

Meten in de werkplaats

rolmaat en schuifmaat

ander meetgereedschap



Over ThiemeMeulenhoff

ThiemeMeulenhoff is dé educatieve mediaspecialist en levert educatieve oplossingen voor het Primair Onderwijs, Voortgezet Onderwijs, Middelbaar Beroepsonderwijs en Hoger Onderwijs. Deze oplossingen worden ontwikkeld in nauwe samenwerking met de onderwijsmarkt en dragen bij aan verbeterde leeropbrengsten en individuele talentontwikkeling.

Meer informatie over ThiemeMeulenhoff en een overzicht van onze educatieve oplossingen: www.thieme-meulenhoff.nl of via de Klantenservice 088 800 20 16

© ThiemeMeulenhoff, Amersfoort, 2014.

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

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 23 augustus 1985, Stbl. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie (PRO), Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp (www.stichting-pro.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet) dient men zich tot de uitgever te wenden. Voor meer informatie over het gebruik van muziek, film en het maken van kopieën in het onderwijs zie www.auteursrechtenonderwijs.nl.

De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.

Introductie

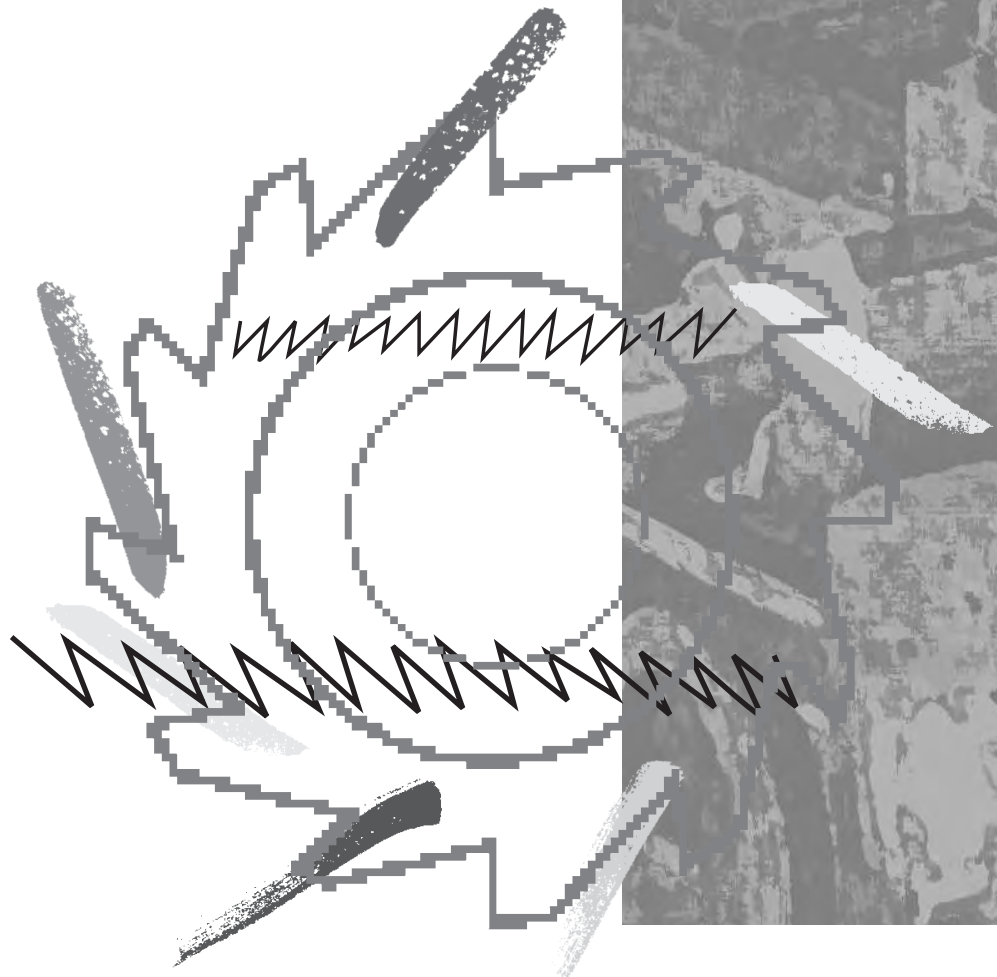
In deze reader alles wat je moet weten over meten in de werkplaats

Inhoud

1	Meten en vergelijken	7
1.1	Het meten	8
1.2	Maten en toleranties	8
1.3	Metten en meetinstrumenten	9
1.4	Meetinstrumenten voor lengtemetingen	11
1.4.1	Inleiding	11
1.4.2	Directe, niet-instelbare meetinstrumenten	12
1.4.3	Directe, instelbare meetinstrumenten	13
1.4.4	Directe, fijn instelbare meetinstrumenten	16
1.4.5	Indirecte, instelbare meetinstrumenten	19
1.4.6	Vergelijkende meetinstrumenten	21
1.5	Instrumenten voor het meten van hoeken	23
1.5.1	Niet-instelbare hoekmeetinstrumenten	23
1.6	Onderhouden van meetinstrumenten	24
1.7	Meetonzekerheid	25
1.8	Nulpuntsinstelling buitenschroefmaat	25
1.9	Controleren van buitenschroefmaten	27
1.9.1	Algemene gesteldheid	27
1.9.2	Aflesafwijking	27
1.9.3	Vlakheids- en evenwijdigheidscntrole	28
1.10	Oppervlakteruwheid	29
1.10.1	Inleiding	29
1.10.2	Bepalen van oppervlakteruwheid	29
	Opgaven	31
	Opgaven	57

Meten en vergelijken

1



1.1 Het meten

In de huidige technologie is het onderling kunnen verwisselen van onderdelen belangrijk. Dit betekent dat zowel de ene als de andere fabriek dezelfde gestandaardiseerde meetmethode moet hanteren.

Meten is eigenlijk niets anders dan vergelijken met een standaardmaat, zoals de meter. De exacte lengte van één meter definiëren we sinds 1983 als volgt:

meter *De meter is de lengte die het licht in een vacuüm aflegt in een tijd van $\frac{1}{299792458}$ seconde.*

Aan de hand van deze definitie kunnen we in elk goed uitgerust laboratorium maatstandaarden met een nauwkeurigheid van 10^{-8} tot 10^{-9} uitvoeren.

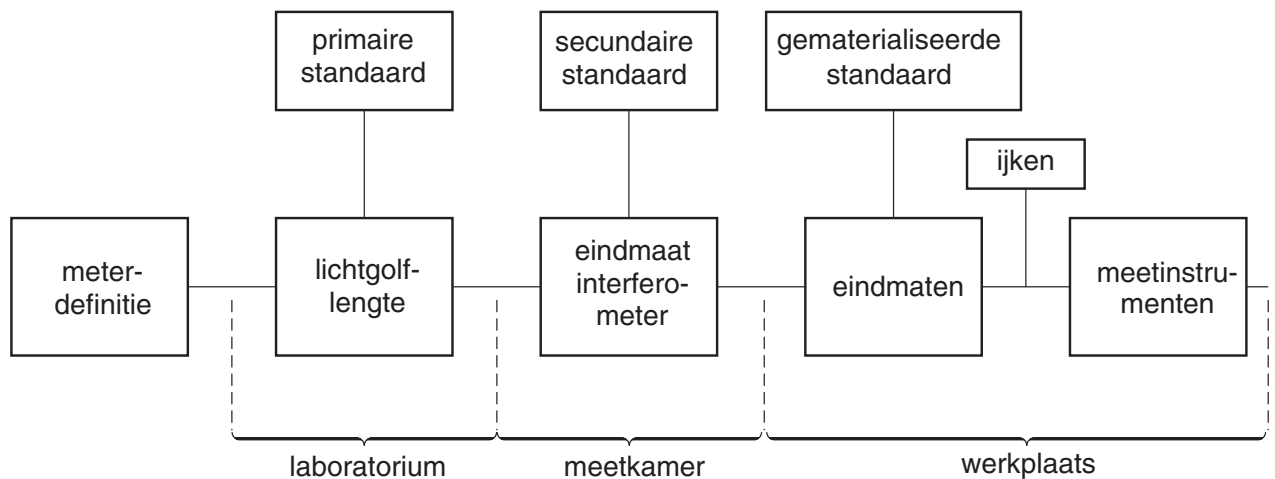
primaire lengtestandaard *De lengtestandaard volgens de definitie noemen we de *primaire lengtestandaard*.*

eindmaten *Bij metingen in de werkplaats, waar de meetomstandigheden niet optimaal zijn, gebruiken we als lengtestandaard meestal nauwkeurige metalen of keramische blokjes, de *eindmaten*.*

interferometer *Om eindmaten te controleren, gebruiken we een *interferometer*. Dit is een meetinstrument dat met de golflengte van licht de lengte van een eindmaat zeer nauwkeurig kan bepalen. De interferometer noemen we een *secundaire lengtestandaard*.*

secundaire lengtestandaard *De eindmaten die we in de werkplaats gebruiken, noemen we een *gematerialiseerde lengtestandaard*.*

gematerialiseerde lengtestandaard *In figuur 1.1 zien we een overzicht van de lengtestandaarden.*



Figuur 1.1 Overzicht van lengtestandaarden

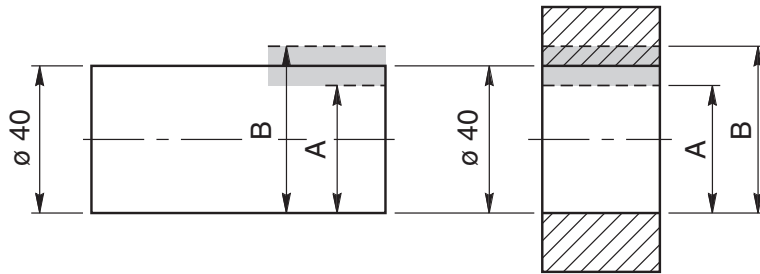
1.2 Maten en toleranties

nominale maat *De maat die de constructeur op de tekening aangeeft, noemen we de *nominale maat*. Het is in de praktijk onmogelijk, de nominale maat exact aan te houden. De maat van het product wijkt dus enigszins af van de nominale maat. De maat*

werkelijke maat *die het product uiteindelijk krijgt, noemen we de *werkelijke maat*.*

grensmaten

Om de variatie van de werkelijke maat binnen de perken te houden, geven we twee maten op. Dit noemen we *grensmaten*. Zie figuur 1.2. De werkelijke maat moet binnen de grensmaten liggen.



A = kleinste grensmaat
B = grootste grensmaat

Figuur 1.2 Grensmaten

Het verschil tussen de grootste grensmaat en de kleinste grensmaat noemen we tolerantie. De tolerantiegrootte hangt af van:

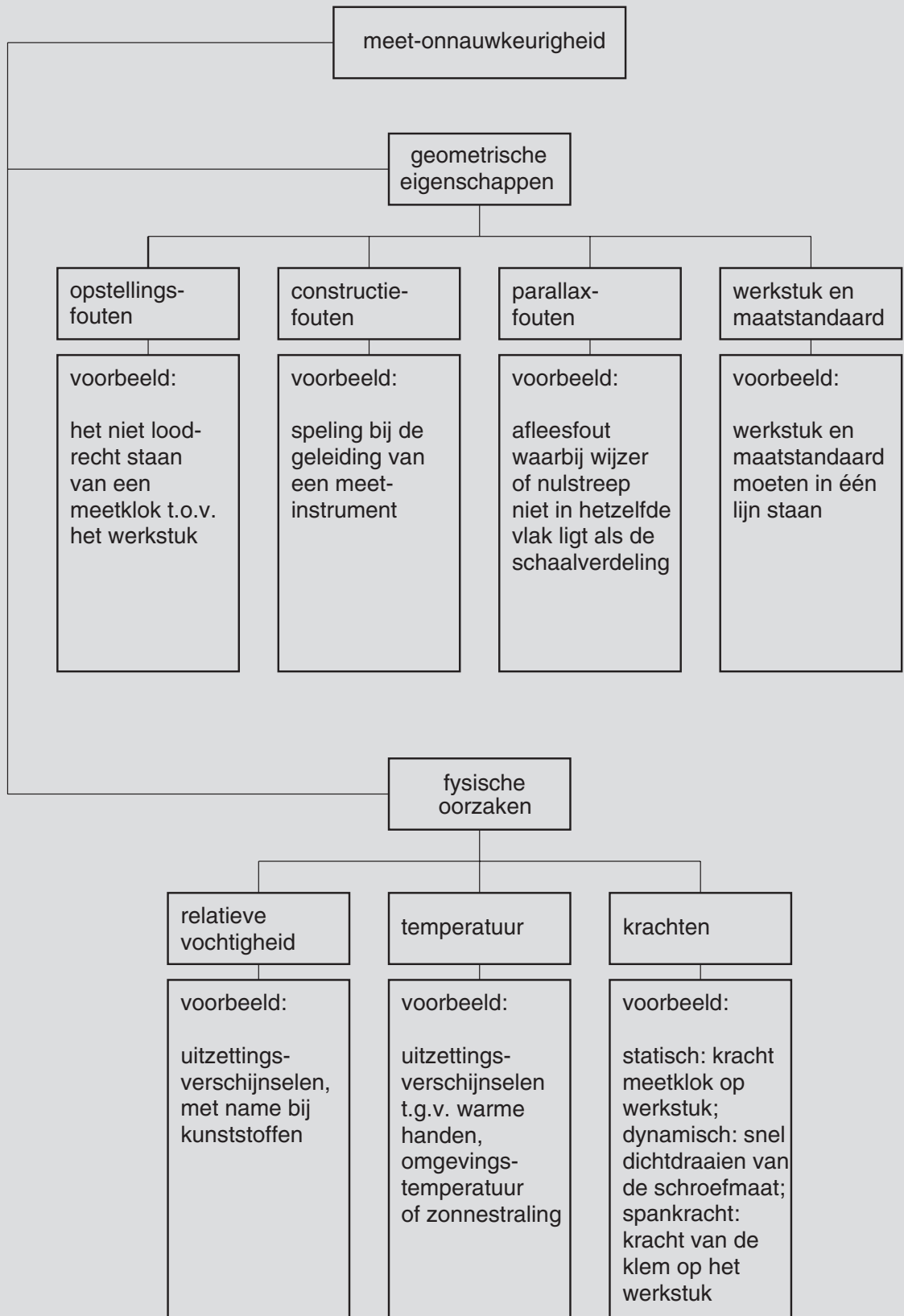
- de nauwkeurigheid van de bewerking;
- de grootte van de nominale maat;
- de oppervlaktegesteldheid.

1.3 Meten en meetinstrumenten

meet-
onnauwkeurigheid

Om de werkelijke maat van een product te bepalen, hebben we een meetinstrument en een waarnemer nodig. In dat meetproces spelen vele factoren een rol die meet-onnauwkeurigheid kunnen veroorzaken. In tabel 1.1 zien we een samenvatting van die factoren.

TABEL 1.1 OORZAKEN MEET-ONNAUWKEURIGHEID MET VOORBEELDEN



Door meet-onnauwkeurigheden geeft een meting nooit exact de maat weer. Daarom moeten we bij een productmaat de tolerantie vermelden.

Met meetinstrumenten proberen we zo dicht mogelijk bij de werkelijke maat te komen. Afhankelijk van de tolerantie kiezen we een meetinstrument met een bepaalde *schaalwaarde* (of *afleeswaarde*). Een vuistregel is dat de schaalwaarde $\frac{1}{4}$ van de tolerantie moet bedragen. Voor een tolerantie van 0,2 mm is dus een schaalwaarde van 0,05 mm nodig.

Het meetresultaat is dus nooit nauwkeuriger op te geven dan de schaalwaarde toelaat.

De meest voorkomende metingen zijn lengtemetingen en hoekmetingen.

1.4 Meetinstrumenten voor lengtemetingen

1.4.1 Inleiding

Meetinstrumenten zijn gereedschappen die we op zichzelf of samen met andere gereedschappen gebruiken om te meten. In tabel 1.2 zien we een indeling van de meest voorkomende meetinstrumenten. Deze indeling is gemaakt op grond van gebruik en de maatstandaard.

TABEL 1.2 INDELING MEETGEREEDSCHAP				
	meetgereedschap			
	direct	indirect	vergelijkend	
lengte- meting	duimstok rolmaat maatlat		kalibers eindmaten vormkalibers	niet instelbaar
	schuifmaat hoogte schuifmaat	meetklok meethorloge	krompasser binnenpasser steekpasser	instelbaar
	schroefmaat imicro tri-o-bor speermaat	millimess		fijn instelbaar
hoek- meting			meshoekhaak hoekhaak	niet instelbaar
	hoekmeter		zweihaak	instelbaar

De direct vergelijkende meetinstrumenten hebben een ingebouwde maatstandaard. Zij geven direct de maat van een product aan.

De indirect vergelijkende meetinstrumenten moeten we op een maatstandaard instellen. Zij geven het verschil aan tussen de maat en de standaardmaat.

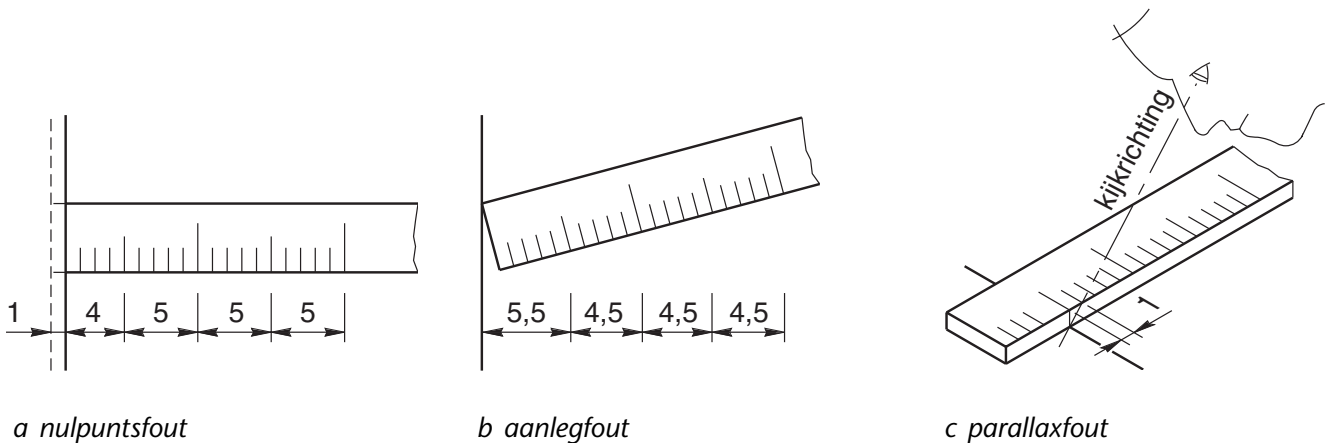
Ten slotte de groep vergelijkende meetinstrumenten: hierbij ontbreekt een schaalverdeling en constateren we geen meetwaarde.

1.4.2 Directe, niet-instelbare meetinstrumenten

Maatlat

De stalen maatlat gebruiken we meestal voor lengtemetingen van 100 mm tot 2000 mm. De schaalverdeling is ingegraveerd. De meetnauwkeurigheid hangt af van de schaalwaarde, de nulpuntsfout, de aanlegfout en de parallaxfout.

De schaalwaarde is 1 mm. Zie figuur 1.3.



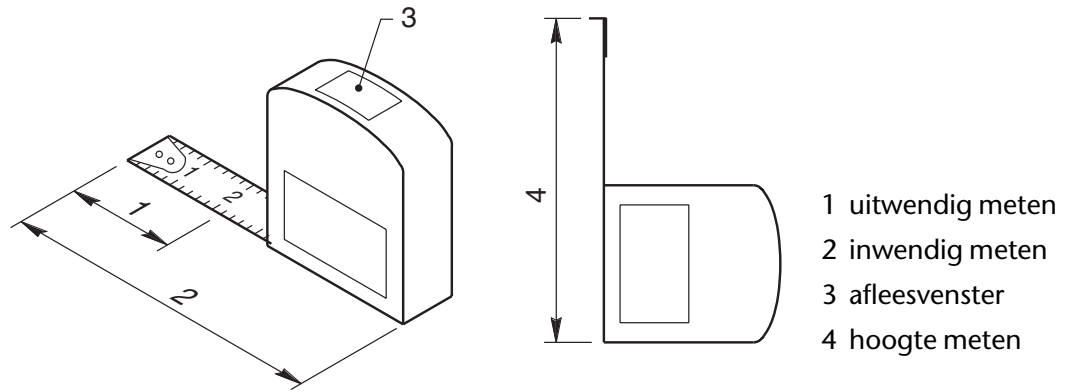
Figuur 1.3 De meetnauwkeurigheid hangt af van diverse fouten

Duimstok

De duimstok hebben we in een houten en in een metalen uitvoering. De scharnierconstructie geeft dit meetinstrument weliswaar een compacte vorm, maar het is ook een bron van meetfouten. De maatverdeling is meestal in millimeters en in inches.

Rolmaat (rolbandmaat)

De rolmaat is een stalen band met aan beide kanten een schaalverdeling. De voordelen ten opzichte van de duimstok zijn dat hij geen scharnierpunten heeft maar wel een veel compactere constructie. Met de rolmaat kunnen we zowel uitwendig als inwendig meten. Zie figuur 1.4.

