

mbo

# Verspanende technieken

TECHNIEKSTAD

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>Geometrie van boren, tappen en ruimers</b>	<b>7</b>
1.1	Geometrie van spiraalboren	8
1.2	Geometrie van boren voor speciale toepassingen	12
1.3	Geometrie van schroefdraadtappen	13
1.4	Ruimergeometrie en -afmetingen	15
1.5	Samenvatting	19
1.6	Antwoorden	20
<b>2</b>	<b>Vermogen bij boren</b>	<b>21</b>
2.1	Spaanvorming	22
2.2	Vermogen bij boren	24
2.3	Samenvatting	29
2.4	Antwoorden	30
<b>3</b>	<b>Lintzaagbanden</b>	<b>31</b>
3.1	Geometrie van lintzaagbanden	32
3.2	Kwaliteit van lintzaagbanden	36
3.3	Monteren van lintzaagbanden	39
3.4	Inzagen van een nieuw zaagband	40
3.5	Inspannen van het werkstuk	40
3.6	Spaanvormen	42
3.7	Overzicht zaagproblemen en oplossingen	43
3.8	Samenvatting	45
3.9	Antwoorden	46
<b>4</b>	<b>Cirkelzaagbladen</b>	<b>47</b>
4.1	Soorten cirkelzaagbladen	48
4.2	Tandgeometrie	50
4.3	Tandsteek berekenen	53
4.4	Tips voor goed zagen	54
4.5	Problemen en oorzaken	54
4.6	Richtlijnen snijsnelheid en voeding	55
4.7	Samenvatting	56
4.8	Antwoorden	57
<b>5</b>	<b>Spannen en positioneren</b>	<b>59</b>
5.1	Spannen	60
5.2	Centreren en positioneren	61
5.3	Bepaald, onderbepaald en overbepaald	64
5.4	Oplegpunten, aanlegpunten en positioneerpunten	64
5.5	Verschillende opspanningen	67
5.6	Samenvatting	70
5.7	Antwoorden	72
<b>6</b>	<b>Standtijd</b>	<b>73</b>
6.1	Gereedschapsslijtage	74
6.2	Standtijd	75

6.3	Samenvatting	79
6.4	Antwoorden	80
<b>7</b>	<b>Vloeiboren en roltappen</b>	<b>81</b>
7.1	Soorten en toepassingen	82
7.2	Proces vloeiboren	83
7.3	De vloeiboer	85
7.4	Uitvoeringen	85
7.5	Eisen aan de machine	86
7.6	Roltappen	88
7.7	Samenvatting	90
7.8	Antwoorden	91
<b>8</b>	<b>Algemene lengtemeettechniek</b>	<b>93</b>
8.1	Meten	94
8.2	Hoe lang is een meter?	95
8.3	Afgeleiden van de meter	95
8.4	Meetmiddelen controleren	96
8.5	Nauwkeurig meten	96
8.6	Kwaliteit	98
8.7	Maten en maatafwijkingen	98
8.8	Meetmiddelen	99
8.9	Samenvatting	106
8.10	Antwoorden	107
<b>9</b>	<b>Schroefmaat</b>	<b>109</b>
9.1	Onderdelen schroefmaat	110
9.2	Soorten schroefmaten	111
9.3	Opbergen	114
9.4	Samenvatting	115
9.5	Antwoorden	116
<b>10</b>	<b>Waterpas en laserwaterpas</b>	<b>117</b>
10.1	Waterpas	118
10.2	Laserwaterpas	121
10.3	Overige waterpassen	124
10.4	Samenvatting	127
10.5	Antwoorden	128
<b>11</b>	<b>Waterpasinstrument</b>	<b>129</b>
11.1	Waterpasinstrument	130
11.2	Hulpgereedschappen	133
11.3	Samenvatting	135
<b>12</b>	<b>Vorm- en plaatstoleranties</b>	<b>137</b>
12.1	Indeling en aanduiding	138
12.2	Vormtoleranties	141
12.3	Richtingtoleranties	145
12.4	Plaatstoleranties	149
12.5	Slagtolerantie	154
12.6	Samenvatting	156

12.7	Antwoorden	156
<b>13</b>	<b>Vragen Verspanende Technieken</b>	<b>159</b>
13.1	Vragen Geometrie van boren, tappen en ruimers	159
13.2	Vragen Vermogen bij boren	161
13.3	Vragen Lintzaagbanden	162
13.4	Vragen Cirkelzaagbladen	165
13.5	Vragen Spannen en positioneren	167
13.6	Vragen Standtijd	171
13.7	Vragen Vloeiboren	173
13.8	Vragen algemene lengtemeettechniek	176
13.9	Vragen Schroefmaat	178
13.10	Vragen Waterpas en laserwaterpas	179
13.11	Vragen Waterpasinstrument	181
13.12	Vragen vorm- en plaatstoleranties	183
13.13	Opdrachten Vorm- en plaatstoleranties	186

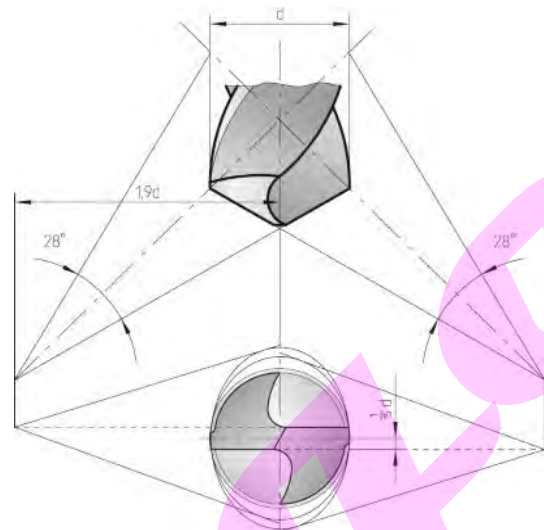
# INZELDE

# 1 Geometrie van boren, tappen en ruimers

## Inleiding

Het verspanend gereedschap heeft veel invloed op de kwaliteit van het product. De maat- en vormnauwkeurigheid en de oppervlaktekwaliteit van het gereedschap beïnvloeden de productvorm in grote mate.

