

mbo

# Scheidende technieken

TECHNIEKSTAD



#### **COLOFON**

©2019 Kenteq, Hilversum

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.

Kenteq  
Postbus 81  
1200 AB Hilversum

[info@techniekstad.nl](mailto:info@techniekstad.nl)

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Mechanische scheidingstechnieken</b>	<b>5</b>
1.1	Mechanische scheidingstechnieken	6
1.2	Ponsen	6
1.3	Nibbelen	8
1.4	Knippen	9
1.5	Zagen	11
1.6	Waterstraalsnijden	12
1.7	Keuze voor een scheidingstechniek	13
1.8	Samenvatting	15
1.9	Antwoorden	16
<b>2</b>	<b>Thermische scheidingstechnieken</b>	<b>17</b>
2.1	Thermische scheidingstechnieken	18
2.2	Autogeen snijden	18
2.3	Plasmasnijden	19
2.4	Lasersnijden	20
2.5	Keuze voor een scheidingstechniek	22
2.6	Samenvatting	24
2.7	Antwoorden	25
<b>3</b>	<b>Ponsen</b>	<b>27</b>
3.1	Het ponsproces	28
3.2	Gereedschapsfactoren	33
3.3	Kostprijs ponsproducten	35
3.4	Contourbewerkingen	38
3.5	Samenvatting	40
3.6	Antwoorden	41
<b>4</b>	<b>Machinaal knippen</b>	<b>43</b>
4.1	Principes van knippen	44
4.2	De guillotineschaar	51
4.3	Vervorming van het materiaal	60
4.4	Veiligheid bij knippen	62
4.5	Samenvatting	68
4.6	Antwoorden	69
<b>5</b>	<b>Machinaal zagen</b>	<b>71</b>
5.1	Cirkelzaagmachines	72
5.2	Horizontale lintzaagmachine	77
5.3	Beugelzaagmachines	79
5.4	Veiligheid	81
5.5	Samenvatting	82
5.6	Antwoorden	83
<b>6</b>	<b>Waterstraalsnijden</b>	<b>85</b>
6.1	Werkingsprincipe waterstraalsnijden	86
6.2	Voor- en nadelen van waterstraalsnijden	87

6.3	Soorten waterstraalsnijden	88
6.4	Snedekwaliteit	95
6.5	Snijfouten	98
6.6	Materialen	99
6.7	Veiligheid	103
6.8	Samenvatting	104
6.9	Antwoorden	104
<b>7</b>	<b>Waterstraalsnijmachine</b>	<b>105</b>
7.1	De waterstraalsnijmachine	106
7.2	Soorten drukverhogers	110
7.3	Warmtewisselaar	113
7.4	Toevoer van schuurmiddel	114
7.5	Kwaliteit van het water	115
7.6	Samenvatting	116
7.7	Antwoorden	116
<b>8</b>	<b>Lasersnijden</b>	<b>117</b>
8.1	Opbouw van de lasersnijmachine	118
8.2	Gebruik van de lasersnijmachine	120
8.3	Werking van de lasersnijmachine	123
8.4	Samenvatting	128
8.5	Antwoorden	129
<b>9</b>	<b>Veiligheid bij lasersnijden</b>	<b>131</b>
9.1	Oorzaken van ongevallen	131
9.2	Risico's van de lasersnijmachine	132
9.3	Veiligheidsmaatregelen	134
9.4	Samenvatting	135
<b>10</b>	<b>Slijpen</b>	<b>137</b>
10.1	Slijpen	138
10.2	Haakse slijpmachine	138
10.3	Kolom- of tafelslijpmachine	145
10.4	De rechte slijpmachine	155
10.5	Samenvatting	157
10.6	Antwoorden	158
<b>11</b>	<b>Vragen Scheidende technieken</b>	<b>159</b>
11.1	Vragen Mechanische scheidingstechnieken	159
11.2	Vragen Thermische scheidingstechnieken	162
11.3	Vragen Ponsen	164
11.4	Vragen machinaal knippen	167
11.5	Vragen Machinaal zagen	172
11.6	Vragen Waterstraalsnijden	174
11.7	Vragen Waterstraalsnijmachine	183
11.8	Vragen Lasersnijden	186
11.9	Vragen Veiligheid bij lasersnijden	189
11.10	Vragen Slijpen	191

# 1 Mechanische scheidingstechnieken

## Inleiding

Veel producten worden gemaakt van dunne metaalplaat of profiel.

Bijvoorbeeld:

- gevelplaten
- behuizingen van koelkasten
- carrosseriedelen voor auto's.