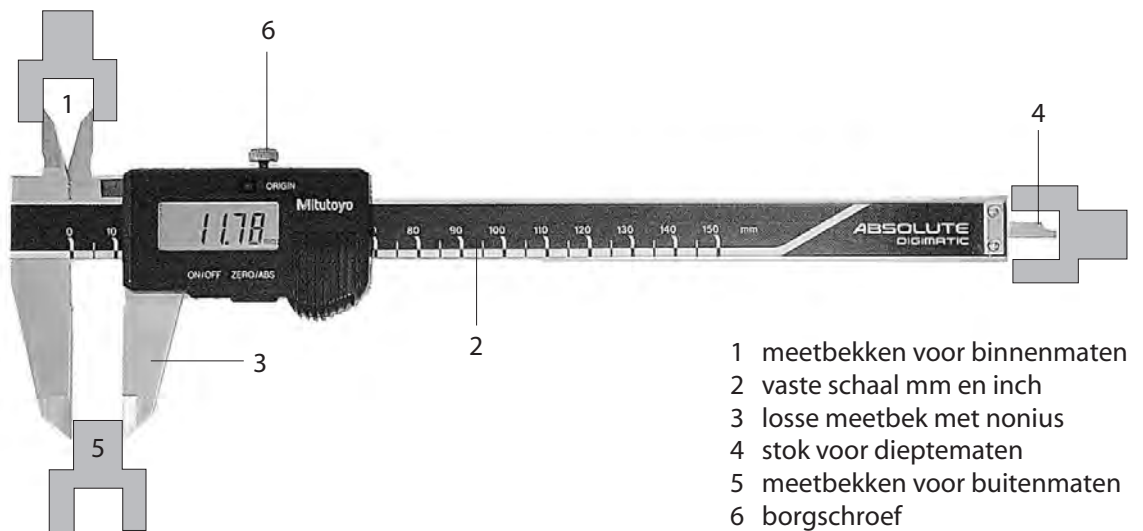


Figuur 1.4 Rolbandmaat

1.4.3 Directe, instelbare meetinstrumenten

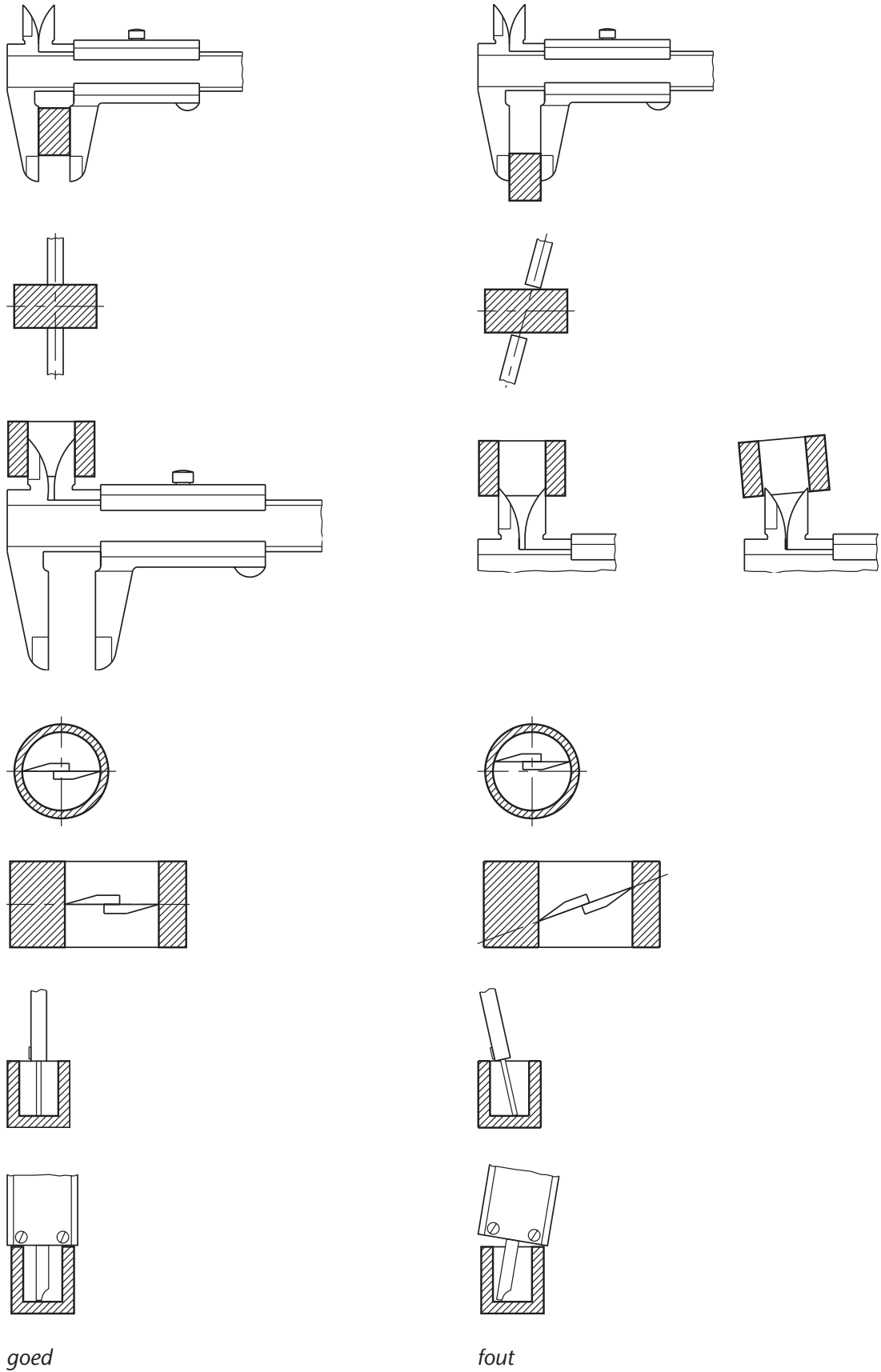
Schuifmaat

De schuifmaat is een universeel meetinstrument, omdat we er verschillende maatvormen zoals middellijn, lengte en diepte mee kunnen meten. Zie figuur 1.5.



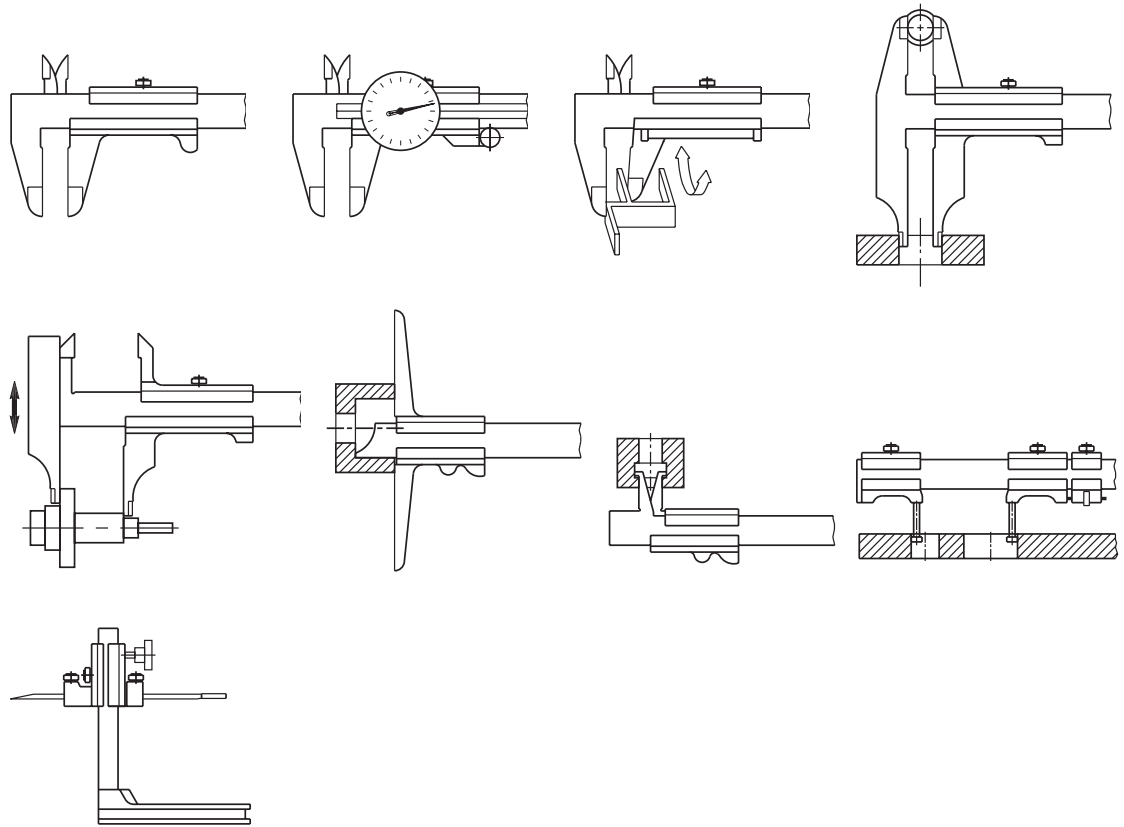
Figuur 1.5 Namen van de onderdelen van de schuifmaat

Om meetfouten te voorkomen moet de schuifmaat wel de juiste stand hebben ten opzichte van het meetobject. Zie figuur 1.6.



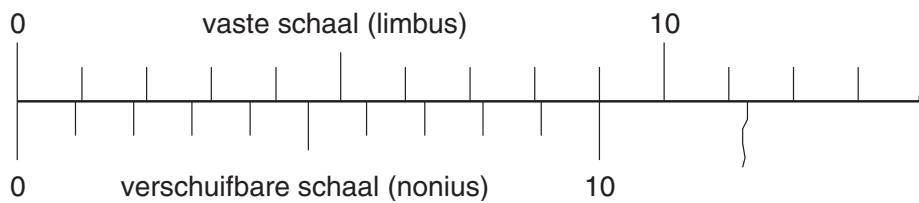
Figuur 1.6 Meetstanden van de schuifmaat

Door de constructie van de meetbekken van een schuifmaat te veranderen, kunnen we vele soorten metingen doen. Zie figuur 1.7.

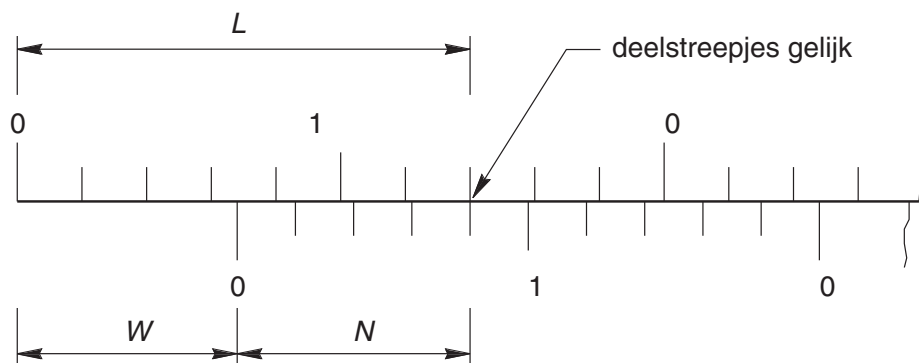


Figuur 1.7 Schuifmaatconstructies

In figuur 1.8a zien we de schuifmaat in gesloten toestand.



a gesloten toestand



b schuifmaatstand van 3,4 mm

Figuur 1.8 Schuifmaat in verschillende standen

nonius De nul van de nonius ligt gelijk met die van de vaste schaal. De schaalengte van de nonius is 9 mm en is verdeeld in tien delen van elk 0,9 mm. Als we het eerste deelstreepje van de nonius gelijkzetten met het eerste deelstreepje van de vaste schaal, staat de losse meetbek 0,1 mm open. We spreken dan van een uitvoering van de nonius met een schaalwaarde van 0,1 mm.

In figuur 1.8b zien we een schuifmaatstand van 3,4 mm. Hierbij kijken we eerst welke deelstreepjes van de nonius en de vaste schaal gelijkstaan. Dan lezen we het aantal deelstreepjes W af op de vaste schaal tot de 0 van de nonius, en het aantal deelstreepjes N op de nonius vanaf de 0. De maat L is de lengte van het werkstuk die we kunnen berekenen met de formule:

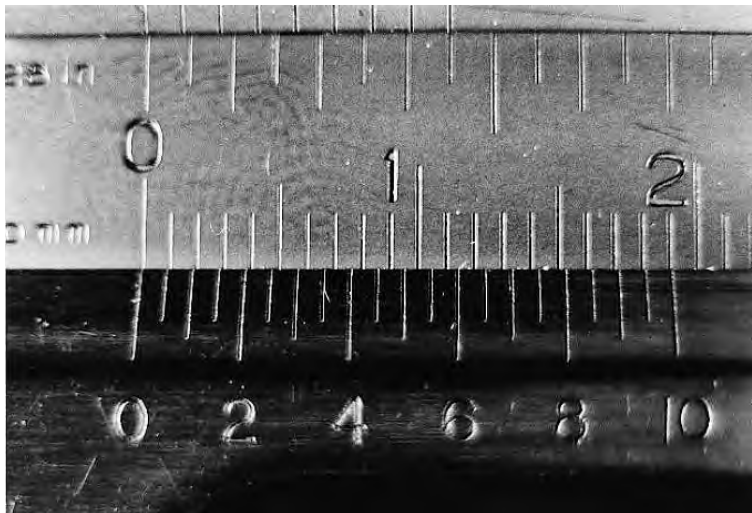
$$L = (W \times 1 \text{ mm}) + (N \times 0,1 \text{ mm})$$

In ons voorbeeld krijgen we:

$$L = (3 \times 1 \text{ mm}) + (4 \times 0,1 \text{ mm})$$

$$L = 3,4 \text{ mm}$$

Om de schaalwaarde te verkleinen tot 0,05 mm, verdelen we een noniuslengte van 19 mm in 20 delen. Zie figuur 1.9. De afstand tussen twee deelstreepjes is dan 0,95 mm.



Figuur 1.9 Nonius met aflezing van 0,05 mm

1.4.4 Directe, fijn instelbare meetinstrumenten

Schroefmaat

Voor metingen waarbij we een grotere nauwkeurigheid nodig hebben, gebruiken we een schroefmaat. Zie figuur 1.10.

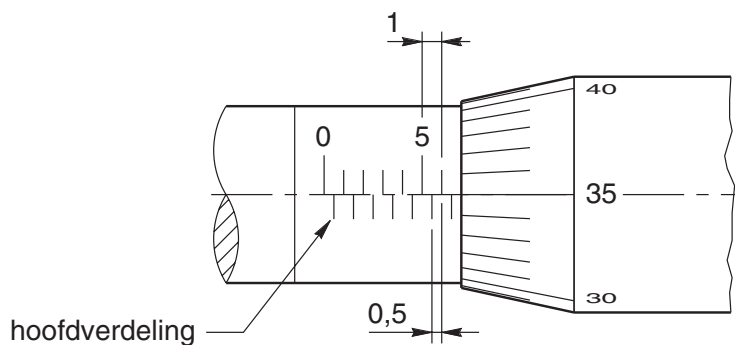


Figuur 1.10 Schroefmaat

De werking berust op het verdraaien van een schroefspil met een spoed van 0,5 mm. Op de draaibare huls zien we 50 onderverdelingen.

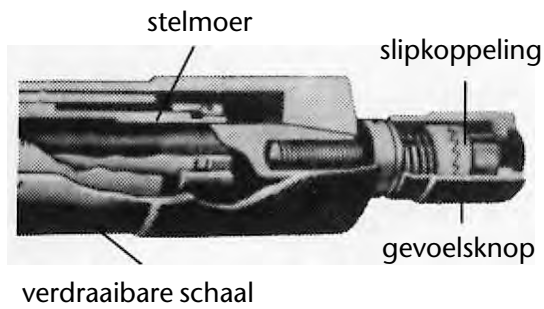
De verplaatsing van een deelstreepje komt overeen met $\frac{0,5}{50} = 0,01$ mm.

Bij analoge aflezen moeten we erop letten of op de vaste schaal het deelstreepje van de halve mm al dan niet is gepasseerd. Zie figuur 1.11.



Figuur 1.11 Analoge aflezing

Om de meetkracht bij een schroefmaat constant te houden, is de *gevoelsknop* aangebracht. Zie figuur 1.12.

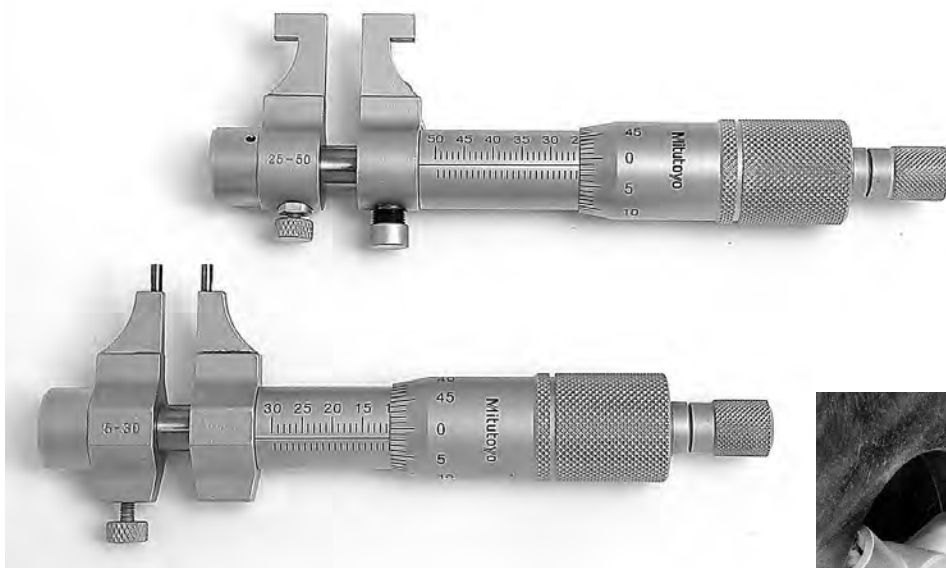


Figuur 1.12 Constructie van de gevoelsknop

Is een bepaalde meetkracht (1 N) bereikt, dan slijt de koppeling. Bij constante draaisnelheid is hierdoor de meetkracht in alle gevallen even groot.

Het meetbereik van een schroefmaat loopt van 0-25 mm, 25-50 mm, 50-75 mm, enzovoort.

Omdat de schroefmaat geen universeel meetinstrument is, gebruiken we voor het meten van inwendige maten andere instrumenten. Voorbeelden daarvan zien we in figuur 1.13.



a tweepunts binnenschroefmaat



b driepunts binnenschroefmaat (imicro)

Figuur 1.13 Gatmeetinstrumenten

Digitaal uitlezen

Alle genoemde directe meetgereedschappen kunnen we voorzien van een elektronisch meetsysteem. Hierdoor kunnen we ook digitaal uitlezen. Het voordeel hiervan is dat we geen afleesfouten maken.

1.4.5 Indirecte, instelbare meetinstrumenten

Meetklok

De meetklok is een meetinstrument waarbij we de werkelijke maat niet direct kunnen aflezen. Nadat we de meetklok hebben ingesteld met een standaardmaat (eindmaat), kunnen we een vergelijkingsmeting doen. Zie figuur 1.14a.

vergelijkings-
meting

De werking berust op het bewegen van een meetstift, die via een tandwiel-overbrenging een wijzer laat draaien. De overbrenging kiezen we zo dat een verplaatsing van de meetstift van 1 mm één omwenteling van de wijzer geeft. De draaibare wijzerplaat is onderverdeeld in 100 schaaldelen, zodat we een verplaatsing van 0,01 mm kunnen meten. Zie figuur 1.14b. Figuur 1.14c geeft een digitale uitvoering van de meetklok weer.



a



b analoge meetklok

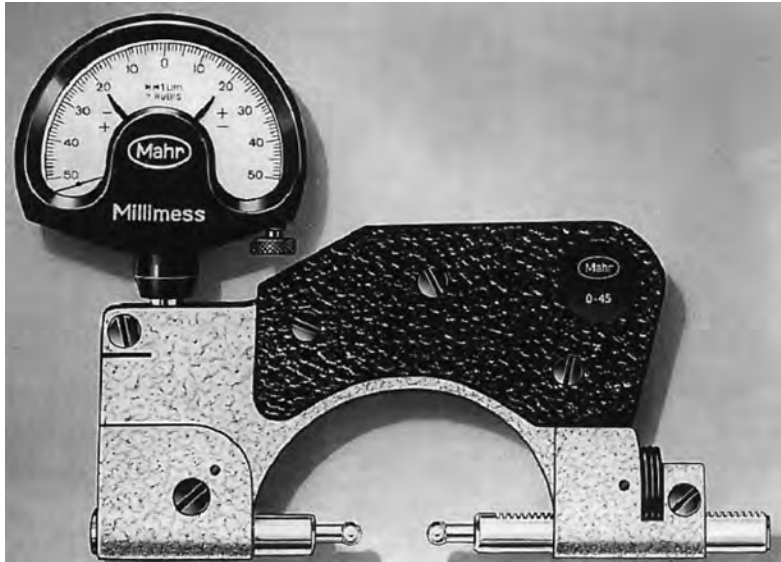


c digitale meetklok

Figuur 1.14 Vergelijkingsmeting met de meetklok

Millimess

De millimess is een uitvoering van de meetklok waarbij de beweging van de meetstift beperkt is en bovendien een vrije slag heeft. Zie figuur 1.15.

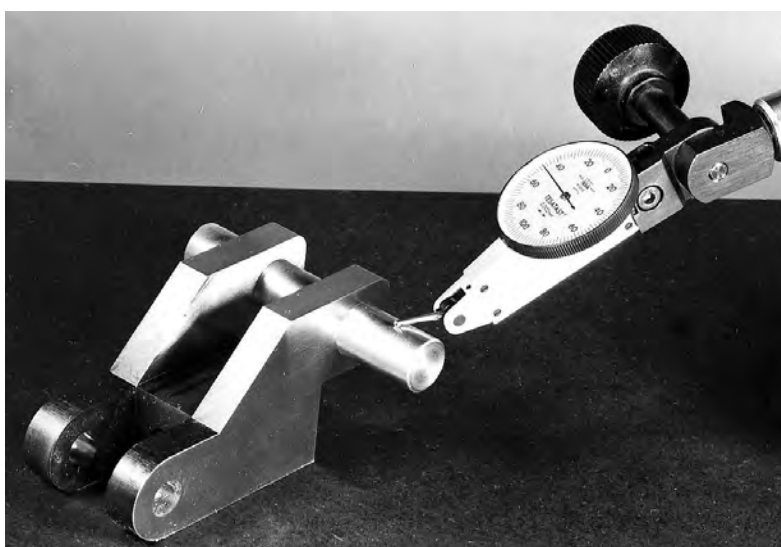


Figuur 1.15 Millimess

Door een zeer nauwkeurig overbrengingsmechanisme is het mogelijk een verplaatsing van 0,001 mm te meten. De wijzer heeft een maximale uitslag van 120°. Hierdoor is het meetgebied niet groter dan 100 schaaldelen.

Meethorloge

Het meethorloge of puppitast heeft een aparte uitvoeringsvorm. Zie figuur 1.16.



Figuur 1.16 Aftasten van meetvlakken met meethorloge

De taster kunnen we draaien in twee richtingen en de meetrichting kunnen we daardoor omkeren.

Het meetgebied is 0,8 mm, afhankelijk van de tasterlengte. Door de wijzerplaat te verdraaien, is nul-instelling mogelijk.

We gebruiken een meethorloge om verschillende meetvlakken af te tasten op meetplaatsen waar we geen ruimte voor de meetklok hebben.

1.4.6 Vergelijkende meetinstrumenten

Kalibers

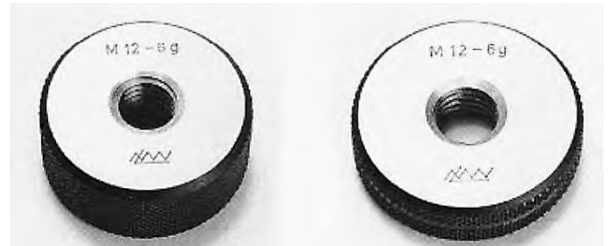
Met een kaliber kunnen we vaststellen of een werkstuk binnen de grensmaten van de tolerantie valt. Dit noemen we keuren. In figuur 1.17 zien we enkele uitvoeringen van kalibers.



a gatpenkaliber



b asbekkaliber



c boutringkaliber 1 x goedkeur, 1 x afkeur



d moerpenkaliber



e boutbekkaliber



f radiuskaliber (voor holle en bolle voorwerpen)

Figuur 1.17 Uitvoeringen van kalibers

goedkeur-zijde
afkeur-zijde

Voor het gatpenkaliber geldt dat de *goedkeur*-zijde in het gat moet passen, maar de *afkeur*-zijde niet. Voor het asbekkaliber geldt dat de *goedkeur*-zijde over de as moet schuiven, maar de *afkeur*-zijde niet.

Eindmaten

Hoewel de eindmaat tot de groep niet-instelbaar behoort, kunnen we toch maten samenstellen. Dit doen we door eindmaten aan te schuiven tot een bepaalde maat. Zie figuur 1.18.



Figuur 1.18 Samenstellen van eindmaten

Stel dat we een doos eindmaten hebben met de volgende samenstelling:

- 9 eindmaten van 1,001 tot en met 1,009; oplopend met 0,001 mm;
- 9 eindmaten van 1,01 tot en met 1,09; oplopend met 0,01 mm;
- 9 eindmaten van 1,1 tot en met 1,9; oplopend met 0,1 mm;
- 10 eindmaten van 1,0 tot en met 10,0; oplopend met 1 mm;
- 2 eindmaten van 20 mm;
- 1 eindmaat van 50 mm.

Bij het samenstellen van een maat beginnen we altijd met het op nul brengen van het laatste cijfer achter de komma.

Om een maat van 15,637 mm samen te stellen, kiezen we daarom de volgende eindmaten:

$$1,007 + 1,03 + 1,6 + 2 + 10 = 15,637 \text{ mm}$$

Vanwege hun meetnauwkeurigheid en hun kostbaarheid behandelen we eind-maten met de grootste zorg. Na het gebruik vetten we ze opnieuw in met zuurvrije vaseline.