Snijgereedschappen moeten een constante, reproduceerbare kwaliteit opleveren. Als je boren, tappen en ruimers gaat herslijpen, moet je ervoor zorgen dat de oorspronkelijke geometrie van de vlakken die het verspanen beïnvloeden, in stand blijft.



Geometrie van een boorpunt

## Leerdoelen

*Je kunt:*

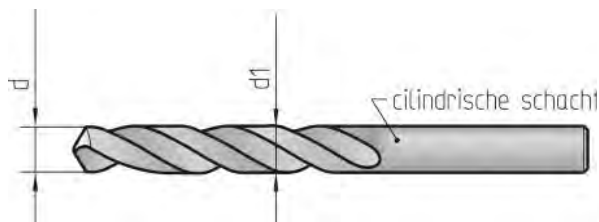
- de opbouw en geometrie van spiraalboren verklaren
- een spiraalboor met de juiste spiraal- en punthoek kiezen
- de opbouw en geometrie van schroefdraadtappen verklaren
- de opbouw en geometrie van ruimers verklaren.

## 1.1 Geometrie van spiraalboren

Spiraalboren worden gemaakt van HSS (snelstaal) en hardmetaal. Een spiraalboor bestaat uit een schacht, een boorlichaam met spiraalgroeven en een boorpunt. Met de schacht klem je de spiraalboor in het spangereedschap van de machine.

### Klemmen en uitdrijven

Boren tot  $\varnothing 13$  mm hebben een cilindrische schacht. Deze boren span je in een zelfcentrerende boorhouder.

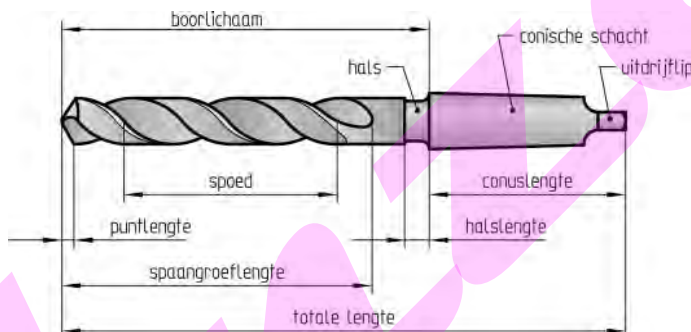


Spiraalboor met cilindrische schacht



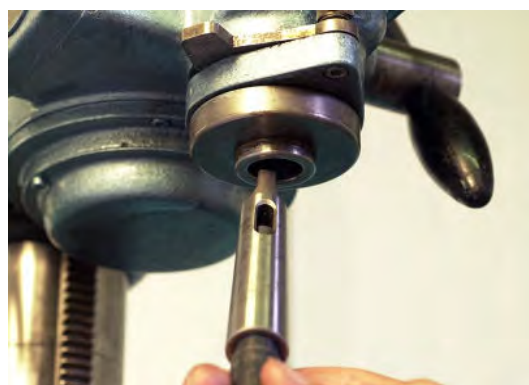
Zelfcentrerende boorhouder

Spiraalboren boven  $\varnothing 13$  mm hebben een conische schacht, waarmee je de boor rechtstreeks in de hoofdspil kunt spannen.



Spiraalboor met conische schacht

Als de conus niet rechtstreeks in de hoofdspil past, gebruik je een verloophuls om de boor te bevestigen. De conische schacht (of mc, morseconus), heeft aan het uiteinde een uitdrijflip. Je kunt de boor uit de hoofdspil verwijderen met behulp van een conusuitdrijver (spie).