*Product met dunne metaalplaat*

De onderdelen worden uit platen gehaald. Dat heet scheiden. Er zijn verschillende technieken om dunne metaalplaat of profiel te scheiden.

Je kunt de scheidingstechnieken verdelen in twee groepen:

- mechanische scheidingstechnieken
- thermische scheidingstechnieken.

## Leerdoelen

*Je kunt:*

- het belangrijkste kenmerk van mechanische scheidingstechnieken benoemen
- het werkingsprincipe van vijf mechanische scheidingstechnieken beschrijven
- voor- en nadelen van de vijf mechanische scheidingstechnieken beschrijven
- drie factoren benoemen waarmee je rekening houdt bij het kiezen van een scheidingstechniek.

## 1.1 Mechanische scheidingstechnieken

Bij mechanische scheidingstechnieken schuift het metaal af door er kracht op uit te oefenen met (snij) gereedschap. Je brengt dus geen warmte in het metaal om het te scheiden zoals bij thermische scheidingstechnieken. Het belangrijkste kenmerk van mechanische scheidingstechnieken is dat er altijd contact is tussen het materiaal en het gereedschap, met uitzondering van waterstraalsnijden.

Er zijn verschillende soorten mechanische scheidingstechnieken:

- ponsen
- nibbelen
- knippen
- zagen
- waterstraalsnijden.



1. Wat is het belangrijkste kenmerk van mechanische scheidingstechnieken?

---



---

## 1.2 Ponsen

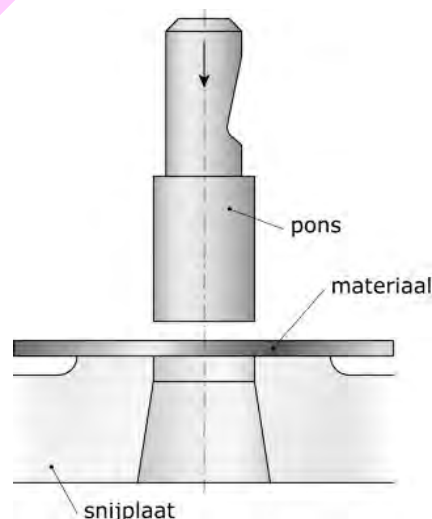
Ponsen is een mechanische scheidingstechniek waarmee je gesloten contouren kunt maken in verschillende soorten (plaat)materiaal. De meest voorkomende gesloten contour (omtrekvorm) is rond.

### Gereedschap

Bij ponsen scheid je het materiaal met een pons (snijder) en een snijplaat. De pons en de snijplaat hebben dezelfde vorm (rond) en een evenwijdige gesloten omtrek.

De snijplaat heeft een naar beneden toenemende gatdiameter, waardoor de pons makkelijk kan worden teruggetrokken. Een neerhouder houdt het materiaal tegen als de pons wordt teruggetrokken.

Tussen de pons en de snijplaat moet een bepaalde speling zitten. Het is belangrijk dat de speling niet te groot, maar zeker niet te klein is.



*Ponggereedschap*

Als de speling te groot is, is er minder ponskracht nodig, maar wordt het gat niet mooi rond met aan de randen veel braamvorming. Wanneer de speling te klein is, is er een veel grotere ponskracht nodig, waardoor het gereedschap zwaarder wordt belast en (te) snel slijt.

### 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**

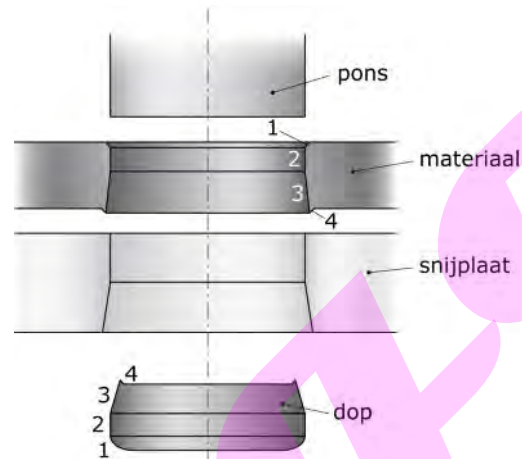
Een deel van het materiaal schuift af en krijgt een glad oppervlak.

**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.



Werkingsprincipe ponsen

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.

