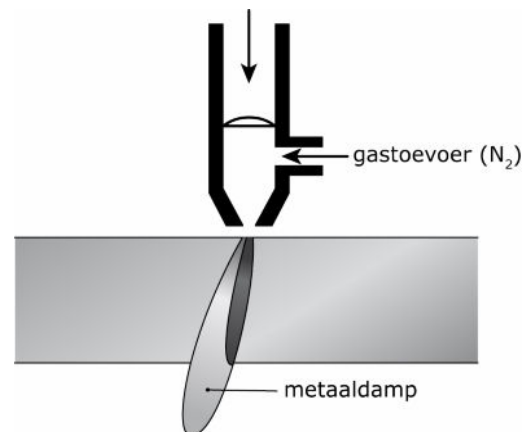
Lasersnijmethodes

Er zijn drie snijmethodes:

- Sublimeersnijden
- Smeltsnijden
- Brandsnijden.

Sublimeersnijden

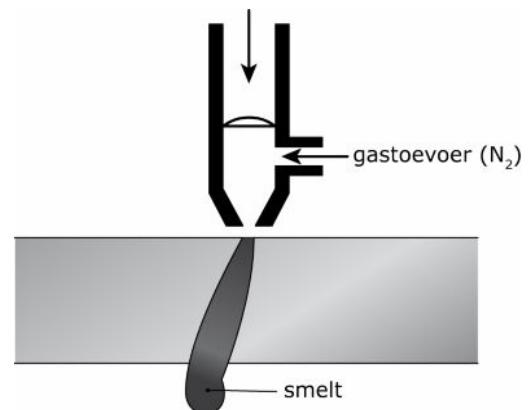
Bij sublimeersnijden gaat het verhitte materiaal direct over van de vaste fase in de gasfase. Voor deze snelle overgang heb je in korte tijd veel energie nodig. Daarom gebruiken we een laser met een heel korte puls en een erg hoge energiedichtheid (ongeveer 100 kW/mm²). De eigen dampdruk of een niet-reagerend snijgas blaast het verdampte materiaal weg. Veelgebruikte snijgassen voor sublimeersnijden zijn argon, stikstof en helium.



Sublimeersnijden

Smeltsnijden

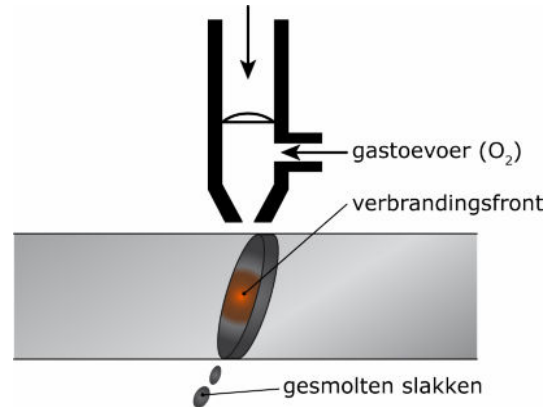
Bij smeltsnijden smelt het verhitte materiaal eerst. Pas daarna verdampt het. Voor deze snijmethode gebruik je een laserbundel met een lagere energiedichtheid dan bij sublimeersnijden. Daardoor smelt het materiaal over de hele dikte. Via de nozzle blaast een niet-reagerende gasstraal het gesmolten materiaal weg uit de snede. Veelgebruikte snijgassen voor smeltsnijden zijn argon, stikstof en helium. Een coaxiale gasstroom beschermt de optiek tegen terugspattend materiaal.



Smeltsnijden

Brandsnijden

Bij brandsnijden verhit de laserbundel het plaatmateriaal tot boven de ontstekingstemperatuur. Als snijgas wordt zuivere zuurstof gebruikt. Het snijgas laat het verhitte materiaal direct verbranden en blaast ook de verbrandingsresten weg. Brandsnijden heeft als nadeel dat er een oxidelaag op het materiaal ontstaat. Deze geeft bij lastoepassingen vaak moeilijkheden. Voordelen van brandsnijden zijn de hoge snijsnelheid (brandsnijden gaat tien keer zo snel als sublimeersnijden) en het lagere energieverbruik.



Brandsnijden

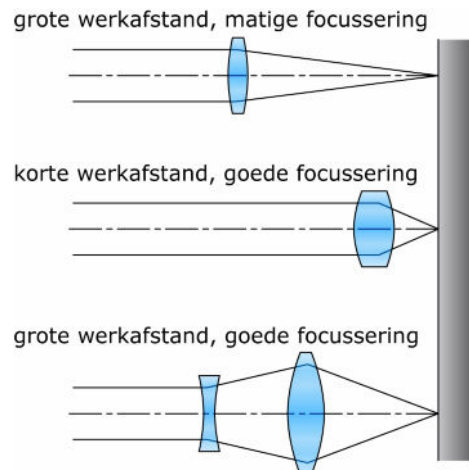
Snijnsnelheid

De snijnsnelheid is vooral afhankelijk van:

- het oppervlak dat de laserbundel verhit. Je noemt dit oppervlak de 'spot'. Hoe kleiner de spot, hoe hoger de snijnsnelheid.
- het vermogen van de laser. Hoe hoger het laservermogen, hoe hoger de snijnsnelheid.
- de dikte van het plaatmateriaal. Hoe dunner het materiaal, hoe hoger de snijnsnelheid.

Werkafstand

Door gebruik van een lens wordt de spot zo klein als mogelijk gemaakt. Hoe sterker de lens, hoe dichterbij het werkstuk je deze moet plaatsen. Maar een lens vlak bij het werkstuk raakt makkelijk beschadigd door spatten.



Werkafstanden

De oplossing is om de laserbundel eerst te verbreden en daarna met een sterke lens op het werkstuk te richten. Verbreden doe je met een negatieve lens, richten met een positieve. Zo is de spot klein genoeg om efficiënt te werken en de lens ver genoeg van het werkstuk om beschadiging te voorkomen.

Nozzle

De nozzle blaast het snijgas op het werkstuk. De druk waarmee dat gebeurt, verschilt. Voor lage- en hogedruksnijden gebruik je verschillende nozzles.



Nozzle-uitvoeringen

De afstand tussen de nozzle en het plaatoppervlak varieert van 0,2 tot 2 mm. Dit hangt af van de gasdruk. Voor een goede snijkwaliteit moet de afstand constant blijven. Hier kun je op twee manieren voor zorgen:

- Je gebruikt mechanische afstandhouders. Bijvoorbeeld een afstandsring die op de nozzle is gemonteerd en die over de plaat rolt. Deze methode pas je alleen toe als een lichte beschadiging van het werkstukoppervlak geen probleem is.
- Je gebruikt sensoren. Deze meten continu de afstand tussen nozzle en plaatoppervlak. De CNC-besturing houdt de afstand constant.

? 3. Wat wordt bedoeld met de 'spot'?

11.4 Samenvatting

- Een lasersnijmachine heeft vier hoofdcomponenten:
 - laser
 - CNC-besturing
 - bundelgeleiding
 - bewerkingsstation.
- Er zijn drie typen lasers:
 - CO₂-laser
 - fiberlaser
 - Kristallaser (Nd:YAG-laser).
- De CNC-besturing kan de laserbundel op drie manieren aansturen:
 - flying optics
 - bewegende tafel
 - hybride.
- Het materiaal wordt gesneden op het bewerkingsstation.
- Makkelijk te lasersnijden zijn: gietijzer, staal, nikkel, tin, keramiek, kwarts, porselein en sommige kunststoffen.
- Moeilijk te lasersnijden zijn : goud, zilver, koper, aluminium, messing, papier, hout, glas en sommige kunststoffen.
- De maximale afmetingen van het werkstuk zijn machine-afhankelijk.
- Ingewikkelde vormen zijn mogelijk.
- Met een lasersnijmachine kun je naast snijden ook boren, frezen, laserharden, omsmelten, solderen en lassen.
- Bij lasersnijden neemt het plaatmateriaal energie op van de laserbundel. Dit heet *absorptie*. Door absorptie wordt het materiaal heet en verdampt, smelt of verbrandt het.
- Niet alle energie wordt door de plaat geabsorbeerd. Er gaat energie verloren door reflectie en doordat delen van de plaat naast de snede verwarmd worden. Daarnaast laat de plaat een deel van de energie van de laserbundel door.
- Materialen hebben verschillende absorptiecoëfficiënten. Hoe hoger de absorptiecoëfficiënt, hoe beter het materiaal te snijden is.
- Bij sublimesnijden verdampt het materiaal direct.
- Bij smeltsnijden smelt het materiaal eerst, waarna het verdampt.
- Bij brandsnijden verbrandt het materiaal direct.
- De snijsnelheid hangt af van de grootte van de spot, het vermogen van de laser en de dikte van het plaatmateriaal.
- Voor een goede snedekwaliteit moet de afstand tussen de nozzle en het plaatoppervlak constant blijven.

11.5 Antwoorden

Antwoord 1

CO₂-lasers zijn elektrisch gedreven gaslasers. De Nd:YAD lasers behoren zijn net als Fiberlasers tot de groep laser met een vast lichaam.

Antwoord 2

Goud is minder geschikt om te lasersnijden door de lage energieabsorptie, hoge thermische geleiding en hoge reflectie.

Antwoord 3

De 'spot' is het oppervlak dat de laserbundel verhit.

12 Vragen Lasersnijden

Vraag 1

Lasersnijden is een vorm van thermisch snijden.

Noem nog twee andere vormen van thermisch snijden.

Vraag 2

Uit welke vier hoofdcomponenten bestaat een lasersnijmachine?

Vraag 3

Leg uit wat flying optics is.

Vraag 4

Wat is het nadeel van een bewegende tafel?

Vraag 5

Welke functie heeft de nozzle?

Vraag 6

Wat bedoelen we met absorptie?

Vraag 7

Leg uit waarom goud minder geschikt is voor lasersnijden dan staal.

Vraag 8

- a. Noem vier voordelen van lasersnijden.
- b. Noem vier nadelen van lasersnijden.

Vraag 9

Noem drie oorzaken voor energieverlies bij lasersnijden.

Vraag 10

Wat is het verschil tussen sublimeersnijden en smeltsnijden?

Vraag 11

Welke drie factoren beïnvloeden de snijsnelheid?

Vraag 12

Leg uit hoe je de spot klein houdt zonder de optiek te beschadigen.

Vraag 13

Wat is het nadeel van mechanische afstandhouders?

13 Puntlassen

Inleiding

Puntlassen is een lasproces voor het verbinden van dunne plaatdelen. Het wordt veel toegepast. Met name in de automobiel-industrie om carrossiedelen aan elkaar te verbinden. Behuizingen van huishoudelijke apparaten en veel kantoormeubilair worden ook vaak gepuntlast.



Een puntlasmachine

Je kunt alle materialen die elektriciteit geleiden puntlassen. Ongelegeerd staal is goed lasbaar. De oppervlakten van de te puntlassen materiaaldelen moeten blank zijn. Verder moet je een puntlasmachine goed instellen.

Leerdoelen

Je kunt:

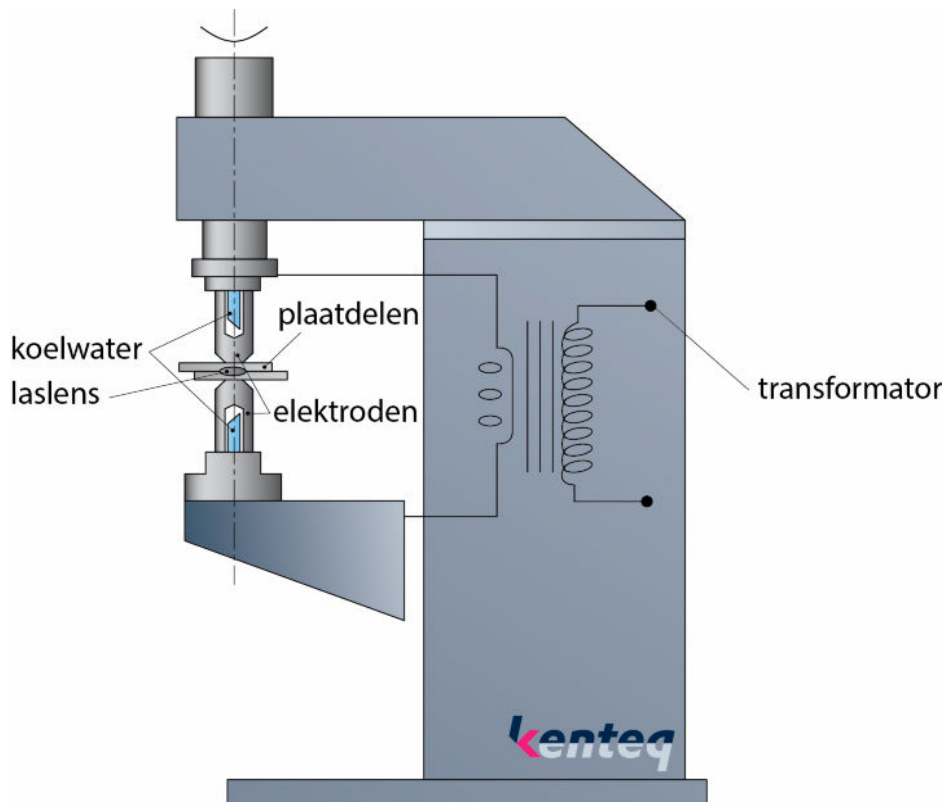
- het werkingsprincipe van puntlassen benoemen
- de voor- en nadelen van puntlassen benoemen
- de opbouw en werking van een puntlasmachine verklaren
- de juiste puntlasparameters bepalen
- factoren noemen die de kwaliteit van de lasverbinding beïnvloeden.

13.1 Principe van puntlassen

Bij puntlassen klem je tussen de elektroden van een puntlasmachine twee plaatdelen met kracht op elkaar. De elektroden zijn gemaakt van een koperlegering. Ze geleiden de elektrische stroom dus goed.

Als je het lasprogramma start, levert een transformator een zeer hoge elektrische stroom (tot 100 kA). De elektrische stroom loopt via de eerste elektrode, door de plaatdelen, naar de andere elektrode en terug naar de transformator. Omdat de elektrische weerstand tussen de plaatdelen groot is, wordt er daar erg veel elektrische energie omgezet in warmte. De elektroden zelf worden niet zo warm, omdat ze gekoeld worden met water.

Het gebied tussen de plaatdelen wordt zeer heet (tot 1300 °C), waardoor de plaatdelen ter plekke smelten en door de drukkracht van de elektroden in elkaar vloeien. Er ontstaat een las met de vorm van een lens. Bij puntlassen heet de las daarom een 'laslens'.



Het principe van puntlassen

13.2 Voor- en nadelen puntlassen

Voordelen

- Hoge lassnelheden zijn mogelijk
- Lage kosten
- Er zijn veel materialen lasbaar
- Puntlassen is goed te mechaniseren en automatiseren.

Nadelen

- Op de plaats van de las is het werkstuk niet meer geheel vlak
- De laskwaliteit is moeilijk zonder destructief onderzoek te controleren
- Er zijn voorzorgsmaatregelen nodig om spleetcorrosie te voorkomen
- Puntlassen is alleen geschikt voor relatief dunne materialen
- Koper is moeilijk te puntlassen
- Puntlassen is alleen geschikt voor lapnaden
- Geen vloeistof- of gasdichte verbindingen mogelijk.

13.3 Puntlasmachines

Er zijn verplaatsbare puntlasmachines en vast opgestelde puntlasmachines. Je leest nu meer over de opbouw en werking van deze machines. Verder lees je welke systemen voorkomen in puntlasmachines.

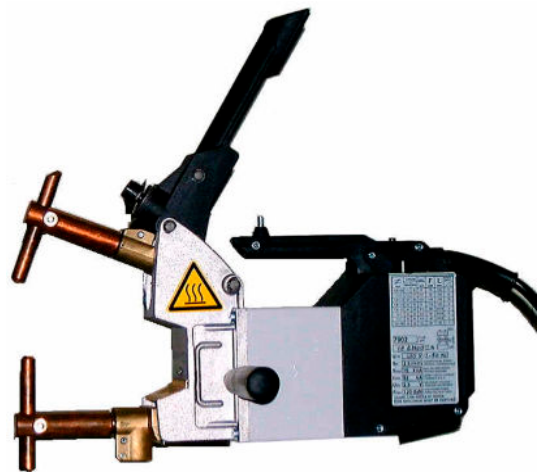
Verplaatsbare puntlasmachine

Je gebruikt een verplaatsbare puntlasmachine als het werkstuk niet op een vast opgestelde machine is te lassen. Bijvoorbeeld omdat het werkstuk moeilijk verplaatst kan worden. Je brengt de verplaatsbare puntlasmachine dan naar het werkstuk toe.

Verplaatsbare puntlasmachines worden vaak 'puntlastangen' genoemd.

Er zijn draagbare puntlastangen en puntlastangen die geschikt zijn voor montage op de arm van een industriële robot.

Tot slot zijn er puntlasmachines die op een verrijdbare trolley staan.



Een puntlastang

Vast opgestelde puntlasmachine

In werkplaatsen kom je meestal vast opgestelde puntlasmachines tegen. Je gebruikt ze voor het lassen van werkstukken die verplaatst kunnen worden.

Een vast opgestelde puntlasmachine bestaat meestal uit een stabiel frame en twee armen:

- een vaste onderarm en
- een verplaatsbare bovenarm.

De elektroden zijn op deze armen gemonteerd.

De armen zijn vaak in lengte verstelbaar zodat je het werkbereik van de machine kunt vergroten of verkleinen.

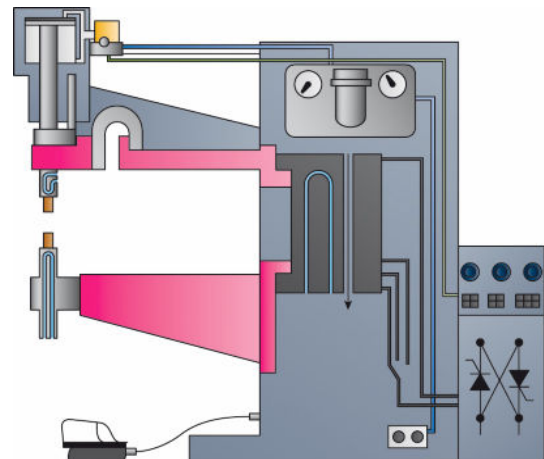


Vast opgestelde puntlasmachine

Mechanisch systeem

Het mechanisch systeem van de puntlasmachine zorgt voor de verplaatsing van de bovenarm. De elektrode op de bovenarm kan met een instelbare aandrukkracht op de onderste elektrode worden gedrukt.

