



Frezen 2
Verspanende bewerkingen





COLOFON

©2015 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.

Ondanks alle zorg die aan dit lesmateriaal is besteed kunnen auteurs, redacteurs en uitgever geen aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele schade, die zou kunnen voortvloeien uit enige fout, die in dit leermiddel zou kunnen voorkomen.

Overal waar u in dit leermiddel de mannelijke vorm hij aantreft, wordt ook de vrouwelijke vorm zij bedoeld.

Kenteq
Postbus 81
1200 AB Hilversum
088 - 444 99 00
serviceteam@kenteq.nl
www.kenteq.nl

Voorwoord

Dit boek maakt deel uit van de geheel vernieuwde reeks uitgaven voor verpanende bewerkingen en is bestemd voor studenten van werktuigbouwkundige opleidingen op MBO-niveau.

De reeks boeken omvat de titels:

- Basisvaardigheden Metaalbewerking
- Draaien 1
- Draaien 2
- Frezen 1
- Frezen 2

Het wordt aanbevolen om na het bestuderen van een hoofdstuk de vragen te maken die in het boek zijn opgenomen, om te testen of de theorie wordt beheerst.

Voor opmerkingen ter verbetering van de lesstof houden wij ons van harte aanbevolen.

De uitgever.

Inhoudsopgave

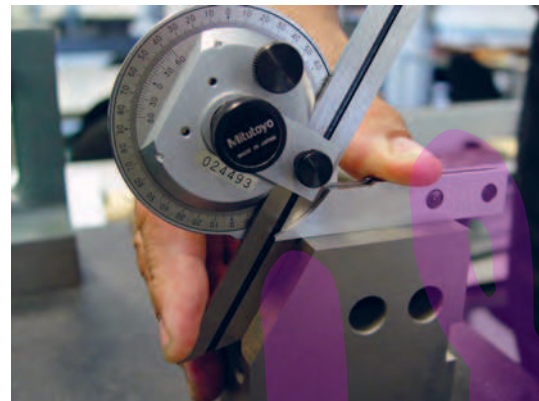
1	Meten	7
1.1	Hoekmeter	7
1.2	Metten met een hoekmeter	11
2	Driezijdig begrensde uitsparing frezen	17
2.1	Vorbereiding	17
2.2	Uitvoering	19
2.3	Nazorg	24
3	Vierzijdige begrensde uitsparing frezen	25
3.1	Vorbereiding	25
3.2	Uitvoering	26
3.3	Nazorg	30
4	Zaagfrezen	31
4.1	Aanpak	31
4.2	De zaagfrees	34
4.3	Zaagdoorn	38
4.4	Freesspil	39
5	Rechtlĳnig profiel frezen	41
5.1	Vorbereiding	41
5.2	Uitvoering	43
5.3	Nazorg	45
6	Frezen van een trapeziumgleuf	47
6.1	Veiligheid	47
6.2	Vorbereiding	48
6.3	Uitvoering	49
6.4	Nazorg	51
7	Zwaluwstaartgleuven	53
7.1	Inleiding	53
7.2	Zwaluwstaartverbinding	53
7.3	Zwaluwstaartfrees	55
7.4	Berekeningen m.b.t. zwaluwstaartfrezen	58
7.5	Berekening van de verplaatsing van de zwaluwstaartfrees	64
7.6	Berekening verplaatsing contrastuk	66
8	Frezen van een zwaluwstaartgleuf	69
8.1	Veiligheid	69
8.2	Vorbereiding	69
8.3	Uitvoering	71
8.4	Nazorg	73
9	T-gleuffrezen	75
9.1	T-vormige gleuf	75