### 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.

2. Noem de vier fasen waarin het materiaal bij ponsen wordt uitgesneden.

---



---



---



---

### 1.3 Nibbelen

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

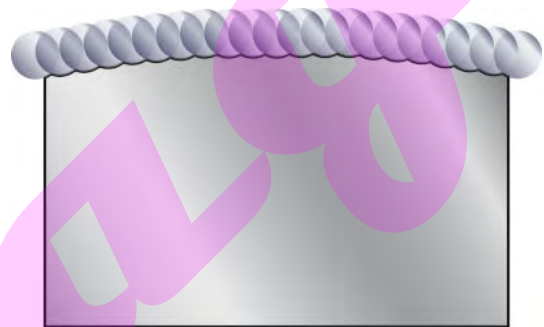
#### Gereedschap

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, gecoat gereedschappen en smeermiddelen wordt de slijtage beperkt.

#### Werkingsprincipe

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

#### Voor- en nadelen

Voordelen:

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

Nadelen:

- lawaai
- braamvorming
- gekartelde contouren.

3. Wat is het grootste verschil tussen ponsen en nibbelen?

---



---



---



---

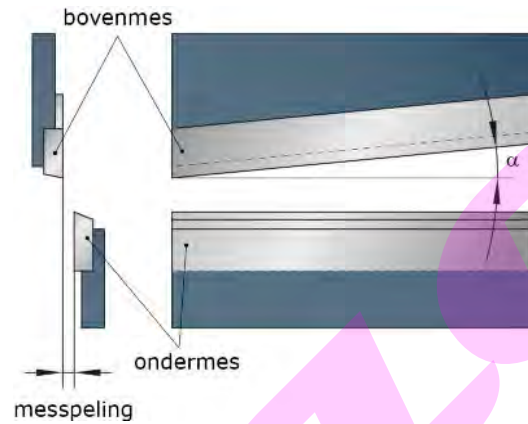


## 1.4 Knippen

Knippen is een mechanische scheidingstechniek die je vooral gebruikt voor het snijden van lange, rechte stukken uit plaatmateriaal.

### Gereedschap

Metaalplaat knip je met een voor dit materiaal geschikte schaar. Zo'n schaar heeft een *bovenmes*, een *ondermes* en meestal ook een neerhouder.



Bovenmes en ondermes

### Neerhouder

Neerhouders drukken het materiaal tijdens het machinaal knippen (guillotineschaar) vast op de tafel. Daardoor kan de plaat niet (ver)schuiven tijdens het knippen.



Neerhouders bij guillotineschaar

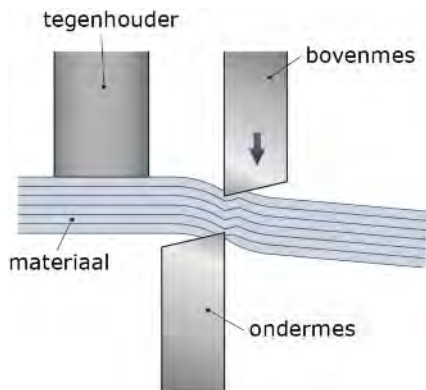
Bij het handmatig knippen (hefboomschaar) zorgt de neerhouder ervoor dat de plaat tijdens het knippen niet kantelt.



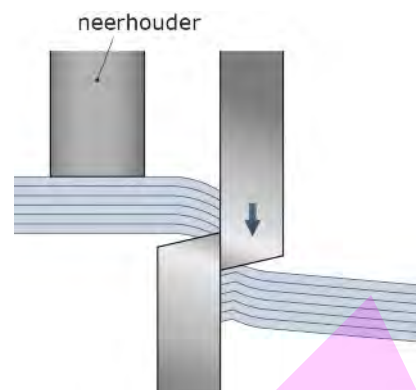
Neerhouder hefboomschaar

### Werkingsprincipe

Je plaatst het materiaal tussen bovenmes en ondermes. Daarna beweegt het bovenmes (handmatig of automatisch) naar beneden. Het bovenmes dringt in het materiaal. Dat is de *snijfase*. Daarna schuift het materiaal verder af. Dat is de *afschuiffase*.



Snijfase

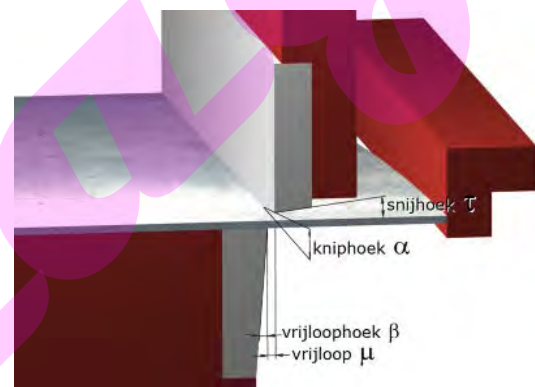


Afschuiffase

### Procesparameters

Bij het knippen zijn een aantal procesparameters belangrijk:

- *Vrijloop*  $\mu$   
Deze messpeling heeft invloed op de braamvorming, maatafwijkingen en slijtage van de messen.
- *Kniphoeck*  $\alpha$   
Heeft invloed op de voor het knippen benodigde kracht.
- *Snijhoeck*  $\gamma$   
Meestal wordt er gesneden met een snijhoeck van  $0^\circ$ .
- *Vrijloophoeck*  $\beta$   
Heeft invloed op de slijtage van de messen.