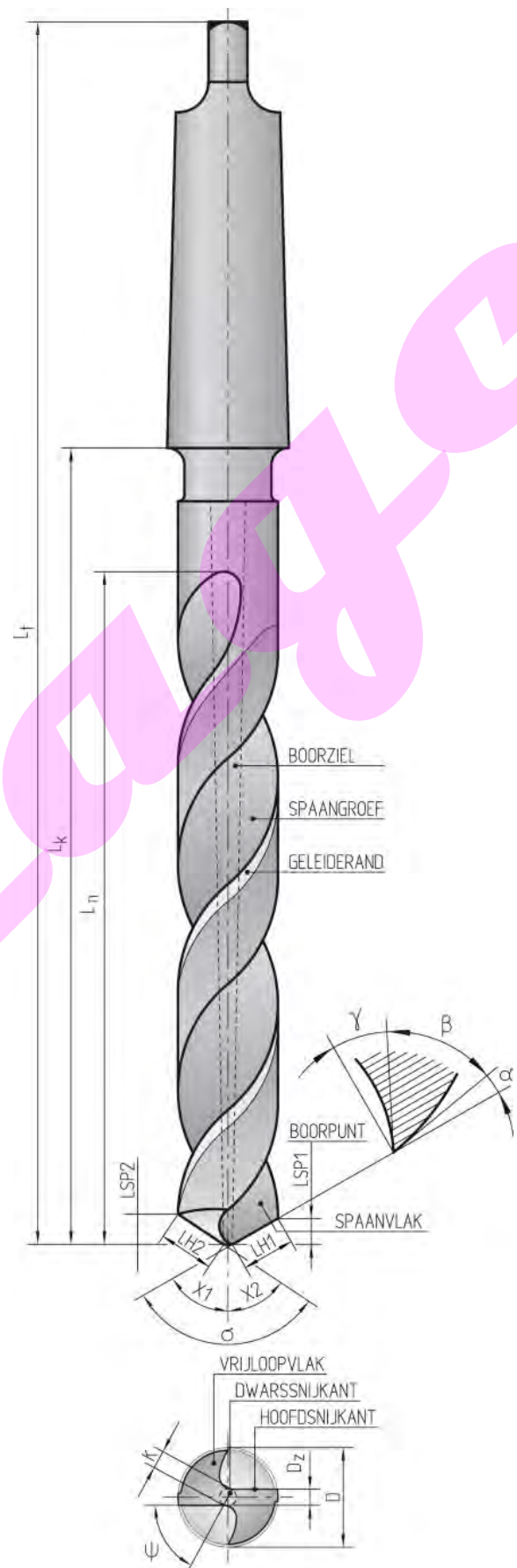


Verloophuls met conische schacht



### Benamingen en symbolen

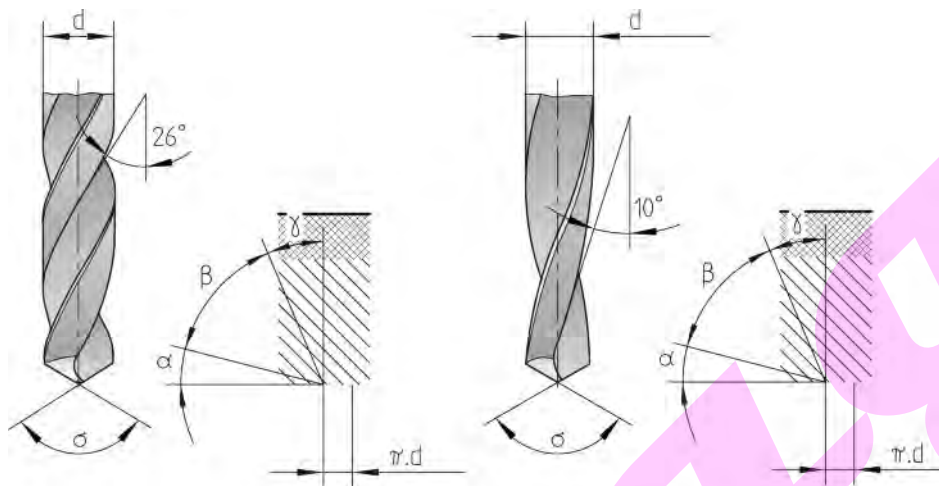
$\gamma$ (gamma)	spaanhoek
$\beta$ (béta)	wighoek
$\alpha$ (alfa)	vrijloophoek
$\zeta$ (zéta)	spiraalhoek
$\sigma$ (sigma)	punthoek
$\psi$ (psi)	dwarssnijkanthoek
X1 en X2	halve punthoek
LH1 en LH2	hoofdsnijkantlengte
LSP1 en LSP2	snijkanthoogte
$L_n$	spiraalgroeflengte
$L_k$	kraaglengte
$L_t$	totale lengte
D	minimale boormiddellijn
K	zielmiddellijn



### Boorlichaam

Het boorlichaam is een cilinder met (meestal) twee spiraalvormige groeven. Deze zogenaamde spaangroeven zorgen voor de afvoer van de spanen en de toevoer van koelvloeistof. De steilheid van de spiraal beïnvloedt de spaanhoek. Een grote spiraalhoek geeft een grote spaanhoek. Deze wordt bijvoorbeeld toegepast voor het boren van aluminium.

Om de wrijving tussen het boorlichaam en de wand van het geboorde gat te verminderen, zijn aan de omtrek twee vrijloopvlakken aangebracht. Twee smalle spiraalvormige vlakken geleiden de boor in het geboorde gat.