Bij moderne puntlasmachines is de bovenarm gemonteerd op een rechtgeleiding. Deze wordt aangedreven door een cilinder (pneumatisch of hydraulisch).



Puntlasmachine met rechtgeleiding

Een machine met een rechtgeleiding kan erg stijf geconstrueerd worden. Daardoor kan de machine hogere aandrukkrachten overbrengen en buigen de armen nauwelijks door.

Je bedient de machine meestal met de voet. Daarmee kun je de plaatdelen eerst licht tussen de elektroden klemmen en controleren of de platen goed op elkaar liggen. Als je het pedaal verder intrapt wordt de volledige aandrukkracht aangebracht. Dan wordt ook het elektrisch systeem ingeschakeld.

Elektrisch systeem

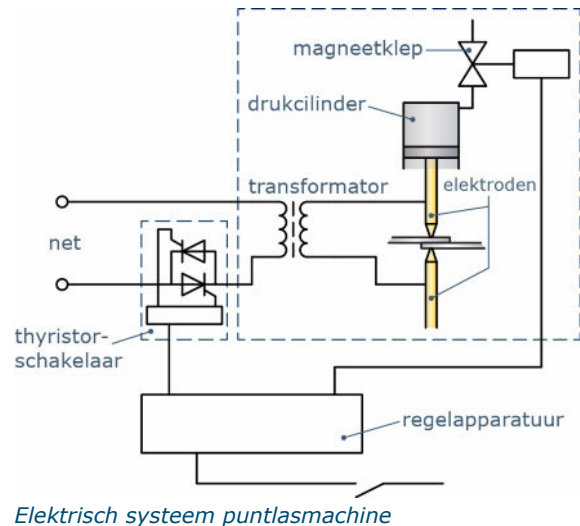
Het elektrisch systeem werkt samen met het mechanisch systeem. Het elektrisch systeem heeft een aantal functies:

- verzorgen van de lasstroom
- regelen van de lastijd.

Onderdelen elektrisch systeem

Hier zie je een schema van het elektrisch systeem van een puntlasmachine. Het elektrische systeem bestaat uit de onderdelen:

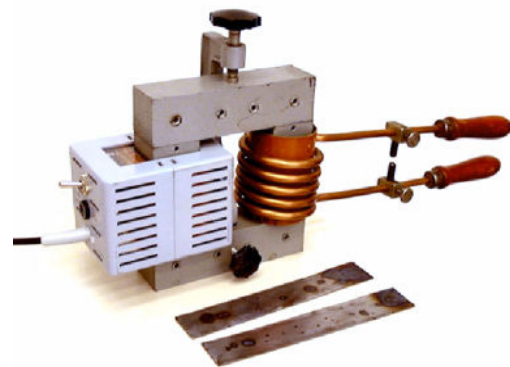
- lastransformator
- regel- en schakelapparatuur
- magneetklep
- elektroden.



Beschrijving onderdelen

De lastransformator moet de (zeer hoge) lasstroom kunnen leveren.

Het is een zeer zwaar uitgevoerde transformator, die de primaire spanning (230 - 400 V) transformeert naar de werkspanning (2 - 14 V). Bij sommige puntlasmachines wordt de transformator gekoeld.

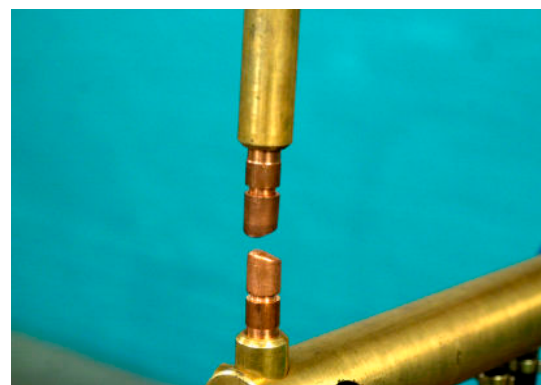


Transformator puntlasmachine

Bij oudere machines kun je de lasstroom vaak grof instellen door de netspanning met een schakelaar in stappen te verhogen of te verlagen. Tegenwoordig wordt de lasstroom meestal geregeld door elektronische regel- en schakelapparatuur. Deze regelt de primaire spanning met thyristors of triacs en regelt daarmee ook de lasstroom.

De lasstroom, de lastijd en de aandrukkracht van de elektroden beïnvloeden de kwaliteit van de lasverbinding. Daarom bepaalt de regelapparatuur zelf het moment waarop de lasstroom wordt in- en uitgeschakeld. Daarnaast zorgt de regelapparatuur (via magneetkleppen) voor een constante aandrukkracht van de cilinder.

De elektroden moeten de hoge lasstroom geleiden en de aandrukkracht kunnen overbrengen op het werkstuk. Ze worden gemaakt van geleidend materiaal met een hoge hardheid en slijtvastheid, dat niet of nauwelijks kan legeren met het werkstuk. Bijvoorbeeld CuCr (koper-chroom) of CuCrZr (koper-chroom-zirkoon).



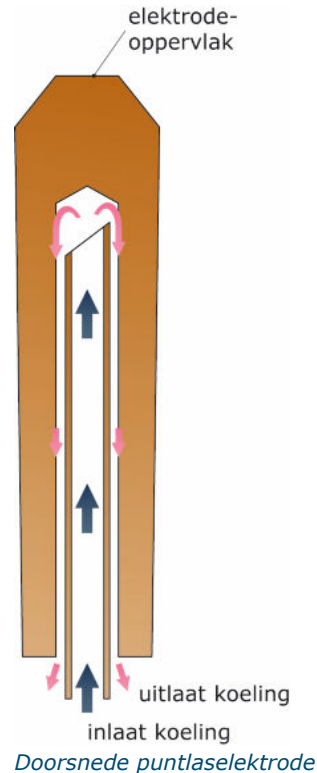
Puntlaselektroden

Koelsysteem

De elektroden van een puntlasmachine worden gekoeld. Hiermee wordt voorkomen dat hun hardheid afneemt als de temperatuur stijgt. Als de hardheid van de elektroden afneemt, neemt ook de kwaliteit van de lasverbinding en de standtijd van de elektroden af.

In een puntlaselektrode zit een buisje waardoor per minuut 4-6 liter water stroomt. Het water stroomt uit het uiteinde van dit buisje, koelt eerst de elektrodepunt en stroomt daarna langs de wanden, voor het weer uit de elektrode stroomt.

Het koelwater kan uit het waterleidingnet worden gehaald (open systeem). Het gebruikte water stroomt dan na gebruik in een open afvoer en gaat verloren. Er zijn ook puntlasmachines met een eigen koelwatervoorziening. Hierbij zorgt een pomp voor de circulatie van koelwater (gesloten systeem). Er wordt dan weinig water verbruikt.



1. Moet je bij een puntlasmachine zelf bepalen hoe lang je de aandrukkracht aanbrengt op het werkstuk? Waarom wel/niet?

13.4 Puntlasparameters

Bij het puntlassen moet je rekening houden met deze parameters:

- plaatdikte t
- aandrukkracht F
- lasstroom L_2
- lastijd (lasprogramma)
- elektrode-afmetingen
- steek.

In de tabel 'PUNTLASSEN' zie je hoe je de parameters kunt bepalen voor laaggeleerd, koudgewalst staal met maximaal 0,3% koolstof.

Kwaliteit B betekent:

- voor constructies die bij falen ongeschikt zijn voor gebruik of materiële schade op kunnen leveren.

Laaggeleerd staal, koudgewalst max 0,3% C, kwaliteit B							
plaatdikte t mm	elektrode- kracht F kN	lasstroom L_2 kA	lastijd in perioden	elektroden			middellijn laslens mm
				D min mm	d mm	R mm	
0,5	0,5	5	10	10	5	50	3,5
0,75	0,75	6	15	12	5	50	4,5
1,0	1	7	20	12	6	75	5,0
1,25	1,25	7,5	25	16	6	75	5,0
1,5	1,5	8	30	16	7	75	6,0
2,0	2	9	40	16	7	75	7,0
2,5	2,5	10	50	19	8	75	8,0
3,0	3	11	60	19	9	100	8,0
4,0	4	12,5	80	25	10	-	10,0
5,0	5	14,5	100	25	11	-	11,0
6,0	6	16	120	30	13	-	12,5
a	b	c	d	e			f

Puntlassen

Plaatdikte (kolom a)

Voor het instellen van de parameters ga je uit van de plaatdikte. Je kunt de dikte van de werkstukdelen aflezen uit de stuklijst of de materiaalstaat. In de tabel gaan we uit van gelijke dikten. Als de werkstukdelen ongelijke dikten hebben, stel je de waarden in op het dunste werkstukdeel.

Aandrukkracht (kolom b)

De elektroden moeten de werkstukdelen met een bepaalde kracht aandrukken. Die kracht moet tijdens het puntlassen hetzelfde blijven.

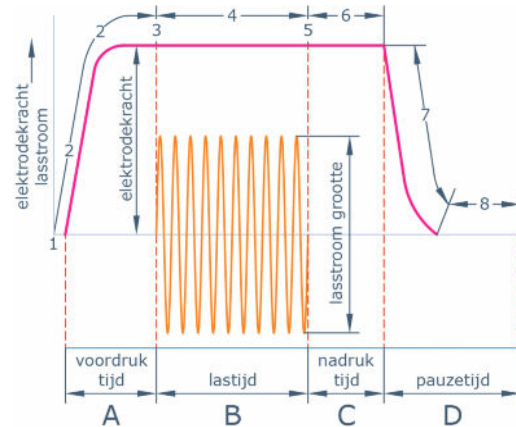
Lasstroom (kolom c)

Voor het puntlassen van twee werkstukdelen is een temperatuur van ongeveer 1300 °C nodig. De lasstroom bepaalt hoeveel warmte zich ontwikkelt in het contactvlak van de werkstukdelen. De grootte van de benodigde lasstroom hangt af van de materiaalsoort en de plaatdikte.

Lasprogramma (kolom d)

Het puntlassen verloopt volgens een vast patroon:

- A. voordrukken
- B. lassen
- C. nadrukken/afkoelen
- D. pauzeren.



Lasprogramma puntlassen

Bij sommige machines moet je de lastijd (B) zelf instellen. De regelapparatuur bepaalt dan de voordruktijd (A) en de nadruktijd (C). Er zijn ook puntlasmachines waarbij je alleen de plaatdikte hoeft in te stellen, waarna de besturing zelf het volledige lasprogramma bepaalt.

Voordrukken (A)

Voordrukken zorgt ervoor dat de werkstukdelen goed op elkaar liggen, voordat de lasstroom wordt ingeschakeld. Meestal bepaalt de regelapparatuur zelf de juiste voordruktijd, aan de hand van de ingestelde plaatdikte of de lastijd.

Lassen (B)

Bij het lassen brengen de elektroden de maximale aandrukkracht aan op de werkstukdelen en wordt de lasstroom ingeschakeld.

De lastijd is meestal instelbaar. Omdat vrijwel alle puntlasmachines werken op de netspanning (230 V of 400 V, 50 Hz), wordt de lastijd opgegeven in perioden.

1 periode = $1/50 \text{ Hz} = 0,02 \text{ seconden} = 20 \text{ ms}$.

Voor staal wordt meestal een lastijd tussen de 10 en 50 perioden (0,2 - 1 seconde) aangehouden. Bij het puntlassen van aluminium is de lastijd veel korter, maar de lasstroom aanzienlijk hoger (tot 80.000 A).

Nadrukken (C)

Bij het nadrukken wordt de lasstroom uitgeschakeld, maar blijft de aandrukkracht aanwezig. Hierdoor kan de laslens stollen. De nadruktijd wordt meestal bepaald door de regelapparatuur en heeft invloed op de mate van verkleuren van het puntlasoppervlak.

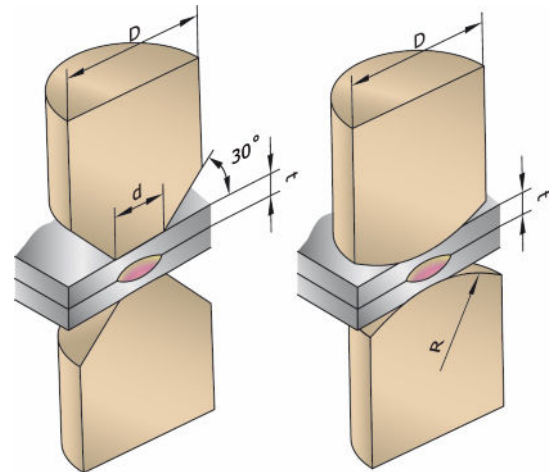
Pauzeren (D)

Bij het pauzeren wordt de aandrukkracht weggenomen en de bovenste elektrode teruggetrokken. Je kunt het werkstuk nu verplaatsen of uit de machine nemen. Je bepaalt zelf de lengte van de pauzetijd. Als je het pedaal intrapt start het lasprogramma opnieuw.

Elektrode-afmetingen (kolom e)

De drie kolommen onder 'elektroden' staan voor:

- $D_{\min}$
minimale diameter van de elektrode
- d
diameter elektrodepunt (vlakke elektroden)
- R
radius elektrodepunt (bolle elektroden).

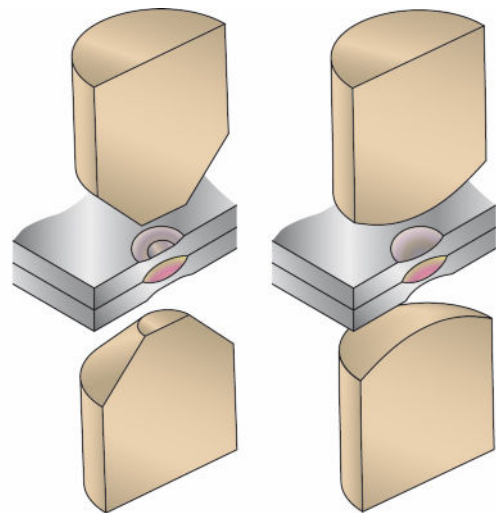


Elektrode-afmetingen

Vorm van de elektrodepunt

Soms gelden er hoge eisen voor de kwaliteit van de puntlas. Dan moet je bolvormige elektrodepunten gebruiken. De voordelen van bolvormige elektrodepunten zijn:

- De indrukking van de punt is minder zichtbaar. Bij vlakke elektrodepunten krijg je namelijk een scherper verloop.
- De concentratie van stroom en kracht is beter dan bij vlakke elektrodepunten.



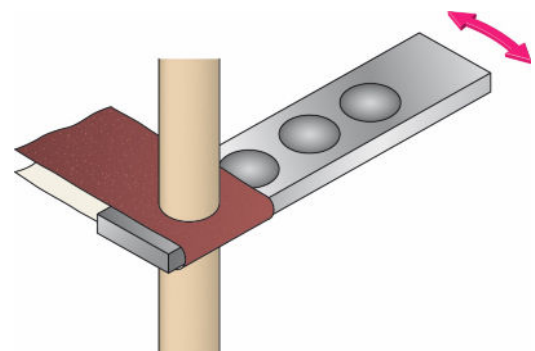
Indrukking is scherper bij elektroden met vlak lasvlak

Indrukking is minder zichtbaar bij elektroden met bol lasvlak

De elektrodepunt moet glad zijn. Je kunt kleine beschadigingen als volgt verhelpen:

- klem tussen de elektrodepunten een vormstrip van schuurlinen
- draai deze strip heen en weer.

Bewerk een elektrodepunt NOOIT met een vijl!

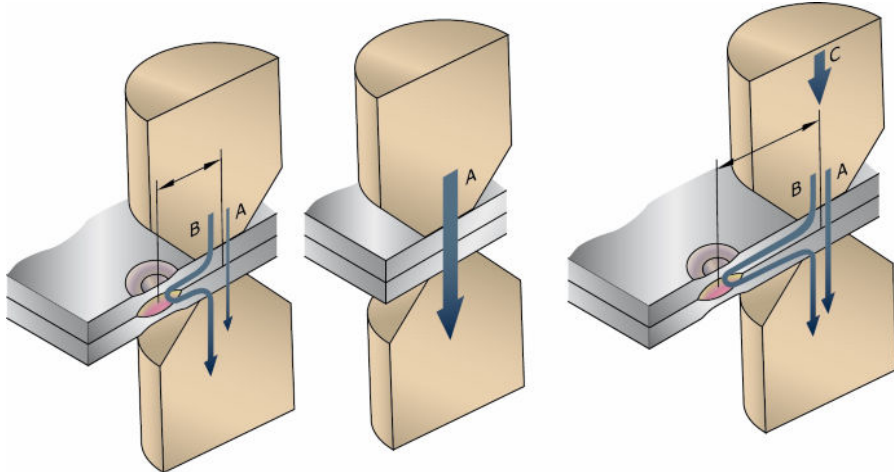


Elektrodepunt vlak maken

Steek

Als je meerdere puntlassen in één werkstuk moet aanbrengen, mag de afstand tussen de puntlassen (de steek) niet te klein zijn. De lasstroom kiest namelijk de weg van de minste weerstand.

Als een bestaande puntlas dichtbij de plaats van de nieuw te maken puntlas zit, loopt een deel van de lasstroom via de bestaande puntlas. Daardoor wordt de nieuwe puntlas onvoldoende warm.



Vrijwel alle stroom vloeit weg via B, er ontstaat hooguit een paklas

Alle stroom A beschikbaar voor vorming puntlas

Afstand is voldoende. in te stellen stroomsterkte is $C = A + B$

Kies de juiste steek

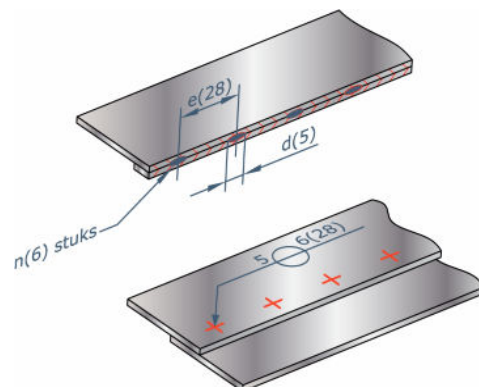
Volgens NEN-EN-ISO 2553 geef je puntlassen op werktekeningen als volgt aan:

O = symbool voor puntlasverbinding

d = laslensmiddellijn

n = aantal aan te brengen puntlassen

e = steek.



Puntlassen op een werktekening



2. Bekijk de puntlasmachine in de werkplaats van school of het bedrijf waar je werkt. Welke lasparameters kun je instellen?