Parameters knippen

### Voor- en nadelen

Voordelen:

- knippen is geschikt voor grote lengten
- knippen is geschikt voor smalle stroken.

Nadelen:

- braamvorming.



4. Welke hoek tussen de messen beïnvloedt de benodigde knipkracht?

---



---

## 1.5 Zagen

Zagen is een mechanische scheidingstechniek voor het kunnen scheiden van verschillende soorten en vormen staaf- en profiel materiaal.



Zagen van INP-profielen

### Gereedschap

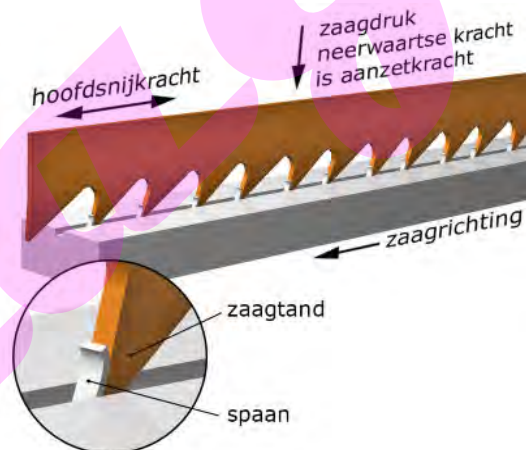
Een zaagblad is gemaakt van veerkrachtig staal, heeft een rugzijde en een tandzijde. De tanden zijn gezet, gevormd en geslepen afhankelijk van de toepassing.

### Werkingsprincipe

De snijkanten van het zaagblad maken een snede in het materiaal, waarbij kleine spanen vrijkomen. Het zaagblad voert zowel de snijbeweging als de voedingsbeweging uit.

Bij zagen is het belangrijk om de zaaggeometrie af te stemmen op de materiaalsoort.

Vooraf de spaanhoek is belangrijk. Een spaanhoek van  $0^\circ$  wordt met name gebruikt bij het zagen van dunwandige profielen of buismateriaal. Bij deze soorten is het een groot voordeel dat de zaagtand minder snel het materiaal in gaat. Hoe groter de spaanhoek wordt, des te sneller gaan de tanden in het materiaal.



Zaaggeometrie

### Voor- en nadelen

Voordelen:

- zagen is een flexibel proces
- vormvrijheid
- geschikt voor kleine series.

Nadelen:

- lawaai
- braamvorming.



5. Welke uitspraak is juist?
- Zagen is een verspanende mechanische scheidingstechniek.
  - Zagen is een verspanende thermische scheidingstechniek.
  - Zagen is een niet-verspanende mechanische scheidingstechniek.
  - Zagen is een niet-verspanende thermische scheidingstechniek.

## 1.6 Waterstraalsnijden

Waterstraalsnijden is een mechanische scheidingstechniek waarmee je complexe contouren kunt snijden. Met waterstraalsnijden kun je materialen bewerken die niet of moeilijk met andere technieken te scheiden zijn. Bijvoorbeeld aluminium, aluminiumlegeringen, titanium en composieten.

### Gereedschap

Bij waterstraalsnijden wordt in een snijkop water, dat onder zeer hoge druk (3000 - 8000 bar) wordt aangevoerd, gemengd met kleine keramische of minerale korrels (het abrasief). De waterstraal met abrasief stroomt met hoge snelheid uit de snijkop via een buis (de focusseerbuis). Het abrasief snijdt daarbij door het plaatmateriaal.

Meestal dient het water als drager voor het abrasief. Bij zachte materialen wordt soms ook alleen met water gesneden.