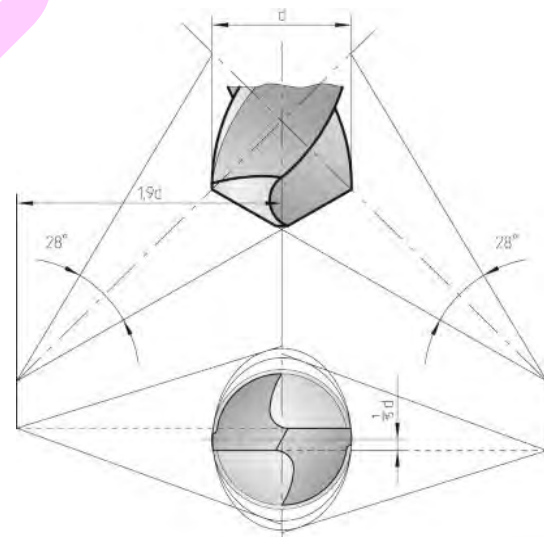


Invloed van de spiraalhoek op de spaanhoek

*Invloed van de spiraalhoek op de spaanhoek*

### Boorpunt

De boorpunt is het snijdende deel van de spiraalboor. Aan het cilindrische boorlichaam met de twee spiraalgroeven worden twee kegels geslepen, die t.o.v. de hartlijn van de spiraalboor iets verschoven zijn. Door de doorsnijding van de cilinder met de spiraalgroeven en de twee kegels ontstaan de punthoek, de twee hoofdsnijdkanten en de dwarssnijkant. De punthoek is voor staal 118°. Door deze slijpbewerking ontstaan tevens een spaanhoek, een wighoek, en een vrijloophoek. De hoeveelheid materiaal die overblijft tussen de spaangroeven vormt de kern of ziel van de spiraalboor.



*Geometrie van de boorpunt*

Een dikke ziel geeft een sterke torsiestijve boor. Door de ziel van de boor ontstaat aan de punt de zogeheten dwarssnijkant. Deze dwarssnijkant heeft slechte verspaningseigenschappen. De dwarssnijkant is groter naarmate de ziel groter is.

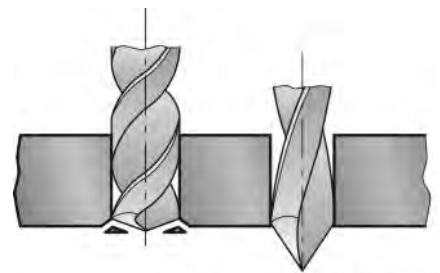
### Invloed van de punthoek

Door de punthoek te wijzigen kun je een spiraalboor aanpassen voor het boren in specifieke materialen.

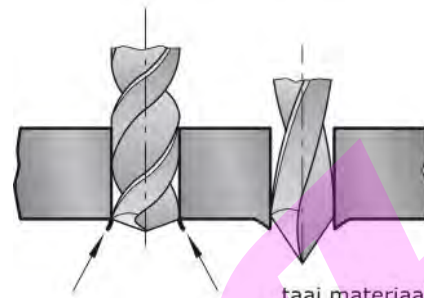
Boren met een kleine punthoek worden toegepast voor brose materialen. Het voordeel is, dat het materiaal bij het doorboren minder uitbrokkelt.

Een grote punthoek wordt toegepast bij taai materiaal. Als de boor door het materiaal heen komt, treedt er minder braamvorming op.

Er zijn verschillende combinaties mogelijk van spiraal- en punthoek. Daarmee wordt de boor geschikt voor bepaalde materialen.



brose materiaal



taai materiaal

Invloed van de punthoek op het te boren materiaal

### Typen spiraalboren

In de tabel wordt aangegeven welke spiraalhoek en welke punthoek voor een materiaal wordt gebruikt.

te bewerken materiaal	spiraalhoek	punthoek	
mangaanstaal	15°	120°	
messing brons	10°	118°	
aluminium	45°	140°	
kunststof	10°	60°	

Spiraalboren voor verschillende materialen



1. Waarom gebruik je voor het boren in brosse materialen een boor met een kleine punthoek?

---

---

## 1.2 Geometrie van boren voor speciale toepassingen

Naast spiraalboren worden vaak centerboren, kanonboren en boren met inwendige koeling gebruikt.

### Centerboren

Centerboren hebben een zeer korte spiraalgroef en een speciale punt. Door de grote stijfheid treedt er geen buiging op tijdens het boren.

De boren worden toegepast voor het goed positioneren van te boren gaten. Op draaimachines worden deze boren gebruikt voor het boren van centergaten in lange assen die vervolgens tussen centers bewerkt worden.



Centerboren

### Boren met inwendige koeling

Door de ziel van de boor is een gat geboord, waardoor koelvloeistof wordt toegevoerd onder hoge druk. Via de spiraalgroeven worden spanen en vloeistof afgevoerd.

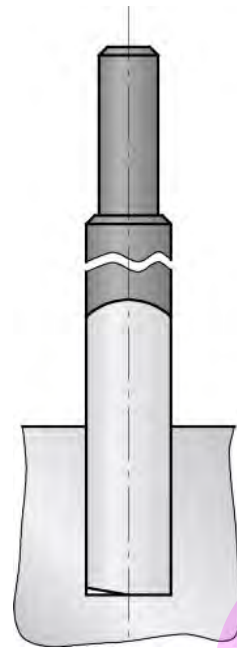


Boor met oliekanalen

## Kanonboren

Gaten met een zeer grote L/D-verhouding worden met zogenaamde kanonboren geboord. Met deze boren worden zeer lange gaten geboord zonder dat ze noemenswaardig verlopen.

Je mag een kanonboor pas in het gat laten roteren. Doseer de koelvloeistof in het geleidegat van de boor.



Kanonboor

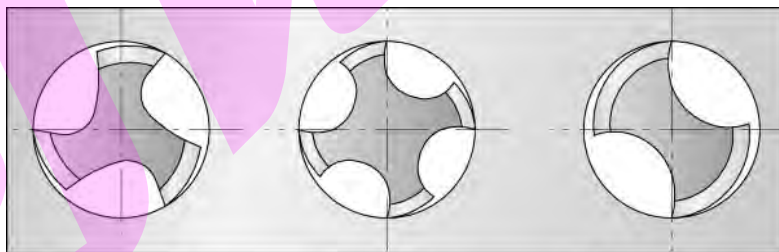
## 1.3 Geometrie van schroefdraadtappen

De belangrijkste onderdelen van de schroefdraadtap zijn:

- de schacht met aan het einde een vierkant
- de draadcilinder met de spaangroeven
- de punt van de draadtap.