13.5 Kwaliteit van de lasverbinding

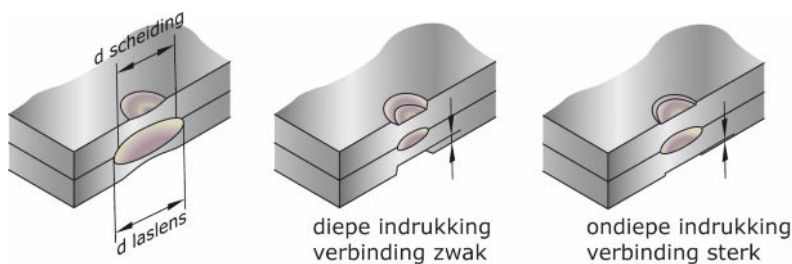
Bij de kwaliteitsbeoordeling van een puntlas controleer je de lasverbinding op sterkte en op uiterlijk.

Puntlassterkte

De sterkte van een puntlas hangt af van:

- het werkstukmateriaal (lasbaarheid)
- de diameter van de laslens (kolom f van de tabel)
- de indrukdiepte van de elektrode.

Je meet de diameter van de laslens op de scheiding tussen de gelaste werkstukdelen. De diameter op de scheiding bepaalt namelijk de sterkte.



Diameter laslens en indrukking bepalen

Uiterlijke beoordeling

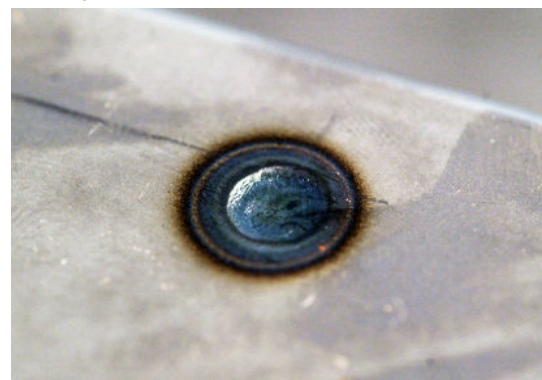
Een goede puntlas heeft geen aanloopkleur in de bodem van de indruk. Een aanloopkleur mag alleen voorkomen rondom het lasvlak.



Aanloopkleur rondom lasvlak

Beschadiging van het lasvlak door oververhitting wijst op:

- te lage lasdruk
- de lasstroom is te hoog in verhouding tot de lasdruk
- te kleine elektroderadius
- oneffenheden op de werkstukdelen
- te weinig koeling van de elektrodepunten.



Beschadiging lasvlak



3. Welke elektrodepunt levert een betere laskwaliteit op?
- ☐ vlakke elektrodepunt
 - ☐ bolle elektrodepunt

13.6 Arbo- en milieu-aspecten

Omdat je bij het puntlassen niet werkt met een open boog komt er bijna geen lasrook en straling vrij. Toch wordt een goede afzuiginstallatie aangeraden.

De hoge elektrische stroom vormt een groter gevaar voor je gezondheid, omdat daardoor vonkenregens kunnen ontstaan. Een vonkenregen ontstaat meestal als de lasparameters niet juist zijn ingesteld. Draag bij het puntlassen altijd een veiligheidsbril om je ogen te beschermen. Verder moet de omgeving van de machine worden afgeschermd.

Een ander gevaar vormt de hoge aandrukkracht van de elektroden (1000 tot 5000 N). Houd je handen tijdens het lassen uit de buurt van de bewegende delen. Je mag tijdens het puntlassen om deze reden ook nooit met meerdere personen bij de machine staan.



4. Waarom mag je tijdens het puntlassen nooit met meerdere personen bij de puntlasmachine staan?

13.7 Samenvatting

- Bij puntlassen klem je twee plaatdelen op elkaar tussen elektroden van een puntlasmachine. Door een elektrische stroom smelten de plaatdelen aan elkaar.
- Er zijn verplaatsbare en vast opgestelde puntlasmachines.
- Het mechanisch systeem van een puntlasmachine heeft de volgende functies:
 - bovenarm met elektrode verplaatsen
 - aandrukkracht aanbrengen op het werkstuk.
- Het elektrisch systeem van een puntlasmachine heeft de volgende functies:
 - verzorgen van de lasstroom
 - regelen van de lastijd.
- Het koelsysteem zorgt voor koeling van de elektroden. Daardoor wordt de standtijd van de elektroden langer en wordt de kwaliteit van de lasverbinding niet nadelig beïnvloed.
- Bij het puntlassen moet je rekening houden met deze parameters:
 - plaatdikte t
 - aandrukkracht F
 - lasstroom I_2
 - lastijd (lasprogramma)
 - elektrode-afmetingen
 - steek.
- Het lasprogramma verloopt als volgt:
 - voordrukken
 - lassen
 - nadrukken/afkoelen
 - pauzeren
- Houdt bij meerdere puntlassen in één werkstuk de steek op de werktekening aan.
- Controleer de lasverbinding op sterkte en op uiterlijk.
- Goede puntlas:
 - de laslens heeft een voorgeschreven diameter
 - de indrukking is ondiep
 - alleen aanloopkleur rond het lasvlak.
- Slechte puntlas:
 - de diameter van de laslens voldoet niet aan de eisen
 - diepe indrukking
 - aanloopkleur in de gehele las.

13.8 Antwoorden

Antwoord 1

De lasstroom, de lastijd en de aandrukkracht van de elektroden beïnvloeden de kwaliteit van de lasverbinding. Daarom bepaalt de regelapparatuur zelf het moment waarop de lasstroom wordt in- en uitgeschakeld. Daarnaast zorgt de regelapparatuur (via magneetkleppen) voor een constante aandrukkracht van de cilinder.

Antwoord 2

Afhankelijk van de puntlasmachine in de werkplaats of de school.

Antwoord 3

Bolle elektrodepunt

Antwoord 4

Vanwege de hoge aandrukkracht van de elektroden en de eventuele vonkenregen die kan ontstaan.

14 Vragen Puntlassen

Vraag 1

Waardoor wordt bij puntlassen veel warmte opgewekt tussen twee plaatdelen?

Vraag 2

Welke energiebron levert de benodigde energie voor het puntlassen?

Vraag 3

Hoe noem je de las bij puntlassen?

Vraag 4

Maak de volgende zin af.

Een puntlastang gebruik je voor het lassen van

- ☐ niet-verplaatsbare werkstukken.
- ☐ verplaatsbare werkstukken.

Vraag 5

Welke arm van een puntlasmachine is meestal beweegbaar opgesteld?

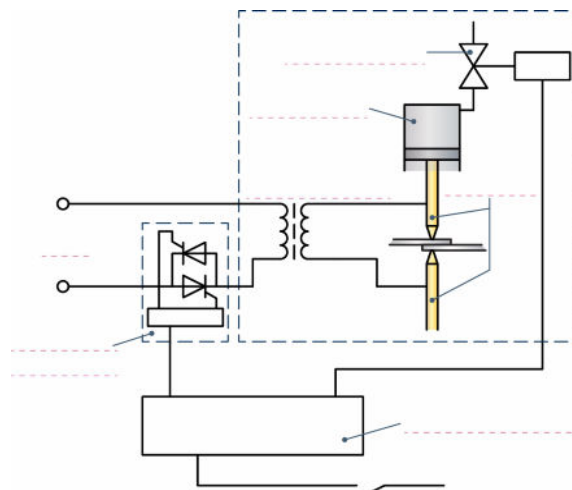
- ☐ onderarm
- ☐ bovenarm

Vraag 6

Beschrijf twee functies van het mechanische systeem van een puntlasmachine.

Vraag 7

Zet de juiste benamingen bij de onderdelen van het elektrisch systeem.



Zet de juiste benamingen bij de onderdelen

Vraag 8

Welk onderdeel van het elektrisch systeem regelt bij moderne puntlasmachines de hoogte van de lasstroom?

Vraag 9

Beschrijf drie eisen die worden gesteld aan het materiaal waarvan puntlaselektroden worden gemaakt.

Vraag 10

Noem twee redenen waarom puntlaselektroden worden gekoeld?

Vraag 11

Noem de drie belangrijkste parameters die de kwaliteit van een puntlasverbinding bepalen?

Vraag 12

Zet de stappen van het lasprogramma in de juiste volgorde:

1. nadrukken/koelen
 2. pauzeren
 3. voordrukken
 4. lassen
-
-

Vraag 13

Waarom leveren bolvormige elektroden een betere laskwaliteit op?

Vraag 14

Je puntlast een plaat van 3 mm aan een plaat van 5 mm.

Je doet dat in de kwaliteit B.

Het materiaal is laaggelegeerd, koudgewalst staal met max. 0,3% C (zie tabel).

Vul in:

- de elektrodekracht is kN.
- de lasstroom is kA.
- de lastijd is perioden.
- de middellijn van de elektrodepunt is mm.
- de middellijn van de laslens moet zijn mm.

Vraag 15

Je hebt een puntlas gemaakt.

Je maakt een tweede puntlas op een afstand kleiner dan de benodigde steek.

Dan moet je de stroomsterkte:

- ☐ verhogen
- ☐ verlagen

Vraag 16

Beschrijf drie factoren die de sterkte van een puntlasverbinding beïnvloeden.

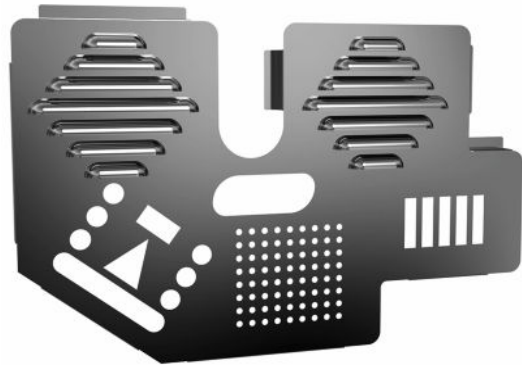
Vraag 17

Hoe kun je de kwaliteit van een puntlasverbinding beoordelen aan de hand van het uiterlijk?

15 Ponsen

Inleiding

Ponsen is een scheidende techniek, waarmee je gesloten contouren (omtrekvormen) kunt maken in metalen. Het ponsproces is geschikt voor het scheiden van metalen met een dikte van 0,2 tot 10 mm. Je kunt zowel plaatmateriaal als profielen ponsen, met een maatnauwkeurigheid vanaf 0,1 mm.



Een ponsproduct

Leerdoelen

Je kunt:

- het principe van ponsen beschrijven
- de opbouw van ponsgereedschap verklaren
- de snijspeling voor het ponsen bepalen
- de benodigde ponskracht berekenen
- de strookindeling en gebruiksfactor bepalen
- toegepaste contourbewerkingen beschrijven.

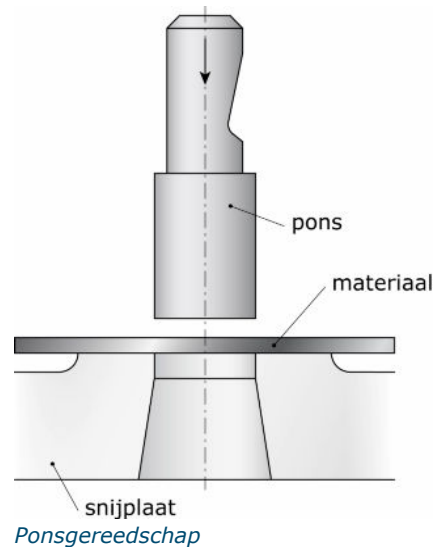
15.1 Het ponsproces

Bij ponsen scheidt een ponsmachine het materiaal met een snijder (stempel, pons) en een snijplaat (snijring, matrijs). De snijder en de snijplaat hebben dezelfde vorm en een evenwijdige, gesloten omtrek.

De snijranden van de snijder en snijplaat zijn evenwijdig aan elkaar. De snijplaat heeft een naar beneden toenemende gatdiameter, waardoor de snijder makkelijk kan worden teruggetrokken.

Als het gat het product is, bepaalt de snijder de productafmetingen. Dit noem je gatponsen.

Als het uitgeponste deel het product is, bepaalt de snijplaat de afmetingen. Dit noem je uitponsen.



Werkingsprincipe

Bij het ponsen leg je de metaalplaat op de snijtafel. De ponsmachine drukt eerst de neerhouder op de metaalplaat. De plaat wordt daardoor stevig vastgeklemd. Daarna beweegt de snijder naar beneden en snijdt de gesloten contour uit de plaat.

Het snijden gebeurt in vier verschillende fasen. Elke fase levert een ander materiaaloppervlak op.

Fase 1: *Vervormen*

Rond de snijder ontstaat een afronding in het materiaal (de dop).

Fase 2: *Snijden*

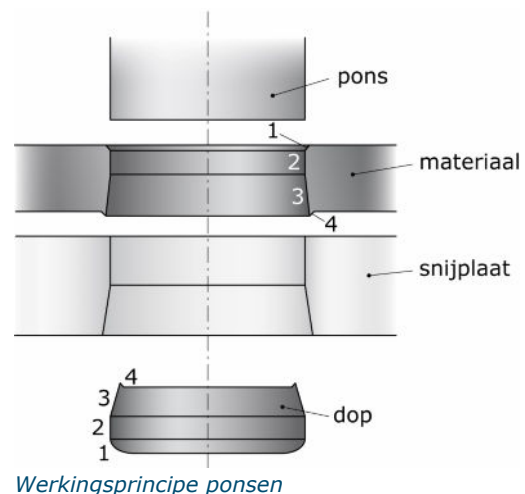
Een deel van het materiaal schuift af en krijgt een glad oppervlak.

Fase 3: *Breuk*

In een deel van het materiaal vindt breuk plaats. Dit deel krijgt een ruw oppervlak.

Fase 4: *Braamvorming*

Het laatste deel van de breuk levert een braam op. Deze braam steekt uit boven het plaatoppervlak.



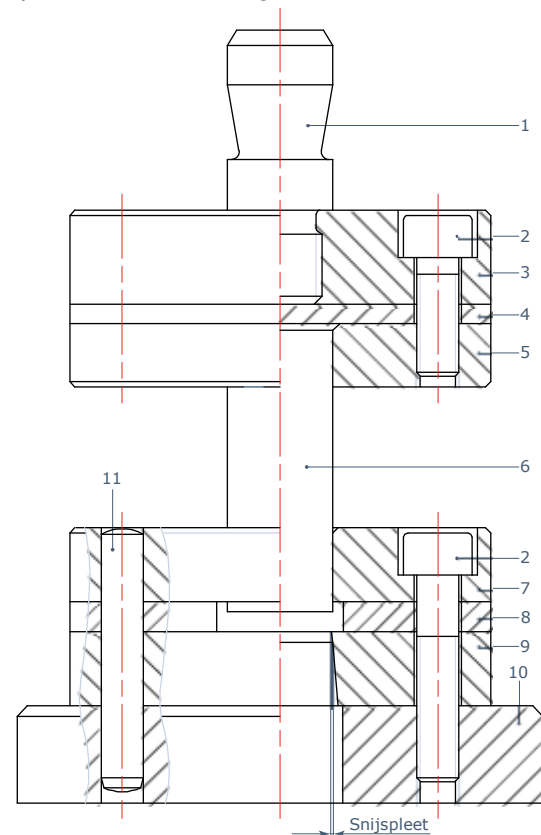
Na het ponsen veert het materiaal enigszins terug. Daardoor wordt het gatdiameter kleiner en dit kan de snijder beschadigen. De neerhouder houdt het materiaal tegen, voorkomt zo het terugveren van het materiaal en het beschadigen van de snijder bij het terugtrekken.

Gereedschapopstelling

De snijder (6) wordt gemaakt van hooggelegeerd staal (HSS) en heeft een aangestuite kop. De aangestuite kop wordt gemonteerd in een bijpassende draagplaat (5). Een geharde stalen drukplaat (4) verdeelt de ponskracht van de kop van de snijder over de bovenplaat (3). Deze constructie geeft de snijder een lange vermoeiingslevensduur.

Na het snijden klemt het materiaal meestal vast aan de snijder. De afstroopplaat (7) voorkomt dat het materiaal meebeweegt als de snijder wordt teruggetrokken. De afstroopplaat dient ook vaak als geleiding voor de snijder. Daarvoor moet de afstroopplaat de juiste dikte en passing ten opzichte van de snijder hebben.

1. inspantap
2. cilinderkopschroef
3. bovenplaat
4. drukplaat
5. draagplaat
6. snijder
7. afstroopplaat
8. strookgeleiding
9. snijplaat
10. grondplaat
11. cilindrische pen



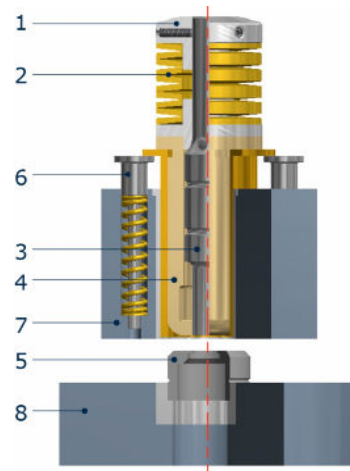
Gereedschapsopstelling bij ponsen

De complete gereedschapsset wordt gecentreerd met paspennen. De onderdelen zijn met cilinderkopschroeven aan elkaar bevestigd. De grondplaat is bevestigd op de tafel van de ponsmachine. De inspantap aan het verticale, bewegende deel van de ponsmachine. Dit deel wordt ook wel de 'stoter' genoemd.

De ponsslag

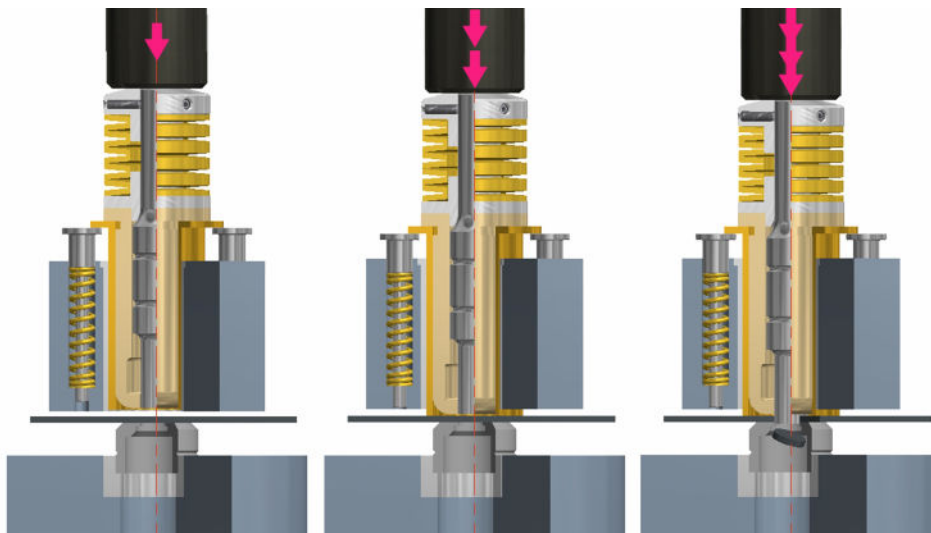
In de afbeelding 'Onderdelen ponsgereedschap' zie je een gereedschapset met een neerhouder (4), een afstroopveer (2) en gereedschapslichter (6). Tijdens de ponsslag drukt de stoter de complete gereedschapsset naar beneden. Als de neerhouder de plaat raakt wordt de afstroopveer ingedrukt. De snijder (3) pons nu het gat in het materiaal.