Passers

Passers vervangen we meestal door andere meetinstrumenten. Daarom geven we hier alleen een paar voorbeelden. De krompasser, de binnenpasser en de steekpasser zijn meetinstrumenten die vergelijken. De meting is vrij onnauwkeurig en we gebruiken deze wanneer de tolerantie minimaal 0,5 mm bedraagt.

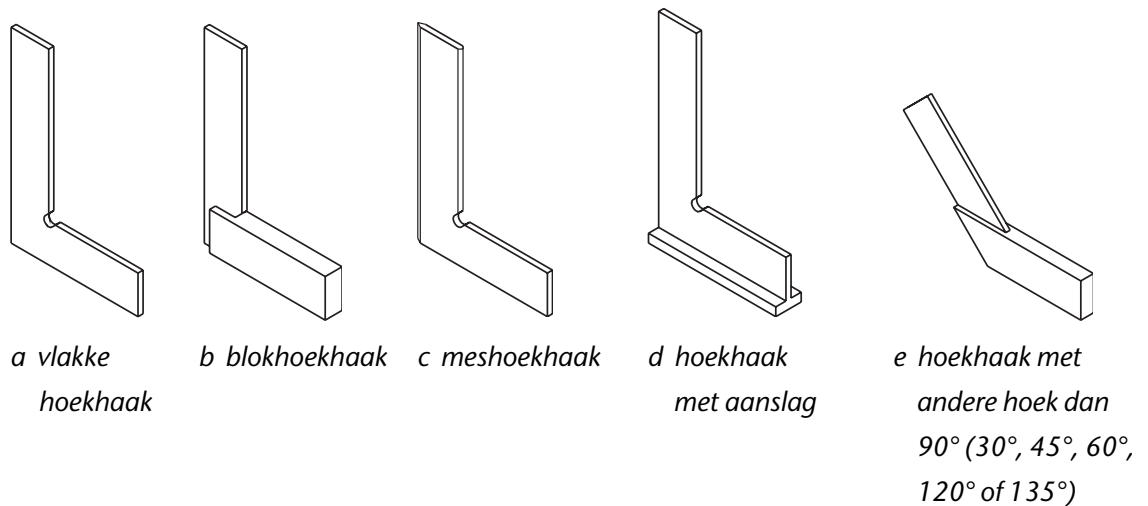
1.5 Instrumenten voor het controleren van hoeken

1.5.1 Niet-instelbare hoekmeetinstrumenten

hoekstandaard

Het controleren van een hoek aan een werkstuk is gebaseerd op het vergelijken met een hoekstandaard. De eenheid van de hoekstandaard geven we meestal aan in graden, ze is afgeleid van een cirkelverdeling.

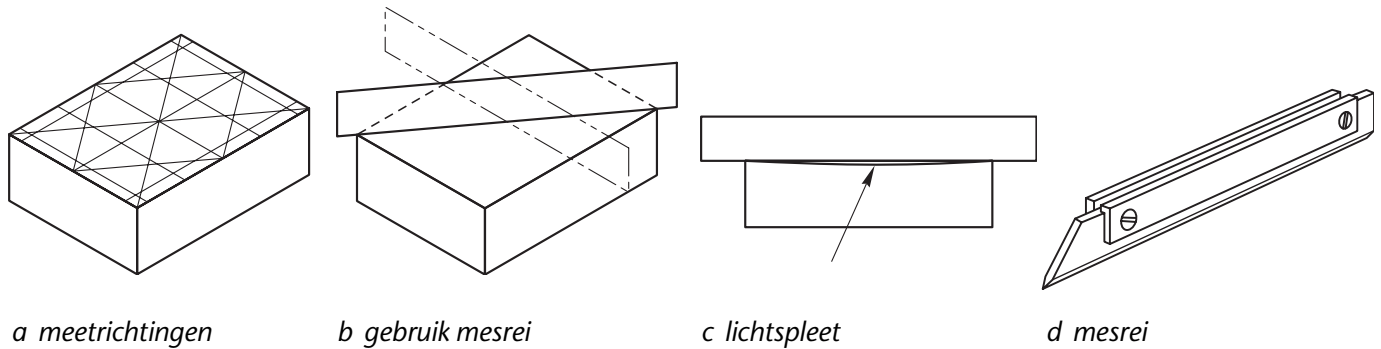
In de techniek komen vastliggende hoeken voor, waaronder 30°, 45°, 60° en 90°. Voor het controleren van hoeken gebruiken we verschillende soorten wijkelhaken. Zie figuur 1.19.



Figuur 1.19 Uitvoeringsvormen van wijkelhaken

Bij deze meetinstrumenten vergelijken we de hoek met de grootte van een lichtspleet.

Het principe waarbij de grootte of vorm van de lichtspleet visueel wordt beoordeeld, wordt ook toegepast om vlakken op *rechtheid* en *vlakheid* te controleren. In de figuren 1.20 a t/m c is aangegeven hoe dit gebeurt. Een nauwkeurig gereedschap hiervoor is de mesrei, zie figuur 1.20d. Deze heeft een gehard mesvormig meetvlak met een kleine afronding.



Figuur 1.20 Controle rechtheid en vlakheid

1.6 Onderhouden van meetinstrumenten

Behalve dat we goed met meetinstrumenten moeten kunnen omgaan, moeten we ze ook goed onderhouden en eventuele afwijkingen signaleren.

Enkele aandachtspunten voor de gebruiker zijn daarom:

- op speling en nulpunt controleren;
- op zachte ondergrond leggen;
- vrijhouden van vuil, spanen en koelvloeistof;
- af en toe behandelen met zuurvrije olie;
- nooit schuren;
- na gebruik schoon opbergen in een doos of etui.

Om te voorkomen dat meetinstrumenten verkeerde waarden aanwijzen is er bovendien een grondige *periodieke controle* nodig. We noemen dit *kalibreren*. Het kalibreren kan worden uitgevoerd door een gecertificeerd laboratorium. Als de juiste voorwaarden aanwezig zijn, kan ook de meetkamer van het eigen bedrijf de kalibratie uitvoeren.

Kalibreren omvat onder andere het volgende:

- bepalen van de waarde van de afwijking van een meetmiddel ten opzichte van de toegepaste *standaard*;
- zo mogelijk opheffen van de afwijking.

Voorbeelden:

1. Een schroefmaat die door de meetkamer van het eigen bedrijf wordt gekalibreerd ten opzichte van een hogere (nauwkeuriger) lengtestandaard. Hierbij zijn eindmaten het referentiemateriaal.
2. Eindmaten die door een gecertificeerd laboratorium worden gekalibreerd. Hierbij is een eindmaatinterferometer het referentiemiddel met de hogere (secundaire) lengtestandaard.

1.7 Meetonzekerheid

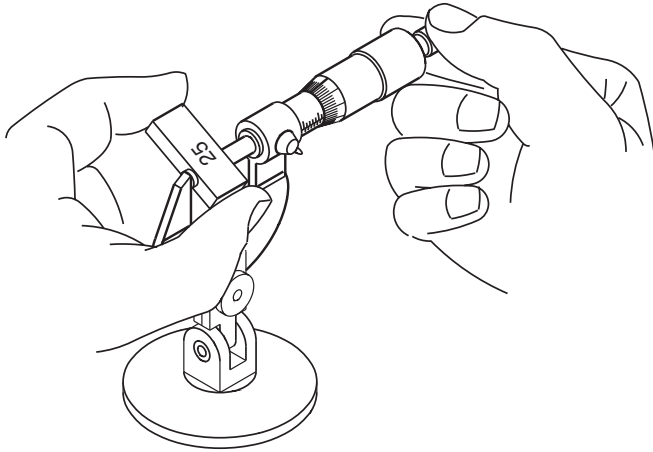
De werkelijke maat wordt nooit exact bekend omdat er altijd onzekerheid is over het meetresultaat. Allerlei afwijkingen in het meetproces veroorzaken de zogenoemde *meetonzekerheid*.

Factoren die de meetonzekerheid bij het meten met schroefmaten beïnvloeden, zijn:

1. **Temperatuur.**
Om de invloed van de handwarmte te beperken moeten we de schroefmaat op de isolatieplaten vasthouden. Voor nauwkeurige metingen is de temperatuur van werkstuk en meetmiddel 20 °C. Soms moeten we dus wachten tot het werkstuk afgekoeld is.
2. **Meetkracht.**
De gevoelsknop moeten we zodanig aandraaien dat de meetkracht bij elke meting gelijk is.
3. **Reinheid van meetvlakken en werkstuk.**
4. **Nauwkeurigheid van de nulpuntinstelling.**
5. **Stand/positie schroefmaat.**
De meetvlakken of meetpunten moeten ten opzichte van het werkstuk de juiste positie innemen.
6. **Aflezing.**
Er is een zekere bekwaamheid nodig om met analoge schroefmaten geen interpolatiefouten te maken bij het aflezen.

1.8 Nulpuntinstelling buitenschroefmaat

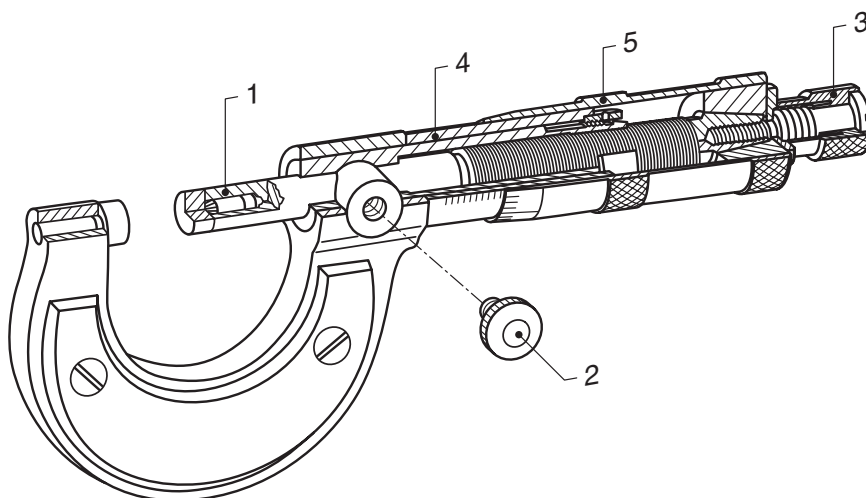
Om de invloed van de handwarmte zoveel mogelijk te beperken wordt de schroefmaat in een houder geklemd. Zie figuur 1.21.



Figuur 1.21 Schroefmaat in houder

De werkwijze voor het nulpunt instellen (justeren) van een analoge schroefmaat 0-25 mm (zie figuur 1.22) is als volgt:

1. Meetvlakken goed schoonmaken met zeem.
2. De gevoelsknop (3) draaien om de meetvlakken tegen elkaar te brengen (bij andere meetbereiken dan 0-25, met een eindmaat tussen de meetvlakken).
3. Meetspil (1) blokkeren met vastzetschroef (2).
4. Gevoelsknop (3) losdraaien.
5. Meettrommel (5) ten opzichte van meetspil (1) verdraaien, zodanig dat het nulpunt precies samenvalt met de langsstreep van de schaalhuls (4).
6. Gevoelsknop (3) weer vastdraaien.
7. Kleminrichting lossen met schroef (2).
8. Na verplaatsen van de meetspil, de nulstand controleren. Bij onjuiste stand handelingen opnieuw uitvoeren.



Figuur 1.22 Analoge schroefmaat

1.9 Controleren van buitenschroefmaten

1.9.1 Algemene gesteldheid

De controles bij een kalibratie worden verricht bij 20 °C, met daarvoor bestemde handschoenen aan en nadat de schroefmaat grondig is schoongemaakt.

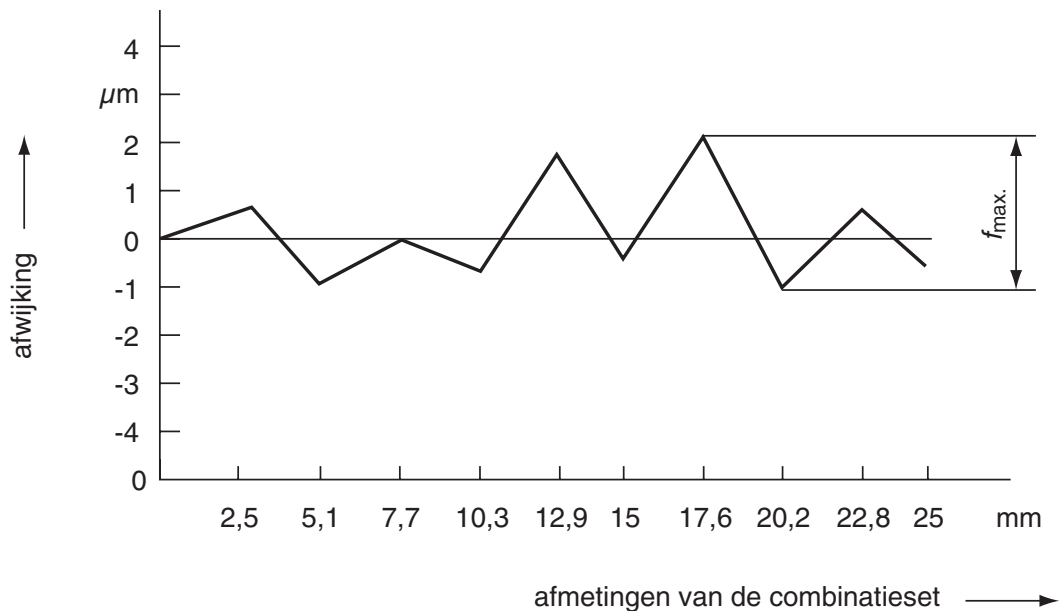
Een schroefmaat wordt eerst algemeen gecontroleerd op:

- speling in de schroefspil;
- soepele beweging van de schroefspil;
- juiste werking van de kleminrichting;
- juiste werking van de gevoelsknop.

1.9.2 Afleesafwijking

De afleesafwijking f_{\max} kan gecontroleerd worden met behulp van een eindmaatenset, nauwkeurigheidsklasse 1 volgens DIN 861 deel 1. Deze wordt verkregen door voorgeschreven eindmaatcombinaties te plaatsen tussen het aambeeld en de meetspil.

Voorgeschreven eindmaatcombinaties van figuur 1.23 maken het mogelijk de meetspil zowel op ronde nominale waarden te testen, alsook op de daartussen liggende waarden.



Figuur 1.23 De afleesafwijking f_{\max}

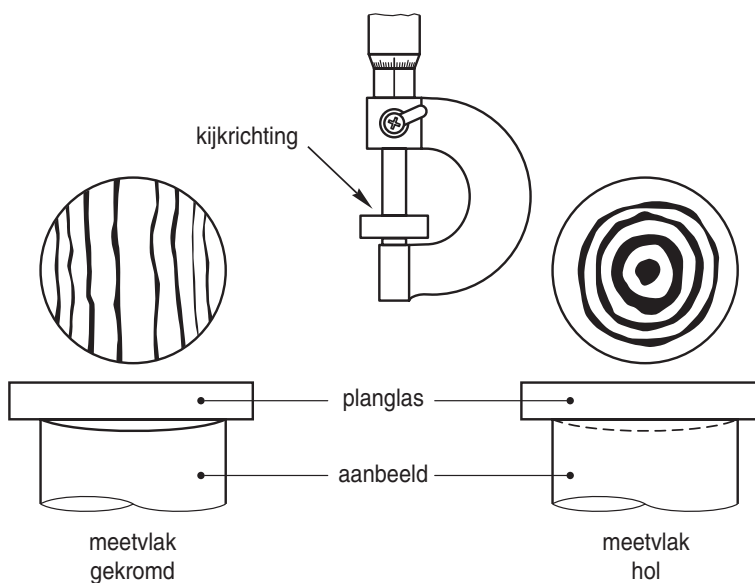
In tabel 1.3 zien we de voorschriften welke gelden voor buitenschroefmaten.

TABEL 1.3 VOORSCHRIFT CONTROLE BUITENSCHROEFMATEN			
Meetbereik (mm)	Maximale afwijking f_{\max} (μm)	Parallelliteits- tolerantie (μm)	Vlakheids- tolerantie (μm)
0 tot 25	4	2	2
25 tot 50	4	2	2
50 tot 75	5	3	2
75 tot 100	5	3	2

1.9.3 Vlakheids- en evenwijdigheidscontrole

Vlakheid van de meetvlakken

De vlakheid van de meetvlakken van buitenschroefmaten wordt met een optisch planglas bepaald die op het te controleren vlak wordt gedrukt. Door dunne luchtinsluitingen tussen planglas en meetvlak ontstaan interferentiestrepen. Het glas wordt zo bewogen dat een minimaal aantal gesloten ringen of lijnen zichtbaar wordt, zie figuur 1.24.

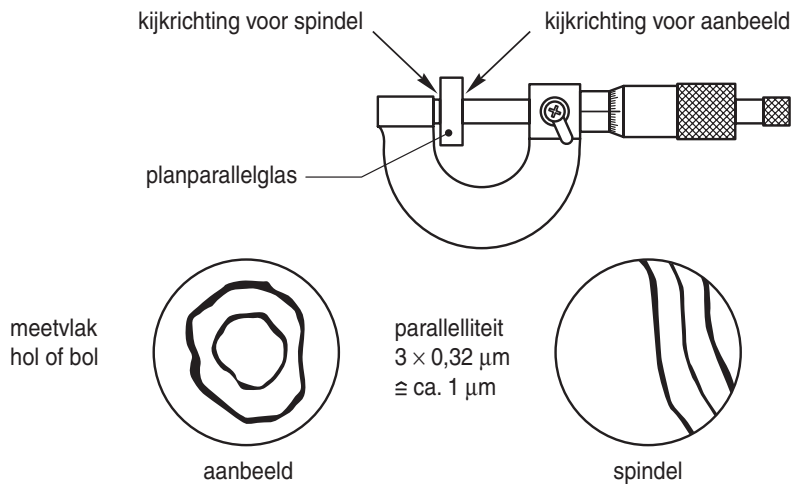


Figuur 1.24 Vlakheid van de meetvlakken

Parallelliteit van de meetvlakken

De paralleliteit van de meetvlakken van buitenschroefmaten kan door het gebruik van drie of vier planparallelglazen gecontroleerd worden. De dikte verschilt met respectievelijk eenderde of eenvierde spindelomwenteling, zodat de test op drie of vier plaatsen in een volle omwenteling wordt uitgevoerd. Door het

glas voorzichtig tussen de meetvlakken te bewegen wordt het kleinste aantal zichtbare interferentielijnen of -ringen op één meetvlak opgezocht en het aantal lijnen of ringen op het andere meetvlak daarbij opgeteld. Tussen het midden van twee strepen ligt steeds een afstand van $0,32 \mu\text{m}$, zie figuur 1.25. Een randgebied van maximaal $0,44 \text{ mm}$ blijft bij deze test buiten beschouwing.



Figuur 1.25 Parallelliteit van de meetvlakken

1.10 Oppervlakteruwheid

1.10.1 Inleiding

Als je een werkstuk maakt met een vormgevend gereedschap, blijven er sporen of afdrucken van het gereedschap achter. Deze onregelmatigheden noem je oppervlakte-ruwheid.

Om eisen over oppervlakteruwheid ondubbelzinnig te kunnen opgeven, moet je de ruwheid in een getal kunnen uitdrukken. De gemiddelde ruwheidshoogte (R_a -waarde) wordt internationaal aanvaard voor algemeen gebruik. Voor specifieke eisen voldoet de R_a -methode niet, maar dan bestaan er speciale parameters, die nu buiten beschouwing blijven.

Het toepassen van ruwheidstekens op tekeningen leer je bij vaktekenen.

1.10.2 Bepalen van de oppervlakteruwheid

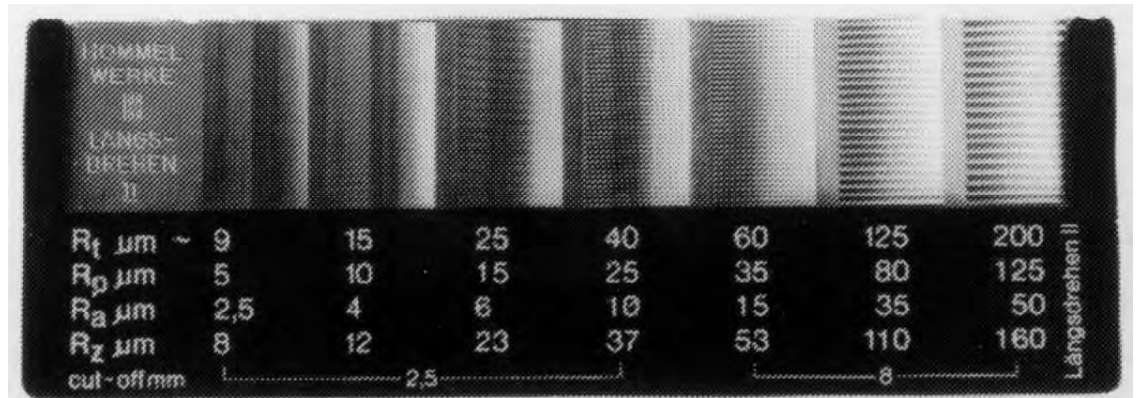
De vergelijkingsmethode

Bij deze methode wordt de ruwheid van het werkstuk vergeleken met ruwheidsmonsters. Dit zijn plaatjes met drie of meer ruwheden voor verschillende bewerkingen, zie figuur 1.26.

Het vergelijken doe je met je ogen, of iets beter met je nagels.

Enkele eigenschappen zijn:

- geeft geen getalswaarde voor R_a ;
- onbetrouwbare uitkomst;
- goedkope methode;
- is niet plaatsgebonden.



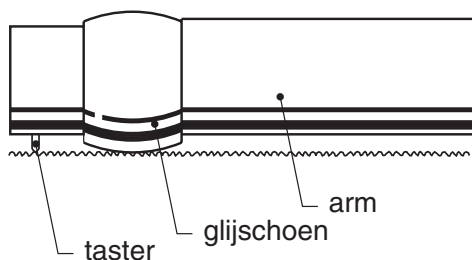
Figuur 1.26

De elektronische aftastmethode

Het oppervlak wordt afgetast door een fijne tasternaald, zie figuur 1.27. Als de tastarm mechanisch langs het oppervlak beweegt, maakt de naald een op- en neergaande beweging. Deze beweging wordt in versterkte vorm omgezet in elektrische pulsen. Uiteindelijk wordt de R_a -waarde bepaald en meestal digitaal aangegeven. Een grafiek van het ruwheidsprofiel behoort ook tot de mogelijkheden. Als bij de ruwheidswaarde op de tekening geen basislengte is voorgeschreven, dan geldt bij het meten de volgende afspraak voor:

$R_a \leq 3,2 \mu\text{m}$: in te stellen basislengte 0,8 mm.

$R_a > 3,2 \mu\text{m}$: in te stellen basislengte 2,5 mm.



Figuur 1.27

Opgaven

Als je een werkstuk gaat maken, moet je van tevoren weten aan welke eisen het moet voldoen. De belangrijkste eisen zijn die voor de maten en de vorm. Je gaat daar nu flink wat over leren omdat je de juiste meetinstrumenten moet kunnen kiezen. Daarna moet je ze ook deskundig gebruiken en onderhouden.

Inleiding

Bestudeer eerst de volgende paragraaf uit je kernboek:

- ##.1 Het meten

Beantwoord vervolgens de vragen/opdrachten 1 t/m 7.

- 1 Wat denk je dat er wordt bedoeld met *verwisselbaarheid* van onderdelen?