De schacht heeft aan het uiteinde een vierkant waarop bij handtappen een wringijzer wordt geplaatst. Bij machinaal tappen met behulp van een tapklos wordt de tap gecentreerd op de cilindrische schacht. Het draaimoment wordt via het vierkant van de tap overgebracht.

De draadcilinder heeft twee of meer spaangroeven. Deze groeven kunnen spiraalvormig zijn of recht. Naarmate er meer spaangroeven zijn, is er minder ruimte voor de spanen. Bij een spiraalvormige groef worden de spanen gemakkelijker afgevoerd.



3 spaangroeven

4 spaangroeven

2 spaangroeven

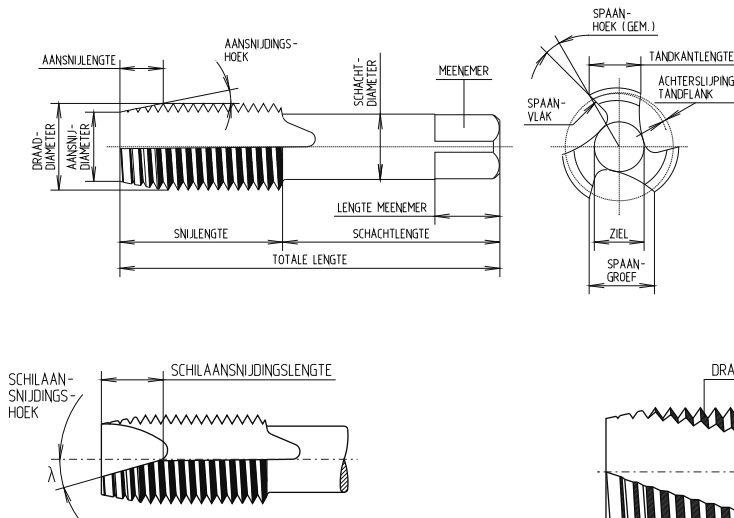
Spaangroeven bij schroefdraadtappen

## Benamingen en toepassingen

De spaangroef bepaalt de vorm van de spaanhoek.

De vrijloophoek wordt verkregen door de tanden iets achter te slijpen.

De punt centreert de tap in het gat en start de aansnijding van de schroefdraad. Er kan aan de punt een extra snijvlak geslepen worden. Hierdoor ontstaat de zogenaamde schilaansnijding. Door deze aansnijding wordt de spaan voor de tap uitgedreven.



Tap benamingen

Afhankelijk van de toepassing kunnen tappen zo geslepen worden, dat ze optimaal verspanen voor specifieke materialen. Voor blinde gaten is het gewenst dat de spanen niet onder in het gat worden vastgedrukt. Voor doorlopende gaten kan het gewenst zijn, dat de spanen in een bepaalde richting uit het gat komen.





2. Welke invloed heeft het aantal spaangroeven van een tap op het afvoeren van de spanen?

---

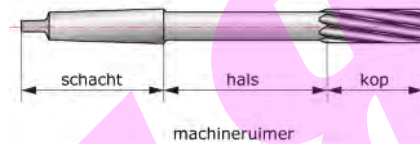
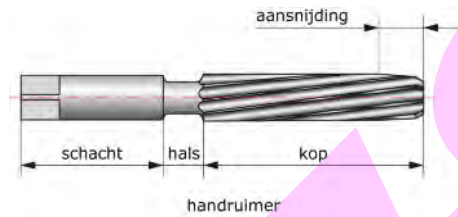


---

### 1.4 Ruimergeometrie en -afmetingen

Een ruimer bestaat uit de volgende onderdelen:

- de schacht
- de hals
- de kop.



Onderdelen ruimers

#### De schacht

De schacht van ruimers kan verschillend zijn uitgevoerd. Bij handruimers is de schacht altijd cilindrisch, met een vierkant gedeelte waarmee je de ruimer in het wringijzer kunt bevestigen.

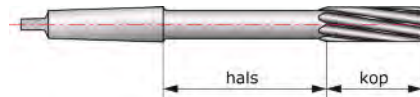


Cilindrische schacht

#### Machineruimers

Machineruimers hebben een:

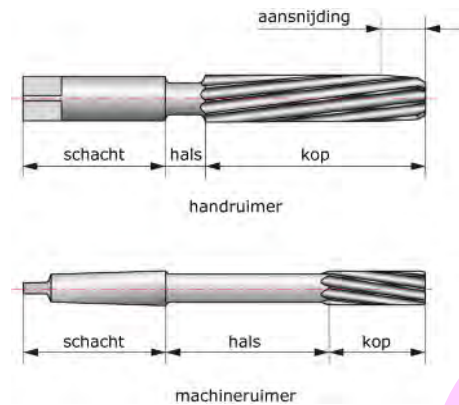
- cilindrische schacht (voor kleine gaten)
- conische schacht met uitdrijflip (voor grote gaten).



Conische schacht

### De hals

Bij handruimers is de hals korter dan bij machineruimers.