9.2	Werkvolgorde	75
9.3	T-gleuf	76
9.4	T-gleuffrees	77
10	Frezen van een T-gleuf	81
10.1	Veiligheid	81
10.2	Vorbereiding	82
10.3	Uitvoering	83
10.4	Nazorg	85
11	Basis CNC programmeren	87
11.1	Programmeermethoden	87
11.2	Gestructureerd programmeren CNC frezen	88
11.3	Programmeerafspraken	92
11.4	Hoofdprogramma's en onderprogramma's	103
11.5	Snijdende geometrie-elementen	105
11.6	Bewegingen met poolcoördinaten	112
11.7	G-functies van voorinstelling	135
11.8	M-functies	136
12	Vragen	137
12.1	Vragen Meten	137
12.2	Vragen Driezijdig begrensde uitsparing frezen	139
12.3	Vragen Vierzijdige begrensde uitsparing frezen	141
12.4	Vragen Zaagfrezen	143
12.5	Vragen Rechthoekig profiel frezen	145
12.6	Vragen Trapeziumgleuf frezen	146
12.7	Vragen Zwaluwstaartgleuven	148
12.8	Vragen Zwaluwstaartgleuf frezen	153
12.9	Vragen T-gleuffrezen	155
12.10	Vragen T-gleuf frezen	156
12.11	Vragen Basis CNC programmeren	158

1 Meten

1.1 Hoekmeter

Een hoekmeter is een meetinstrument waarmee je de grootte van een hoek bepaalt.



Hoekmeter

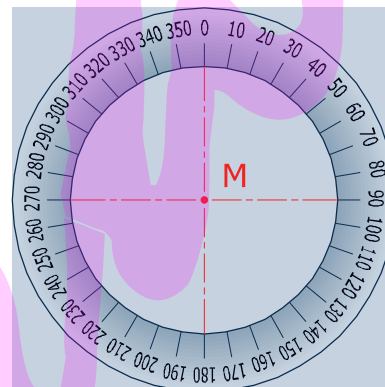
Eenheid van hoek

De eenheid van hoek is de graad, aangeduid met het symbool $^{\circ}$.
Maar wat is nu een graad?

De cirkel in de afbeelding is verdeeld in 360 gelijke delen.

Trek een denkbeeldige lijn van 20 naar het middelpunt M. Trek ook een lijn van 0 naar het middelpunt M.

De hoek tussen de verticale lijn en de denkbeeldig getrokken lijn is 20 graden, dus 20° .



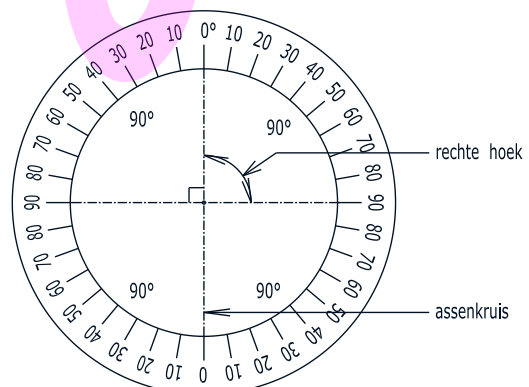
Cirkel verdeeld in 360°

Om een hoek nauwkeurig te kunnen weergeven is de graad te verdelen in kleinere eenheden. 1 graad = 60 (boog)minuten, met het symbool '.

Dus $1^{\circ} = 60'$

Bij het noteren van een hoek schrijf je eerst de graden, dan de minuten. Bijvoorbeeld $56^{\circ}13'$

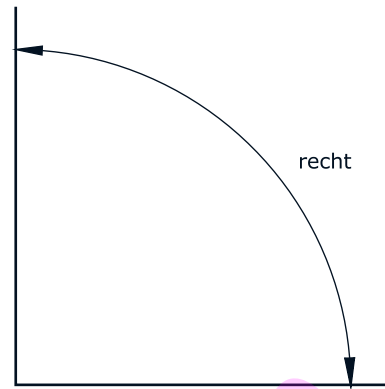
Je kunt een cirkel verdelen in vier gelijke stukken. Het assenkruis verdeelt de 360° in vier gelijke hoeken van 90° .