Antwoord

- 2 Om verzekerd te zijn van verwisselbaarheid moeten de betrokken bedrijven:
 - a over een meetkamer beschikken
 - b over een interferometer beschikken
 - c dezelfde gestandaardiseerde meetmethoden toepassen
 - d digitale meetgereedschappen gebruiken
- 3 Het *doel* van meten is ervoor te zorgen dat:
 - a de afmetingen van de producten voldoen aan de maten die op de werktekening staan
 - b de afmetingen van de producten zo nauwkeurig mogelijk worden gemaakt

- 4 Wat is meten?
- Meten is controleren.
 - Meten is een afmeting zo goed mogelijk vaststellen door te vergelijken met een maatstandaard.
 - Meten is beoordelen of een afmeting tussen twee grenswaarden ligt.
 - Meten is keuren.
- 5 De vanaf 1983 gedefinieerde *lengtestandaard* voor de *meter*, die is afgeleid van de snelheid van het licht, heet:
- primaire lengtestandaard
 - interferometer
 - standaardmeter
- 6 Voor gebruik in de werkplaats is er ook een lengtestandaard. De zeer nauwkeurig op maat gemaakte blokjes heten:
- ijkmaten
 - eindmaten
 - werkplaatsstandaards

Deze lengtestandaard heet:

secundaire lengtestandaard/gematerialiseerde lengtestandaard

- 7 In sommige meetkamers is het mogelijk de lengte van de 'blokjes' te controleren. Daarvoor is nodig een *meetmicroscop*/*interferometer*

Deze lengtestandaard heet: _____

Maten en toleranties

Bestudeer eerst de volgende paragraaf uit je kernboek:

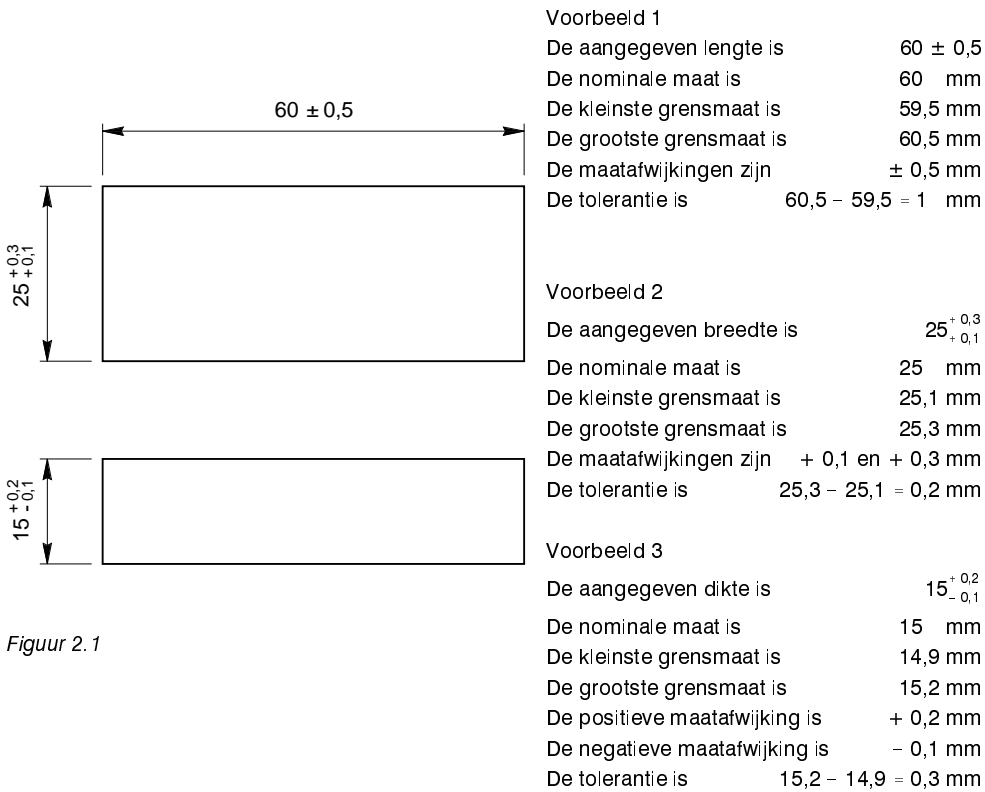
– ##.2 Maten en toleranties

Beantwoord vervolgens de vragen/opdrachten 8 t/m 15.

- 8 De onderstaande omschrijvingen moet je voorzien van de juiste benaming. Schrijf de juiste benaming achter de omschrijving.

omschrijving	benaming
– de maat die op de tekening staat (noemmaat)	_____
– de kleinste maat waarbinnen de productmaat moet liggen	_____
– de grootste maat waarbinnen de productmaat moet liggen	_____
– de maat die het product uiteindelijk krijgt	_____
– grootste grensmaat minus kleinste grensmaat	_____

- 9 In figuur 2.1 geven we een blokje met de ingeschreven maten. Bestudeer de voorbeelden goed voor je verder gaat met de volgende opdracht.



- 10 **Gegeven**
Op een tekening staat de maat $50 \pm 0,2$ (alle getallen in mm!)

Gevraagd
De nominale maat, de grensmaten en de tolerantie.

Antwoord

nominale maat _____

grootste grensmaat _____ kleinste grensmaat _____

tolerantie _____

11 Gegeven

Op een tekening staat de maat $125_{-0,1}^{+0,2}$

Gevraagd

De nominale maat, de grensmaten en de tolerantie.

Antwoord

nominale maat _____

grootste grensmaat _____ kleinste grensmaat _____

tolerantie _____

12 Gegeven

Op een tekening staat de maat $65_{+0,2}^{+0,5}$

Gevraagd

De nominale maat, de grensmaten en de tolerantie.

Antwoord

nominale maat _____

grootste grensmaat _____ kleinste grensmaat _____

tolerantie _____

13 Stel dat je vijf producten op de maat $65_{+0,2}^{+0,5}$ hebt gecontroleerd. In welk antwoord voldoen alle meetresultaten aan de eis van de tekening?

a 65,45 - 65,0 - 65,2 - 65,4 - 65,15

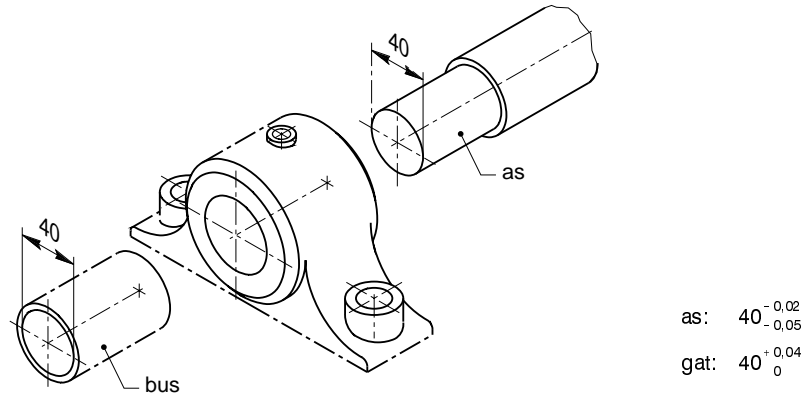
b 65,4 - 65,1 - 65,0 - 65,2 - 64,8

c 65,2 - 65,3 - 65,5 - 65,6 - 64,9

d 65,25 - 65,4 - 65,3 - 65,4 - 65,45

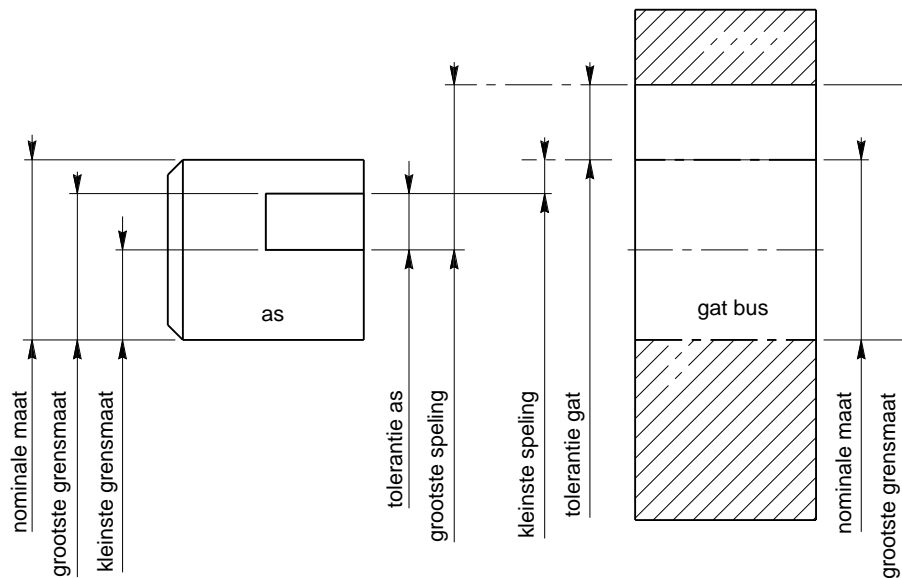
14 Aan het einde van deze opdracht komt het begrip *speling* erbij. Als je eventjes nadenkt kom je er wel uit.**Gegeven**

Een aseinde van staal scharniert in een ooglager. Het ooglager heeft een ingeperste bronzen bus. We bekijken de passing van het aseinde in de bus. Alle opgegeven maten zijn in mm. Zie figuur 2.2.



Figuur 2.2

Beantwoord eerst de vragen in de aangegeven volgorde. Zie ook figuur 2.3.



Figuur 2.3

Antwoord

nominale maat _____
 grootste grensmaat as _____ grootste grensmaat gat _____
 kleinste grensmaat as _____ kleinste grensmaat gat _____
 tolerantie as _____ tolerantie gat _____

De grootste positieve speling is _____ - _____ = _____

De kleinste positieve speling is _____ - _____ = _____

Schrijf nu de berekende waarden op de goede plaats in figuur 2.3.

Je hebt in de vorige opdracht kennisgemaakt met een losse passing. Als de toleranties worden aangehouden, zal de speling daarbij altijd positief zijn. Losse passingen komen onder andere voor bij constructies met bewegende delen. In constructies komen ook passingen voor waarbij de speling altijd negatief moet zijn. De passing van de bronzen bus in het oogblok is daarvan een voorbeeld. Later in de opleiding, als het ISO-passingsstelsel behandeld wordt, leer je meer over dit onderwerp.

- 15 Deze vraag gaat over de *keuze* van de *tolerantie*.
- De constructeur kiest de tolerantie zo groot mogelijk.
 - De constructeur kiest de tolerantie zo klein mogelijk.
 - De constructeur laat de werkplaats bepalen hoe groot de tolerantie moet zijn.

Reden

Meetonnauwkeurigheid

Bestudeer eerst de volgende paragrafen uit je kernboek:

- ##.3 Meten en meetinstrumenten
- ##.4.1 Inleiding

Beantwoord vervolgens de vragen/opdrachten 16 t/m 19.

- 16 Het kernboek maakt een indeling in twee groepen als het om de oorzaken van *meetonnauwkeurigheid* gaat, namelijk: geometrische oorzaken (G) en fysische oorzaken (F)
We noemen een aantal oorzaken en vragen je om aan te geven bij welke groep ze behoren.

	G	F
- de invloed van de handwarmte bij eindmaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- een schuifmaat met te grote meetkracht hanteren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- de taster van een meetklok staat scheef ten opzichte van het werkstukvlak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- aan een werkstuk meten als door de bewerking de temperatuur ongeveer 40 °C is	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- waarnemingsfout door vermoeidheid aan het einde van een werkdag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- de losse bek van een schuifmaat heeft te veel speling	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- een parallaxfout	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 17 Je leest in deze opdracht drie beweringen (a, b en c) over de *werkelijke maat*. Welke is de juiste?
- a De werkelijke maat blijft onbekend, omdat er altijd afwijkingen zijn.
 - b De werkelijke maat is het gemiddelde van een aantal meetwaarden.
 - c De werkelijke maat kun je berekenen.
- 18 Bij welke *schaalwaarde* een meetinstrument geschikt is om te gebruiken, hangt af van de *tolerantie* die bij de maat staat. Een vuistregel daarvoor is:

$$\text{Schaalwaarde} \leq \text{_____} \times \text{_____}$$

Welke schaalwaarde heeft je schuifmaat? $0,1/0,05$ mm

Is je schuifmaat volgens de bovenstaande regel geschikt om de maat $40 \pm 0,15$ te meten? (Maak eerst de berekening en geef dan je antwoord.)

Berekening

Antwoord

ja/nee

Bereken de kleinste tolerantie die je volgens de bovenstaande regel nog mag meten met je schuifmaat.

- a 0,2 mm, dus bijvoorbeeld $\pm 0,1$ mm
 - b 0,2 mm, dus bijvoorbeeld $\pm 0,2$ mm
 - c 0,4 mm, dus bijvoorbeeld $\pm 0,4$ mm
 - d 0,4 mm, dus bijvoorbeeld $\pm 0,2$ mm
- 19 Welk principeverschil is er tussen een *direct* en een *indirect* meetinstrument?

Antwoord

Direct meten

Bestudeer eerst de volgende paragraafonderdelen uit je kernboek:

- ##.4.2 Directe, niet-instelbare meetinstrumenten
- ##.4.3 Directe, instelbare meetinstrumenten

Beantwoord vervolgens de vragen/opdrachten 20 t/m 28.

- 20 Deze opdracht gaat over maatlatten (M), duimstokken (D) en rolmaten (R). Er worden acht uitvoeringen en toepassingen omschreven. Gevraagd wordt over welk meetgereedschap of welke meetgereedschappen het gaat.

uitvoeringen/toepassingen	M	D	R
1 verkrijgbaar voor meetbereiken van 2 m tot 5 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 verkrijgbaar voor meetbereiken van 1 m tot 2 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 verkrijgbaar voor meetbereiken van 150 mm tot 2 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 scharnierpunten zijn een foutenbron	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 heeft de meest compacte vorm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 bruikbaar voor gebogen meetlengten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 gemaakt van roestvrij verenstaal met zwart ingeëtste maatstrepen en cijfers is een deugdelijke uitvoering	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 gemaakt van 0,2 mm staalband met een lichtgekleurde acryl coating tegen corrosie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 21 In deze opdracht gaat het over dezelfde meetgereedschappen als in opdracht 20. We gaan nu na welke afwijkingen kunnen voorkomen bij elk van de drie.

soort afwijking	M	D	R
1 aanlegfout	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 nulpuntsfout	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 parallaxfout	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 meetkrachtfout	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 afwijking door scharnierpunten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 uitzettingsfout	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

De schuifmaat

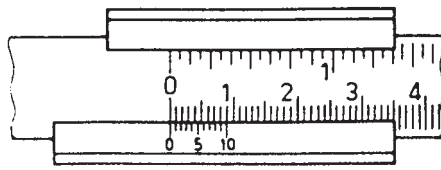
- 22 Men noemt een schuifmaat een universeel meetinstrument omdat verschillende 'maatvormen' gemeten kunnen worden, zoals:

1 _____

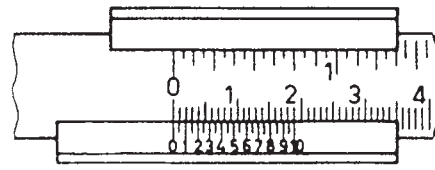
2 _____

3 _____

De schaalwaarde (= afleeswaarde) wordt bepaald door:
het meetbereik/de nonius/de gebruiker



Figuur 2.4



Figuur 2.5

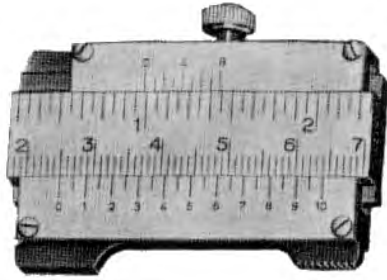
De schaalwaarde van de schuifmaat van figuur 2.4 is _____ mm.

Op de nonius van de schuifmaat van figuur 2.5 is 19 mm in 20 gelijke stukjes verdeeld. De afstand tussen de streepjes op de nonius is nu $19/20$ mm. We zetten het eerste deelstreepje van de nonius en het eerste deelstreepje van de liniaal gelijk.

De opening tussen de meetbekken is nu _____ mm.

De schaalwaarde is dus _____ mm.

- 23 Om gemakkelijker en nauwkeuriger te kunnen aflezen, zijn er schuifmaten waarbij op de nonius 39 millimeter in 20 gelijke stukjes is verdeeld. Zie figuur 2.6.

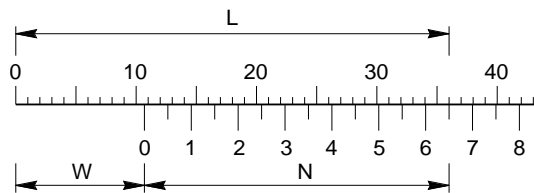


Figuur 2.6

$$1 \text{ stukje is nu } \frac{39}{20} \text{ mm} = 1 \frac{19}{20} \text{ mm.}$$

Met 2 mm van de liniaal maakt dat weer een verschil van $\frac{1}{20}$ mm.

De schaalwaarde is dus _____ mm.



Figuur 2.7

Op welke maat staat de schuifmaat van figuur 2.7?

Methode:

- Het aantal hele millimeters aflezen (10 mm).
- Vaststellen welke deelstreep van de nonius samenvalt met een maatstreep van de liniaal (de dertiende - 0,65 mm).

De gemeten maat is: $10 + 0,65 = 10,65$ mm.

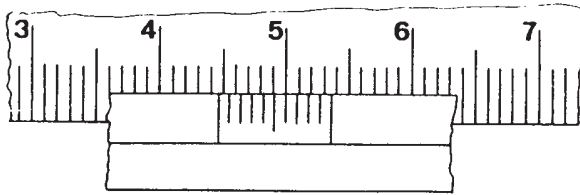
Verklaring door te rekenen:

In figuur 2.7 zien we dat de dertiende streep (6,5) van de nonius samenvalt met de 36 mm streep van de liniaal.

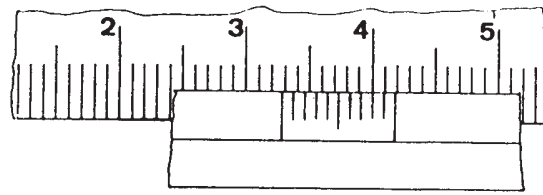
De werkstukmaat W berekenen we volgens:

$$W = L - N = \text{_____} - \text{_____} \times \text{_____} = \text{_____, _____} \text{ mm.}$$

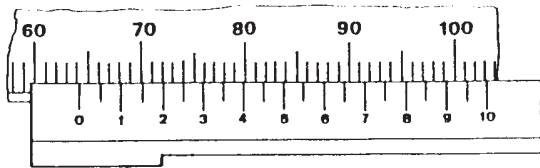
- 24 In figuur 2.8 worden tien schuifmaatstanden afgebeeld, twee voor een $\frac{1}{10}$ nonius en zes voor een $\frac{1}{20}$ nonius bij een noniuslengte van 39 mm. Noteer de gemeten maten in figuur 2.8.



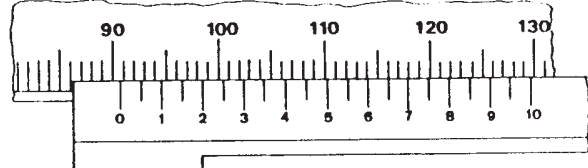
a _____



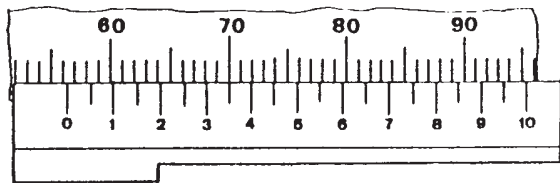
b _____



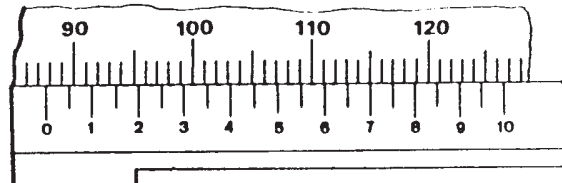
c _____



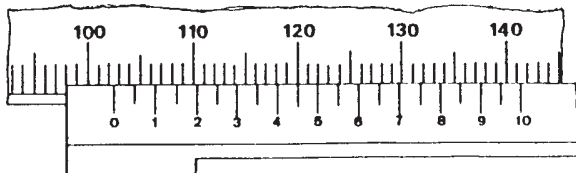
d _____



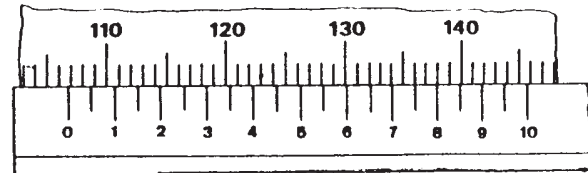
e _____



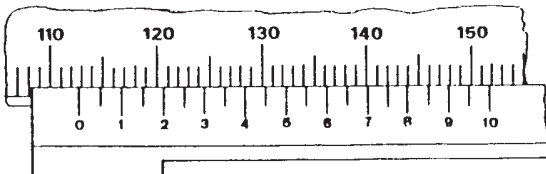
f _____



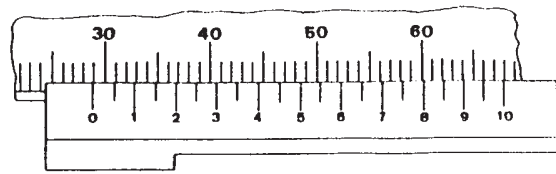
g _____



h _____



i _____



j _____

Figuur 2.8

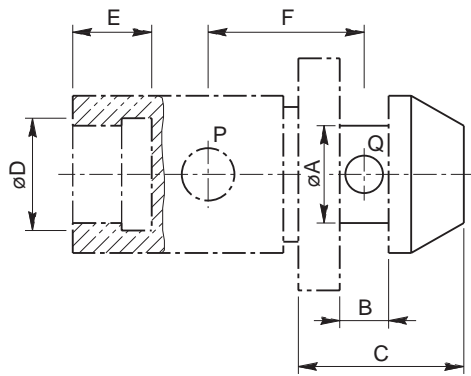
25 Bij het draaiproduct van figuur 2.9 moet je voor het meten van de maten A t/m F de juiste schuifmaten kiezen.

De maatafwijkingen zijn: voor A $\pm 0,05$ en voor B t/m F $\pm 0,15$.