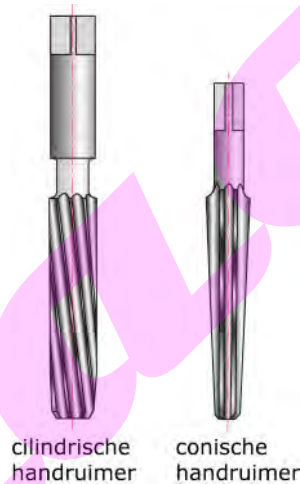


Korte en lange hals

### De kop

De kop is het snijdende gedeelte van een ruimer. Deze is bij handruimers langer dan bij machineruimers. De kop kan de volgende vormen hebben:

- cilindrisch (voor het ruimen van cilindrische gaten)
- conisch (voor het ruimen van tapse gaten).



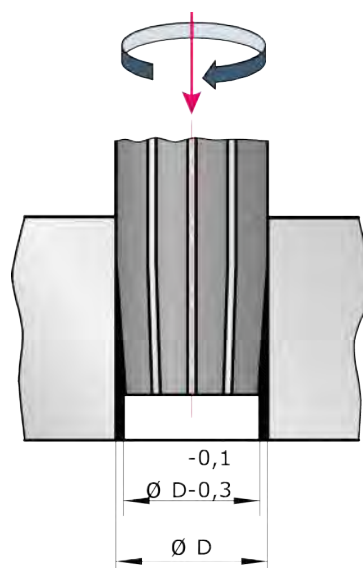
Cilindrische en conische handruimer

### Aansnijding

Op de kop van de ruimer bevindt zich de aansnijding. Dit is het gedeelte waarmee de ruimer begint te verspanen als je hem in het gat laat zakken. Het hangt van de materiaalsoort en het soort gat (doorlopend, blind) af welke vorm en lengte de aansnijding moet hebben.

Je gebruikt een lange aansnijding voor harde, brosse materialen. Voor zachte, taai materialen heb je een korte aansnijding nodig. En als je blinde gaten wilt ruimen gebruik je een zeer korte aansnijding.

Afhankelijk van de middellijn van de ruimer moet het geboorde gat 0,1 - 0,3 mm kleiner zijn.

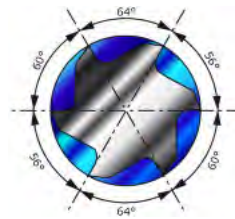


Ruimer met lange aansnijding



### Aantal tanden en tandverdeling

Cilindrische ruimers hebben meestal een even aantal tanden. De tanden zijn ongelijk verdeeld over de omtrek. Daardoor staan er altijd twee snijkanten tegenover elkaar en wordt het gat zuiver cilindrisch. Verder voorkom je hiermee dat de ruimer gaat 'happen'.



Ongelijke verdeling van de tanden

Er staan steeds twee tanden onder een hoek van 180° tegenover elkaar. Daardoor kun je de diameter eenvoudig meten. Er zijn ook ruimers met een oneven aantal tanden. Hiervan is de middellijn moeilijker te meten. Je kunt dit alleen doen met ringkalibers of speciaal meetgereedschap.

### Vorm van de spaangroef

De tanden van een ruimer kunnen een rechte of een hellende spaangroef hebben. Ruimers met een rechte spaangroef zijn geschikt voor kortspanige materialen. Met deze ruimers kun je geen onderbroken gaten ruimen.

Hellende spaangroeven kunnen zowel linkshellend als rechtshellend zijn. Een hellende spaangroef is geschikt voor algemeen gebruik. Met deze spaangroef kun je onderbroken gaten ruimen, zoals bij een spiebaan.



Rechte spaangroef

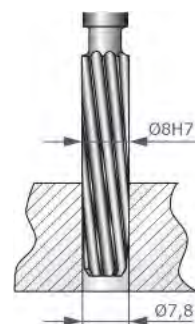


Hellende spaangroef

### Afmetingen

De maat (diameter) van een ruimer is erg belangrijk. Gewone, vaste cilindrische ruimers zijn volgens het ISO-passingstelsel op de tolerantie H7 geslepen.

De soort passing van twee onderdelen hangt af van het tolerantieveld van het onderdeel dat in het gat moet komen. Deze maatgegevens vind je in de werktekening.



H7-tolerantie



3. Waarom zijn de tanden van een ruimer ongelijk verdeeld over de diameter?  
Noem twee redenen.

---

---

BRUNNEN

## 1.5 Samenvatting

- Spiraalboren worden gemaakt van HSS (snelstaal) en hardmetaal.
- Geometrie van spiraalboren:
  - Een spiraalboor bestaat uit een schacht, een boorlichaam met spiraalgroeven en een boorpunt.
  - Boren tot  $\varnothing$  13 mm hebben een cilindrische schacht. Boren boven  $\varnothing$  13 mm hebben een conische schacht.
  - Het boorlichaam bestaat uit twee spiraalvormige groeven. Hoe groter de spiraalhoek, hoe groter de spaanhoek.
  - De boorpunt is het snijdende deel van de boor. Deze bestaat uit een kern (de ziel) en heeft een punthoek, twee hoofdsnijkanten en een dwarssnijkant.
  - De combinatie van spiraal- en punthoek bepaalt de geschiktheid van de spiraalboor voor bepaalde materialen.
- Centerboren hebben een korte spiraalgroef en een speciale punt.
- Geometrie van schroefdraadtappen:
  - Een schroefdraadtap bestaat uit een schacht met een vierkant uiteinde, een draadcilinder met spaangroeven en de punt van de draadtap.
  - Naarmate een schroefdraadtap meer spaangroeven heeft, is er minder ruimte voor de afvoer van spanen.
  - De spaangroef bepaalt de vorm van de spaanhoek.
  - Door een extra snijvlak aan de punt te slijpen ontstaat er een schilaansnijding die de spaan voor de tap uitdrijft.
- Geometrie van ruimers:
  - Een ruimer bestaat uit een schacht, een hals en een kop.
  - Voor harde, brossse materialen gebruik je een ruimer met een lange aansnijding. Een korte aansnijding gebruik je voor zachte, taai materialen, of voor blinde gaten.
  - Door de tanden ongelijk te verdelen voorkomt men dat de ruimer gaat happen.