1. Snijderslagkop
2. Afstroopveer
3. Snijder
4. Neerhouder/snijdergeleidingsbus
5. Snijplaat
6. Gereedschaplicher
7. Bovenschotel
8. Onderschotel



Onderdelen ponsgereedschap

Tijdens de teruggaande slag blijft de neerhouder op het materiaal gedrukt. De snijder wordt uit het materiaal getrokken door de kracht van de afstroopveer. De veerkracht van de gereedschaplicher drukt de gereedschapsset weer in de uitgangspositie.

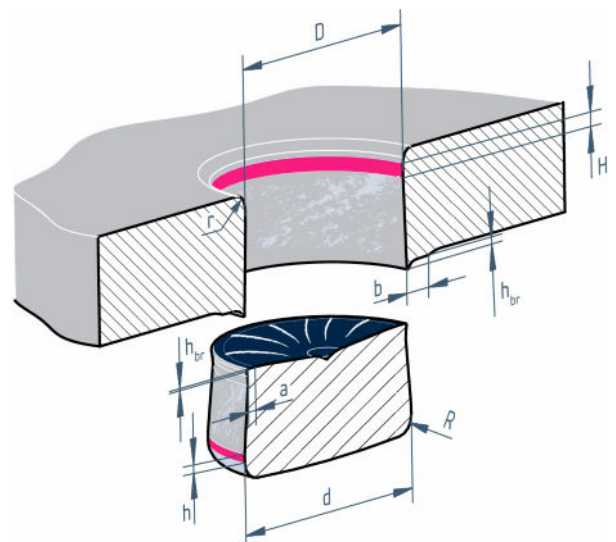


Stappen in het ponsproces

Maat- en vormnauwkeurigheid

Je bepaalt de maat- en vormnauwkeurigheid van een ponsproduct door de volgende maten te meten:

- H/h = breedte gladde snede
- h_{br} = braamhoogte
- a/b = breedte ringvlak
- R = afronding
- D/d = diameter.



Maat- en vormnauwkeurigheid bepalen

Voor- en nadelen

Voordelen:

- ponsen is zeer geschikt voor massafabricage
- het is mogelijk om (gesloten) contouren te snijden
- het snijden van kleine producten is mogelijk.

Nadelen:

- het ponsproces is niet flexibel
- spanningen in het materiaal door koudvervorming
- onrondheid van het gat door scheurvorming
- braamvorming.

Procesvarianten

Bij conventioneel ponsen is de kwaliteit van het snijvlak vrij laag. Dit komt door de breuk van het materiaal en door braamvorming tijdens het ponsen. Daarom zijn er procesvarianten ontwikkeld die een snijvlak met een betere kwaliteit opleveren. Hierbij zijn de gereedschapskosten echter hoger dan bij conventioneel ponsen.

Gladponsen

Bij gladponsen wordt de scheurvorming aan de rand van het snijvlak uitgesteld tot het einde van de ponsslag. De drukspanning in het scheurgebied is hoger dan bij conventioneel ponsen. Dit wordt bereikt door een hogere neerhouderdruk, in combinatie met een ril in de neerhouder.

Gladponsen levert een snijvlak op met een grote, gladde afschuifzone. Er is geen breukzone, maar er ontstaat een grotere braam dan bij conventioneel ponsen. Daarom kun je deze techniek alleen gebruiken voor 'uitponsen'. Hierbij is het uitgeponste deel het product.

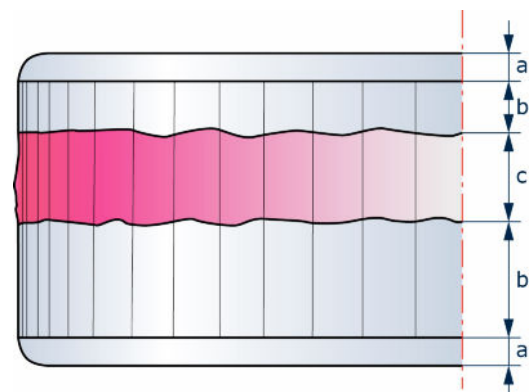
Tegenponsen

Bij tegenponsen wordt het materiaal tijdens de eerste ponsslag van boven afgeschoven (b) tot net voor de breuk, zie afbeelding 'Snijvlak bij tegenponsen'.

Tijdens de tweede ponsslag wordt het materiaal van onderaf afgeschoven (b) en volledig geponst. Door het materiaal in twee ponsslagen af te schuiven, ontstaat er een kleinere breukzone (c) dan bij conventioneel ponsen. Er is ook geen braamvorming.

De gereedschapset bestaat uit twee snijders en twee snijplaten. De snijders bewegen in twee richtingen. Daardoor kun je tegenponsen niet uitvoeren op een conventionele mechanische pers. Voor deze bewerking gebruik je meestal een speciale hydraulische machine.

- a. = hoogte afronding
- b. = hoogte gladde snede
- c. = hoogte breukvlak



Snijvlak bij tegenponsen

Extrusieponsen

Extrusieponsen wordt toegepast voor het ponsen van gaten met een goede vormnauwkeurigheid in dik staal of aluminium ($d > 3 \text{ mm}$). De snijder heeft bij extrusieponsen een conische neus. Als de snijder het materiaal raakt bouwt deze kracht op en 'scheurt' het materiaal in. Daardoor ontstaat er eerst een vrij onnauwkeurig gat.

Door de conische neus wordt het materiaal zijdelings geëxtrudeerd, waardoor de inscheuring wordt uitgesteld. Daardoor krijg je een glad snijvlak over de hele plaatdikte. Het ponsafval bestaat uit een voorgeponste conische dop en een ring met trapeziumvormige doorsnede.

Het ponsgereedschap moet goed geleid worden. Anders kan de snijder de snijrand raken, met overmatige slijtage als gevolg. De maatnauwkeurigheid is slecht bij extrusieponsen. Het gat neemt de snijdervorm enigszins over en kan daarom op een plaatdikte van $10 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ conisch zijn.



1. Welke functie heeft de drukplaat bij conventioneel ponsen?

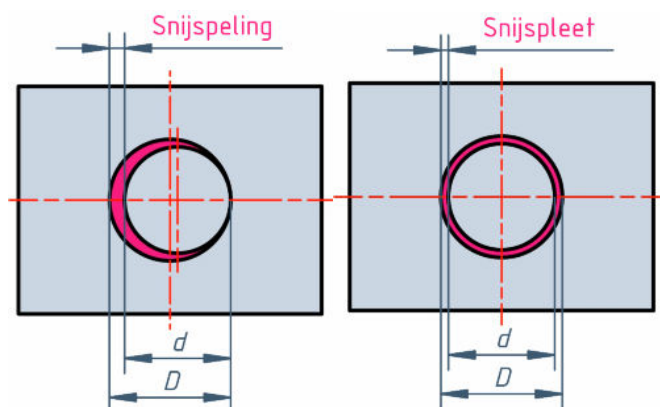
15.2 Gereedschapsfactoren

De maat- en vormnauwkeurigheid van een ponsproduct wordt (onder andere) bepaald door de geometrie (vorm) van het gereedschap. Vooral de snijspeling tussen de snijder en de snijplaat heeft daarop een grote invloed. Maar ook de gereedschapsslijtage (bot worden) beïnvloedt de maat- en vormnauwkeurigheid en met name de braamvorming.

Snijspeling en snijspleet

Om braamvorming te beperken moet er tussen de snijder en de snijplaat een bepaalde speling zitten. Het is belangrijk dat deze snijspeling niet te groot, maar (zeker) niet te klein is. Als de snijspeling te groot is, is de benodigde ponskracht kleiner, maar wordt het gat niet mooi rond. Als de snijspeling te klein is wordt de ponskracht te groot en slijt het gereedschap te snel.

De *snijspeling* is het verschil in diameter tussen de snijder (d) en de snijplaat (D). De *snijspleet* is de halve snijspeling. In de praktijk werk je meestal met de snijspleet, omdat je bij het bepalen daarvan rekening kunt houden met de materiaaldikte.



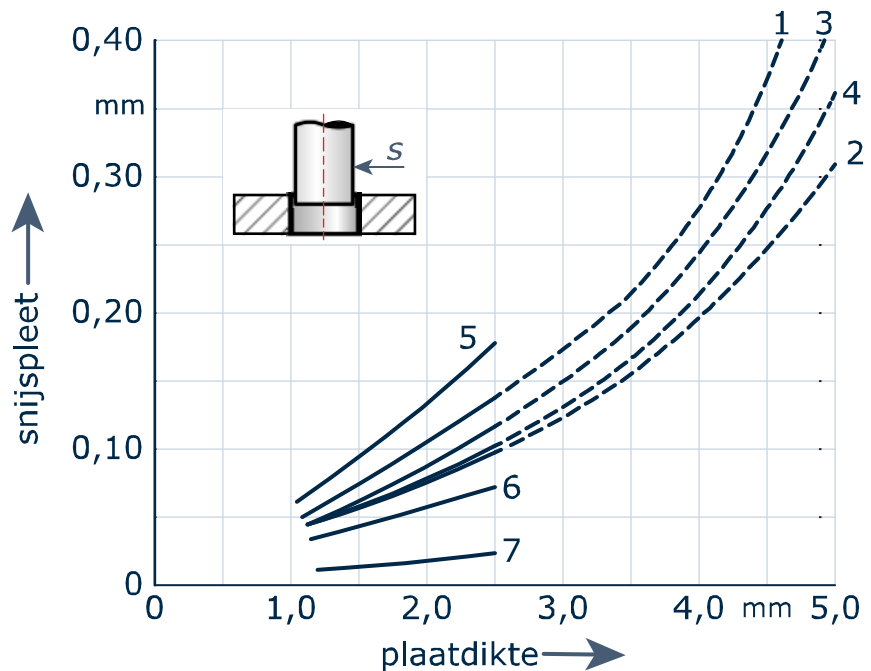
Snijspeling en snijspleet

Snijspleet bepalen

De benodigde snijspleet (s) is afhankelijk van de materiaaldikte en de materiaaleigenschappen. Voor materialen met een lage treksterkte ($< 400 \text{ N/mm}^2$) kun je uitgaan van een snijspleet van 6 tot 8% van de materiaaldikte. Voor materialen met een hogere treksterkte (zoals HSS) neem je een snijspleet van 14 tot 16% van de materiaaldikte.

In de grafiek 'Snijspleet bepalen' zie je richtlijnen voor het bepalen van de snijspleet bij ponsen. Ook moet je rekening houden met de uitzetting, taaiheid en krimp van het materiaal, en met de versteviging door het vervormen. Daarom bepaal je de snijspleet in de praktijk meestal met handboeken en tabellen.

- 1 staalplaat
- 2 messing zacht
- 3 koper
- 4 messing hard en half hard
- 5 aluminiumlegering
- 6 aluminium zacht
- 7 hardpapier



Snijspleet bepalen

Snijkraft berekenen

Voor het afschuiven van het materiaal bij het ponsen is een bepaalde snijkraft (F) nodig. De snijkraft hangt af van het afschuifoppervlak (A) dat je wilt scheiden en de afschuifsterkte (τ_B) van het materiaal. In formulevorm:

Snijkraft
$F_{\max} = A \times \tau_B$

$F_{\max}$ = benodigde snijkraft (N)

A = afschuifoppervlak (mm^2)

τ_B = afschuifsterkte (N/mm^2).

Het afschuifoppervlak bereken je door de afschuiflengte (l) te vermenigvuldigen met de plaatdikte (s).

Ponskracht berekenen

Voor het afschuiven van het materiaal moet niet alleen de snijkracht worden overwonnen, maar ook de wrijvingskracht (F_w). Voor de wrijvingskracht wordt ongeveer 5% van de snijkracht aangehouden en voor de afschuifsterkte $0,8 \times$ treksterkte van het materiaal (R_m).

Je kunt dan de totale benodigde ponskracht berekenen:

Ponskracht
$F_p = 1,05 \times A \times \tau_B \Rightarrow F_p = 0,84 \times s \times l \times R_m$

F_p = benodigde ponskracht (N)

s = plaatdikte (mm)

l = afschuiflengte (mm)

R_m = treksterkte (N/mm²)

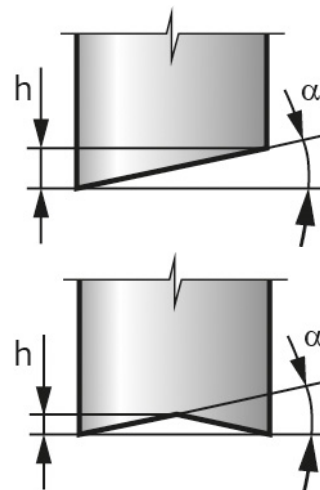
Ponskracht beperken

Bij materialen met een hoge treksterkte is de benodigde ponskracht erg hoog. Hierdoor zal het gereedschap snel slijten en de braamvorming toenemen.

Je kunt de benodigde ponskracht beperken door:

- de perssnelheid te verlagen
- snijslagdemping toe te passen
- een smeermiddel te gebruiken
- een afgeschuinde snijder te gebruiken.

Een afgeschuinde snijder beperkt de ponskracht en geluidsproductie, maar geeft ook een zijdelingse belasting op de geleiding.



Snijder met enkele- en dubbele afschuining



2. Noem twee factoren die veel invloed hebben op de maat- en vormnauwkeurigheid van ponsproducten.

15.3 Kostprijs ponsproducten

De kostprijs van een ponsproduct wordt vooral bepaald door:

- de perssnelheid en gereedschapskosten
- de strookindeling en gebruiksfactor van het materiaal.

Perssnelheid

Bij het ponsen bepaalt de perssnelheid de productiesnelheid. De perssnelheid is het aantal ponsslagen per minuut en is afhankelijk van het type pers. Er worden voornamelijk mechanische en hydraulische persen gebruikt voor het ponsen. Een hydraulische pers heeft een lagere perssnelheid, maar een grotere slaglengte.

Een mechanische pers maakt soms tot wel 2000 ponsslagen per minuut. Bij een mechanische pers is de benodigde ponskracht groter, omdat er met een grote klap wordt geponst. Bij een hydraulische pers kun je de ponsslag dempen, waardoor de benodigde ponskracht kleiner is en het ponsproces gelijkmatiger verloopt.



www.Bestenmachines.nl

Hydraulische ponsmachine

Gereedschapskosten

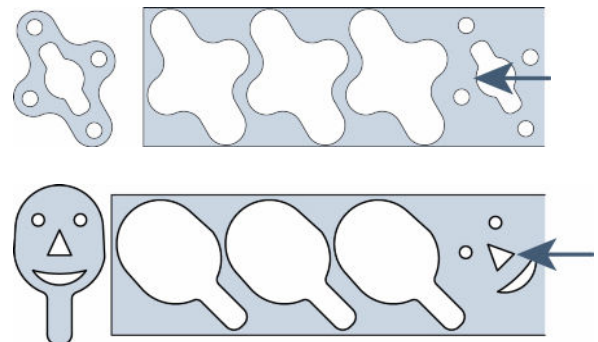
De kostprijs van een ponsproduct wordt niet altijd hoger als je duurder ponsgereedschap gebruikt. Een duurder ponsgereedschap kan namelijk ook een hogere perssnelheid opleveren. Door de lagere loonkosten en machinekosten wordt het product dan goedkoper.

Voorbeeld

Je kiest voor een gereedschapsofstelling waarmee je in één ponslag twee producten kunt maken. Dan is de productiesnelheid twee keer zo groot als bij een enkele gereedschapsofstelling. Maar de dubbele gereedschapsofstelling hoeft niet twee keer zo duur te zijn.

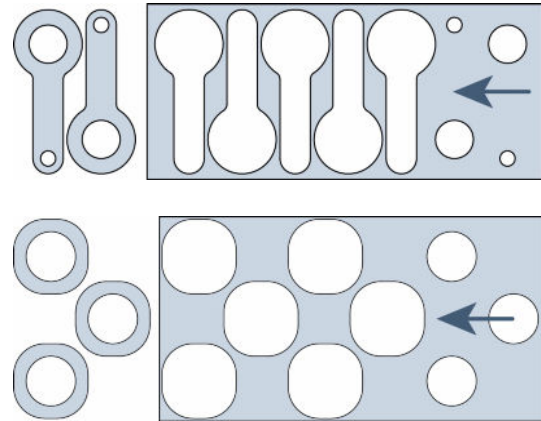
Strookindeling

De kostprijs van een ponsproduct wordt ook in belangrijke mate bepaald door het nuttig gebruik van het materiaal. Bij het indelen van een snijplaat zorg je ervoor dat er zo veel mogelijk producten uit de plaat kunnen worden gehaald, en dat er zo min mogelijk afval ontstaat. Dit noem je de strookindeling.



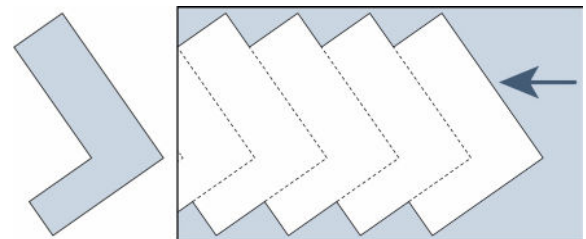
Strookindeling

De vorm van het ponsproduct bepaalt hoe nuttig je de strook kunt indelen. In de afbeelding 'Strookindelingen voor rechtlijnig ponsen' zie je productvormen die in rechtlijnige volgorde achter elkaar kunnen worden geponst. Daarbij blijft er aan de randen een kleine strook materiaal staan: de randbreedte. De ruimte tussen de vormen noem je de dambreedte.