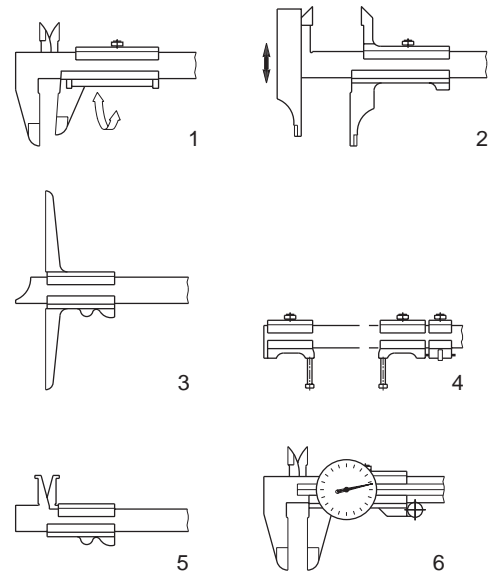
De volgende speciale schuifmaten zijn beschikbaar (zie figuur 2.10):

	schaalwaarde	geschikt voor toleranties \geq
1 zwenkbekschuifmaat	0,05	0,2
2 schuifbekschuifmaat	0,05	0,2
3 diepteschuifmaat	0,05	0,2
4 centrimeter	0,05	0,2
5 schuifmaat met buitenbekken	0,05	0,2
6 meetklokschuifmaat	0,02	0,1

P en Q zijn gaten



Figuur 2.9



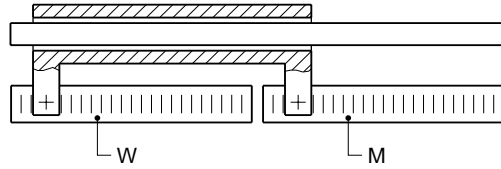
Figuur 2.10

Opdracht

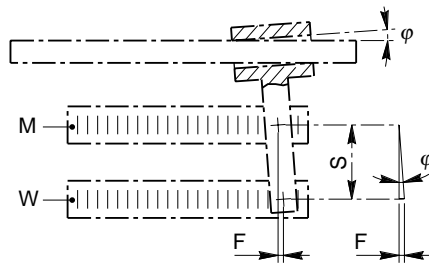
Kies de juiste schuifmaat door op de vorm en de toleranties van het product te letten. Noteer het nummer van je keuze in de antwoordtabel hieronder.

maat	schuifmaatnummer
A	_____
B	_____
C	_____
D	_____
E	_____
F	_____

- 26 De regel van Abbe zegt dat bij een meetinstrument het *werkstuk* (W) en de *maatstandaard* (M) in één lijn moeten liggen. In figuur 2.11 zie je het principe van Abbe en in figuur 2.12 de situatie voor de verschuifbare meetbek van een schuifmaat.



Figuur 2.11



Figuur 2.12

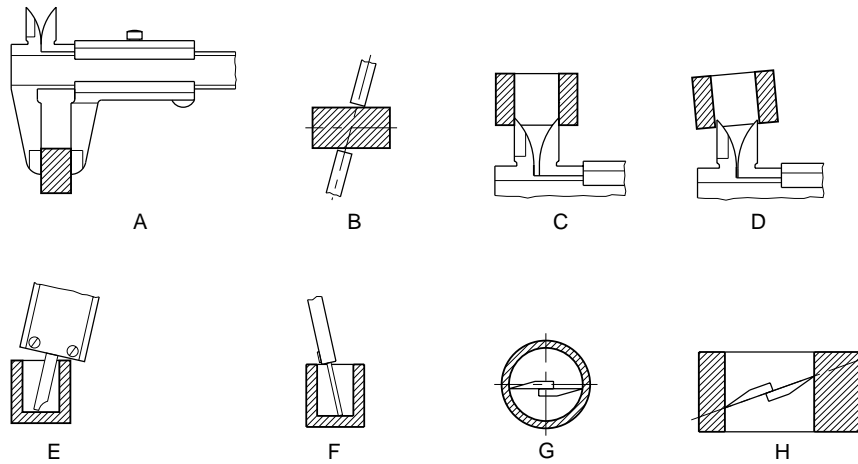
Vragen

- 1 Voldoet de schuifmaat aan deze regel? *ja/nee*
- 2 Bij uitwendig meten is er een kans op *te veel/te weinig* aanwijzing.
- 3 Noem twee manieren om deze meetfout te beperken.

1 _____

2 _____

- 27 In de afbeeldingen van figuur 2.13 zie je meetfouten die met een schuifmaat gemaakt kunnen worden. Er is dan sprake van te veel of te weinig aanwijzing.



Figuur 2.13

Noteer met de bijbehorende letters.

Er is *te veel* aanwijzing bij: _____

Er is *te weinig* aanwijzing bij: _____

- 28
- 1 Welke handeling moet je nauwgezet doen voor je begint te meten met een digitale schuifmaat?
 - 2 Welke meetfout kun je voorkomen met een digitale schuifmaat?

1	2
a meetkracht instellen	– parallaxfout
b nulpunt berekenen	– afwijking door uitzetten
c nulpunt instellen	– afleesfout

Bestudeer eerst de volgende paragraafonderdelen uit je kernboek:

- ##.4.4 Directe, fijn instelbare meetinstrumenten
- ##.4.5 Indirecte, instelbare meetinstrumenten
- ##.4.6 Vergelijkende meetinstrumenten

Beantwoord vervolgens de vragen/opdrachten 29 t/m 32.

Schroefmaat

- 29 Je wilt alle vormen die je met een universele schuifmaat kunt meten nauwkeuriger uitvoeren, zowel analoog als digitaal. In welk antwoord staan de namen van vier verschillende meetinstrumenten die je daarvoor kunt gebruiken?
- beugelschroefmaat, tweepuntsdiepteschroefmaat, diepteschroefmaat en rolmaat
 - beugelschroefmaat, diepteschroefmaat, driepuntsbinnenschroefmaat en tweepuntsbinnenschroefmaat
 - beugelschroefmaat, driepuntsbinnenschroefmaat, buitenschroefmaat en diepteschroefmaat
- 30 Met welke schroefmaat kun je alleen inwendige cilinders meten?
-

Meetklok

- 31 In welk antwoord staan drie metingen waarvoor je een meetklok kunt gebruiken?
- evenwijdigheid, tijd en ruwheid
 - evenwijdigheid, vlakheid en indirecte lengtemeting
 - vlakheid, evenwijdigheid en directe lengtemeting
- 32 Welk meetinstrument kun je vaak wel gebruiken als er voor het aftasten met een meetklok geen ruimte is?
-

Kalibers

Beantwoord vervolgens de vragen/opdrachten 33 t/m 37.

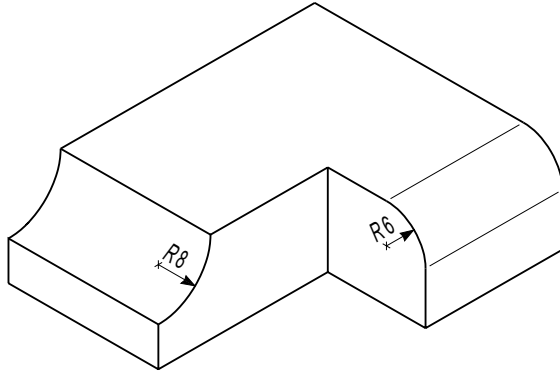
- 33 Met een *kaliber* keur je
- de gemiddelde maat van een product
 - of de maat van het product tussen de grensmaten ligt
 - hoe groot de speling is
- 34 Maak van de volgende zinnen goede zinnen door de foute woorden door te strepen.

Kalibers zijn *aanwijzende/niet-aanwijzende* meetgereedschappen.

Met een asbekkaliber keur je *assen/gaten/schuifmaten/schroefmaten*.

Met een gatpenkaliber keur je *assen/gaten/schuifmaten/schroefmaten*.

- 35 De afrondingen aan het product van figuur 2.14 kun je controleren met een
- radiuskaliber R8 voor inwendige afrondingen en een radiuskaliber R6 voor uitwendige afrondingen
 - radiuskaliber R8 voor uitwendige afrondingen en een radiuskaliber R6 voor inwendige afrondingen
 - steekpasser
 - gatpenkaliber van 16 mm en een gatpenkaliber van 12 mm



Figuur 2.14

- 36 We bekijken een *gatpenkaliber* waarmee je de gatmaat 14H7 van een product kunt keuren. Zie hiervoor figuur 2.15.



Figuur 2.15

Op het kaliber kun je de maatverschillen 0 en + 18 micrometer aflezen. Vul in voor de gatmaat in het product:

De kleinste grensmaat is _____ mm + _____ mm = _____ mm

De grootste grensmaat is _____ mm + _____ mm = _____ mm

Het gatpenkaliber is zo gemaakt dat de 'goedkeurzijde' (lange cilinder) overeenkomt met de kleinste grensmaat. De 'afkeurzijde' komt overeen met de grootste grensmaat.

Wanneer voldoet de maat van het gat aan de tolerantie?

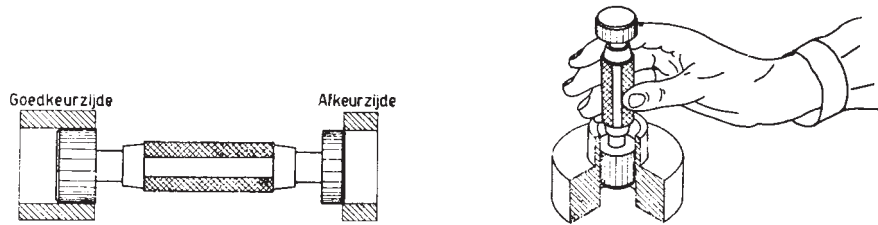
De 'goedkeurzijde' moet door het eigen gewicht of met geringe kracht in het gat schuiven want dan is het gat *te groot/te klein/niet te groot/niet te klein*.

De 'afkeurzijde' mag niet in het gat passen want dan is het gat *te groot/te klein/niet te groot/niet te klein*.

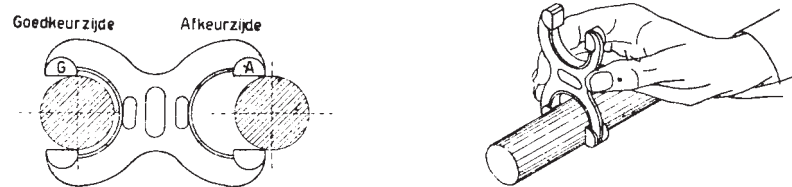
Opmerking

Voordat het keuren begint, moet het gat schoon en braamvrij zijn!

Voor het keuren van een uitwendige maat met een asbekkaliber kun je op dezelfde manier redeneren. Figuur 2.16 toont het principe van de werking voor een gatpenkaliber en figuur 2.17 dat voor een asbekkaliber.



Figuur 2.16



Figuur 2.17

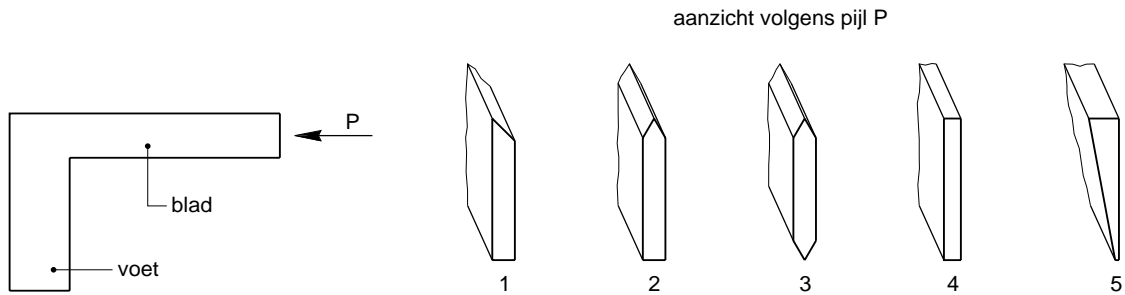
- 37 Uitwendige en inwendige schroefdraden kun je keuren met respectievelijk:
- a moerpenkalibers en boutbekkalibers
 - b boutringkalibers en pasbouten
 - c pasmoeren en pasbouten
 - d boutbekkalibers en moerpenkalibers

Metten van hoeken en vlakken

Bestudeer eerst de volgende paragraaf uit het kernboek:
 – ##.5 Instrumenten voor het meten van hoeken

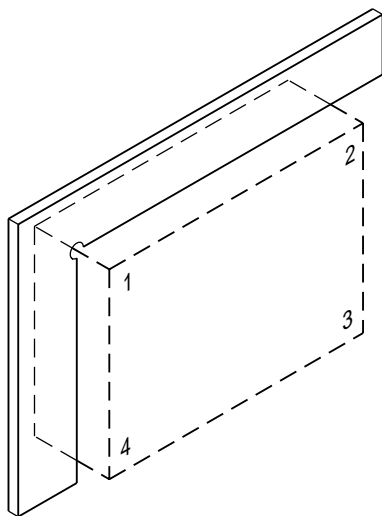
Beantwoord vervolgens de vragen/opdrachten 38 t/m 44.

- 38 In figuur 2.18 zijn van een hoekmeter vijf verschillende uitvoeringen van het blad te zien. Welke uitvoering is van een vlakke hoekhaak en welke van een meshoekhaak?
- 1 en 5
 - 4 en 2
 - 4 en 3
 - 4 en 5



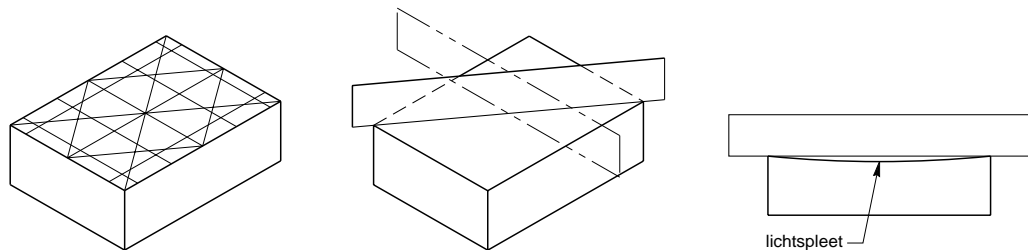
Figuur 2.18

- 39 Stel dat je van een product een hoek op *haaksheid* wilt controleren. Dan kun je die hoek vergelijken met de hoek van een hoekhaak. De vorm en de hoogte van de lichtspleet geven de nodige informatie. Met welke hoekhaak controleer je de haaksheid het nauwkeurigst?
- vlakke hoekhaak (winkelhaak)
 - blokhoeckhaak (blokwinkelhaak)
 - meshoekhaak (haarkantwinkelhaak)
 - hoekhaak met aanslag
- 40 Stel dat je de omtrek van het blokje van figuur 2.19 op haaksheid wilt controleren. Hoeveel keer moet je minstens met de hoekhaak controleren?
- 2 keer/3 keer/4 keer/5 keer



Figuur 2.19

- 41 Stel dat je moet aftekenen onder een hoek van 90° met een zijkant van het werkstuk. Welke twee hoekmeetinstrumenten kun je het beste gebruiken?
- vlakke hoekhaak
 - blokhoekhaak
 - meshoekhaak
 - hoekhaak met aanslag
- 42 Stel dat je moet controleren of een hoek voldoet aan $90^\circ \pm 1^\circ$. Welk meetgereedschap gebruik je als alleen de onderstaande beschikbaar zijn?
- a een hoekmeter
 - b een hoekhaak
 - c een meshoekhaak
- 43 Op de afbeeldingen van figuur 2.20 kun je zien hoe een bewerkt vlak visueel op *rechtheid* en *vlakheid* wordt gecontroleerd. Welk gereedschap kun je het beste gebruiken?
- a stalen rei
 - b mesrei (haarkantliniaal)
 - c maatlat met schuine kant



Figuur 2.20

- 44 In de opdrachten van dit hoofdstuk wordt (afhankelijk van het doel) gesproken van:
- 1 meten
 - 2 controleren
 - 3 keuren

We noemen in een willekeurige volgorde drie doelstellingen (a, b, c) en drie middelen (d, e, f):

Doelstellingen

- a Beoordelen of de productmaat tussen twee grenswaarden ligt.
- b De productmaat zo goed mogelijk vaststellen.
- c Vergelijken met een 'model'.

Middelen

- d Instrument met een niet-afleesbare standaard.
- e Instrument met een afleesbare standaard.
- f Instrument met twee grenswaarden (ja/nee-informatie).

Kruis aan wat volgens jou de kenmerkende verschillen zijn tussen meten, controleren en keuren.

	doel			middel		
	a	b	c	d	e	f
1 meten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 controleren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 keuren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Samenvattende opdracht

- 45 Je kunt dus zeggen dat er instrumenten zijn waarmee je kunt meten, controleren of keuren. Beoordeel voor de volgende vijftien instrumenten tot welke groep ze behoren.

	instrument	meten	controleren	keuren
1	maatlat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	schuifmaat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	mesrei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	gatpenkaliber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	boutbekkaliber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	rolmaat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	asbekkaliber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	blokhoekhaak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	meshoekhaak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	schroefmaat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	meetklok	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	radiuskaliber	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	digitale schuifmaat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	duimstok	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	meethorloge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Onderhouden van meetinstrumenten

Bestudeer eerst de volgende paragraaf uit het kernboek:
 – ##.6 Onderhouden van meetinstrumenten

Beantwoord vervolgens de vragen/opdrachten 46 en 47.

- 46 Behalve dat je goed met meetinstrumenten moet kunnen omgaan, moet je ze ook goed *onderhouden* en eventuele afwijkingen signaleren. Deze opdracht gaat daarover. Kruis aan, wat van toepassing is.

aandachtspunten	eindmaten			meet- klokken
	schuifmaten schroefmaten	kalibers mesreien		
1	vrij houden van vuil/spanen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	vrij houden van koelvloeistof	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	op zachte ondergrond leggen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	op speling controleren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	nulpunt controleren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	meetvlakken op beschadiging controleren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	af en toe behandelen met zuurvrije olie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	na gebruik schoonmaken en opbergen in doos of etui	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	na gebruik schoonmaken, conserveren met zuurvrije vaseline en opbergen in doos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	volgens de regels van het bedrijf aanbieden voor periodieke controle (kalibratie)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 47 Meetinstrumenten moeten betrouwbaar zijn om producten met een goede kwaliteit te kunnen leveren. Daarom worden meetinstrumenten periodiek 'gecontroleerd' op (systematische) afwijkingen.
- Je kunt dit laten doen door een gecertificeerd laboratorium maar ook in eigen beheer laten uitvoeren als daarvoor de voorwaarden aanwezig zijn. Het is niet iets wat op wettelijke basis gebeurt zoals het geval is bij de weegschaal van de groenteboer op de markt.
- De procedure voor de meetmiddelen houdt het volgende in.
- Het bepalen van de waarde van de afwijkingen van een meetmiddel ten opzichte van de toegepaste *standaard*.
 - Het zo mogelijk opheffen van de afwijkingen.

Hoe heet de bovenstaande procedure?

- a checken
- b ijken
- c keuren
- d kalibreren

Advies

Vergelijk je antwoorden met de antwoorden van de docent.

Samenvatting

Vanaf 1983 is er voor de meter een *natuurlijke constante*: de meter is de lengte die het licht in een vacuüm aflegt in een tijd van $1/299\,792\,458$ seconde. Deze lengtestandaard wordt de *primaire lengtestandaard* genoemd. Werkplaatsen hebben in de vorm van eindmaten een *gematerialiseerde standaard*.

De afmetingen van de producten mogen volgens een opgegeven *tolerantie* afwijken van de nominale maat omdat deze in de werkplaats niet exact aan te houden is. Zonder de kwaliteit aan te tasten, kiest de constructeur de tolerantie zo groot mogelijk. De productiekosten houd je daarmee zo laag mogelijk.

Welk meetinstrument je gebruikt, hangt af van de productvorm en de tolerantie. De vuistregel voor tolerantie is: schaalwaarde $\leq \frac{1}{4} \times$ tolerantie.

Let op

Voor de maat $50 \pm 0,2$ mm is de tolerantie 0,4 mm!

Door meetonnauwkeurigheden wordt de werkelijke maat nooit exact bekend. In tabel ##.1 uit je kernboek wordt een overzicht van de oorzaken gegeven.

In tabel ##.2 uit je kernboek wordt een indeling voor de meest voorkomende meetinstrumenten gegeven.

Afhankelijk van de doelstelling kun je spreken van: meten, controleren of keuren.

Kalibreren is het bepalen van de waarde van de afwijkingen van een meetmiddel ten opzichte van de toegepaste *standaard* en het zo mogelijk opheffen van de afwijkingen.

Voorbeeld

Een schroefmaat die door de meetkamer van het eigen bedrijf wordt gekalibreerd ten opzichte van een hogere lengtestandaard. Hierbij kunnen eindmaten het referentiemiddel met de hogere (gematerialiseerde) lengtestandaard zijn.

Zelftoets

Elke goed beantwoorde vraag is 10 punten waard. Totaal zijn maximaal 100 punten te behalen. Overleg met je docent over de betekenis van je totaalscore.

- 1 Waarvan is de sinds 1983 gedefinieerde lengtestandaard van de meter afgeleid en hoe heet deze meter?
 - a de snelheid van het licht, en heet primaire lengtestandaard
 - b de omtrek van de aarde, en heet secundaire lengtestandaard
 - c de snelheid van het geluid, en heet secundaire lengtestandaard
 - d de snelheid van het licht, en heet secundaire lengtestandaard
 - e de snelheid van het geluid, en heet primaire lengtestandaard

- 2 Gegeven zijn de volgende omschrijvingen:
 - 1 Beoordelen of een productafmeting tussen twee grenswaarden ligt.
 - 2 Een productafmeting zo goed mogelijk vaststellen door te vergelijken met een maatstandaard.

Van welke taken zijn 1 en 2 respectievelijk de omschrijvingen?

- a meten en keuren
 - b keuren en controleren
 - c controleren en keuren
 - d keuren en meten
- 3 Op een tekening staat de maat $40_{-0,1}^{+0,3}$ (in mm).

A = nominale maat
 B = grootste grensmaat
 C = kleinste grensmaat
 D = tolerantie

Welk antwoord voldoet aan de gegeven waarde?

	A	B	C	D
a	40	40,3	40,1	0,3
b	40	40,3	39,9	0,2
c	40	39,9	40,3	0,2
d	40	40,3	39,9	0,4
e	40	40,3	39,9	0,2

- 4 Stel dat je vijf producten op de maat $40_{-0,1}^{+0,3}$ hebt gecontroleerd. In welk antwoord voldoen alle meetresultaten aan de eis van de tekening?
 - a 39,95 - 40,0 - 40,25 - 40,2 - 40,5
 - b 40,25 - 40,15 - 40,1 - 40,35 - 39,95
 - c 40,2 - 40,25 - 40,15 - 40,0 - 40,05
 - d 40,0 - 40,2 - 40,4 - 39,95 - 40,1

- 5 Stel dat je als tekenaar/constructeur de tolerantie voor een bepaalde afmeting moet vaststellen. Wat moet dan in het algemeen je uitgangsgedachte zijn?
- je laat de werkplaats de tolerantie bepalen omdat zij zullen weten welke nauwkeurigheid haalbaar is
 - je kiest de tolerantie zo klein mogelijk
 - je kiest de tolerantie zo groot mogelijk omdat je afkeur wilt voorkomen
 - je kiest de tolerantie zo groot mogelijk zonder het vastgestelde kwaliteitsniveau aan te tasten
- 6 Welke bewering over de ‘werkelijke maat’ is juist?
- de werkelijke maat kun je berekenen
 - de werkelijke maat blijft onbekend
 - de werkelijke maat verkrijg je door te meten met het nauwkeurigste meetinstrument
 - de werkelijke maat is het gemiddelde van een aantal meetwaarden
- 7 Stel dat iemand met een schuifmaat een uitwendige maat met een veel te grote kracht meet. Welke bewering is dan juist?
- er is daardoor ‘te weinig’ aanwijzing
 - er is daardoor ‘te veel’ aanwijzing
 - er is daardoor een afleesfout
 - er is daardoor een parallaxfout
- 8 Waarmee kun je de rechtheid en de vlakheid van een gevild vlak het beste visueel controleren?
- stalen rei
 - mesrei (haarkantliniaal)
 - schuifmaat
 - het blad van een blokhoekhaak (blokwinkelhaak)
- 9 Waarvoor worden gatpenkalibers gebruikt?
- om te meten hoe groot de speling is
 - om te meten hoe groot een gatmaat is
 - om te keuren of een gatmaat tussen de grensmaten ligt
 - om te keuren of een asmaat tussen de grensmaten ligt
 - om te meten hoe groot een asmaat is
- 10 Bij een productmaat staat $20^{+0,8}_{+0,3}$
Ga na of een schuifmaat met een noniusschaalwaarde van 0,1 mm hiervoor bruikbaar is. Welke berekening + conclusie is goed?
- $s \leq \frac{1}{4} \times 0,8 \leq 0,2 \text{ mm} \rightarrow$ bruikbaar
 - $s \leq \frac{1}{4} \times 0,8 \leq 0,2 \text{ mm} \rightarrow$ onbruikbaar
 - $s \leq \frac{1}{4} \times 0,5 \leq 0,125 \text{ mm} \rightarrow$ bruikbaar
 - $s \leq \frac{1}{4} \times 0,5 \leq 0,125 \text{ mm} \rightarrow$ onbruikbaar
 - $s \leq \frac{1}{4} \times 0,1 \leq 0,025 \text{ mm} \rightarrow$ bruikbaar
 - $s \leq \frac{1}{4} \times 0,3 \leq 0,075 \text{ mm} \rightarrow$ bruikbaar

Opgaven

Het doel van dit hoofdstuk is dat je de functionele eigenschappen van de productkwaliteit leert beoordelen. Hiermee bedoelen we: de vorm, de maten en de oppervlaktekwaliteit van een product. Om het juiste meetinstrument te kunnen kiezen, leer je de bijzonderheden van diverse meetinstrumenten. Een belangrijk begrip dat aan de orde komt, is de meetonzekerheid.