## 1.6 Antwoorden

*Antwoord 1*

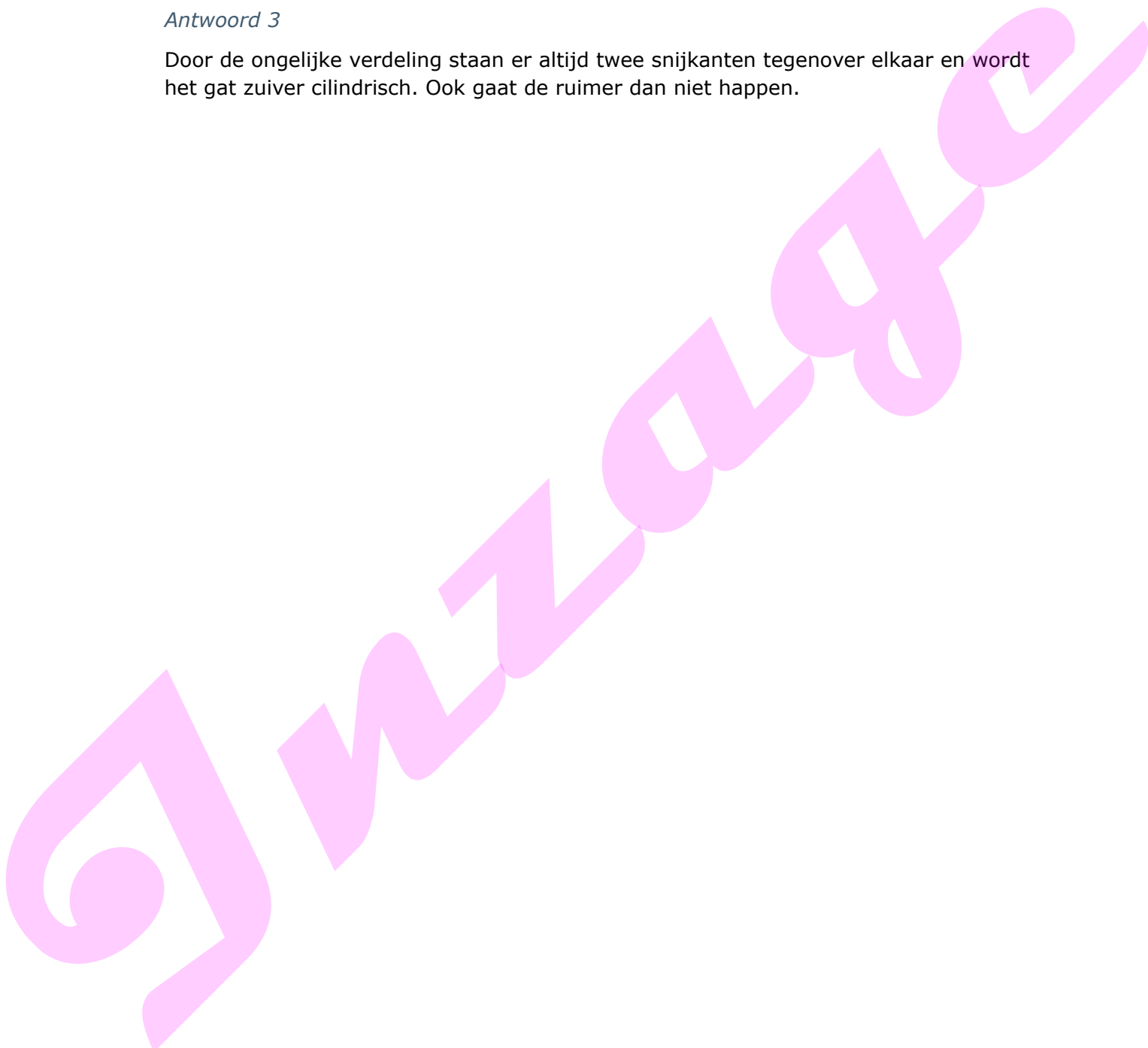
Om ervoor te zorgen dat het materiaal minder uitbrokkelt bij het doorboren.

*Antwoord 2*

Des te minder spaangroeven de tap heeft, des te beter worden de spanen afgevoerd.

*Antwoord 3*

Door de ongelijke verdeling staan er altijd twee snijkanten tegenover elkaar en wordt het gat zuiver cilindrisch. Ook gaat de ruimer dan niet happen.



## 2 Vermogen bij boren

### Inleiding

Bij boren wordt overtollig materiaal verwijderd. Tijdens het bewerken ondervindt het snijgereedschap een zekere weerstand. De kracht die voor het overwinnen van deze weerstand nodig is, heet de hoofdsnijkracht.