Strookindelingen voor rechtlijnig ponsen

Producten met rechte hoeken kunnen vaak zonder dam worden geponst. De aanslag krijgt dan de vorm van een rechte hoek, en wordt zo geplaatst dat hij één lijn vormt met de snijkant.



Ponsen zonder dam

Kleine series van niet-symmetrische producten kun je ponsen met enkelvoudig gereedschap. De strook wordt dan twee keer doorgevoerd. De pers heeft dan een vooraanslag voor de eerste ponsslag.



Niet-symmetrische producten

Gebruiksfactor

Door de gebruiksfactor van de strook te berekenen, kun je het nuttig gebruik (rendement) van de strook bepalen. Je berekent de gebruiksfactor met de formule:

Gebruiksfactor
$\eta_s = \frac{A_p \times n_p}{b_s \times l_s} \times 100\%$

η_s = gebruiksfactor (%)

A_p = oppervlakte ponsproduct (mm²)

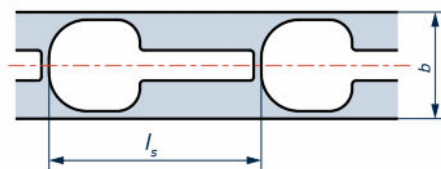
n_p = aantal producten (dimensieloos)

b_s = breedte strook (mm)

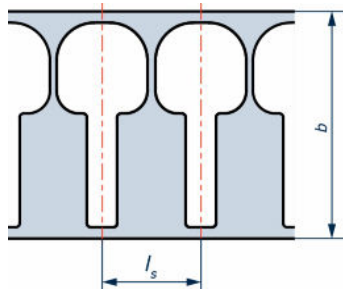
l_s = transports lengte strook (mm)

l = totale lengte strook (mm).

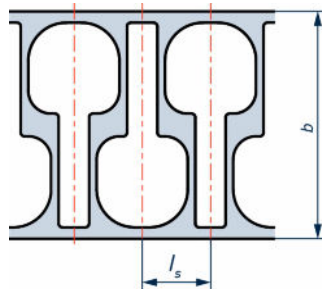
De gebruiksfactor hangt af van de strookindeling. Door de strook slim in te delen ontstaat er zo min mogelijk afval en krijg je de hoogste gebruiksfactor. Dit zie je terug in deze afbeeldingen (a, b en c).



a. Enkel



b. Dubbel



c. Om en om

Invloed strookindeling op de gebruiksfactor

Strookindeling	l_s (mm)	b_s (mm)	n_p	η_s (%)
a. Enkel	52	24	19	36,7
b. Dubbel	22	54	54	38,6
c. Om en om	14,5	54	68	58,4

Gebruiksfactor, strooklengte = 1000 mm



3. De persnelheid van een mechanische pers is groter dan die van een hydraulische pers. Waarom worden in de praktijk toch vaak hydraulische persen gebruikt?

15.4 Contourbewerkingen

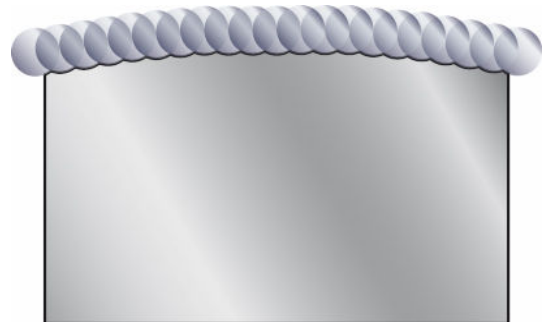
Ponsen wordt vaak uitgevoerd op een gecombineerde ponsnibbelmachine. Met deze machine kun je in één slag een gat in materiaal ponsen. Maar je kunt met deze machine ook achter elkaar een aantal gaten in het materiaal snijden, waardoor er een contour aan de buitenkant van het materiaal ontstaat. Dit noem je ponsnibbelen. Naast ponsen en ponsnibbelen zijn er nog andere contourbewerkingen mogelijk.

Nibbelen

Nibbelen is een mechanische scheidingstechniek waarmee je sleuven of vrije vormen in plaatmateriaal kunt maken.

Weringsprincipe

Nibbelen is eigenlijk een speciale ponsmethode. Je herhaalt de ponsbeweging meerdere keren, terwijl je de snijder of het materiaal verplaatst. Daardoor krijg je een overlappende contour (een sleuf) in de plaat.



Overlappende contour bij nibbelen

Gereedschap

Het gereedschap dat je bij nibbelen gebruikt is meestal rond, vierkant of rechthoekig van vorm. De plaat moet nauwkeurig te positioneren zijn ten opzichte van het gereedschap. Daardoor heb je voor nibbelen een relatief stijve, grotere machine (pers) nodig.

De krachten op het gereedschap zijn bij nibbelen vaak groter dan bij ponsen, omdat de snelheid waarmee het materiaal wordt gescheiden veel hoger is. Hierdoor is de slijtage van het gereedschap ook hoger. Door het gebruik van special gereedschapsstaal, hardmetaal, gecoate gereedschappen en smeermiddelen wordt de slijtage beperkt.

Voor- en nadelen

Voordelen:

- het nibbelproces is flexibel
- vormvrijheid
- geschikt voor kleine series.

Nadelen:

- lawaai
- braamvorming
- gekartelde contouren.

Knabbelen

Bij het knabbelen ponst een bovensnijder kleine stukjes uit het materiaal, door continu op- en neer gaande bewegingen te maken. Er ontstaat hierdoor een sleuf in het materiaal.

Je kunt knabbelen uitvoeren op een universele plaatbewerkingsmachine of met een handknabbelschaar. De slagsnelheid is 400 tot 800 slagen per minuut.



Handknabbelschaar



4. Welke bewerkingstechnieken zijn contourbewerkingen?

- ☐ ponsen
- ☐ ponsnibbelen
- ☐ knabbelen
- ☐ boren

15.5 Samenvatting

- Bij ponsen scheidt een ponsmachine het materiaal met een snijder (stempel, pons) en een snijplaat (snijring, matrijs).
- Een neerhouder houdt het materiaal tegen en voorkomt het terugveren van het materiaal. De afstroopplaat voorkomt dat het materiaal meebeweegt als de snijder wordt teruggetrokken.
- Als het gat het product is, bepaalt de snijder de productafmetingen. Dit noem je gatponsen. Als het uitgeponste deel het product is, bepaalt de snijplaat de afmetingen. Dit noem je uitponsen.
- Ponsen verloopt in vier fasen:
 - vervormen
 - snijden
 - breuk
 - braamvorming.
- Gladponsen, tegenponsen en extrusieponsen zijn ponsprocessen die een betere productkwaliteit opleveren dan conventioneel ponsen. De gereedschapskosten zijn hoger bij deze processen.
- De maat- en vormnauwkeurigheid van een ponsproduct is vooral afhankelijk van de snijspeling/snijspleet en de gereedschapsslijtage.
- Als de snijspeling te groot is, is de benodigde ponskracht kleiner, maar wordt het gat niet mooi rond. Als de snijspeling te klein is wordt de ponskracht te groot en slijt het gereedschap te snel.
- Voor materialen met een lage treksterkte neem je een snijspleet van 6 tot 8% van de materiaaldikte. Voor materialen met een hogere treksterkte neem je een snijspleet van 14 tot 16% van de materiaaldikte.
- De ponskracht is het totaal van de benodigde snijkracht en de optredende wrijvingskrachten.
- Je kunt de benodigde ponskracht beperken door:
 - de perssnelheid te verlagen
 - snijslagdemping toe te passen
 - een smeermiddel te gebruiken
 - een afgeschuinde snijder te gebruiken.
- De kostprijs van een ponsproduct wordt vooral bepaald door:
 - de perssnelheid en gereedschapskosten
 - de strookindeling en gebruiksfactor van het materiaal.
- Op een gecombineerde ponsnibbelmachine kun je naast ponsen en nibbelen vaak ook andere contourbewerkingen uitvoeren.

15.6 Antwoorden

Antwoord 1

De drukplaat verdeelt de ponskracht van de kop van de snijder over de bovenplaat.

Antwoord 2

De snijspeling (of snijspleet) en de gereedschapsslijtage.

Antwoord 3

Bij een hydraulische pers kun je door demping de ponskracht verlagen. Daardoor kun je gereedschap met een lichtere constructie gebruiken.

Antwoord 4

Ponsnibbelen en knabbelen.

16 Vragen Ponsen

Vraag 1

Beschrijf de vier fasen die plaatsvinden tijdens ponsen en de materiaaloppervlakken die horen bij deze vier fasen. De eerste fase is al uitgewerkt.

Fase 1: snijder duwt een afronding in het materiaal (de dop).

Vraag 2

Noem een voordeel en een nadeel van ponsen.

Vraag 3

Wat is het belangrijkste verschil tussen gatponsen en uitponsen?

Vraag 4

Hoe wordt vermoeiing van de snijder voorkomen bij ponsen?

Vraag 5

Noem twee afmetingen die de maat- en vormnauwkeurigheid van een ponsproduct bepalen.

Vraag 6

Bij welk ponsproces is er geen braamvorming?

- ☐ Conventioneel ponsen
- ☐ Gladponsen
- ☐ Tegenponsen
- ☐ Extrusieponsen

Vraag 7

Maak de volgende zin af. Als de snijspeling bij het ponsen te klein is

Vraag 8

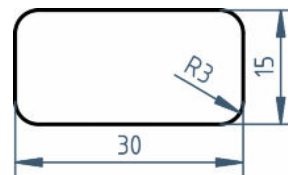
Je wilt een gat ponsen in staalplaat S235JR van 5 mm dikte.

Welke snijspleet kies je?

Vraag 9

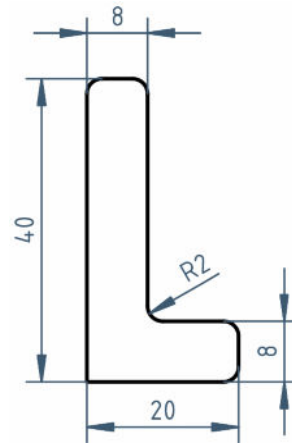
Je wilt een gat ponsen in een plaat van 3 mm dikte. $R_m = 360 \text{ N/mm}^2$.

Bereken de ponskracht.



Vraag 10

Je wilt het product in de lengte uit een strook van 1000 mm ponsen. De dambreedte is 2 mm. Bereken de gebruiksfactor van de strook.



17 Materiaalgedrag bij het buigen

Inleiding

Het buigen van materiaal is een bewerking waarbij materiaal vervormd wordt. De oorspronkelijke hoeveelheid materiaal krijgt een andere vorm.



Werkstuk buigen

Met andere woorden:

- buigen is een bewerking waarbij geen materiaal verloren gaat, er wordt alleen een andere vorm aangegeven;
- buigen is een spaanloze bewerking.

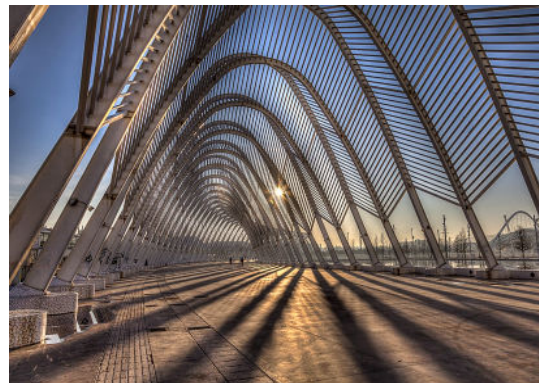
Bij de materialen die geschikt zijn om te buigen moeten we denken aan materialen die hun nieuwe vorm daarna blijvend behouden. Een materiaal als rubber kan goed worden gebogen, maar blijft niet in de nieuwe vorm. Het kan terugveren in de oorspronkelijke vorm. Dus: bij buigen gaat het om een blijvende vormverandering. Geschikte materialen zijn verschillende soorten metaal zoals koper, messing, staal en aluminium. Deze kunnen worden geleverd als staaf-, plaat- en profielmateriaal.

Materialen die geschikt zijn om te buigen houden hun nieuwe vorm na het buigen.

Je kunt een materiaal als rubber goed buigen, maar dit materiaal veert terug in zijn oorspronkelijke vorm.

Dus: bij buigen gaat het om een blijvende vormverandering.

Metalen zijn meestal geschikt voor buigprocessen. Bijvoorbeeld koper, messing, staal en aluminium.



Gebogen staalprofielen

Leerdoelen

Je kunt:

- het principe van buigen uitleggen
- verschillende buigprocessen noemen
- uitleggen welke factoren invloed hebben op het buigen
- uitleggen welke spanningen er tijdens het buigen optreden
- uitleggen wat de neutrale lijn is
- de minimale buigradius berekenen voor een materiaal
- uitleggen hoe je scheurvorming kunt voorkomen.

17.1 Buigprocessen

Je kunt de verschillende buigprocessen onderverdelen op basis van de machine of het gereedschap waarmee het buigen plaatsvindt.

Kanten

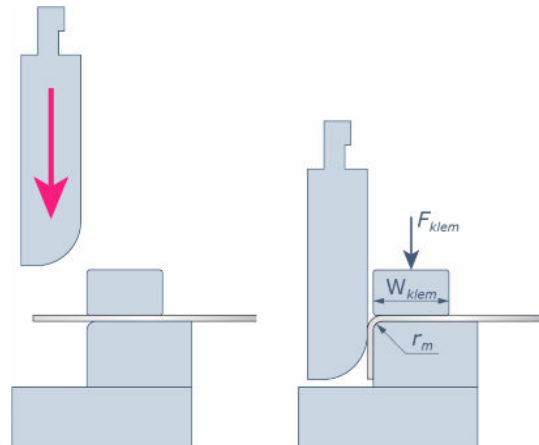
Bij kanten wordt het materiaal door een bovengereedschap (de stempel) in een groef van een ondergereedschap (de matrijs) gedrukt. Een voordeel van kanten is de hoge productiesnelheid en flexibiliteit. Een nadeel kan zijn dat grote platen omhoog zwaaien en doorbuigen. Dit kun je voorkomen door meebewegende constructies te gebruiken.



Kanten

Strijkbuigen

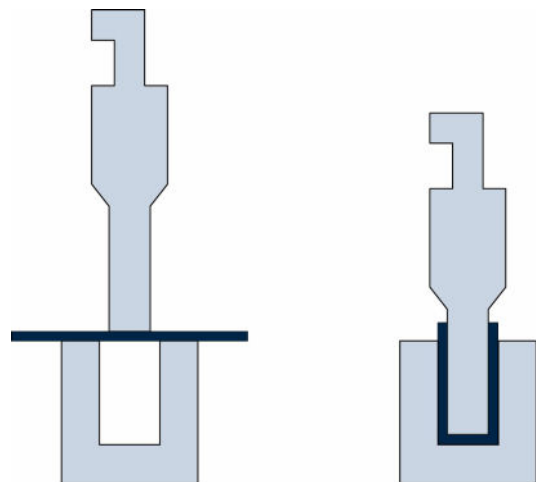
Bij het strijkbuigen wordt het materiaal over een afstand (W_{klem}) aan één kant ingeklemd met een klemkracht (F_{klem}). Het overstekende materiaal wordt door de neergaande bovenstempel om de matrijsradius (r_m) gebogen.



Strijkbuigen

U-buigen

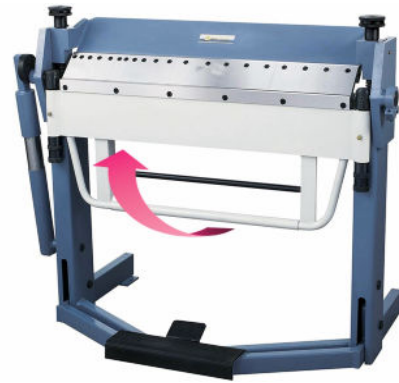
U-buigen is een andere vorm van strijkbuigen. Hierbij worden beide productbenen tegelijkertijd gebogen.



U-buigen

Zwenkbuigen

Het principe van zwenkbuigen berust op het klemmen van een product tussen een vaste balk en een beweegbare balk, waarna de buigbalk het product rond de klembalk buigt.



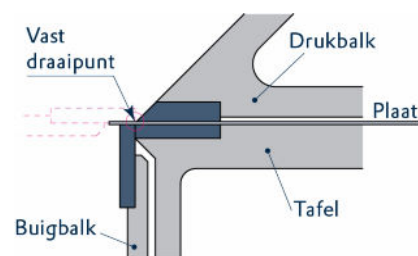
Zwenkbuigen

Hoofdonderdelen zwenkbuigmachine

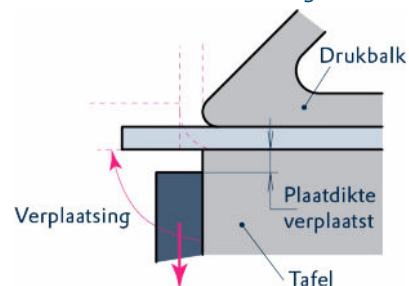
De zwenkbuigmachine (of *zetbank*) is een machine voor het buigen van plaat. De machine bestaat uit drie hoofdonderdelen:

- een tafel
- een drukbalk
- een buigbalk

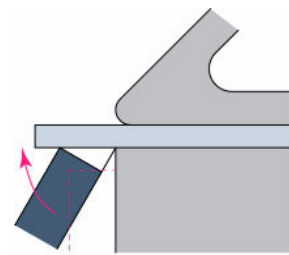
De buigbalk heeft een vast draaipunt aan het frame. Dit draaipunt kan worden verplaatst afhankelijk van de plaatdikte.



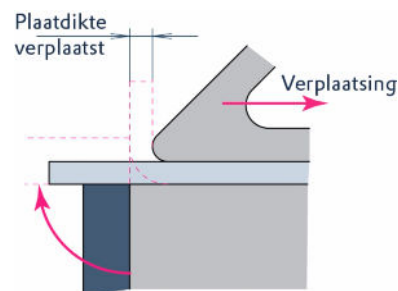
Hoofdonderdelen zwenkbuigmachine



Verplaatsen draaipunt



Buigen van dikke plaat



Verplaatsen drukbalk

Hoe dikker de plaat is, hoe slechter het buigen verloopt. De buigbalk glijdt dan langs de plaat, waardoor deze kan beschadigen.

Het is ook mogelijk de drukbalk te verplaatsen. Hierbij volgt de buigbalk de plaat, zodat deze minder kan beschadigen.

Rolbuigen

Het rolbuigen van plaat of profiel wordt vaak *walsen* genoemd. Rolbuigen is een betere naam. Bij walsen gaat het meestal om het dunner maken van plaatmateriaal. Dat is bij rolbuigen niet het geval.