Gradenboog van hoekmeter

Rechte hoek

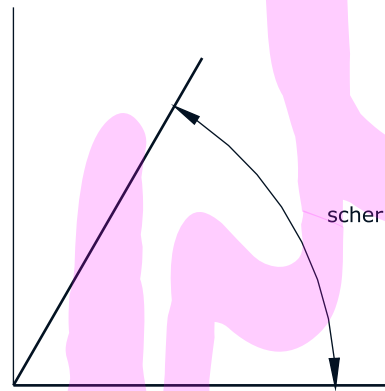
Een hoek van 90° heet een rechte hoek.



Rechte hoek

Scherpe hoek

Is een hoek kleiner dan 90° dan heet het een scherpe hoek.

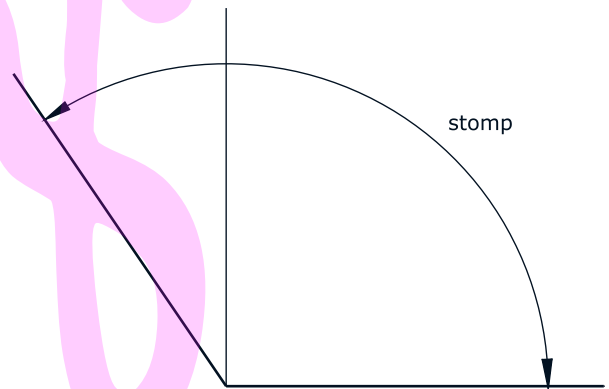


Scherpe hoek

Stompe hoek

Is een hoek groter dan 90° dan is het een stompe hoek.

Je moet dit weten om een hoekmeter op de juiste wijze af te lezen.

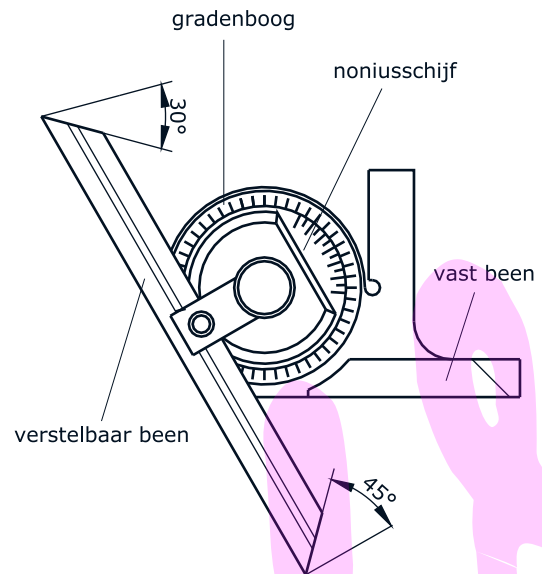


Stompe hoek

Onderdelen

Een hoekmeter bestaat uit:

- schaalverdeling
- vast been
- verstelbaar been
- soms: vergrootglas



Onderdelen van de hoekmeter

Schaalverdeling

De schaalverdeling is het deel van de hoekmeter dat je afleest.

Vast been

Het vaste been zit aan de schaalverdeling vast. Het is de nullijn van de hoek.

Verstelbaar been

Het verstelbare been kan schuiven. Zo kun je de lengte van het been instellen voordat je gaat meten.

Het verstelbare been kan draaien ten opzichte van het vaste been. De hoek tussen het vaste been en het verstelbare been is de hoek die je afleest.

Borgschroeven

Met de borgschroeven zet je het verstelbare been vast:

- Met de ene borgschroef blokkeer je de schuivende beweging.
- Met de andere borgschroef blokkeer je de draaiende beweging.

Vergrootglas

Om een universele hoekmeter goed te kunnen aflezen, gebruik je een vergrootglas.

Bij sommige hoekmeters is een vergrootglas gemonteerd boven de nonius.