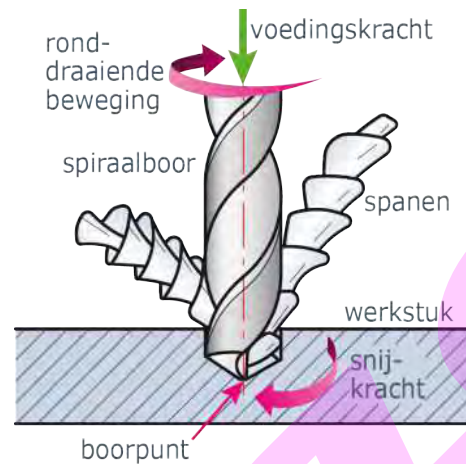
Zoals elk materiaal een soortelijke massa heeft, zo heeft elk materiaal ook een specifieke snijdruk. De specifieke snijdruk is de kracht die nodig is om een spaan met een doorsnede van  $1 \text{ mm}^2$  te snijden. De specifieke snijdruk van een materiaal heeft geen vaste waarde, deze wordt bepaald door:

- het te bewerken materiaal
- de grootte van de voeding
- de gereedschapsgeometrie
- de slijtage van het snijgereedschap.

### Leerdoelen

*Je kunt:*

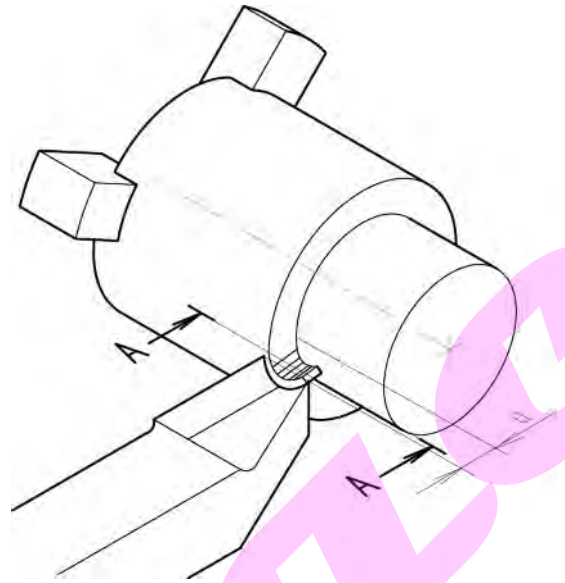
- de goede waarde voor de a/f verhouding uitleggen
- de invloed van de spaanhoek uitleggen
- het vermogen berekenen voor boren
- het rendement van het vermogen berekenen.



## 2.1 Spaanvorming

Tijdens het verspanen wordt de spaan door afschuiving gevormd. De kracht die voor dit proces nodig is, is afhankelijk van de lengte waarover het materiaal losgemaakt moet worden (snedediepte) en van de lengte van het afschuivingsvlak (voeding).

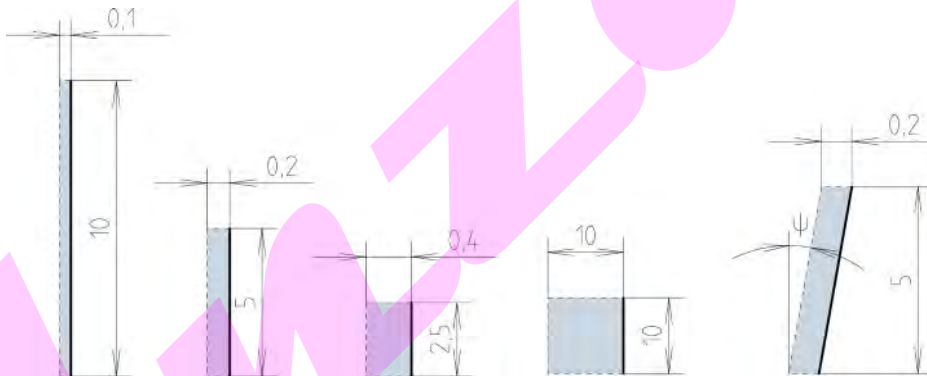
De afscheurlengte is de som van voeding + snedediepte.



Benodigde kracht is afhankelijk van snedediepte

### Verskillende spaandoorsneden

De snedediepte en de voeding hebben invloed op de vorm van het spaanoppervlak. De afscheurlengte is afhankelijk van de vorm. De afscheurlengte van de spaan is van grote invloed op de specifieke snijdruk. Hoe groter de afscheurlengte, hoe groter de kracht die nodig is om het materiaal 'af te scheuren'.



Invloed snedediepte en voeding. Spaanoppervlak is  $1 \text{ mm}^2$

De  $a/f$  verhouding is de verhouding tussen de snedediepte ( $a$ ) en voeding ( $f$ ). Hoe kleiner de  $a/f$  verhouding, des te kleiner de verspaningskrachten zijn omdat hier de afscheurlengte het kleinst is.

Als de  $a/f$  verhouding te klein is, wordt de ruwheid van het werkstukoppervlak groot. Als de  $a/f$  verhouding te groot is, heeft de machine veel kracht nodig voor het verspaningsproces.

Een goede waarde voor de  $a/f$  verhouding is rond de 10. Uit bovenstaande blijkt dat de specifieke snijdruk afhankelijk is van de  $a/f$  verhouding.