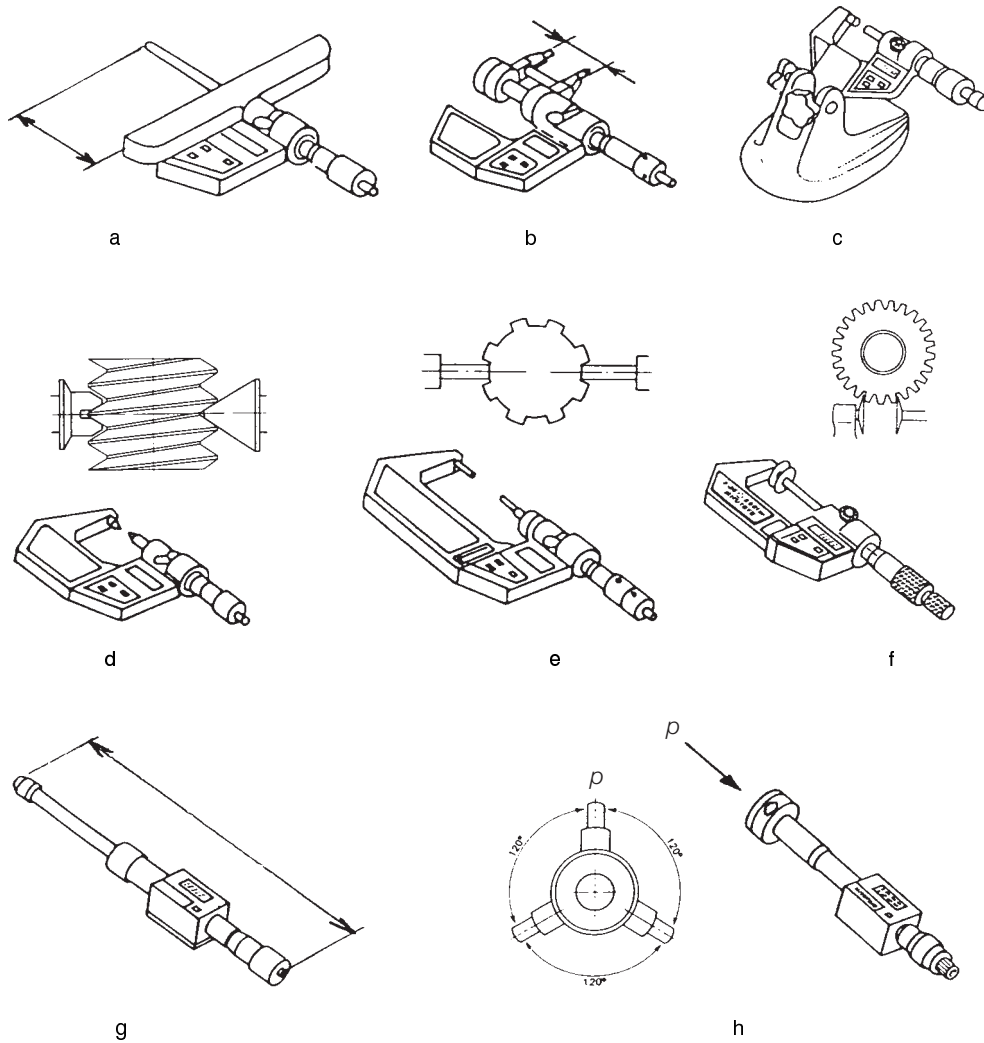
Directe, fijn instelbare meetinstrumenten

Bestudeer eerst het volgende paragraafonderdeel uit je kernboek:
– ##.4.4 Directe, fijn instelbare meetinstrumenten

Beantwoord vervolgens de vragen/opdrachten 1 t/m 3.

- 1 Zoals je met schuifmaten uitwendige, inwendige en dieptemetingen kunt uitvoeren, kun je dat ook met schroefmaten. Ze hebben schaalwaarden van 0,01 mm en soms zelfs van 0,005 mm. Hierdoor zijn ze geschikt voor kleinere toleranties dan schuifmaten.
Digitale schroefmaten geven de aanwijzing tot op 0,001 mm in cijfers. Als je ze een bepaalde tijd niet gebruikt, moet je ze opnieuw op het nulpunt stellen. In deze opdracht geven we acht afbeeldingen van verschillende digitale schroef-maten, zie figuur 7.1a t/m h.

We geven ook acht namen genummerd van 1 t/m 8.



Figuur 7.1

Opdracht

Bepaal welke afbeeldingen en namen bij elkaar behoren. Noteer de letter en geef aan of het een schroefmaat is voor uitwendig (U), inwendig (I) of dieptemeten (D).

naam	letter	U	I	D
1 schroefmaat in houder	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 schroefmaat voor smalle groeven	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 tandwijdteschroefmaat	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 boutschroefmaat	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 binnenschroefmaat (tweepunts)	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 speerschroefmaat	_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 7 driepunts gatschroefmaat _____
- 8 diepteschroefmaat _____

2 In deze vraag hebben we het over de tweepunts binnenschroefmaat (T) en de driepunts gatschroefmaat (D).

- 1 Met welke schroefmaten kun je ronde gaten meten?
 - 2 Met welke schroefmaten kun je rechthoekige gaten meten?
- (omcirkel de letter waarachter de goede antwoorden op beide vragen staan)

- | | | |
|---|--------|--------|
| | 1 | 2 |
| a | T | T en D |
| b | T en D | D |
| c | D | T en D |
| d | T en D | T |

3 Over schroefmeten in het algemeen doen we een aantal beweringen. Beoordeel of ze juist of onjuist zijn en kruis het hokje van je keuze aan.

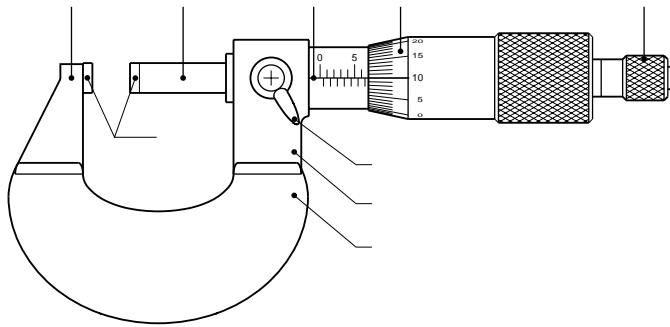
- | | juist | onjuist |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1 het meetbereik van (buiten)schroefmaten is 20 mm | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2 de meetbereiken van (buiten)schroefmaten zijn: 0-25, 25-50, 50-75 mm, enzovoort | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3 digitale schroefmaten zijn snel en foutloos af te lezen | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4 bij digitale schroefmaten hoef je het nulpunt nooit opnieuw in te stellen | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5 analoge schroefmaten hebben deelstreepjes | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6 schroefmaten met deelstreepjes noem je absolute schroefmaten | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7 de gevoelsknop met slipkoppeling is er om met constante meetkracht te meten | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8 digitale schroefmaten hebben geen gevoelsknop nodig | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9 de schaalwaarde is de kleinste afleesbare eenheid | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10 de schaalwaarde van analoge driepunts gatschroefmaten is 0,005 mm | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Ondanks de opmars van de digitale schroefmaten behandelen we ook de analoge schroefmaten.

Beantwoord nu de vragen/opdrachten 4 t/m 7.

- 4 Schrijf de nummers van de benamingen van de analoge schroefmaat op de juiste plaats in figuur 7.2.

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1 verplaatsbare meetstift | 6 nullijn |
| 2 blokkering | 7 hardmetalen meetvlakken |
| 3 aambeeld | 8 isolerende handgreep |
| 4 beugel | 9 gevoelsknop |
| 5 meettrommel | |



Figuur 7.2

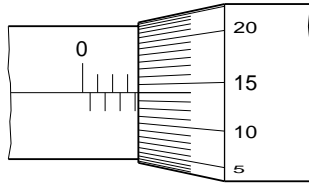
- 5 Bij de analoge schroefmaat van figuur 7.2 is de *schaalwaarde* (de kleinste afleesbare eenheid!) 0,01 mm.

Verklaar dit door hieronder de ontbrekende getallen in te vullen.

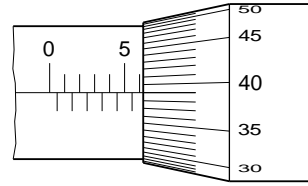
- de meetspil heeft een spoed van _____ mm
- de meettrommel heeft _____ schaaldelen
- bij 1 streepje verdraaien van de meettrommel, verplaatst de meetspil

$$\frac{\dots\dots\dots\text{mm}}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots\text{mm}$$

6 Bestudeer de afleesvoorbeelden van figuur 7.3a en b.



a



b

Figuur 7.3

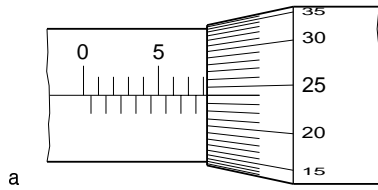
voorbeeld a

Op de meethuls is 3 mm zichtbaar.
 Bovendien is nog een halve-mm-streepje zichtbaar (0,5 mm).
 De streepjes op de meettrommel geven het aantal honderdste mm aan. In dit geval 14 honderdste (0,14 mm).
 De aanwijzing is dus:
 $3 + 0,5 + 0,14 = 3,64$ mm.

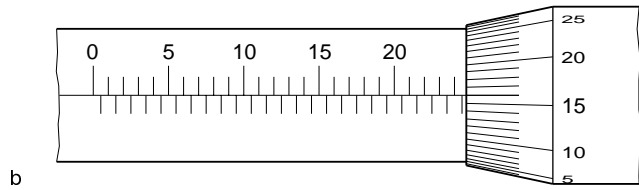
voorbeeld b

Hele mm	6,00
Halve mm	0,00
Honderdste mm	0,39
Totaal aan mm	<u>6,39</u>

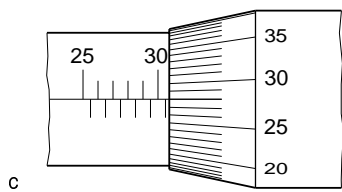
7 Van de onderstaande schroefmaatstanden moet je de waarden aflezen. Noteer hoe je uit de afgelezen hele, halve en honderdste mm je antwoord uitrekt. Het antwoord bij a is al gegeven.



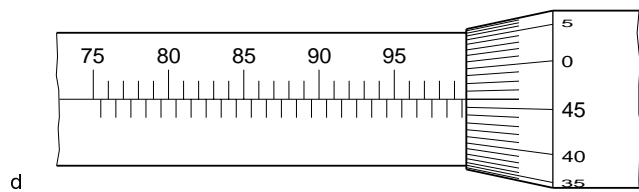
$8 + 0 + 0,24 = 8,24$



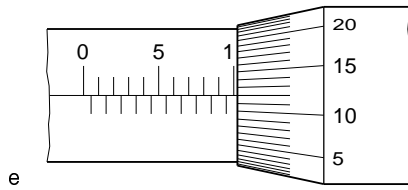
_____ + _____ + _____ = _____



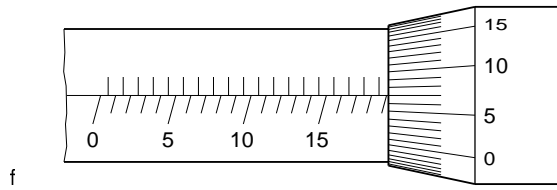
_____ + _____ + _____ = _____



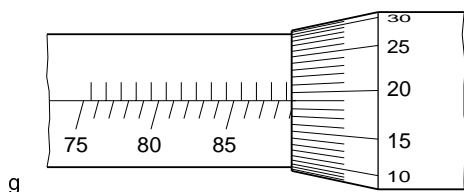
_____ + _____ + _____ = _____



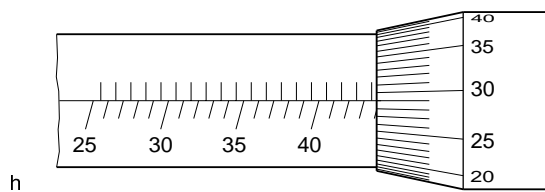
_____ + _____ + _____ = _____



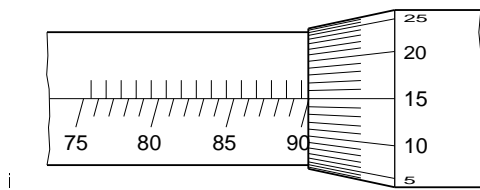
_____ + _____ + _____ = _____



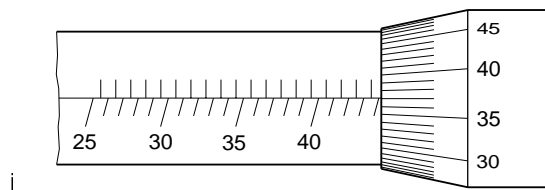
_____ + _____ + _____ = _____



_____ + _____ + _____ = _____



_____ + _____ + _____ = _____



_____ + _____ + _____ = _____

Figuur 7.4

Beantwoord nu de opdrachten 8 t/m 12.

8 Bedenk zonder het kernboek te gebruiken voordelen en nadelen van *(buiten)schroefmaten* ten opzichte van *schuifmaten*.

Beperk je hierbij tot het analoge type.

Beschrijf de voor- en nadelen vanuit de volgende opzichten:

- | | |
|----------------------|------------------|
| 1 meetmogelijkheden | 4 meetsnelheid |
| 2 meetnauwkeurigheid | 5 nastelbaarheid |
| 3 meetbereik | 6 prijs |

Geef ook steeds aan of het om een voordeel (V) of een nadeel (N) gaat.

Antwoorden

V/N

1 meetmogelijkheden: _____

2 meetnauwkeurigheid: _____

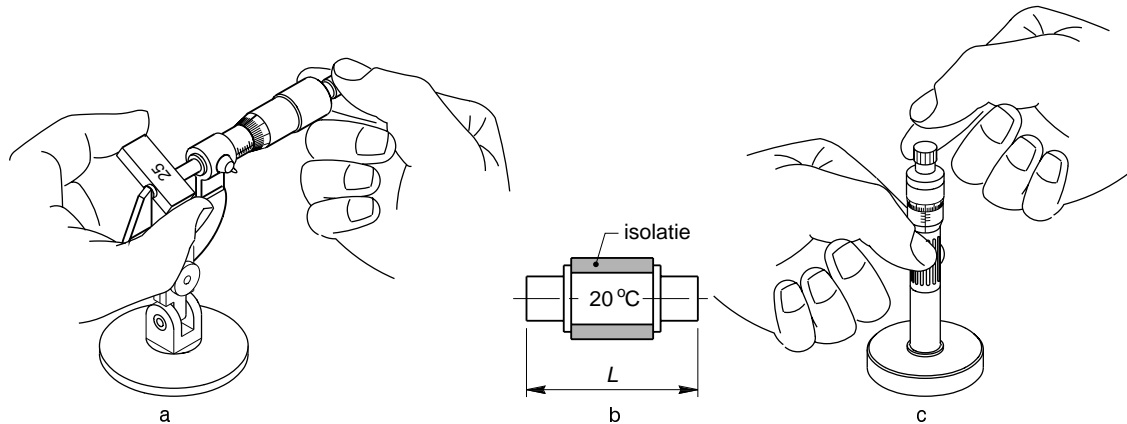
3 meetbereik: _____

4 meetsnelheid: _____

5 nastelbaarheid: _____

6 prijs: _____

- 9 Voor je een schroefmaat gebruikt, moet je weten of de nulstand goed is. Als het mogelijk is, kun je de schroefmaat het beste in een schroefmaathouder zetten.
- Er zijn de volgende middelen/methoden (a t/m c zijn ook te zien in figuur 7.5):
- a eindmaten
 - b speciale instelmaten
 - c instelringen
 - d de meetvlakken tegen elkaar draaien



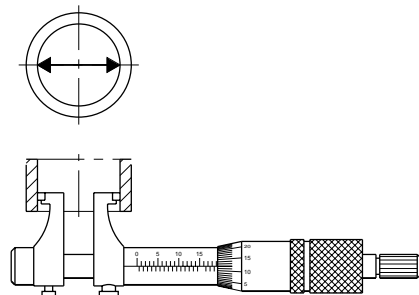
Figuur 7.5

Opdracht

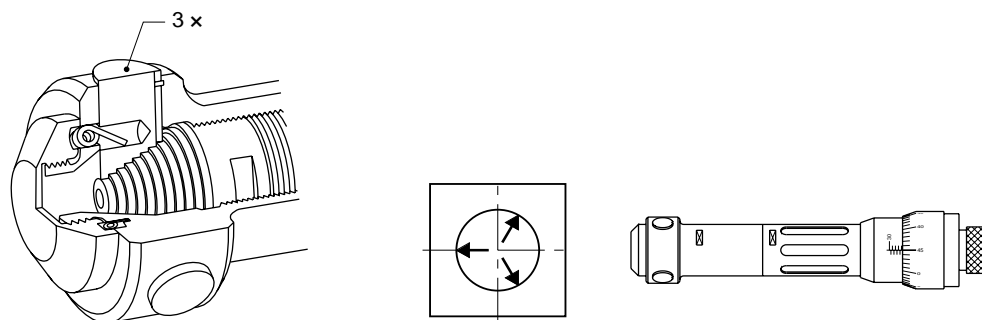
Geef voor de onderstaande controles aan welke middelen/methoden je kunt gebruiken. Kruis alle goede mogelijkheden aan.

controles	a	b	c	d
1 buitenschroefmaat met een meetbereik 0-25 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 buitenschroefmaten 25-50, 50-75 mm, enzovoort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 tweepunts binnenschroefmaten 5-30, 25-50 mm, enzovoort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 driepunts gatschroefmaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 digitale buitenschroefmaat 0-25 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 digitale buitenschroefmaat 25-50, 50-75 mm, enzovoort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 digitale driepunts gatschroefmaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 digitale tweepunts binnenschroefmaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 10 Over tweepunts en driepunts binnenschroefmaten doen we enige bewerkingen voor het meten van *ronde* gaten. Zie ook de figuren 7.6 en 7.7.



Figuur 7.6



Figuur 7.7

Opdracht

Geef bij elke bewering aan of deze gaat over de tweepunts (T) of over de driepunts (D) binnenschroefmaat. Vermeld steeds ook of het een voordeel (V) of een nadeel (N) is.

beweringen	T	D	V	N
1 kleine meetbereiken, bijvoorbeeld 3,5-4; 6-8; 20-25 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 de meetbereiken zijn 25 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 gaten kleiner dan 3,5 mm kun je niet meten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 je kunt geen diepe gaten meten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 de schroefmaat centreert zich op het gatmidden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 er is kans op niet goed gecentreerd meten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 de schaalwaarde is 0,01 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 de schaalwaarde is meestal 0,005 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 het is een duur meetgereedschap	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 het is een goedkoop meetgereedschap	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 het is een goed en betrouwbaar meetgereedschap	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12 driepuntsonrondheid kun je er niet mee meten, wel tweepuntsonrondheid (ovaalheid)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 11 Deze opdracht gaat over factoren die een gunstige invloed hebben op de nauwkeurigheid van het meten of die het maken van fouten tegengaan. Er worden enige wenken genoemd waarvan je moet beoordelen of ze juist of onjuist zijn. Kruis het hokje van je keuze aan.

wenken	juist	onjuist
1 meet voor met een schuifmaat om te zien of de maat boven of onder de halve mm ligt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 maak de meetvlakken van het meetgereedschap en het product eerst schoon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 zorg dat het werkstuk geen hoge temperatuur heeft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 laat aluminium producten van 40 °C en een schroefmaat die even warm is, niet afkoelen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 meet met de totale meetvlakken op het product	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 draai met de gevoelsknop de meetvlakken aan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 lees loodrecht op de afleeslijn af	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 gebruik bij langdurig meten een schroefmaathouder om de invloed van de handwarmte tegen te gaan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 12 Als je nauwkeurig moet werken, gebruik je schroefmaten, meetklokken, tabellen, enzovoort. Je zult dan ook een kleinere lengte-eenheid tegenkomen dan de millimeter. In tabellen wordt met micrometers gewerkt. Afgekort schrijf je μm . Wat is een micrometer? (vul de ontbrekende waarden in)

$$1 \mu\text{m} = \frac{1}{10^6} \text{ meter} = \frac{1}{1\,000\,000} \text{ m} = \text{_____} \text{ mm}$$

Om fouten in de praktijk te voorkomen, doe je nu enkele herleidings- en rekenoefeningen.

$$1 \text{ mm} = \text{_____} \mu\text{m}$$

$$10 \mu\text{m} = \text{_____} \text{ mm}$$

$$0,2 \text{ mm} = \text{_____} \mu\text{m}$$

$$123 \mu\text{m} = \text{_____} \text{ mm}$$

$$0,003 \text{ mm} = \text{_____} \mu\text{m}$$

$$6 \mu\text{m} = \text{_____} \text{ mm}$$

$$0,013 \text{ mm} = \text{_____} \mu\text{m}$$

$$30 \mu\text{m} = \text{_____} \text{ mm}$$

$$0,04 \text{ mm} = \text{_____} \mu\text{m}$$

$$400 \mu\text{m} = \text{_____} \text{ mm}$$

$$45 \text{ mm} + 1 \mu\text{m} = 45 \text{ mm} + \text{_____} \text{ mm} = \text{_____} \text{ mm}$$

$$45 \text{ mm} - 1 \mu\text{m} = 45 \text{ mm} - \text{_____} \text{ mm} = \text{_____} \text{ mm}$$

$$30 \text{ mm} + 13 \mu\text{m} = 30 \text{ mm} + \text{_____} \text{ mm} = \text{_____} \text{ mm}$$

$$20 \text{ mm} - 120 \mu\text{m} = 20 \text{ mm} - \text{_____} \text{ mm} = \text{_____} \text{ mm}$$

$$50 \text{ mm} - 50 \mu\text{m} = 50 \text{ mm} - \text{_____} \text{ mm} = \text{_____} \text{ mm}$$

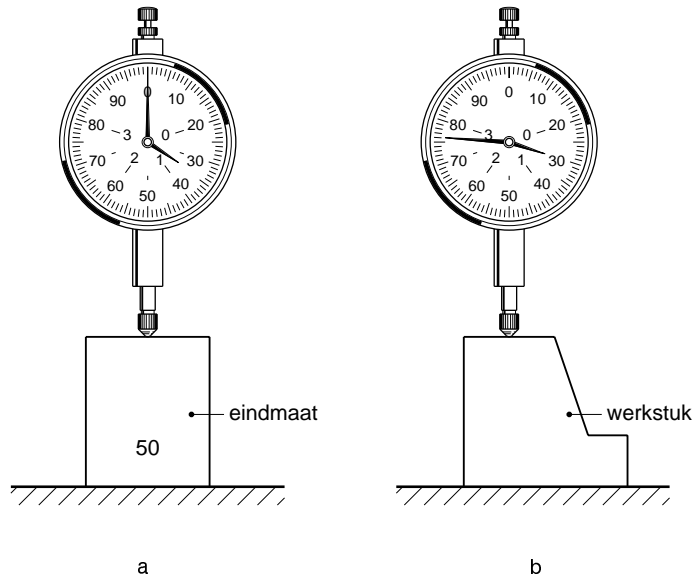
Indirecte, instelbare meetinstrumenten

Bestudeer eerst de volgende paragraaf uit je kernboek:

- ##.4.5 Indirecte, instelbare meetinstrumenten

Beantwoord vervolgens de vragen/opdrachten 13 en 14.