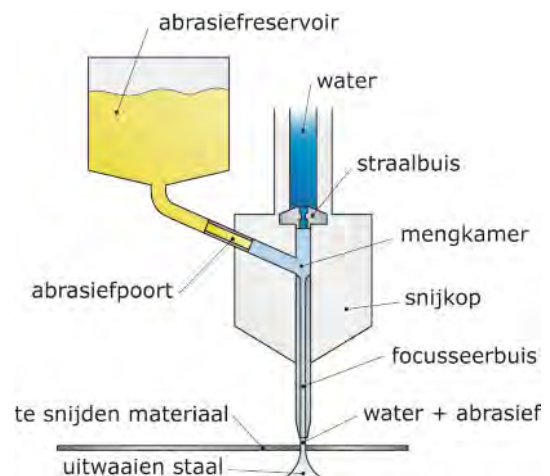


Snijkop

### Werkingsprincipe

Een hogedrukpomp brengt het water op druk. Daarna stroomt het water naar de snijkop. Het water stroomt via de straalbuis (diameter 0,08 - 0,5 mm) in de mengkamer. Door de kleine diameter van de straalbuis versnelt de stroomsnelheid van het water (tot 900 m/s).

De hoge watersnelheid zorgt voor een onderdruk in de mengkamer. Door deze onderdruk wordt het abrasief aangezogen uit het reservoir en vermengd met het water.



Werkingsprincipe waterstraalsnijden

De waterstraal met abrasief stroomt uit de mengkamer door een hardmetalen straalbuis (de focusseerbuis) en snijdt het materiaal. De diameter van de focusseerbuis bepaalt de snediameter (0,7 - 1,2 mm).

### Voor- en nadelen

Voordelen:

- geen warmte-inbreng in het materiaal
- bijna elk materiaal en elke dikte is te snijden
- geen braamvorming
- complexe contouren zijn mogelijk.

Nadelen:

- waterstraalsnijden is relatief langzaam
- lawaai
- het materiaal en de omgeving worden nat
- het afvalwater moet gereinigd worden.



6. Hoe groot kan de druk van het water zijn bij waterstraalsnijden?

---



---

## 1.7 Keuze voor een scheidingstechniek

Bij het kiezen van een mechanische scheidingstechniek, moet je onder andere rekening houden met:

- producteisen (materiaalsoort, dikte, snedevorm, nauwkeurigheid)
- kosten (per meter snijlengte)
- ARBO- en milieu-eisen.

### Producteisen

Materiaalsoort:

- mechanische scheidingstechnieken zijn inzetbaar voor alle materiaalsoorten.

Materiaaldikte:

- ponsen, nibbelen en knippen zijn vooral geschikt voor dunne plaat
- zagen en waterstraalsnijden zijn geschikt voor dunne en dikke plaat en profielen.

Snedevorm:

- ponsen, nibbelen en knippen leveren schuine sneden op
- zagen levert rechte sneden op
- waterstraalsnijden levert schuine, rechte of holle sneden op.

Nauwkeurigheid:

- ponsen, nibbelen en knippen:  $\pm 0,1$  mm
- zagen:  $\pm 0,3$  mm
- waterstraalsnijden:  $\pm 0,1$  mm.

### Kosten

De kostprijs per meter snijlengte bereken je met je met deze formule:

Kostprijs
$\text{kostprijs per meter} = \text{machine-uurtarief} \times \text{bewerkingstijd}$

Het machine-uurtarief bestaat uit vaste kosten en operationele kosten. Vaste kosten zijn bijvoorbeeld de aanschafkosten van de machine, software en de kosten voor ARBO- en milieuvorzieningen. Onder de operationele kosten vallen bijvoorbeeld het stroomverbruik, gereedschapskosten en het uurloon van de operator.

Omdat deze variabelen bij mechanische scheidingstechnieken nogal divers zijn, variëren de kosten per meter snijlengte in de praktijk ook behoorlijk.

**ARBO- en milieu-eisen**

- bij de meeste mechanische scheidingstechnieken zijn PBM's zoals gehoorbescherming verplicht
- waterstraalsnijden maakt zo veel lawaai dat er aanvullende eisen gelden
- bij waterstraalsnijden moet het afvalwater voor lozing gereinigd worden.