Met vergrootglas aflezen

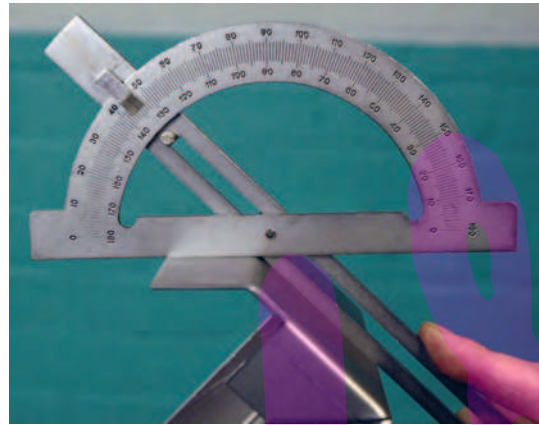
Soorten hoekmeters

Er bestaan meerdere soorten hoekmeters. We behandelen er twee.

Eenvoudige hoekmeter

De eenvoudige hoekmeter noem je ook wel gradenboog.

De schaalverdeling is 180° . Je kunt hoeken meten tussen 0° en 180° .

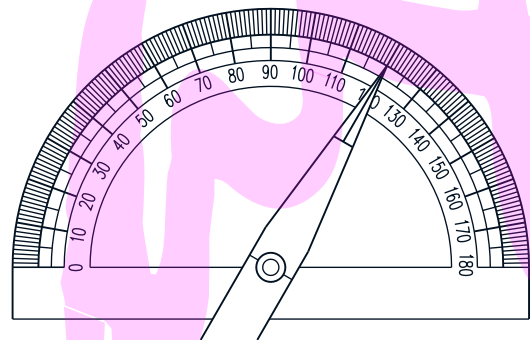


Eenvoudige hoekmeter

Afreesbaarheid

Je leest af door te kijken bij welk streepje de aanwijzer staat. Elk streepje komt overeen met een graad.

De afreesbaarheid van een hoekmeter met aanwijzer is 1° .



Aanwijzer op schaalverdeling

Universele hoekmeter

Een universele hoekmeter heeft een schaalverdeling van $4 \times 90^\circ$ (totaal 360°). Je kunt hoeken van 0° tot 360° meten.

Het verstelbare been kun je naar een gewenste lengte verschuiven.



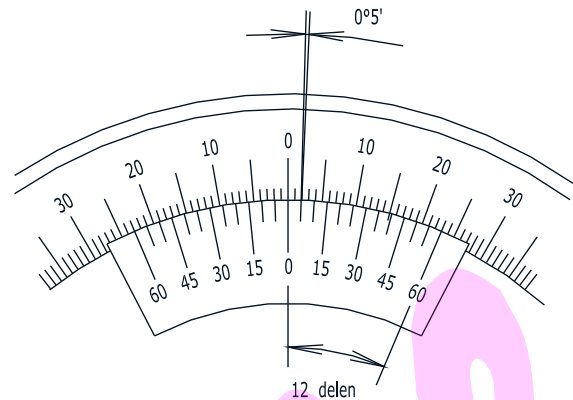
Universele hoekmeter

Aflesbaarheid

Een universele hoekmeter heeft een nonius. Met de nonius lees je de minuten af, dus dit is nauwkeuriger dan een graad.

Op de nonius wordt een graad (=60') verdeeld in twaalf delen. Elk streepje is $60' / 12 = 5'$.

Dat is de kleinste eenheid die je met een universele hoekmeter kunt aflezen. De aflesbaarheid van een universele hoekmeter is dan ook 5'.



Nonius van universele hoekmeter

Dubbele nonius

De nonius van een universele hoekmeter is dubbel uitgevoerd. Zowel links als rechts van de nul (0) bevindt zich een nonius.

De richting waarin je afleest, bepaalt welke nonius je gebruikt.