- 13 In figuur 7.8a zie je het instellen van een meetklok met behulp van een eindmaat. In figuur 7.8b zie je het meten van een werkstuk waarbij er een wijzeruitslag van 24 schaaldelen naar links is.



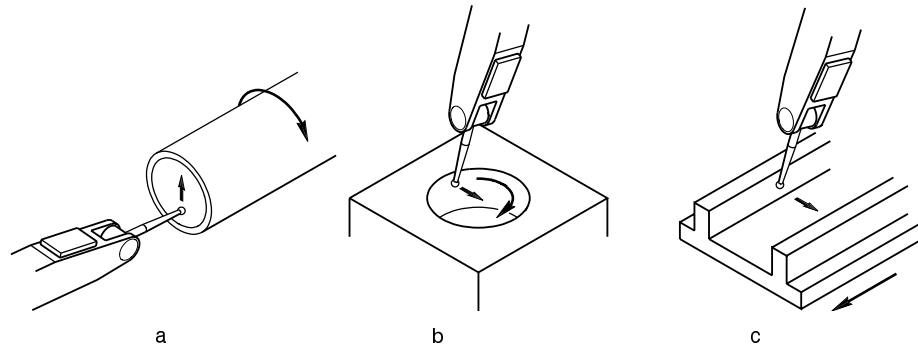
Figuur 7.8

Vraag

Wat is de hoogte van het werkstuk?

- a $50 \text{ mm} + 0,024 \text{ mm} = 50,024 \text{ mm}$
- b $50 \text{ mm} - 0,024 \text{ mm} = 49,976 \text{ mm}$
- c $50 \text{ mm} + 0,24 \text{ mm} = 50,24 \text{ mm}$
- d $50 \text{ mm} - 0,24 \text{ mm} = 49,76 \text{ mm}$

14 In figuur 7.9 zie je enkele toepassingen van het meethorloge.



Figuur 7.9

Vragen

- a Wanneer gebruik je een meethorloge in plaats van een meetklok?
- b Wat weet je van de taster en de meetrichting?

Antwoorden

a _____

b _____

Oppervlakteruwheid

Bestudeer eerst de volgende paragraaf uit je kernboek:
 – ##.10 Oppervlakteruwheid

Beantwoord vervolgens de vragen/opdrachten 15 t/m 20.

- 15 Welke waardebepaling voor de ruwheid wordt internationaal het meest gebruikt?
- het grootste verschil tussen piek en dal
 - de afstand van de middenlijn tot de hoogste piek
 - het gemiddelde van een groot aantal afstanden van het oppervlakteprofiel tot de middenlijn
 - het kwadratisch gemiddelde van een groot aantal afstanden van het oppervlakteprofiel tot de middenlijn
- 16 Welke eenheid wordt gebruikt voor de oppervlakteruwheid?
- $r_a = 0,00025 \mu\text{m}$
 - $\mu\text{m} = 0,00025 \text{ mm}$
 - $\mu\text{m} = 0,0001 \text{ mm}$
 - $\mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$
- 17 Op een tekening staat dat de R_a -waarde gelijk aan of kleiner moet zijn dan $1,6 \mu\text{m}$.
Welke basislengte moet je op de ruwheidsmeter instellen?
- 0,8 mm
 - $0,8 \mu\text{m}$
 - 2,5 mm
 - $2,5 \mu\text{m}$
- 18 Op een tekening staat dat de R_a -waarde gelijk aan of groter moet zijn dan $6,4 \mu\text{m}$.
Welke basislengte moet je op de ruwheidsmeter instellen?
- 0,25 mm
 - 0,8 mm
 - 2,5 mm
 - 8 mm
- 19 Waarom is de ruwheidsmeting volgens het elektronisch aftastprincipe een goede methode?
- het gaat om een vlugge beoordeling
 - de ruwheidswaarde krijg je als een betrouwbaar getal
 - het instrument is goedkoop en onkwetsbaar

Meetonzekerheid en andere begrippen

- 20 Deze opdracht gaat over de volgende begrippen:
- | | | | |
|---|-----------------|---|-----------------|
| a | aanwijzing | d | schaalwaarde |
| b | afgelezen maat | e | nauwkeurigheid |
| c | werkelijke maat | f | meetonzekerheid |

Hieronder volgen zes omschrijvingen. Lees ze goed en bepaal bij welk begrip (a t/m f) ze horen. Noteer steeds aan de rechterkant de letter van je antwoord. Het begrip meetonzekerheid is als voorbeeld al ingevuld.

beschrijving	antwoord
1 Dit begrip zegt iets over de onvolmaaktheid van het meetproces. In het meetproces zijn allerlei onzekerheden, die onafhankelijk van elkaar een rol spelen. Op sommige meetkamers is hiernaar onderzoek gedaan. De waarden uit een onderzoek worden volgens regels uit de statistiek tot een bruikbare totaalwaarde berekend. Voorafgaand aan de totaalwaarde staat een ‘plus en min’-teken. De grenzen waartussen de werkelijke maat ligt, kun je ermee berekenen.	f
2 De kleinste eenheid die je op het meetinstrument kunt aflezen, bijvoorbeeld 0,01 mm op een schroefmaat en 0,05 mm op een schuifmaat.	_____
3 De maximale afwijking die een meetinstrument mag hebben volgens vastgelegde waarden in normbladen. De fabrikant moet eraan voldoen en de klant weet wat hij koopt. Bijvoorbeeld voor een schroefmaat $\pm 4 \mu\text{m}$. Beter mag, slechter niet.	_____
4 De waarde die altijd onbekend blijft, omdat er diverse onzekerheden (afwijkingen) in het meetproces zijn.	_____
5 De waarde die het meetinstrument aanwijst.	_____
6 De waarde die iemand op het meetinstrument afleest.	_____

Informatie

Door de *meetonzekerheid* is er kans dat je goede werkstukken afkeurt en foute werkstukken goedkeurt. Natuurlijk mag dat niet. Je kunt hiertegen het volgende doen. Laat de kleinste te meten tolerantie afhankelijk zijn van een aantal maal de meetonzekerheid. Sommige fabrikanten geven de meetonzekerheid voor hun instrument op. Er zijn meetkamers die zelf onderzoek doen en bedrijfsvoorschriften opstellen. De tabel geeft enkele voorbeelden.

instrument	meetonzekerheid (μm)	bruikbaar bij tolerantie \geq (μm)
schuifmaat met 0,05/150	± 35	250
schuifmaat met klokaflezing	± 20	150
buitenschroefmaat 0-25	± 4	30
tweepunts binnenschroefmaat 5-30	± 4	30
driepunts binnenschroefmaat 25-30	± 3	20

Voorbeeld

Op een werktekening staat als uitwendige maat $60 \begin{smallmatrix} +0,3 \\ +0,1 \end{smallmatrix}$.

- Welke schuifmaat komt voor gebruik in aanmerking?
- Tussen welke grenzen ligt de werkelijke maat als de aflezing 60,15 is?

Antwoorden

- De tolerantie is $0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ mm} = 200 \mu\text{m}$.
Keuze: schuifmaat met klokaflezing ($200 > 150$).
- Volgens de tabel is de onzekerheid $\pm 20 \mu\text{m} = \pm 0,02 \text{ mm}$.
De werkelijke maat ligt tussen:
 $60,15 - 0,02 = 60,13 \text{ mm}$ en $60,15 + 0,02 = 60,17 \text{ mm}$.

Beantwoord nu de vragen 21 t/m 23.

- Welk meetinstrument voor tweepuntsmeting komt in aanmerking voor een inwendige maat van $25 \begin{smallmatrix} +0,05 \\ -0,05 \end{smallmatrix}$?
 - Tussen welke grenzen ligt de werkelijke maat als de aflezing 25,010 is?

Antwoorden

- _____
- _____

- 22 De middellijn van een cilindrisch gat is gemeten met een driepunts binnenschroefmaat. De aflezing is 26,055 mm.

Tussen welke grenzen ligt de werkelijke maat?

Antwoord

- 23 Het begrip meetonzekerheid hebben we ingevoerd zonder oorzaken te noemen. Nu besteden we daaraan aandacht met deze opdracht. Dat er onzekerheid over het meetresultaat blijft bestaan, komt door allerlei onnauwkeurigheden in het meetproces. De waarde van het meetresultaat is afhankelijk van het instrument, de persoon die het instrument bedient, de gebruikte methode, de omstandigheden, enzovoort. De afwijkingen worden in twee groepen gesplitst:

- 1 Systematische afwijkingen (S)
Deze afwijkingen hebben een constante invloed. Ze kunnen in grootte en richting bepaald worden door betere meetmethoden te gebruiken.
- 2 Toevallige afwijkingen (T)
Deze afwijkingen zijn niet constant. Bij elke meting kunnen ze een andere waarde hebben. De grootte en het teken wisselen met de tijd.

Probeer van elke groep vijf voorbeelden te noemen. We hebben een begin voor je gemaakt met twee voorbeelden van elke groep.

	S	T
1 <u>spoedfouten van schroefspillen</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 <u>variaties van de meetkracht</u>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3 <u>maatafwijkingen bij eindmaten</u>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 <u>variabele wrijving in lagers en oliefilms</u>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5 _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kiezen van meetmethoden en -instrumenten

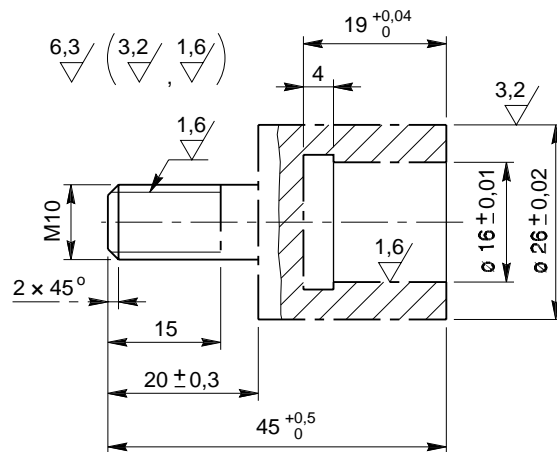
Maak nu de vragen/opdrachten 24 t/m 36

- 24 Van het draaiproduct van figuur 7.10 worden vragen gesteld over het meetgereedschap en de oppervlakteruwheid.

Keuze meetgereedschap

Beschikbaar zijn:

- 1 schuifmaat
- 2 diepteschuifmaat
- 3 schroefmaat 0 -25
- 4 schroefmaat 25-50
- 5 diepteschroefmaat
- 6 boutbekkaliber M10
- 7 boutschroefmaat 0-25
- 8 driepunts binnenschroefmaat 15-20



Figuur 7.10

Kies de meetgereedschappen om de onderstaande maten te meten. Je hoeft niet alle meetgereedschappen te gebruiken. Noteer het nummer van het meetgereedschap achter elke maat.

maat	nummer
a $26^{+0,02}_{-0,02}$	_____
b $16^{+0,01}_{-0,01}$	_____
c $45^{+0,5}_0$	_____
d $20^{+0,3}_{-0,3}$	_____
e $19^{+0,04}_0$	_____
f flankmiddellijn M10	_____

Oppervlakterutheid

1 Voor welke vlakken in figuur 7.10 geldt $\nabla^{6,3/}$?

alle vlakken/alle vlakken zonder ruwheidsteken

2 Wat betekent $\nabla^{6,3/}$?

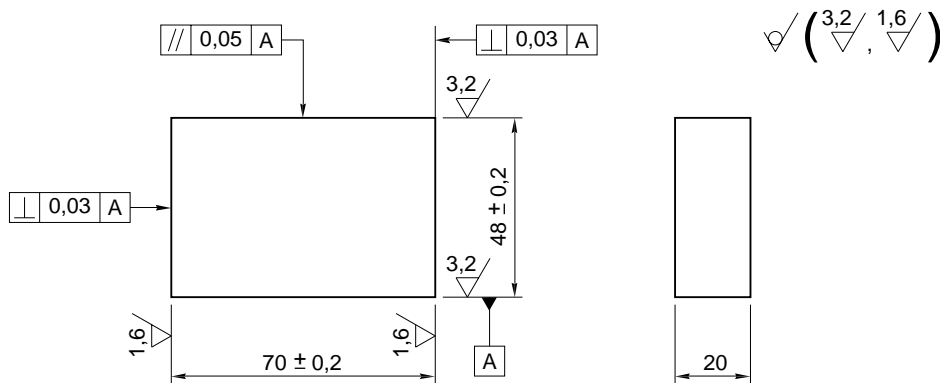
- a willekeurige bewerking, $R_a \leq 6,3 \mu\text{m}$
- b materiaal verwijderende bewerking, $R_a \leq 6,3 \mu\text{m}$
- c geen materiaal verwijderen, $R_a \leq 6,3 \mu\text{m}$

3 Welke R_a -waarde geldt voor de onderstaande delen van figuur 7.10?

	geen	$\nabla^{6,3/}$	$\nabla^{3,2/}$	$\nabla^{1,6/}$
- cilinder $\varnothing 26$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- boring $\varnothing 16$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- eindvlakken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- schroefdraadflanken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- gatbodem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

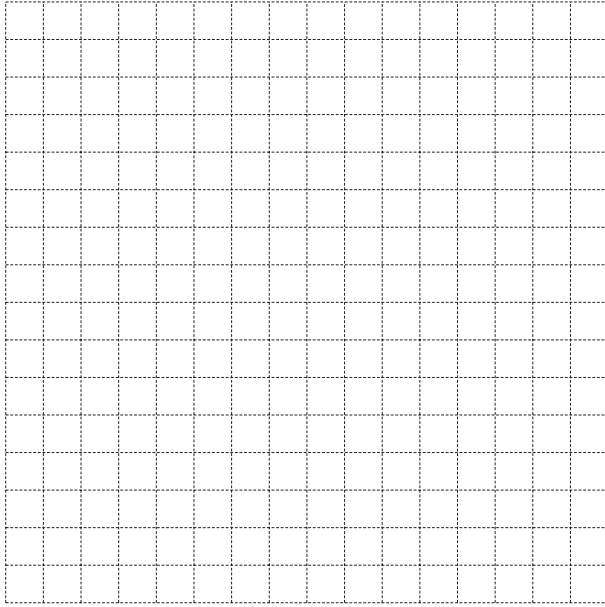
De vragen 25 t/m 27 gaan over metingen aan het blokje van figuur 7.11.

Je hebt de bijlage over vorm- en plaatstoleranties nodig die achter in dit hoofdstuk staat.

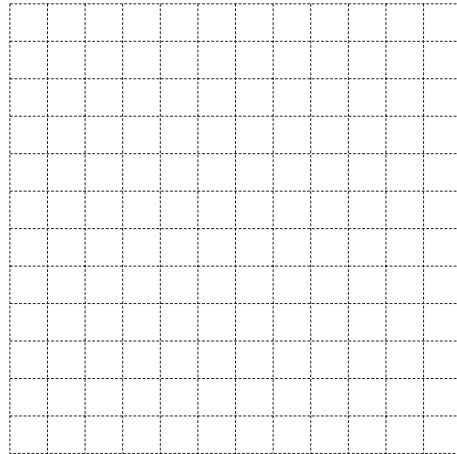
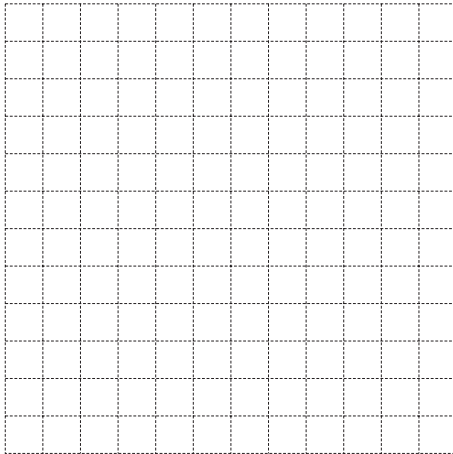


Figuur 7.11 (schaal 1 : 2)

25 Welke meetmethode gebruik je om $\parallel 0,05 A$ te controleren? Noem de meetbenodigdheden en maak een principeschets van je meetopstelling.

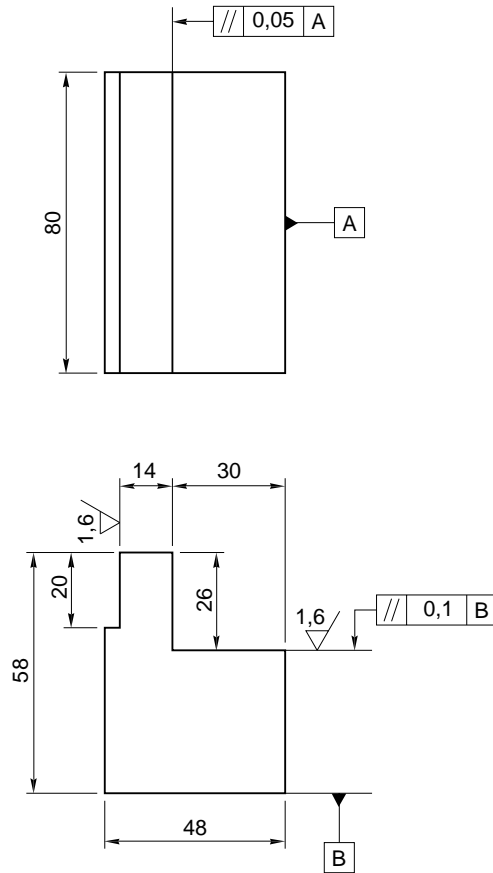


- 26 Welke meetmethode gebruik je om $\pm 0,03$ A te controleren?
Noem de meetbenodigdheden en maak een principeschets van je meetopstelling.

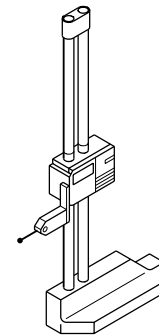


- 27 Welk meetinstrument kies je om de maten $70 \pm 0,2$ en $48 \pm 0,2$ te meten?

De vragen 28 t/m 30 gaan over het werkstuk van figuur 7.12.



Figuur 7.12 (schaal 1 : 2)



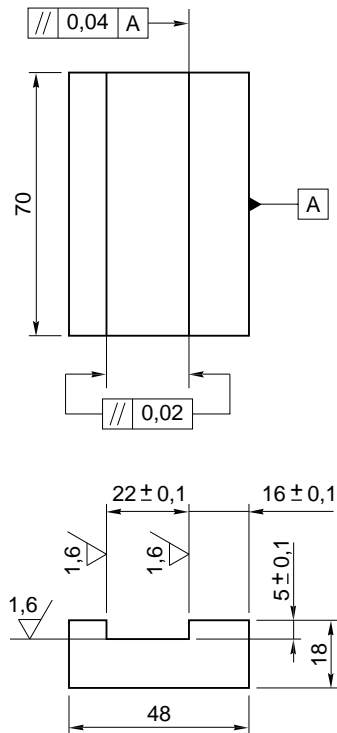
Figuur 7.13

- 28 Welke meetmogelijkheden heb je voor dit werkstuk met de digitale hoogtemeter van figuur 7.13?
- a dieptematen
 - b vormafwijkingen
 - c alle maten
 - d oppervlakteruwheid

- 29 Welke meetmethode gebruik je om // 0,1 B te controleren?

- 30 Welke meetmethode gebruik je om // 0,05 A te controleren?

De vragen 31 t/m 33 gaan over het werkstuk van figuur 7.14.



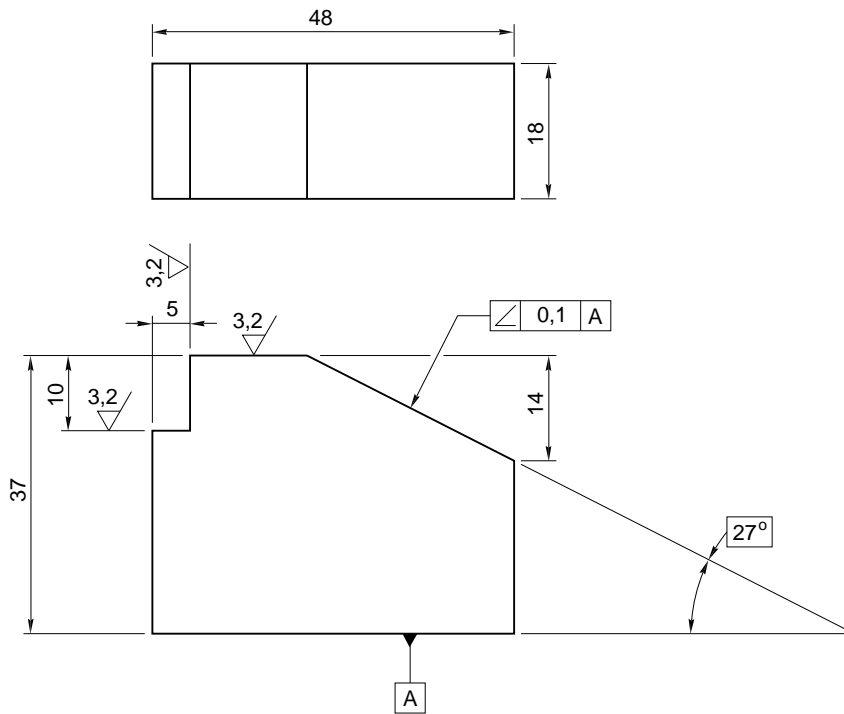
Figuur 7.14

31 Welke maat kun je meten met een diepteschroefmaat?

32 Welke controlemeting doe je met een tweepunts binnenschroefmaat of met eindmaten?

33 Welke maten kun je meten met een digitale hoogtemeter?

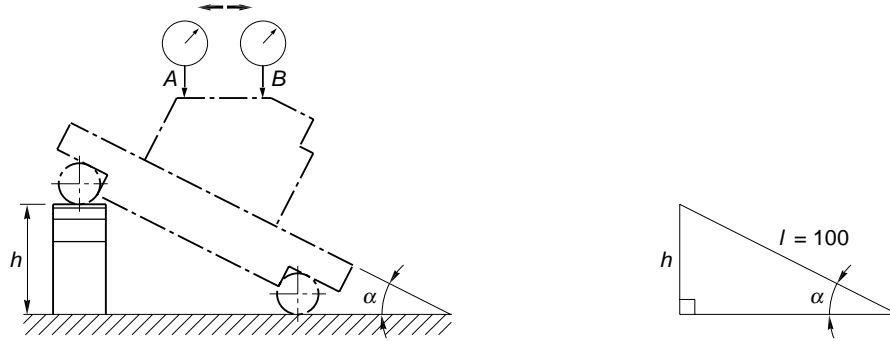
De vragen 34 t/m 36 gaan over het werkstuk van figuur 7.15.



Figuur 7.15

34 Ga nog eens na wat de betekenis is van $\angle 0,1 A$.

35 Voor het controleren van $\angle 0,1 A$ gebruik je een sinusliniaal die een lengte heeft van $l = 100 \text{ mm}$; zie verder figuur 7.16. Bereken de hoogte h van de eindmatencombinatie op drie decimalen nauwkeurig.