7. Welke mechanische scheidingstechnieken zijn geschikt voor het scheiden van dunne en dikke plaat?

---



---



---



---

## 1.8 Samenvatting

- Er zijn verschillende technieken om dunne metaalplaat of profiel te scheiden. Je kunt de scheidingstechnieken verdelen in twee groepen:
  - mechanische scheidingstechnieken
  - thermische scheidingstechnieken.
- Bij mechanische scheidingstechnieken schuift het metaal af door er kracht op uit te oefenen met een gereedschap.
- Soorten mechanische scheidingstechnieken:
  - ponsen
  - nibbelen
  - knippen
  - zagen
  - waterstraalsnijden
- Bij ponsen scheid je het materiaal met een pons (snijder) en een snijplaat.
- Nibbelen is eigenlijk een speciale ponsmethode. Je herhaalt de ponsbeweging meerdere keren, terwijl je de snijder of het materiaal verplaatst.
- Metaalplaat knip je met een voor dit materiaal geschikte schaar. Zo'n schaar heeft een bovenmes en een ondermes.
- Bij zagen is het belangrijk om de zaaggeometrie af te stemmen op de materiaalsoort.
- Bij waterstraalsnijden snijdt een snijkop het materiaal. In de snijkop wordt water, onder zeer hoge druk (3000 - 8000 bar) aangevoerd, gemengd met kleine keramische of minerale korrels (het abrasief).
- Factoren die de keuze voor een mechanische scheidingstechniek bepalen:
  - producteisen
  - kosten
  - ARBO- en milieu-eisen

## 1.9 Antwoorden

### *Antwoord 1*

Bij mechanische scheidingstechnieken schuift het metaal af door er kracht op uit te oefenen met een gereedschap.

### *Antwoord 2*

Fase 1: Vervormen

Fase 2: Snijden

Fase 3: Breuk

Fase 4: Braamvorming

### *Antwoord 3*

Bij nibbelen herhaal je de ponsbeweging meerdere keren, terwijl je de snijder of het materiaal verplaatst. Daardoor krijg je een overlappende contour (een sleuf) in de plaat.

### *Antwoord 4*

Kniphhoek  $\alpha$ : Heeft invloed op de voor het knippen benodigde kracht.

### *Antwoord 5*

Zagen is een verspanende mechanische scheidingstechniek.

### *Antwoord 6*

3000 - 8000 bar

### *Antwoord 7*

Zagen en waterstraalsnijden zijn geschikt voor dunne en dikke plaat en profielen.



## 2 Thermische scheidingstechnieken

### Inleiding

Veel producten worden gemaakt van metaalplaat of profiel. Bijvoorbeeld:

- gevelplaten
- behuizingen van koelkasten
- carrosseriedelen voor auto's.



*Producten thermische scheidingstechnieken*

De onderdelen worden uit platen gehaald. Dat heet scheiden. Er zijn verschillende technieken om dunne metaalplaat of profiel te scheiden.

Je kunt de scheidingstechnieken verdelen in twee groepen:

- mechanische scheidingstechnieken
- thermische scheidingstechnieken.

### Leerdoelen

*Je kunt:*

- twee kenmerken van thermische scheidingstechnieken noemen
- het werkingsprincipe van drie thermische scheidingstechnieken beschrijven
- voor- en nadelen van de drie thermische scheidingstechnieken beschrijven
- drie factoren benoemen waarmee je rekening houdt bij het kiezen van een scheidingstechniek

## 2.1 Thermische scheidingstechnieken

Bij thermische scheidingstechnieken breng je warmte in het metaal om het te scheiden. Er is geen contact tussen het snijgereedschap en het materiaal.

Er zijn verschillende soorten thermische scheidingstechnieken:

- autogeen snijden
- plasmasnijden
- lasersnijden.



1. Noem twee kenmerken van thermische scheidingstechnieken.

---



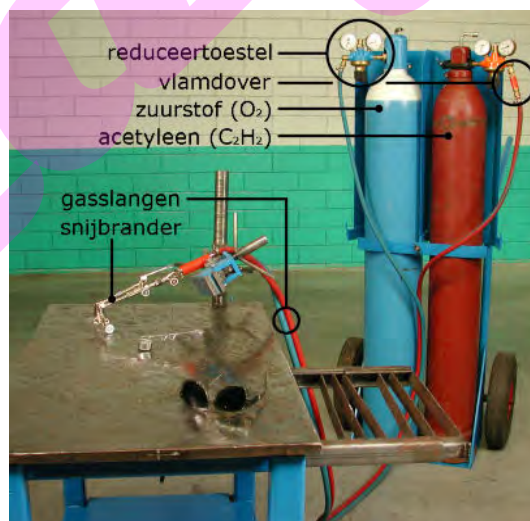
---

## 2.2 Autogeen snijden

Autogeen snijden is een thermische snijtechniek waarbij het metaal verbrandt door een exotherme verbrandingsreactie.