Gebruik

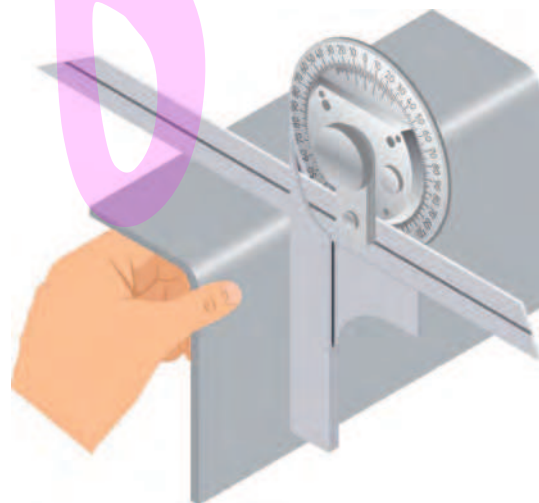
Behandel een hoekmeter met zorg. Als de benen beschadigen, kun je er niet meer nauwkeurig mee meten.



Hoekmeters met zorg behandelen

1.2 Meten met een hoekmeter

Je meet met een hoekmeter om de grootte van een hoek te bepalen.



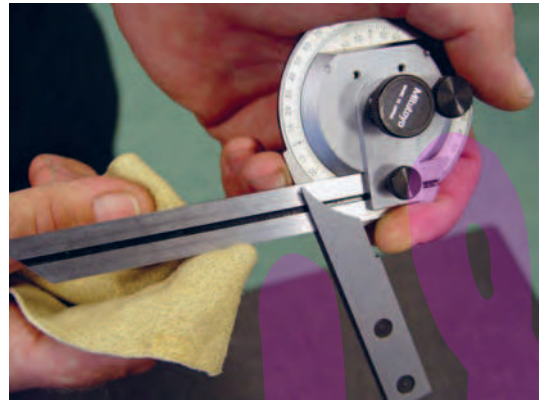
Meten met een hoekmeter

Werkvolgorde

Vorbereiding

Reinigen

Maak de meetvlakken van het product en van de hoekmeter schoon.



Meetvlakken reinigen

Been stellen

Verschuif het verstelbare been zo, dat:

- het meetvlak over een zo groot mogelijke lengte contact maakt met het product;
- en dat je de hoek kunt meten.

Als het product en de hoekmeter plat op een vlakplaat liggen, krijg je het beste meetresultaat.



Metten op een vlakplaat

Soort hoek bepalen

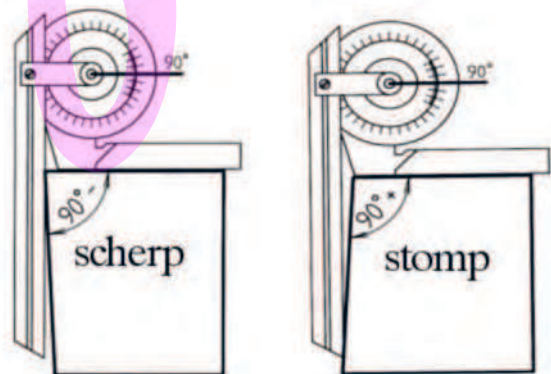
Bepaal welke hoek je gaat meten.

Maak op het oog een inschatting van de soort hoek: scherp, stomp of haaks. Zo weet je bij het aflezen meteen of je een grove afleesfout maakt.

Als je gaat meten aan een hoek die bijna recht is, dan kun je op het oog niet zien of de hoek stomp of scherp is.

Gebruik dan volgende methode.

- Stel de hoekmeter in op 90° .
- Plaats de hoekmeter tegen het product.
- Kijk naar de lichtspleet en bepaal of de hoek stomp of scherp is.