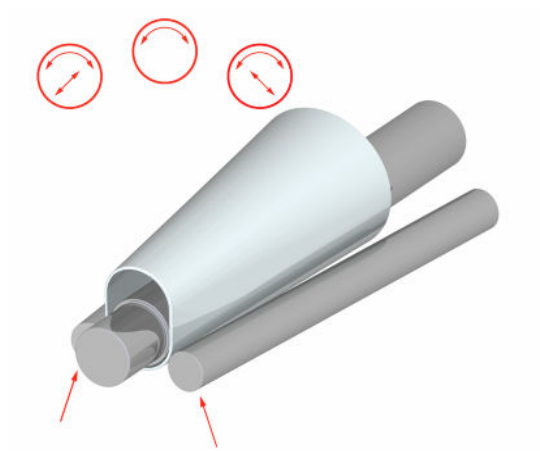
Bij rolbuigmachines loopt de plaat of het profiel meestal over twee rollen en wordt het door een derde rol aangedrukt.



Rolbuigen

Conisch rolbuigen

Het is ook mogelijk om kegelvormige producten te rolbuigen. De rollen zijn dan schuin ten opzichte van elkaar opgesteld. Dit noem je conisch rolbuigen.



Conisch rolbuigen

Rolvormmachine

Een rolvormmachine is een machine waarmee profielen gemaakt worden. De machine bestaat uit een aantal achter elkaar geplaatste rolvormstations.

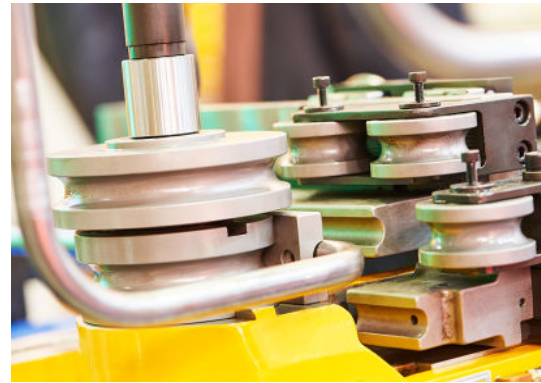


Rolvormmachine voor het maken van profielen

Wikkelbuigen

Bij het wikkelbuigen wordt het materiaal over een doorn getrokken of door een geleiding gevoerd. Een veel voorkomende bewerking is het kraalvormen of 'kralen' (bij bijvoorbeeld dakgoten).

De bekendste vorm van wikkelbuigen is het buigen van pijp.



Buigen van pijp

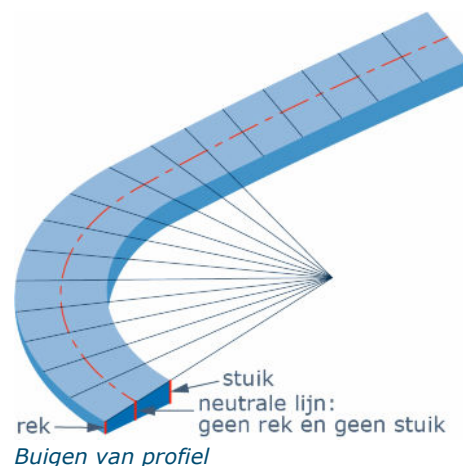
- ? 1. Noem minstens drie buigprocessen.

17.2 Materiaalgedrag bij buigen

Geschikte buigmaterialen houden hun vorm na het buigen. Er zijn twee factoren die het gedrag van het materiaal tijdens het buigen bepalen:

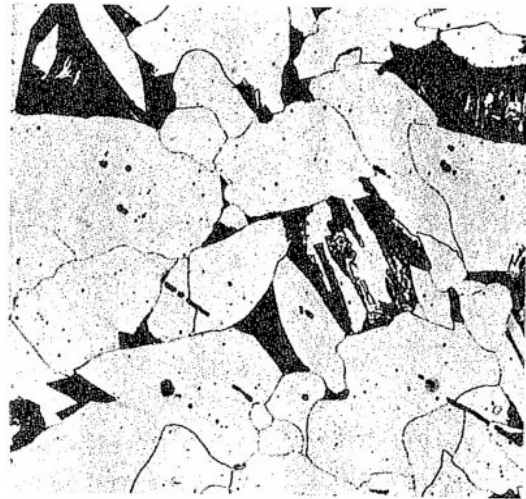
- Het soort materiaal. Hierbij gaat het vooral om de mechanische eigenschappen, zoals de rekbaarheid, maar ook om de materiaalstructuur.
- De vorm van het materiaal voor en na het buigen. Buigen van hoekstaal is bijvoorbeeld moeilijker dan het buigen van een stafmateriaal.

Tijdens het buigen stuikt het materiaal aan één kant en het rekt aan de andere kant. Je mag de grenzen van het rekken en stuiken niet overschrijden, anders kan het materiaal breken. Het is daarom belangrijk te weten waar die grenzen liggen voor de verschillende materialen. Het buigen van gietijzer is bijvoorbeeld een stuk moeilijker dan het buigen van lood. Als je de grenzen kent is het mogelijk het buigproces te beheersen.



Buigen van profiel

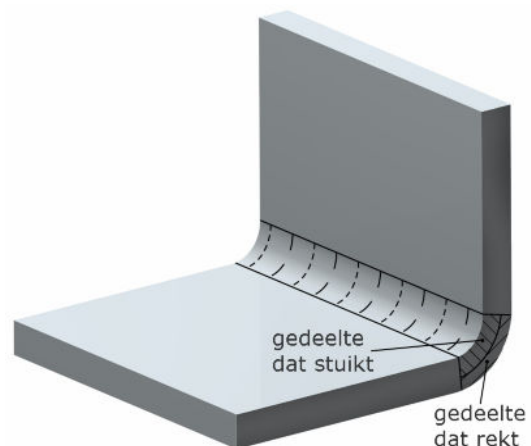
De materiaalstructuur speelt een grote rol bij het buigen. De korrelgrootte en eventuele legeringselementen hebben invloed op het buiggedrag.



Structuur van 0,25% koolstofstaal

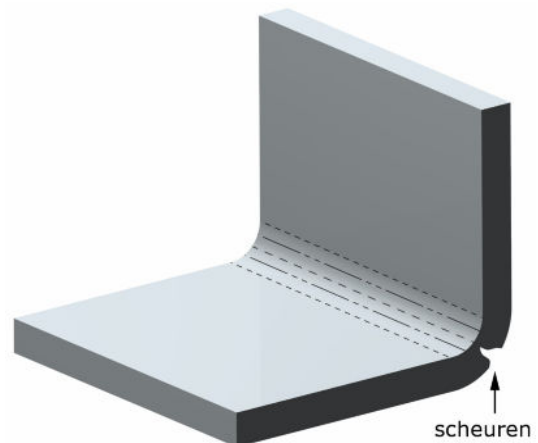
Spanningen bij het buigen

Bij het buigen treden trek- en drukspanningen op. Het is erg belangrijk om te weten waar deze spanningen optreden. Als je een stuk 'plat' gaat buigen, wil de buitenkant rekken en de binnenkant stuiken. Het profiel (de doorsnede van het 'plat') behoudt daardoor niet helemaal de uitgangsvorm.



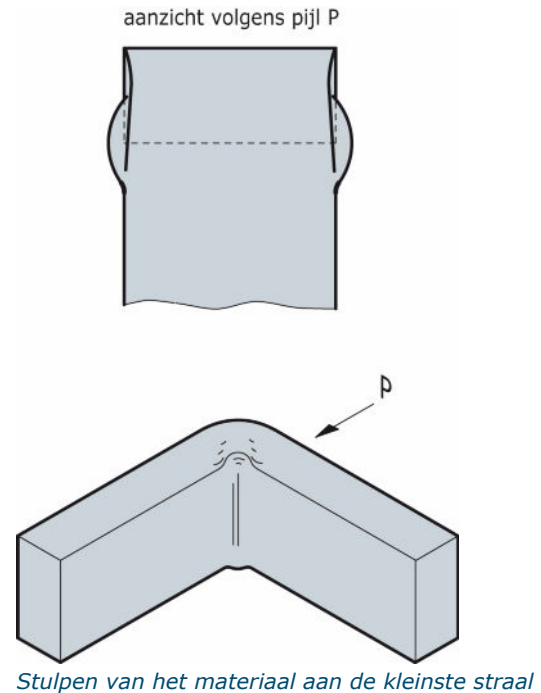
Bij het buigen treden trek- en drukspanningen op

Het materiaal kan zelfs scheuren als de rekgrens van het materiaal wordt overschreden.



Het materiaal kan zelfs scheuren

Wordt de rekgrens niet overschreden, dan wordt de dikte van het materiaal in de bocht dunner. Aan de zijde van de kleinste straal (de openingshoek) stulpt het materiaal naar buiten. Aan de zijde van de grootste straal (de buighoek) wordt het materiaal juist naar binnen getrokken.



Spanningen in het elastisch gebied

Zolang het materiaal zich elastisch gedraagt (de spanning in de doorsnede is dan lager dan de proportionaliteitsgrens R_p), keert het materiaal na het wegnemen van de spanning terug naar zijn oorspronkelijke vorm.

Komt de spanning in het plastisch gebied (boven de proportionaliteitsgrens R_p), dan ontstaat er blijvende vervorming. Bij een maximale vervorming zal de buitenzijde van het materiaal eerst gaan scheuren. Ook bij dikker materiaal is de kans op scheurvorming groter. De minimale toelaatbare buigradius wordt dus bepaald door de materiaalsoort en materiaaldikte.

Vervormingen bij het buigen

Tijdens het vervormen wordt het materiaal elastisch en plastisch vervormd. De elastische vervorming zorgt voor terugvering van de productbenen. Het materiaalvolume blijft na de vervorming gelijk. Het materiaal aan de binnenkant van de buigradius wordt in de richting van de buighoek gestuikt en in de dwarsrichting verbreed. Het materiaal aan de buitenkant van de buigradius wordt in de richting van de buighoek gerekt en in de dwarsrichting versmald.

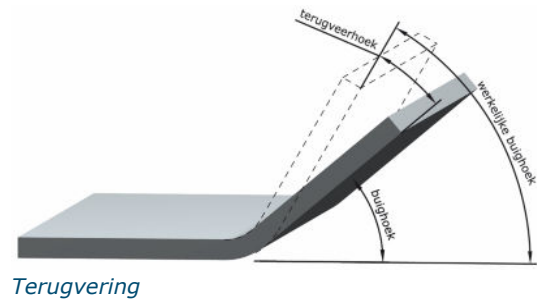
Scheurvorming

Scheuren ontstaan meestal aan de buitenzijde van het gebogen product. Ze worden veroorzaakt door plaatselijke overschrijding van de maximale toelaatbare rek. Aan het buigen gaat dikwijls een knip- snij- of ponsbewerking vooraf. Als deze bewerking loodrecht op de buiglijn ligt, wordt de vervormbaarheid kleiner.

Bramen die ontstaan bij een voorbewerking moeten bij voorkeur aan de stuikzijde van de van de buigradius liggen. Liggen de bramen aan de rekzijde, dan kunnen deze gemakkelijk scheuren veroorzaken.

Terugvering

De werkelijke buighoek moet groter zijn dan de buighoek van het eindproduct. Dit is nodig om 'terugvering' van het materiaal op te vangen. De terugveerhoek is de hoek waarin het materiaal terugveert nadat je de (buig)kracht weghaalt. De werkelijke buighoek is dus de buighoek plus de terugveerhoek.



De terugveerhoek hangt af van de elasticiteit van het gebruikte materiaal. Zo veert staal sterker terug dan lood.

- ? 2. Welke bewering(en) is/zijn waar:
- In het elastisch gebied vervormt het materiaal niet als de kracht wordt weggenomen.
 - In het plastisch gebied zijn er geen spanningen in het materiaal.
- ? 3. Streep het foute antwoord door:
Scheuren ontstaan aan de **binnenkant/buitenkant** van het product.

Minimale buigradius

Om de terugvering te beperken moet je met een zo klein mogelijke buigradius werken. Maar met het kleiner worden van de buigradius neemt ook de vervorming aan de buitenzijde toe. Er wordt daarom met een minimale buigradius gewerkt.

Berekenen minimale buigradius

Je berekent de minimale buigradius met de volgende formule:

Formule minimale buigradius
$R_{i \min} = C \times t$

$R_{i \min}$ = de kleinst toelaatbare buigstraal

C = de correctiefactor voor het materiaal (zie tabel)

t = de materiaaldikte

Materiaalsoort	Factor C
Staal $\leq$ S275	0,5
Staal $\leq$ E334	0,7
Ferritisch roestvast staal	0,8
Austenitisch hittebestendig staal	0,5
Ferritisch hittebestendig staal	1,6
Austenitisch hittebestendig staal	0,8
Koper	0,25
Nikkel	1,0
Messing	3,5
Aluminium zacht	0,5
Aluminium hard	0,9

Tabel correctiefactoren buigradius



4. Waarvan is de terugveerhoek afhankelijk?



5. Het materiaal is staal S275 en de dikte $t = 5$ mm.
Hoe groot is de minimale buigradius $R_{i \min}$?



6. Het materiaal is koper en de dikte $t = 5$ mm.
Hoe groot is de minimale buigradius $R_{i \min}$?

17.3 Factoren die het buigen beïnvloeden

De omgevingstemperatuur heeft invloed op het buigproces. Je kunt:

- koudbuigen
- warmbuigen.

Rekgrens verlagen

Bij het warmbuigen beïnvloedt je de rekgrens van het materiaal. De meeste metalen worden weker en zachter door verhitting. Een metaal dat voldoende is verhit kun je dus makkelijker blijvend vervormen. Het materiaal wordt daarbij nauwelijks harder of stugger.

Warmbuigen pas je toe als bij koudbuigen een kans op scheurvorming ontstaat. Bijvoorbeeld doordat de buigstraal te klein is voor de dikte van het materiaal (verschuiving van de neutrale lijn).



Warmbuigen

In principe verleg je de rekgrens van het metaal positief door het materiaal te verhitten. Denk hierbij aan het kracht-verlengingsdiagram.

Het metaal kan te hard zijn om het goed te kunnen buigen. Bijvoorbeeld doordat het materiaal bij de voorbewerking te snel is afgekoeld. Maar ook door koudverstevinging. Koper en staal bijvoorbeeld, worden door veel koudvervormen hard.



Koudverstevinging

Spanningsarm gloeien

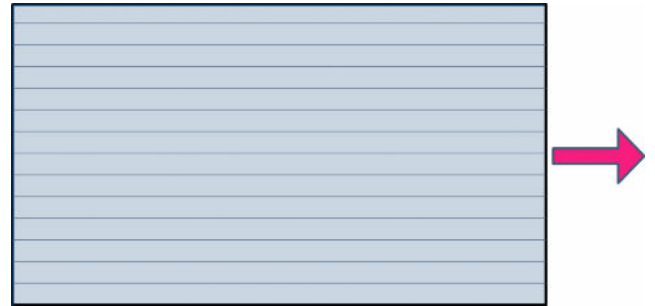
Door middel van 'gloeien' zijn deze te harde metalen weer beter buigbaar te maken. Dit heet ook wel 'spanningsarm gloeien'. Door staal tot 600 - 650 °C te verhitten wordt het materiaal 'spanningsarm' gegloeid en vervolgens langzaam afgekoeld. De spanningen die de hardheid veroorzaken worden hierbij weggenomen. Daarna is het metaal weer voldoende buigbaar.

Normaal gloeien

Soms is 'normaal' gloeien noodzakelijk waarbij je het materiaal tot 900 - 920 °C verwarmt. Ook hierbij is het doel het materiaal beter bewerkbaar te maken, dus ook beter buigbaar.

Walsrichting

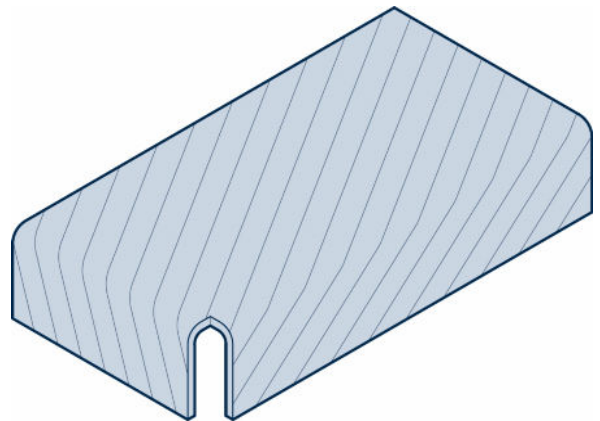
Bij het produceren van een stuk materiaal (staf, plaat, profiel) zijn verschillende factoren van invloed op het buigen. De walsrichting is daar een voorbeeld van. Dit is de richting waarin het materiaal zich beweegt tijdens het walsen. De walsrichting loopt meestal evenwijdig aan de langste zijde van bijvoorbeeld plaat-, staf- of profielmateriaal.



Walsrichting

Als je bijvoorbeeld haaks gaat buigen aan de walsrichting, dan is het goed mogelijk dat er scheurtjes in het materiaal ontstaan. In het ergste geval kan er zelfs breuk optreden. Het is daarom belangrijk bij het buigen van 'hard' materiaal rekening te houden met de walsrichting. Zo mogelijk moet de omgezette kant haaks op de walsrichting staan.

Soms is het noodzakelijk dat je een stuk plaat in twee richtingen moet buigen. Het is dan het beste dat de walsrichting diagonaal over het te maken product heen loopt.



Walsrichting diagonaal



7. Hoe kun je de rekgrens verlagen?

17.4 Samenvatting

- Veel toegepaste buigprocessen zijn:
 - kanten:
het materiaal wordt door een bovengereedschap (stempel) in een groef van een ondergereedschap (matrijs) gedrukt.
 - strijkbuigen:
het materiaal wordt over een afstand aan één kant ingeklemd met een bepaalde klemkracht. Het overstekende materiaal wordt door de neergaande bovenstempel om de matrijsradius gebogen.
 - zwenkbuigen:
het materiaal wordt ingeklemd tussen een vaste balk en een beweegbare balk, waarna de buigbalk het product rond de klembalk buigt.
 - rolbuigen:
de plaat of het profiel loopt over twee rollen en wordt door een derde rol aangedrukt.
 - wikkelbuigen:
het materiaal wordt over een doorn getrokken of door een geleiding gevoerd.
- Het materiaalgedrag bij het buigen wordt bepaald door:
 - het soort materiaal
 - de vorm van het materiaal
- Tijdens het vervormen wordt het materiaal elastisch en plastisch vervormd. Bij het buigen treden trek- en drukspanningen op.
 - neutrale lijn:
Dit is een laag waar geen rek of stuik optreedt.
 - terugvering:
Dit is de hoek waarin het materiaal terugveert nadat we de (buig)kracht weghalen.
 - minimale buigradius:
Om de terugvering te beperken moet je met een zo klein mogelijke buigradius werken.
- Factoren die het buigen beïnvloeden:
 - warmbuigen
 - koudbuigen
 - spanningsarm gloeien:
staal verhitten tot ca. 600° à 650°C en daarna langzaam afkoelen.
 - normaal gloeien:
Dit is staal verhitten tot ongeveer 900°

17.5 Antwoorden

Antwoord 1

Kantbuigen, zwenkbuigen, strijkbuigen, rolbuigen, wikkelbuigen.