### Gereedschap

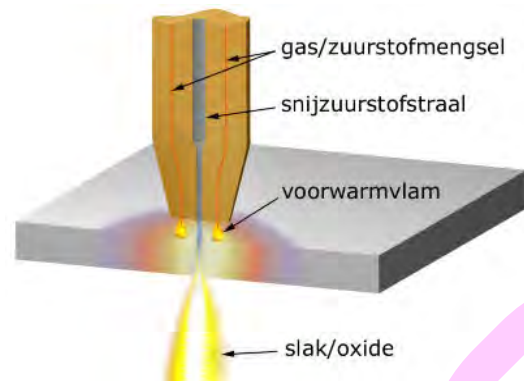
Autogeen snijden doe je met een autogeen snij-installatie. In de snijbrander komen de gassen zuurstof en acetyleen samen en vermengen zich. Het mengsel is zeer brandbaar. Op de snijbrander zit een hendel waarmee je extra snijzuurstof kunt inschakelen.



Autogeen snij-installatie

### Werkingsprincipe

Als de extra snijzuurstof wordt ingeschakeld, komt er zeer veel energie vrij in de vorm van warmte. Door deze warmte verbrandt het materiaal. Bij het verbranden komt weer zoveel energie vrij, dat de verbranding op gang wordt gehouden (zolang er voldoende zuurstof is). Dit wordt een exotherme verbrandingsreactie genoemd.



Verbrandingsreactie

Bij deze verbrandingsreactie komt ijzeroxide vrij. De ijzeroxide wordt door de zuurstofstraal naar de rand van het snijgebied geblazen. Daar stolt het en vormt een slak die je later moet verwijderen. De zuurstofstraal snijdt uiteindelijk door het volle materiaal, waardoor de snijvoeg ontstaat.

### Voor- en nadelen

Voordeel:

- geschikt voor plaatdiktes tot ongeveer 100 mm.

Nadelen:

- alleen geschikt voor laaggelegeerde staalsoorten
- slakvorming
- interne spanningen in het materiaal kunnen scheurvorming veroorzaken.



2. Welke bewering is juist?

- Bij autogeen snijden verbrandt het materiaal.
- Bij autogeen snijden smelt het materiaal.
- Bij autogeen snijden verdampt het materiaal tot een gas.
- Bij autogeen snijden stolt het materiaal tot slak.

## 2.3 Plasmasnijden

Plasmasnijden is een thermisch snijproces waarbij het metaal smelt onder invloed van een elektrische boog.

### Gereedschap

Bij plasmasnijden werk je met een plasmasnijtoorts. In de plasmasnijtoorts zit een elektrode. De elektrode is aangesloten op een stroombron. Het werkstuk is ook op deze stroombron aangesloten. Door de plasmasnijtoorts stroomt gas. Dit gas verlaat via een gekoeld mondstuk de plasmasnijtoorts.

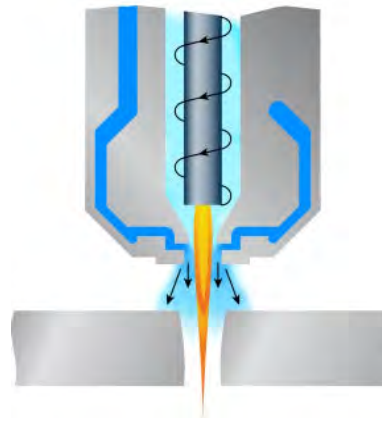


Stroombron met plasmasnijtoorts

### Werkingsprincipe

Bij plasmasnijden ontstaat er een elektrische boog tussen de elektrode en het werkstuk. De elektrische boog krijgt door het kleine mondstuk van de plasmatoorts een zeer kleine diameter. Daardoor gaat de temperatuur van de boog omhoog en krijgt het stromende plasmagas een hoge snelheid.

Door de hoge temperatuur (15.000 - 30.000 °C) van de elektrische boog smelt het materiaal. Het snelstromende plasmagas blaast het materiaal uit de snijsnede.



*Door de hoge temperatuur van de elektrische boog smelt het materiaal*

### Voor- en nadelen

Voordelen:

- flexibele scheidingstechniek
- geschikt voor enkelstuksfabricage en kleine series
- ingewikkelde contouren mogelijk
- geschikt voor alle metalen en metaallegeringen.

Nadelen:

- snijsnede heeft slechts één haakse kant of is conisch
- lawaai.