Hoek van ongeveer 90°

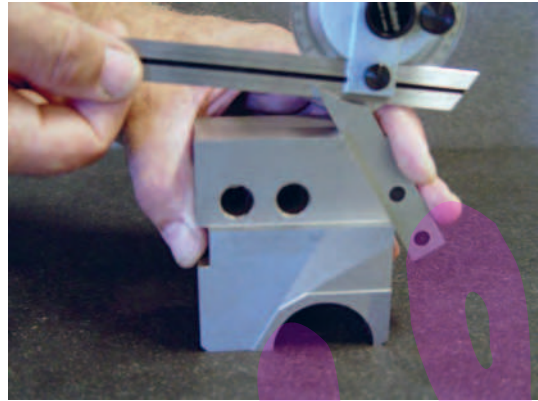
Uitvoering

Hoekmeter aanleggen

Stel de hoekmeter haaks op de te meten vlakken.

Plaats het vaste been op het kortste vlak.

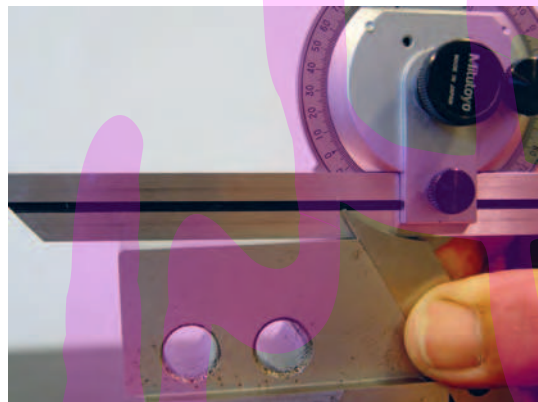
Verdraai het verstelbare been tot beide benen aanliggen.



Hoekmeter aanleggen

Je mag geen lichtspleet zien tussen de benen en het product.

Zie je wel een lichtspleet, dan moet je de hoekmeter opnieuw aanleggen.



Lichtspleet aanwezig?

Been vastzetten

Zet de hoek van het verstelbare been vast met de borgschroef.

Controleer of beide benen nog aanliggen, door nogmaals te kijken of je een lichtspleet ziet.

Soms verdraaien de benen door het aandraaien van de borgschroef.

Daarna lees je de hoekmeter af.

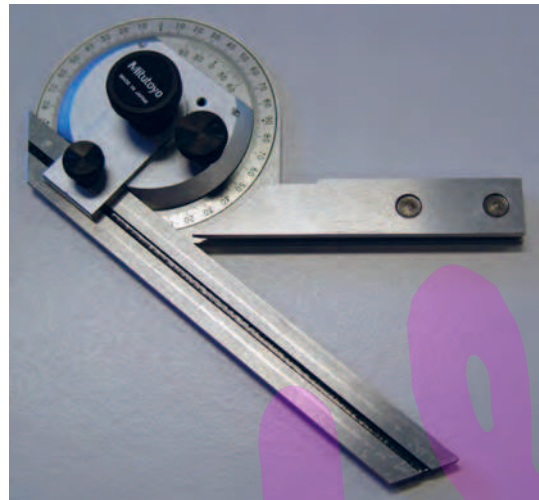
Het aflezen van een stompe en een scherpe hoek gaat niet op dezelfde manier.



Hoekmeter aflezen

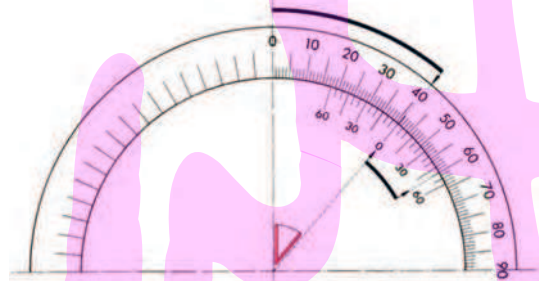
Hoekmeter aflezen bij scherpe hoek

Een scherpe hoek - kleiner dan 90° - lees je als volgt af.