Antwoord 2

In het elastisch gebied vervormt het materiaal niet als de kracht wordt weggenomen

Antwoord 3

Scheuren ontstaan aan de buitenkant van het product.

Antwoord 4

De terugveerhoek is afhankelijk van het gebruikte materiaal.

Antwoord 5

$$R_{i \min} = C \times t$$

$$R_{i \min} = 0,5 \times 5 = 2,5 \text{ mm}$$

Antwoord 6

$$R_{i \min} = C \times t$$

$$R_{i \min} = 0,25 \times 5 = 1,25 \text{ mm}$$

Antwoord 7

Je kunt de rekgrens beïnvloeden door het materiaal te verhitten tot een bepaalde temperatuur.

18 Vragen Materiaalgedrag bij het buigen

Vraag 1

Geef een definitie van buigen.

Vraag 2

In welke processen kun je buigen onderverdelen?

Vraag 3

Welke twee factoren bepalen het gedrag van het materiaal tijdens het buigen?

Vraag 4

Welke spanningen treden op tijdens het buigen van het materiaal?

Vraag 5

Wat is een neutrale lijn?

Vraag 6

Waarvoor dient de neutrale lijn?

Vraag 7

Waarom moet de werkelijke buighoek groter zijn dan de buighoek van het product?

Vraag 8

Streep het foute antwoord door.

Met het kleiner worden van de buigradius neemt de vervorming aan de buitenzijde **toe/af**.

Vraag 9

Wat is de minimale buigradius ($R_{i \min}$) van:

a. een stuk plat S275 met een dikte van 5 mm?

b. een stuk plat messing met een dikte van 5 mm?

Vraag 10

Waardoor komen scheuren in het materiaal tijdens het buigen?

Vraag 11

Hoe kun je scheurvorming voorkomen?

Vraag 12

Hoe kun je het buiggedrag van een materiaal beïnvloeden?

Vraag 13

Wat verandert er als je het materiaal verwarmd?

Vraag 14

Op welke temperatuur kun je spanningsarm gloeien?

- ☐ 200 - 250 °C
- ☐ 600 - 650 °C
- ☐ 900 - 950 °C
- ☐ 905 - 1100 °C

Vraag 15

Wanneer pas je spanningsarmgloeien toe?

Vraag 16

Op welke temperatuur kun je normaal gloeien?

- ☐ ca. 200 °C
- ☐ ca. 600 °C
- ☐ ca. 900 °C
- ☐ ca. 1100 °C

19 Veiligheid bij lasersnijden

Inleiding

Bij onzorgvuldig gebruik is de lasersnijmachine een gevaarlijk stuk gereedschap. Als je met een lasersnijmachine werkt moet je bepaalde veiligheidsmaatregelen nemen. Je moet weten wat je wel en vooral niet moet doen. Zo voorkom je ongevallen.



Lasersnijden

Leerdoelen

Je kunt:

- veel voorkomende oorzaken van ongevallen bij lasersnijden benoemen
- uitleggen hoe je bedieningsfouten en machinestoringen kunt voorkomen
- uitleggen welke veiligheidsmaatregelen je moet nemen.

19.1 Oorzaken van ongevallen

Veilig werken verkleint de kans op ongevallen. Bij een ongeval kunnen mensen gewond raken. Ook kunnen materialen, machines en het milieu schade oplopen. De twee hoofdoorzaken van ongevallen zijn:

- bedieningsfouten
- machinestoringen.

Bedieningsfouten

Ongevallen door bedieningsfouten kun je vaak voorkomen door te zorgen voor overzicht. Overzicht betekent direct kunnen zien of alles op de juiste plek ligt. Dus of er niets ontbreekt en of er geen gereedschap of materiaal op gevaarlijke plaatsen is achtergebleven. Overzicht betekent ook weten wat je wanneer moet doen.

Ongevallen door bedieningsfouten hebben meestal te maken met:

- onwetendheid
- gebrek aan orde en netheid
- onoplettendheid en onvoorzichtigheid
- onwil en eigenwijsheid.

Vijf tips voor veilig werken:

- Zorg ervoor dat je de bedieningsinstructies en de veiligheidsvoorschriften goed kent.
- Laat je handen nooit rusten op de tafel van de machine terwijl deze een bewerking uitvoert.
- Pas goed op voor scherpe plaatranden. Deze kunnen zware verwondingen veroorzaken.
- Laat geen gereedschap of onderdelen op de tafel liggen. Tijdens het snijden veegt de machine alles weg.
- Draag in de werkplaats geen slobberende kleding of een das. Deze kunnen bekneeld raken in de machine.

Machinestoringen

Een CNC-machine maakt gebruik van programma's. Bij elk nieuw product hoort een nieuw programma. Nieuwe of gewijzigde programma's moet je eerst testen voordat je ze gaat toepassen. Zo houd je de kans op ongelukken klein.

Het opstarten van een nieuw programma gaat als volgt:

- Eerst probeer je het programma uit met een simulatie.
- Als de simulatie goed werkt, maak je met de snijmachine een proefproduct.
- Pas daarna begin je voorzichtig met de 'echte' productie.

Ga bij het testen van programma's altijd dicht bij de noodstop staan. Je kunt dan snel ingrijpen als er iets misgaat.



Noodstopknop



1. Waarom moet je een nieuw CNC-programma simuleren voordat je een proefproduct maakt?

19.2 Risico's van de lasersnijmachine

Bij het werken met de lasersnijmachine moet je letten op de volgende risico's:

- de laserbundel
- de beweging van de tafel en/of het werkstuk
- de hoge spanning
- de materiaaldampen.

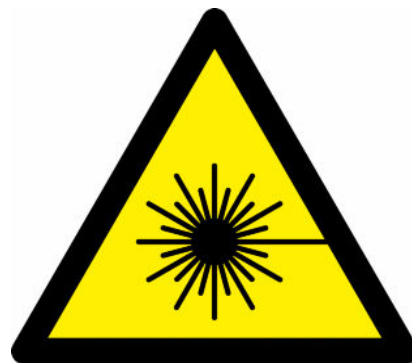
Laserbundel

Lasers delen we in vier risicoklassen. De laser in de lasersnijmachine behoort tot risicoklasse vier, de hoogste klasse. Dit zijn heel gevaarlijke lasers met een erg hoge energiedichtheid. Als je in de laserbundel kijkt, veroorzaakt deze direct ernstige oogschade. Bij huidcontact loop je flinke brandwonden op. Zorg er dus voor dat je bij het uitlijnen van de spiegels nooit in contact komt met de laserbundel.

Met infraroodlasers moet je extra oppassen, want de lichtbundel is onzichtbaar.

De fabrikant van de lasersnijmachine heeft al rekening gehouden met de veiligheid van de machinebediener: tijdens de productie is de laserbundel volledig afgeschermd. Toch moet je altijd een veiligheidsbril dragen. Zo loop je geen risico door eventueel verstrooid laserlicht. De veiligheidsbril is een soort polaroidbril die circulair gepolariseerd licht tegenhoudt.

Het waarschuwingssymbool voor gevaarlijk laserlicht staat op de lasersnijmachine en ook vaak bij de ingang van ruimtes waar met gevaarlijke lasers wordt gewerkt.



Waarschuwingssymbool laserbundel

De beweging van de tafel en/of de laserbundel

Tijdens de productie beweegt het werkstuk en/of de laserbundel. Hierdoor kun je snijwonden oplopen of in de machine vast komen te zitten. Let dus goed op waar je staat. Om het risico van beknelling te voorkomen, beschikt de machine over mechanische of elektrische beveiligingen.

Hoge spanning

In de voedingskast van de laser bevinden zich onderdelen waar een heel hoge spanning op staat. Zodra de deur van de voedingskast opengaat, moet de hoogspanning automatisch uitschakelen. Laat het onderhoud van deze voedingskast over aan specialisten.

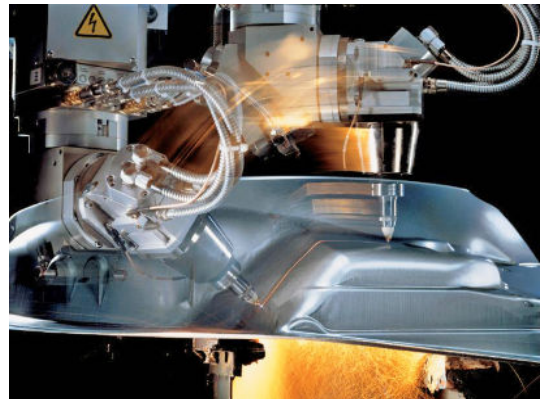


10 kV 21

Waarschuwingssymbool hoogspanning

Materiaaldampen

Bij lasersnijden kunnen schadelijke dampen vrijkomen. Je moet dus zorgen voor een deugdelijke afzuiging. Wat voor afzuiging je nodig hebt, hangt af van het materiaal dat je snijdt.



Afzuiging bij de snijmachine

Normaal staal

Voor het snijden van normaal staal heb je geen afzuiging bij de machine nodig. Een afzuigstelsel in de werkplaats is voldoende.

Roestvast staal en aluminium

Voor het snijden van roestvast staal of aluminium heb je meestal een afzuiging bij de snijmachine nodig.

Kunststoffen

Voor het snijden van kunststoffen heb je altijd een afzuiging bij de snijmachine nodig. De dampen die vrijkomen, zijn vaak niet alleen schadelijk voor de gezondheid, maar ook voor het milieu. Daarom moet je de dampen filteren. Welk filter je gebruikt, hangt af van de soort kunststof.



2. Mag je bij het werken met een lasersnijmachine een gewone veiligheidsbril dragen? Waarom wel/niet?

19.3 Veiligheidsmaatregelen

Je kent nu de risico's van het lasersnijden. Om ongelukken te voorkomen, neem je veiligheidsmaatregelen. Er zijn algemene veiligheidsmaatregelen en maatregelen die speciaal voor lasersnijden zijn bedoeld.

Algemene veiligheidsmaatregelen

De werkgever en werknemer moeten er samen voor zorgen dat het ongevalsrisico zo klein mogelijk is.

De volgende maatregelen helpen daarbij:

- instructie, training en begeleiding van de machinebediener
- onderhoudsplanning en preventief onderhoud
- een nette en opgeruimde werkplek
- een vlakke en ruwe vloer
- een serieuze en verantwoordelijke werkhouding
- goede werkomstandigheden.



Goede instructies zijn belangrijk

Speciale veiligheidsmaatregelen

De belangrijkste maatregelen voor het lasersnijden zijn:

- Zorg ervoor dat de machine goed is opgesteld. Dit betekent dat de machine stabiel staat op een solide fundering. Je houdt rekening met trillingen door andere machines of door zwaar verkeer. De besturing is erg gevoelig voor stroomstoten en radiogolven. Zorg dus voor een betrouwbare stroomvoorziening en plaats geen zenders in de buurt van de snijmachine.
- Voorkom contact met de laserbundel, in welke vorm dan ook. Draag altijd je veiligheidsbril.
- Houd rekening met de bewegingen van de tafel en/of het werkstuk.
- Blijf van de hoogspanningskast af.
- Controleer of de afzuiging naar behoren werkt en of het juiste filter is geïnstalleerd.



3. Noem tenminste drie maatregelen waarmee je ongelukken bij lasersnijden kunt voorkomen.

19.4 Samenvatting

- Oorzaken van ongevallen:
 - Bedieningsfouten: voorkom deze door overzicht te houden.
 - Machinestoringen: voorkom deze door nieuwe of gewijzigde programma's te testen.
- Veiligheidsrisico's:
 - Lasers in lasersnijmachines kunnen ernstige brandworden veroorzaken.
 - Je kunt bekneld komen zitten door bewegingen van de laser of de tafel.
 - In de voedingskast zitten onderdelen die onder hoge spanning staan.
 - Bij lasersnijden kunnen giftige dampen vrijkomen.
- Veiligheidsmaatregelen:
 - Draag een veiligheidsbril.
 - Let op waar je staat. Houdt rekening met bewegingen van de tafel en/of het werkstuk.
 - Laat onderhoud van de voedingskast over aan specialisten.
 - Gebruik een goede afzuiginstallatie.

19.5 Antwoorden

Antwoord 1

Om te voorkomen dat de machine onverwachte bewegingen maakt.

Antwoord 2

Nee, dat mag niet. Bij lasersnijden draag je een veiligheidsbril die circulair gepolariseerd licht tegenhoudt.

Antwoord 3

- Zorg ervoor dat de machine goed is opgesteld.
- Zorg voor een betrouwbare stroomvoorziening.
- Plaats geen zenders in de buurt van de snijmachine.
- Voorkom contact met de laserbundel, in welke vorm dan ook.
- Draag altijd je veiligheidsbril.
- Houd rekening met de bewegingen van de tafel en/of het werkstuk.
- Blijf van de hoogspanningskast af.
- Controleer of de afzuiging naar behoren werkt en of het juiste filter is geïnstalleerd.

20 Vragen Veiligheid bij lasersnijden

Vraag 1

Wat kun je doen als je vindt dat je werkplek onveilig is?

Vraag 2

Hoe test je een nieuw programma?

Vraag 3

Waarom moet je bij het snijden van kunststof een afzuiging met een filter gebruiken?

Vraag 4

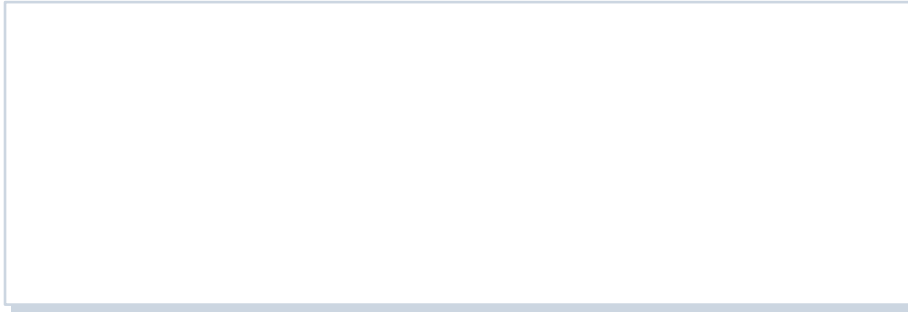
Hoe werkt de veiligheidsbril die je tijdens het lasersnijden draagt?

Vraag 5

Leg uit waarom de laserbundel gevaarlijk is.

Vraag 6

Teken het waarschuwingssymbool voor gevaarlijk laserlicht.



21 Maken van een puntlasverbinding

Inleiding

In deze werkinstructie lees je hoe je twee materiaaldelen kunt verbinden met puntlassen.



Materiaaldelen verbinden met puntlassen

Leerdoelen

Je kunt:

- een puntlasmachine instellen
- een puntlasverbinding maken.

21.1 Veiligheid

Veilig werken met de puntlasmachine

Bij het puntlassen ontstaan vonken en hitte. De puntlasmachine maakt lawaai. Draag daarom de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM):

- een veiligheidsbril
- gehoorbescherming
- werkhandschoenen
- werkschoenen.



Draag de juiste PBM

Op elkaar klemmen van het materiaal

Klem de platen die je gaat puntlassen met griptangen op elkaar. Je kunt ze dan oppakken met de griptangen. Stel de griptangen niet te vast af. Je beschadigt de platen dan niet.

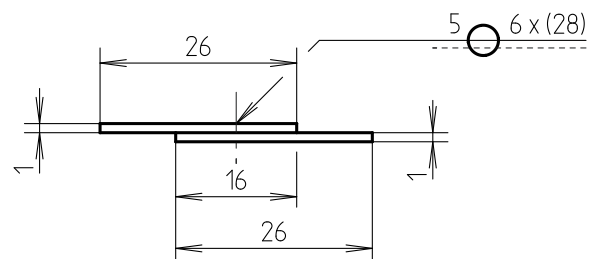


Platen op elkaar klemmen

21.2 Voorbereiding

Tekeninglezen

Kijk goed naar de werktekening. Controleer of deze klopt met de omschrijving van de opdracht. Snap je alles wat op de werktekening staat?



Tekeninglezen

Gereedschappen verzamelen

Je hebt de volgende gereedschappen en machine nodig:

- maatlat of aftekenmaat
- kraspen of potlood
- griptangen
- schuifmaat
- puntlasmachine.



Griptangen

Elektroden controleren

Controleer de elektroden van het puntlasapparaat. De uiteinden van de elektrode moeten afgerond zijn. Soms hebben ze een plat vlakje in het midden.

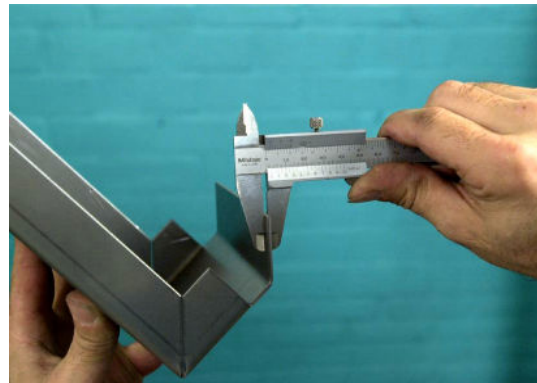


Controleren van de elektroden

Materiaal controleren

Controleer:

- de afmetingen en de soort van het materiaal
- of het plaatmateriaal niet vet of roestig is
- of het materiaal vlak en onbeschadigd is.



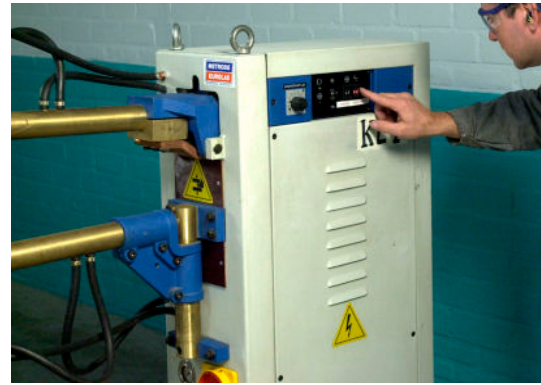
Controleer het materiaal



1. Waarop moet je letten bij het klemmen van de platen met een griptang?

Stel de volgende waarden in:

- de elektrodekracht
- de stroomsterkte
- de lastijd.