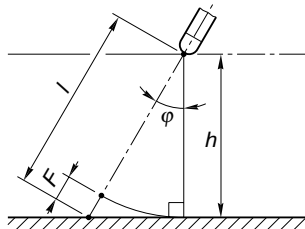
Figuur 7.16

- 36 Uit welke eindmaten stel je de combinatie samen?
De informatie hiervoor kun je vinden in paragraaf ##.4.6 van je kernboek.
-

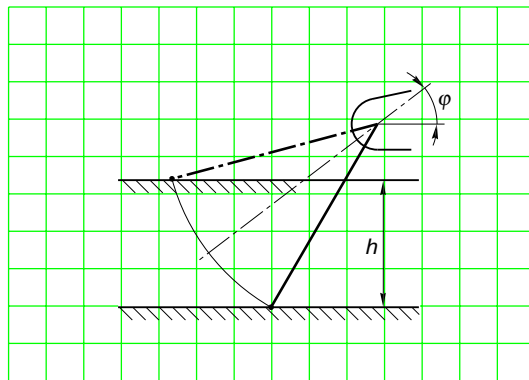
Verdiepende opdrachten

Vraag eerst aan je docent welke opdrachten op het programma staan.

- Stel dat een meetklok 15° scheef staat.
Bereken voor deze situatie met behulp van figuur 7.17 de afwijking F over een slaglengte $l = 10$ mm.

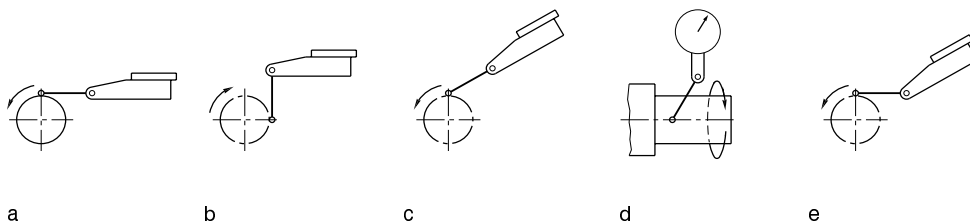


Figuur 7.17



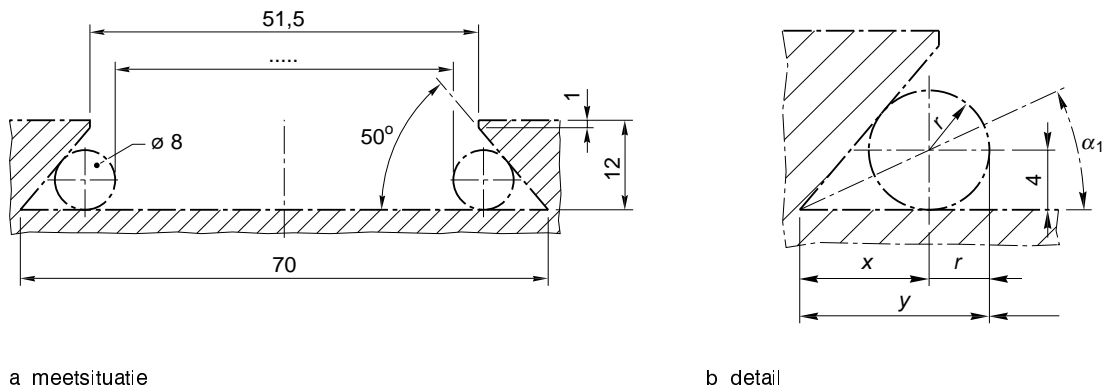
Figuur 7.18

- In de principefiguur 7.18 is de foutieve tasterstand van een meethorloge vergroot getekend. Je kunt in deze figuur door tekenen duidelijk maken welke fout er hierdoor ontstaat.
Aan jou de vraag om in figuur 7.18 de fout F te construeren (dus niet berekenen).
- In figuur 7.19 zie je juiste en onjuiste tasterstanden voor slagmetingen met een meethorloge.
In welke figuuronderdelen zijn de tasterstanden juist?



Figuur 7.19

- 4 Voor de breedtemaat van een zwaluwstaartgleuf worden meetrollen gebruikt. De middellijn van de meetrollen is 8 mm. De basismaten van de zwaluwstaartgleuf staan in figuur 7.20.



Figuur 7.20

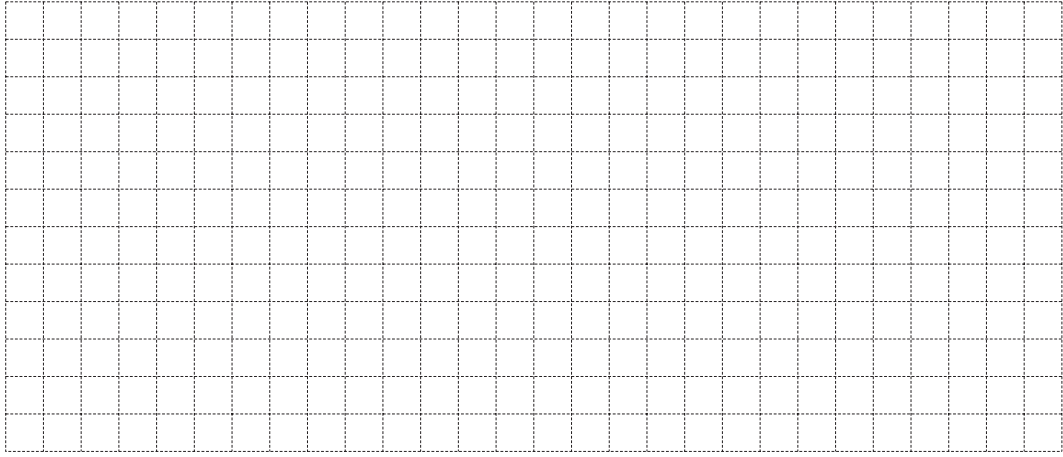
Gevraagd:

- a Bereken de maat $A \begin{matrix} +0,02 \\ 0 \end{matrix}$ tussen de meetrollen, waarmee je de breedte kunt controleren.

- b Het andere onderdeel, de zwaluwstaart, moet in de zwaluwstaartgleuf passen.

Bereken nu voor de zwaluwstaart de maat $B \begin{matrix} 0 \\ -0,02 \end{matrix}$, dat is de maat om de meetrollen.

Aanwijzing: Maak eerst een tekening van de twee in elkaar passende delen.



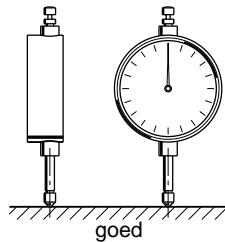
Samenvatting

Schroefmaten

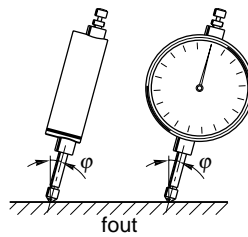
- Soorten: veel toepassingsgerichte soorten, zie opdracht 1; voor gaten twee- en driepuntsmeting, zie opdracht 10.
- Schaalwaarde: bij de analoge 0,01 of soms 0,005 mm; bij de digitale op 0,001 mm in cijfers.
- Nulstand: voor gebruik de nulstand controleren, opdracht 9.
- Wenk: Als je bij het meten met analoge schroefmaten twijfelt over de aanwezigheid van de 0,5 mm, kan voormeten met een schuifmaat je onzekerheid wegnemen!

Meetklokken

- Principe: instelbaar en indirect meten, zie de opdrachten 13 en 14. meethorloge gebruiken als er voor de meetklok geen plaats is.
- Gebruiksregels:

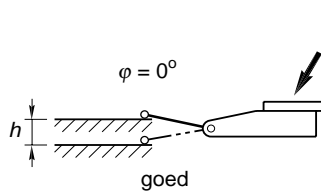


a

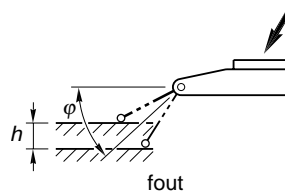


b

Meetklok



a



b

Meethorloge

Oppervlakteruwheid

- Oorzaak: sporen of afdrucken van vormgevend gereedschap.
- Parameter R_a : is een getal (in μm) voor de gemiddelde afwijking van het oppervlakteproufien ten opzichte van een referentielijn (middenlijn). R_a voldoet voor algemeen gebruik maar niet voor specifieke doeleinden.

- **Beoordelen:** vergelijkmethode geeft geen getalswaarde; elektronische aftastmethode geeft de R_a -waarde als betrouwbaar getal; aftastlengte is afhankelijk van ruwheid.
Regel: $R_a \leq 3,2 \mu\text{m} \rightarrow$ basislengte is 0,8 mm.
 $R_a > 3,2 \mu\text{m} \rightarrow$ basislengte is 2,5 mm.

Meetonzekerheid Er is altijd onzekerheid over het meetresultaat door allerlei afwijkingen. Daardoor wordt de werkelijke maat nooit bekend. We moeten er wel voor oppassen dat foute producten worden goedgekeurd of omgekeerd. Je moet daarom het juiste meetinstrument gebruiken. Welk meetinstrument je kiest, hangt onder meer af van de maattolerantie.
Houd je aan bedrijfsvoorschriften als die er zijn.

Zelftoets

Onderwerpen:

- schroefmaten
- meetklokken
- oppervlakteruwheid
- keuze van meetinstrumenten
- meetonzekerheid en andere begrippen

1 Welke schroefmaten gebruik je om de onderstaande metingen nauwkeurig te kunnen doen?

- 1 de flankmiddellijn van een uitwendige schroefdraad
- 2 de afstand over enkele tanden van een tandwiel
- 3 de inwendige afstand tussen twee vlakken

	1	2	3
a	moerschroefmaat	speerschroefmaat	boutschroefmaat
b	boutschroefmaat	buitenschroefmaat	diepteschroefmaat
c	boutschroefmaat	tandwijdteschroefmaat	driepunts binnenschroefmaat
d	boutschroefmaat	tandwijdteschroefmaat	tweepunts binnenschroefmaat

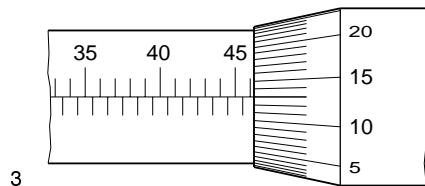
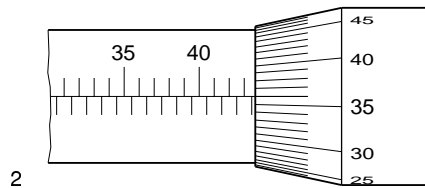
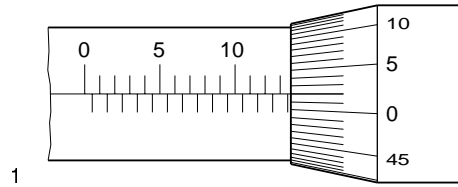
2 Hoe heet het kleinste afleesbare schaaldeel van een schroefmaat?

- a meetwaarde
- b schaalwaarde
- c aflezing
- d meetbereik

3 Welke schroefmaten moet je telkens als je ze een bepaalde tijd niet hebt gebruikt, weer nauwkeurig op nulpunt stellen?

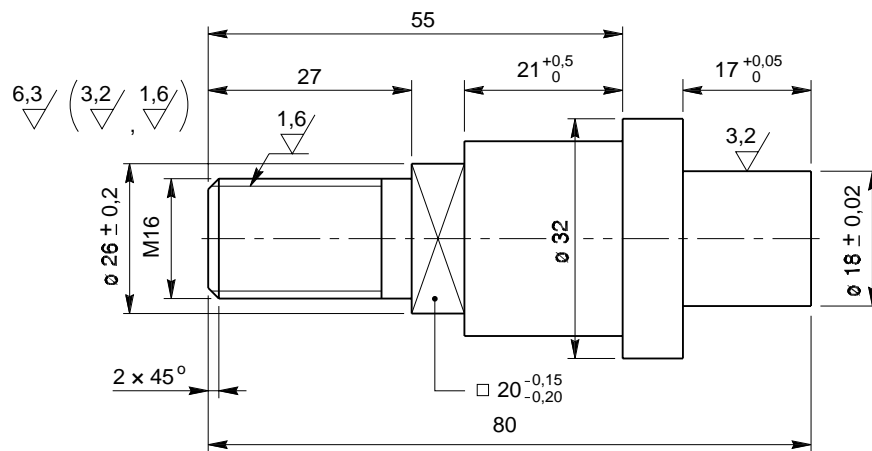
- a digitale schroefmaten
- b driepunts binnenschroefmaten
- c analoge schroefmaten
- d speerschroefmaten

- 4 Welke aanwijzingen hebben de drie hieronder getekende schroefmaten? (omcirkel onder de tekeningen de letter waar de goede antwoorden achter staan)



- | | 1 | 2 | 3 |
|---|-------|---------|---------|
| a | 13,48 | – 43,36 | – 46,13 |
| b | 13,52 | – 43,84 | – 46,17 |
| c | 13,52 | – 43,86 | – 46,13 |
| d | 13,48 | – 43,86 | – 46,17 |
- 5 Als er verschil is tussen *aanwijzing* en *aflezing*, wat voor fout is er dan gemaakt?
- nulpuntsfout
 - spoedfout
 - meetkrachtfout
 - afleesfout
- 6 Wat versta je onder de nauwkeurigheid van een schroefmaat?
- de maximale afwijking die een schroefmaat volgens vastgestelde normen mag hebben
 - het kleinste afleesbare schaaldeel
 - de nulpuntsafwijking
 - het verschil tussen de aflezing en de aanwijzing
- 7 Waarvoor gebruik je een instelring?
- controleren en instellen van een buitenschroefmaat
 - controleren en instellen van een driepunts binnenschroefmaat
 - controleren en instellen van een meethorloge
 - controleren en instellen van binnenschroefmaten

- 8 Gegeven is de tekening van een draai- en freesproduct, zie onderstaande figuur.



Beschikbaar zijn de volgende meetgereedschappen:

- 1 schuifmaat 0,05 nonius
- 2 schroefmaat 0-25
- 3 schroefmaat 25-50
- 4 diepteschuifmaat
- 5 diepteschroefmaat
- 6 boutbekkaliber M16
- 7 moerpenkaliber M16

Kies de juiste meetgereedschappen om de onderstaande maten A t/m E te meten/keuren. Geef aan het eind van deze opdracht als antwoord de nummers op door links de goede letter te omcirkelen.

- A $\varnothing 26 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ -0,2 \end{smallmatrix}$ D $\square 20 \begin{smallmatrix} -0,15 \\ -0,20 \end{smallmatrix}$
- B $\varnothing 18 \begin{smallmatrix} +0,02 \\ -0,02 \end{smallmatrix}$ E M16
- C $17 \begin{smallmatrix} +0,05 \\ 0 \end{smallmatrix}$

Antwoorden

	A	B	C	D	E				
a	1	–	1	–	5	–	2	–	7
b	2	–	2	–	4	–	1	–	6
c	1	–	2	–	4	–	2	–	7
d	1	–	2	–	5	–	2	–	6

9 Deze vragen gaan over de oppervlakteruwheid van het product uit de figuur bij vraag 8.

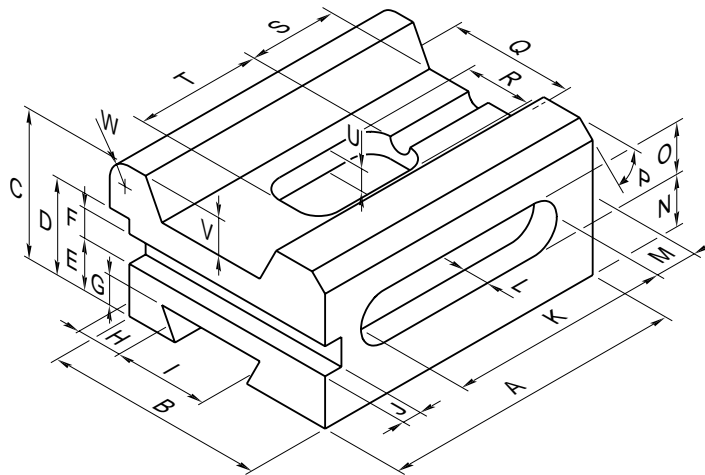
Welke R_a -waarde geldt voor:

- 1 het vierkante gedeelte $\square 20 \begin{smallmatrix} -0,15 \\ -0,20 \end{smallmatrix}$?
- 2 de cilinder $\varnothing 18 \begin{smallmatrix} +0,02 \\ -0,02 \end{smallmatrix}$?
- 3 de cilinder $\varnothing 26 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ -0,2 \end{smallmatrix}$?
- 4 de schroefdraadflanken van M16?
- 5 de kopvlakken?

Antwoorden

	1	2	3	4	5
a	geen	6,4	geen	1,6	geen
b	3,2	6,4	3,2	0,8	3,2
c	6,4	3,2	6,4	1,6	6,4
d	6,4	3,2	4,6	1,6	6,4

10 In onderstaande figuur zie je een freeswerkstuk. Aan jou de vraag om hiervoor de meetmethoden (handmeetinstrumenten) te bepalen. De tolerantie is voor elke maat in mm gegeven.



meetmethode

- A $\pm 0,5$ _____
- B $\pm 0,05$ _____
- C $\begin{smallmatrix} +0,5 \\ 0 \end{smallmatrix}$ _____
- D $\pm 0,25$ _____
- E $- 0,5$ _____

F $\pm 0,02$ _____

G $\pm 0,05$ _____

H $\pm 0,05$ _____

I $\begin{matrix} +0,03 \\ 0 \end{matrix}$ _____

J $\begin{matrix} +0,1 \\ 0 \end{matrix}$ _____

K $\pm 0,2$ _____

L $\begin{matrix} 0 \\ -0,3 \end{matrix}$ _____

M $\pm 0,3$ _____

N $\pm 0,05$ _____

O $\pm 0,02$ _____

P = $45^\circ \pm 1^\circ$ _____

Q $\pm 0,02$ _____

R $\begin{matrix} +0,05 \\ 0 \end{matrix}$ _____

S $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$ _____

T $\pm 0,05$ _____

U $\pm 0,05$ _____


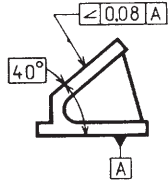
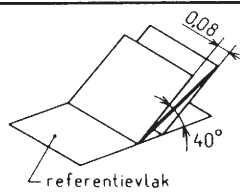

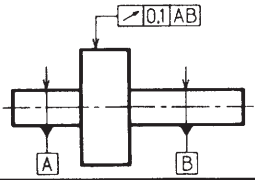
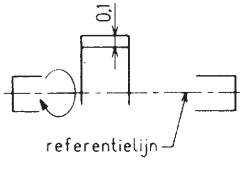
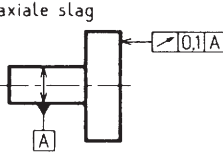
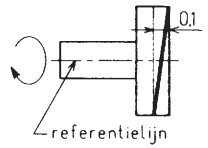

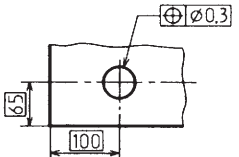
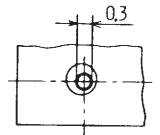

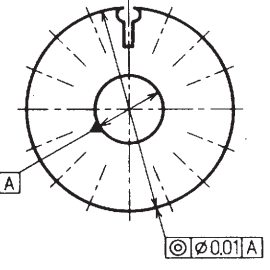
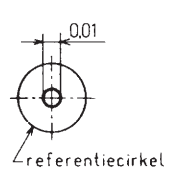

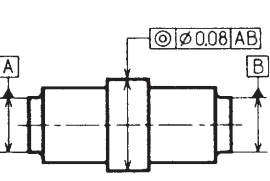
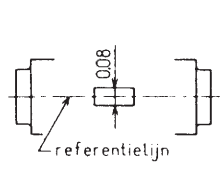

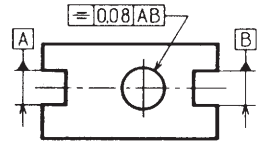
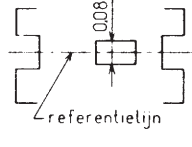
V $\pm 0,5$ _____

W = R8 $\pm 0,3$ _____

Meettechniek en kwaliteitseisen bijlage 1

Voorbeelden van aanduiding en betekenis van vorm- en plaatstoleranties

aard van de vorm- of plaats-tolerantie	voorbeeld van aanduiding	betekenis	omschrijving
— rechtheid			De hartlijn van de cilinder waarvoor de rechtheidstolerantie is aangegeven, moet liggen in een cilindrische zone met een middellijn van 0,08.
○ rondheid			De omtrek van de schijf moet liggen tussen twee concentrische cirkels, waarvan de stralen 0,03 verschillen.
∩ profielzuiverheid van een lijn			Het beschouwde profiel moet in iedere doorsnede, evenwijdig aan het vlak van tekening, liggen tussen twee omhullende lijnen van de cirkels met een middellijn van 0,04 en waarvan de middelpunten liggen op de geometrisch zuivere profiellijn.
▧ vlakheid			Het oppervlak waarvoor de vlakheidstolerantie is aangegeven, moet liggen tussen twee evenwijdige platte vlakken, waarvan de onderlinge afstand 0,05 bedraagt.
∅ cilindriciteit			Het beschouwde oppervlak moet liggen tussen twee coaxiale cilinders waarvan de stralen 0,1 verschillen.
∩ profielzuiverheid van een vlak			Het beschouwde vlak moet liggen tussen twee omhullende oppervlakken van de bollen met een middellijn van 0,02 en waarvan de middelpunten liggen op het geometrisch zuivere profielvlak.
// evenwijdigheid			De bovenste hartlijn moet liggen in een cilindrische zone die evenwijdig is met de onderste referentielijn „A” en een middellijn heeft van 0,03.
⊥ haaksheid			De hartlijn van de cilinder waarvoor de haaksheidstolerantie is aangegeven, moet liggen in een cilindrische zone die loodrecht op het referentievlak „A” staat en een middellijn heeft van 0,01.

aard van de vorm- of plaats-tolerantie	voorbeeld van aanduiding	betekenis	omschrijving
 hoekzuiverheid			Het beschouwde hellende oppervlak moet liggen tussen twee evenwijdige vlakken die onder een hoek van 40° met het referentievlak „A” staan en waarvan de loodrechte afstand 0,08 bedraagt.
 slag	radiale slag 		Bij een volledige omwenteling om de referentie-as A-B mag de radiale slag van het cilindervlak waarop deze is aangegeven niet meer bedragen dan 0,1.
	axiale slag 		Bij een volledige omwenteling om de referentie-as „A” mag de axiale slag van het vlak waarop deze is aangegeven, niet meer bedragen dan 0,1.
 plaatszuiverheid			Het middelpunt van het beschouwde gat moet liggen in een cirkel waarvan het middelpunt samenvalt met het snijpunt van de gegeven hartlijnen en waarvan de middellijn 0,3 bedraagt.
 concentriciteit			Het middelpunt van de cirkel waarop de concentriciteitstolerantie is aangegeven, moet liggen in een cirkel waarvan het middelpunt samenvalt met het middelpunt van de referentiecirkel „A” en waarvan de middellijn 0,01 bedraagt.
 coaxialiteit			De hartlijn van de cilinder waarop de coaxialiteitstolerantie is aangegeven, moet liggen in een cilindrische zone waarvan de hartlijn samenvalt met de referentie-as A-B en waarvan de middellijn 0,08 bedraagt.
 symmetrie			De werkelijke hartlijn van het gat moet liggen tussen twee ten opzichte van de referentielijn A-B equidistante lijnen waarvan de onderlinge afstand 0,08 bedraagt.