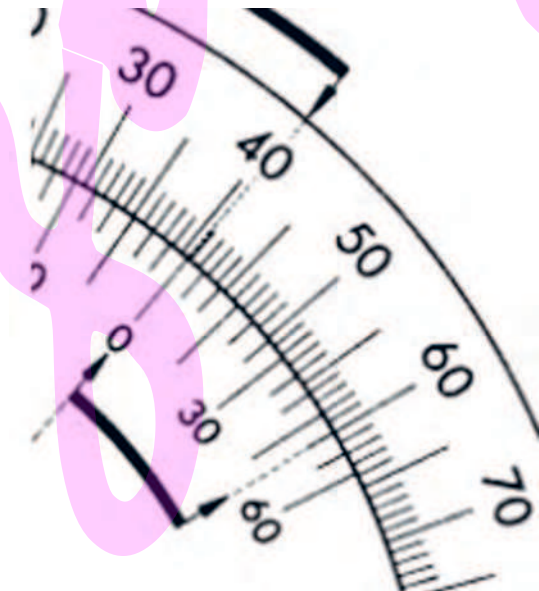
Scherpe hoek

- Lees vanaf 0° op de gradenboog, in de richting van de 0 van de nonius.
- Lees het aantal hele graden af, bij de nulstreep van de nonius.
- Lees de nonius in dezelfde richting af.



Scherpe hoek aflezen

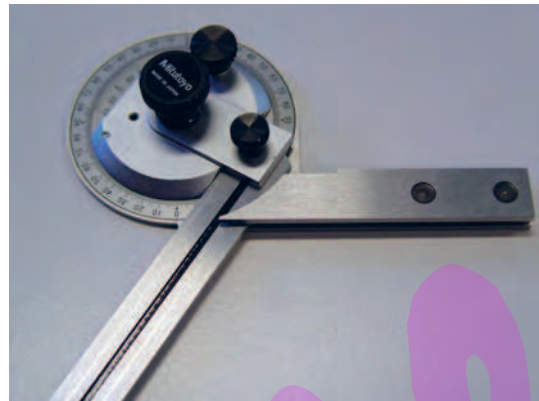
- Tel deze waarden bij elkaar op:
 $40^\circ + 50' = 40^\circ 50'$



Detail aflezen

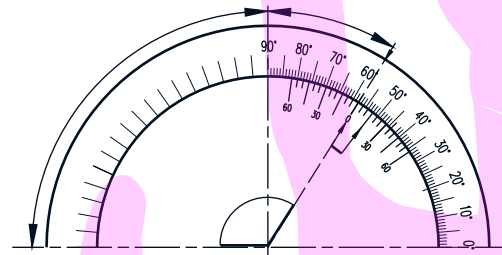
Hoekmeter aflezen bij stompe hoek

Een stompe hoek - groter dan 90° - lees je als volgt af.

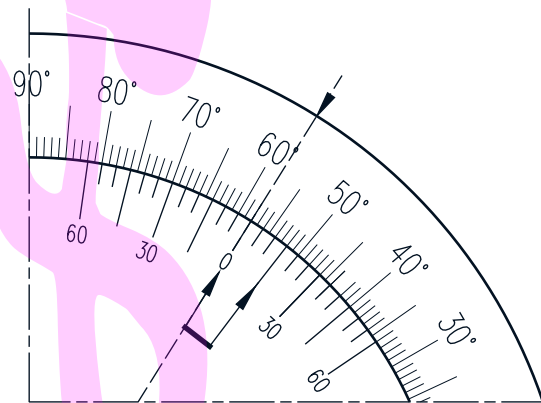


Stompe hoek

- De hoek is groter dan 90° , dat weet je alvast. Schrijf dit op.
- Lees vanaf 90° op de gradenboog, in de richting van de 0 van de nonius.
- Let op!
De schaalverdeling loopt terug van 90° naar 0° . Je kunt dus niet eenvoudig de waarde aflezen, je moet doortellen.
- Tel het aantal hele tientallen, schrijf dit op.
- Tel het aantal hele graden, schrijf dit op.
- Lees de nonius in dezelfde richting af.
- Tel deze waarden bij elkaar op:
 $90^\circ + 30^\circ + 2^\circ + 15' = 122^\circ 15'$



Stompe hoek aflezen



Detail aflezen