Puntlasmachine instellen

Hoe je de waarden instelt is niet op alle machines hetzelfde. Je begeleider weet hoe dit moet.



Puntlasmachine instellen afhankelijk van tabel

Puntlassen

Houdt de platen die je aan elkaar gaat lassen tussen de elektroden. Druk de bovenste elektrode naar beneden met het pedaal. De elektrode moet precies op de afgetekende plaats komen. Als de bovenste elektrode de plaat op de goede plaats raakt, druk je het voetpedaal verder door tot je een klik hoort. De puntlas is nu gemaakt.



Druk de bovenste elektrode op de plaat

Je hebt de eerste puntlas gemaakt. De volgende puntlassen maak je op dezelfde manier.



Maak de volgende puntlassen op dezelfde manier



2. Wat moet je allemaal instellen op een puntlasmachine?

21.4 Nazorg

Controleren van je werkstuk

Als je alle puntlassen hebt gemaakt controleer je:

- of ze de juiste sterkte hebben
- of ze er mooi uitzien.



Beoordeel de puntlassen

21.5 Samenvatting

- Controleer voordat je gaat puntlassen of je veilig aan de slag kunt.
- Bereid je werk voor door de tekening te lezen, materiaal en gereedschap te verzamelen en vervolgens af te tekenen op het werkstuk.
- Maken van een puntlasverbinding doe je als volgt:
 - Houd de platen die je aan elkaar gaat lassen tussen de elektroden.
 - Druk drukt de bovenste elektrode naar beneden met het pedaal. De elektrode moet precies op de afgetekende plaats komen.
 - Als de bovenste elektrode de plaat op de goede plaats raakt druk je het voetpedaal verder door tot je een klik hoort. De puntlas is nu gemaakt.
- Na afloop controleer je of alle puntlassen volgens tekening zijn gemaakt. Je controleert of de puntlassen goed zijn.

21.6 Antwoorden

Antwoord 1

Bij het klemmen van platen met een griptang moet je erop letten dat je de griptang niet te strak afstelt. Je beschadigd de platen dat niet.

Antwoord 2

Je kunt bij een puntlasmachine de volgende waarden instellen:

- de elektrodekracht
- de stroomsterkte
- de lastijd.

22 Vragen Maken van een puntlasverbinding

Vraag 1

In een plaatwerkerij staat een puntlasmachine.
Wat maak je met die machine aan elkaar?

Vraag 2

Een puntlasmachine heeft twee lasarmen.
Hoe noem je die armen?

Vraag 3

Je maakt een puntlas met de puntlasmachine.
Welke twee dingen zorgen samen voor de puntlas?

Vraag 4

Je houdt je werkstuk met twee handen vast.
Hoe bedien je dan de puntlasmachine?

Vraag 5

Je moet een plaat puntlassen onder een auto.
Gebruik je een verplaatsbare of een vaste puntlasmachine?

Vraag 6

Je last met een verplaatsbare puntlasmachine.
Hoe noem je die machine meestal?

Vraag 7

Je gaat puntlassen.
Welke persoonlijke beschermingsmiddelen draag je?

Vraag 8

Als je gaat puntlassen heb je griptangen nodig.
Waarvoor gebruik je die griptangen?

Vraag 9

In de pijl op de tekening staat een cirkel.
Wat betekent dit basissymbool?

Vraag 10

De platen die je moet puntlassen zijn vet.
Wat doe je met die platen?

Vraag 11

Je gaat de puntlasmachine instellen.
Wat moet je allemaal instellen?

Vraag 12

De waarden die je instelt zijn niet altijd hetzelfde.
Hoe weet je welke waarden je instelt?

Vraag 13

Je hebt je werkstuk tussen de elektroden geplaatst.
Hoe klem je het werkstuk tussen de elektroden?

Vraag 14

Je drukt het voetpedaal door om de puntlas te maken.
Hoe weet je dat de puntlas gemaakt is?

23 Praktijkopdrachten puntlassen - 113682

Je gaat platen aan elkaar maken met de puntlasmachine.

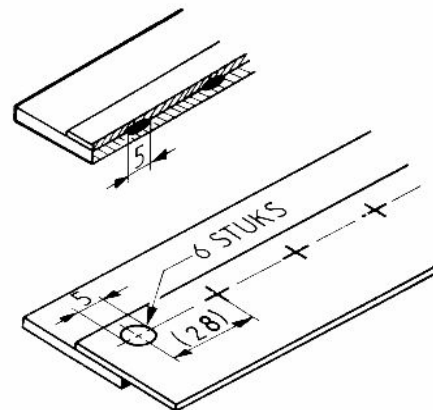
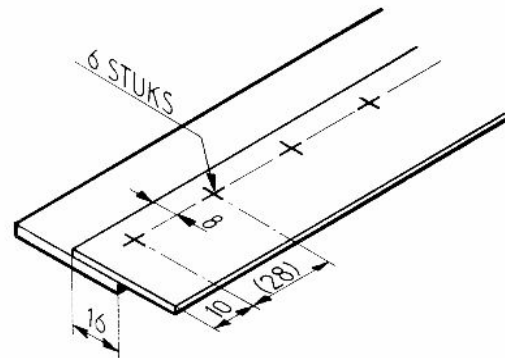
Je maakt eerst een werkstuk van twee platen van 1 mm dik. Daarna maak je hetzelfde werkstuk. Nu maak je dat van een plaat van 1 mm dik en een plaat van 2 mm dik.

23.1 Voorbereiding

Tekening lezen

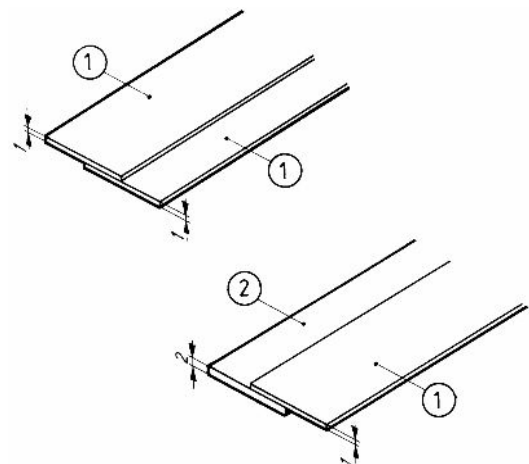
Bekijk de werktekening:

- de overlap tussen de platen is 16 mm
- de afstand tussen de plaatranden en de hartlijn van de puntlassen is 8 mm
- de afstand tussen de voorkant van de plaatrand en de hartlijn van de eerste puntlas is 10 mm
- de diameter of laslens van een puntlas is 5 mm
- je maakt op ieder werkstuk zes puntlassen
- de afstand tussen de puntlassen is 28 mm.



Werktekening lezen

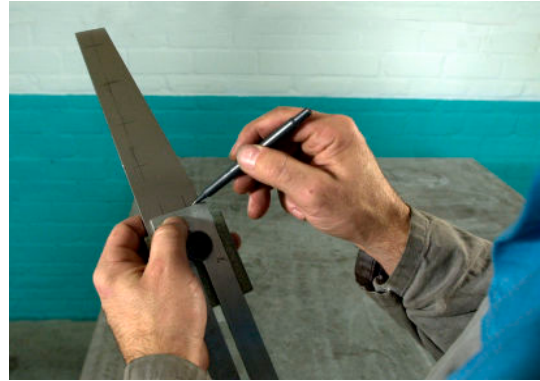
De dikte van de platen met stuknummer 1 is 1 mm. De dikte van de platen met stuknummer 2 is 2 mm.



Dikte van de platen

Aftekenen

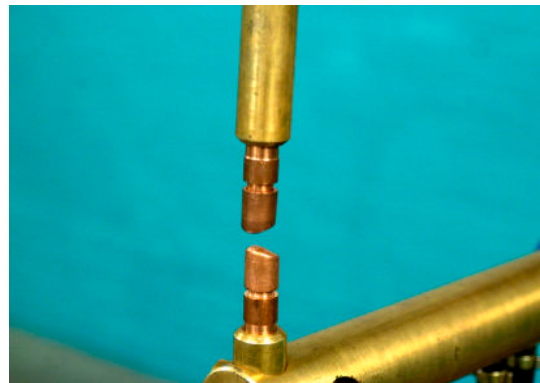
Teken de plaats van de puntlassen af op de platen met stuknummer 1.



Aftekenen

Elektrode controleren

Controleer het oppervlak van de elektroden. Als de elektroden beschadigd zijn roep je je begeleider.



Elektrode controleren

23.2 Werkstuk 1: Twee platen stuknummer 1 aan elkaar puntlassen

Inspannen

Klem de platen op elkaar met twee griptangen.



Inspannen

Puntlasmachine instellen

De instelwaarden lees je af in een tabel. Stel voor deze opdracht de volgende waarden in op de puntlasmachine:

- elektrodekracht 1 kN
- stroomsterkte 7 kA
- lastijd 20 perioden.

Puntlassen							
plaatdikte <i>t</i> mm	elektrode- kracht <i>F</i> kN	Lasstroom <i>I_s</i> kA	Lastijd in perioden	elektroden			middelijn laslens
				<i>D</i> min. mm	<i>d</i> mm	<i>R</i> mm	mm
0,5	0,5	5	10	10	5	50	3,5
0,75	0,75	6	15	12	5	50	4,5
1,0	1	7	20	12	6	75	5,0
1,25	1,25	7,5	25	16	6	75	5,0
1,5	1,5	8	30	16	7	75	6,0
2,0	2	9	40	16	7	75	7,0
2,5	2	10	50	19	8	75	8,0
3,0	3	11	60	19	9	100	8,5
4,0	4	12,5	80	25	10	-	10,0
5,0	5	14,5	100	25	11	-	11,0
6,0	6	16	120	30	13	-	12,5

Instelwaarden

Werkstuk 1 puntlassen

Je maakt de platen met stuknummer 1 aan elkaar. Dat doe je met zes puntlassen. Je maakt de puntlassen op de afgetekende punten.



Werkstuk 1 puntlassen

23.3 Werkstuk 2: Platen stuknummers 1 en 2 aan elkaar puntlassen

Je maakt werkstuk 2 op dezelfde manier als werkstuk 1.



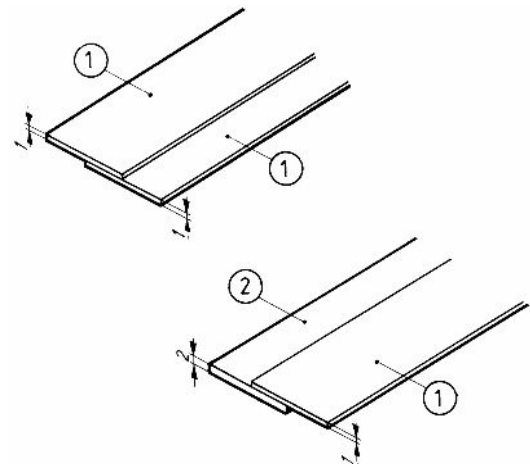
Werkstuk 2 puntlassen

Je maakt een plaat van 1 mm dik aan een plaat van 2 mm dik. Je tekent dan af op de dunste plaat.



Dunste plaat aftekenen

Op de werktekening zie je dat stuknummer 2 een plaatdikte heeft van 2 mm.



Plaatdikte 2 mm

Je hoeft de instellingen niet te veranderen.
Stel een puntlasmachine altijd in op het dunste werkstukdeel.

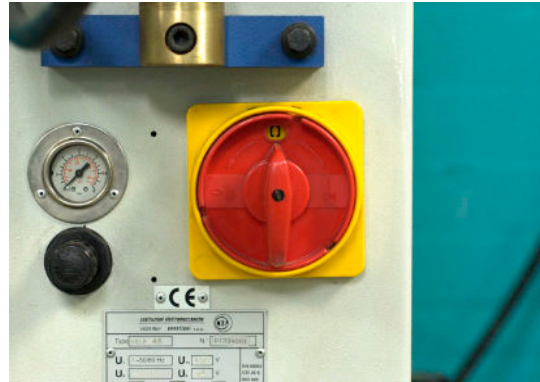


Verander de instellingen niet

23.4 Nazorg

Puntlasmachine uitschakelen

Je bent klaar met puntlassen. Zet de puntlasmachine uit. Draai ook de kraan van de watertoevoer dicht.

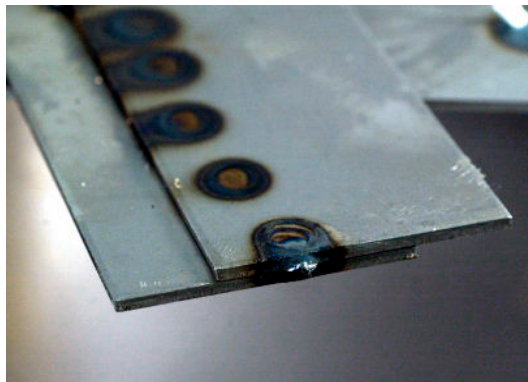


Zet de puntlasmachine uit

Beoordelen van je laswerk

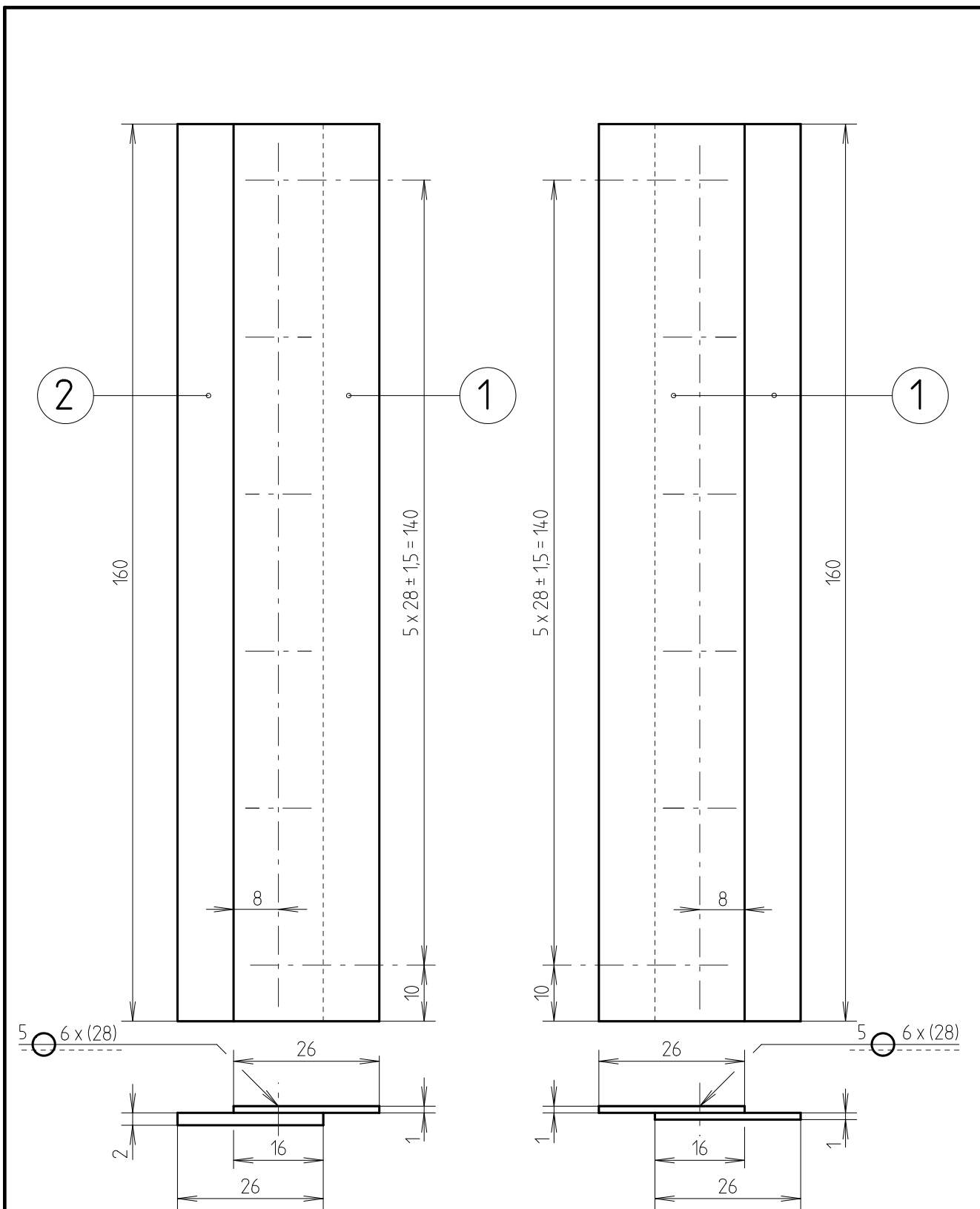
Controleer de puntlassen:

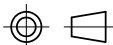
- zijn ze goed afgetekend?
- is de laslens van je puntlassen 5 mm?



Beoordelen je laswerk

Beoordelingstabel				
Klas	Naam leerling	Leerlingnr.		
.....				
Praktijkopdracht	aandachtspunten	Waardering (o) onvoldoende, (v) voldoende, (g) goed		
Praktijkopdracht 1: Puntlassen stuknum- mers 1	Ingevuld door: Medeleerling Docent	Leerling	Mede- leerling	Docent
	Metten			
	Aftekenen			
	Gebruik gereedschap			
	Laslensdiameter			
	Algemene uitvoering			
Opmerkingen				



2	1	PLAAT	DC01-A-m	2 x 26 x 160	
1	3	PLAAT	DC01-A-m	1 x 26 x 160	
STUK-NR.	AAN-TAL	BENAMING ONDERDEEL / UITGANGSMATERIAAL	MATERIAAL-SOORT	AFMETINGEN / NORMAANDUIDING	OPMERKING
		BENAMING:		NAAM LEERLING:	LEERLINGNUMMER:
		PUNTLASOEFENING			
		ID.NR.: 113682	SCHAAL: 1:1	GET.: MK	AANM.DATUM: 910404
		ALG. TOLERANTIE:		TEKENINGNUMMER:	
		MATEN ± 0,5		113682-01	
		HOEKEN ± 0°30'		WIJZ. DATUM:	FORMAAT:
				A980914GE	A4