3. Wat is het juiste antwoord?

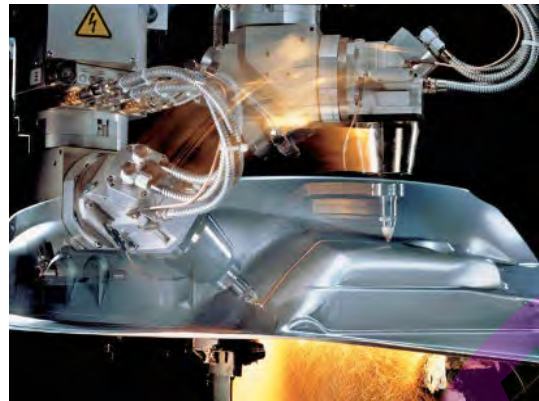
- Bij plasmasnijden verbrandt het materiaal.
- Bij plasmasnijden smelt het materiaal.
- Bij plasmasnijden verdampt het materiaal tot een gas.
- Bij plasmasnijden blaast gas het materiaal uit de snijsnede.

## 2.4 Lasersnijden

Lasersnijden is een thermische scheidingstechniek waarmee je dunne plaat erg nauwkeurig kunt snijden. De snedekwaliteit is zeer goed, je hoeft het werkstuk vaak niet eens na te bewerken.

## Gereedschap

Lasersnijden doe je met een CNC-gestuurde lasersnijmachine. De machine snijdt de geprogrammeerde contour uit de plaat, met behulp van een verplaatsbare laserbundel.



CNC-lasersnijden

## Werkingsprincipe

De laser zendt een smalle lichtbundel uit met een erg hoge energiedichtheid. De energiedichtheid is zo hoog, dat je er plaatmateriaal mee kunt snijden.

Het plaatmateriaal neemt de energie van de laserbundel op. Dit heet absorptie. Door de absorptie wordt het materiaal plaatselijk zo heet dat het verdampt, smelt of verbrandt (afhankelijk van de snijmethode die wordt gebruikt). Zo ontstaat er een snede.

## Voor- en nadelen

Voordelen:

- de bewerkingsnelheid is hoog
- de nauwkeurigheid is groot
- de snede is erg 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 ingewikkelde vormen lasersnijden
- het werkstuk beschadigt nauwelijks
- er is minder materiaalverlies dan bij andere scheidingstechnieken.

Nadelen:

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

4. Waarmee snijd je het materiaal bij lasersnijden?

- met een lichtbundel
- met plasmagas
- met zuurstof
- met een vlamboog

## 2.5 Keuze voor een scheidingstechniek

Bij het kiezen van een thermische scheidingstechniek, moet je rekening houden met de volgende factoren:

- producteisen (materiaalsoort, dikte, snedevorm, nauwkeurigheid)
- kosten (per meter snijlengte)
- ARBO- en milieu-eisen.

### Producteisen

Materiaalsoort:

- autogeen snijden is alleen geschikt voor ongelegeerde en laaggelegeerde staalsoorten
- plasmasnijden is geschikt voor alle metaalsoorten
- lasersnijden is alleen geschikt voor metalen die het licht niet reflecteren.

Materiaaldikte:

- autogeen snijden is geschikt voor materiaaldiktes tot 100 mm
- plasmasnijden is geschikt voor materiaaldiktes tot 50 mm
- lasersnijden is geschikt voor materiaaldiktes tot 3 mm.

Snedevorm:

- bij alle thermische scheidingstechnieken zijn ingewikkelde contouren mogelijk
- autogeen snijden en plasmasnijden zijn ongeschikt voor het snijden van kleine gaten.

Nauwkeurigheid:

- bij autogeen snijden en plasmasnijden kunnen door de warmteïnbreng afwijkingen ontstaan
- met lasersnijden zijn hoge nauwkeurigheden haalbaar.

### Kosten

De kostprijs per meter snijlengte bereken je met je met deze formule:

Kostprijs
$\text{kostprijs per meter} = \text{machine-uurtarief} \times \text{bewerkingstijd}$

Het machine-uurtarief bestaat uit vaste kosten en operationele kosten. Vaste kosten zijn bijvoorbeeld de aanschafkosten van de machine, software en de kosten voor ARBO- en milieuvorzieningen. Onder de operationele kosten vallen bijvoorbeeld het stroomverbruik, gereedschapskosten en het uurloon van de operator.

Omdat deze variabelen bij thermische scheidingstechnieken nogal divers zijn, variëren de kosten per meter snijlengte in de praktijk ook behoorlijk.

### ARBO- en milieu-eisen

- Bij plasma- en lasersnijden ontstaat schadelijke straling. De operator moet persoonlijke beschermingsmiddelen dragen. De omgeving moet tegen de straling worden beschermt.
- Bij alle thermische scheidingstechnieken ontstaan schadelijke gassen, stof en rook. De werkplek moet worden voorzien van een goede afzuiginstallatie.
- Bij autogeen snijden en plasmasnijden ontstaat veel lawaai. Gehoorbescherming is noodzakelijk.