

BASISBEGRIIPPEN MEETTECHNIEK

Bulletin Nr. 2016



Een kennisbank over precisiemeetgereedschap en instrumenten van Mitutoyo.

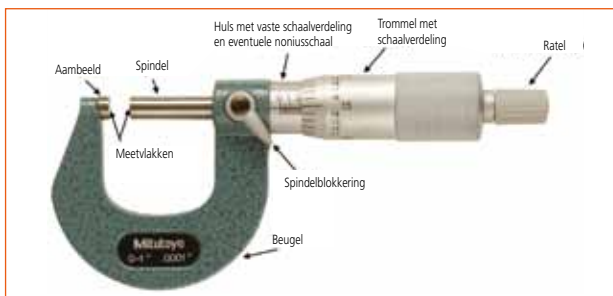
Mitutoyo

Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

De buitenschroefmaat wordt overal in de industrie gebruikt vanwege de hoge nauwkeurigheid/resolutie en het grote gebruiksgemak. De schaalverdeling van mechanische buitenschroefmaten is 0,01 mm en 0,001 mm. De resolutie van digitale buitenschroefmaten is meestal 0,001 mm. Buitenschroefmaten tot maximaal 1000 mm zijn standaard verkrijgbaar; grotere buitenschroefmaten kunnen eventueel speciaal besteld en vervaardigd worden.

De nauwkeurigheid van een schroefmaat is afhankelijk van verschillende factoren. De meest significante factoren zijn: 1) nauwkeurigheid van de schroefdraad, 2) vlakheid van de meetvlakken, 3) evenwijdigheid tussen de meetvlakken en 4) de stabiliteit van de beugel.



Buitenschroefmaten zijn beschikbaar met verschillende configuraties van spindel en aambeeld om metingen op slecht te bereiken plekken van een werkstuk mogelijk te maken. Het meetbereik van een buitenschroefmaat is meestal 25 mm. Er zijn ook schroefmaten voor speciale toepassingen met een kleiner of groter bereik dan 25 mm.

Buitenschroefmaten met groot bereik en met verwisselbaar aambeeld zijn kostenbesparend; de kosten van een buitenschroefmatenset zijn lager dan de kosten van afzonderlijke buitenschroefmaten voor hetzelfde bereik (Bv. een bereik van 0 - 150 mm).

Een instelmaat wordt gebruikt om de positie van de schaalverdeling op de trommel en de vaste schaalverdeling van een buitenschroefmaat te verifiëren (niet kalibreren) wanneer de spindel geen contact maakt met het aambeeld, zoals bij een buitenschroefmaat groter dan 25 mm en sommige speciale schroefmaten.

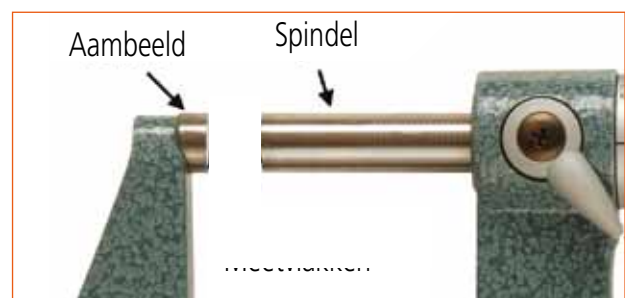
► Hoe werkt een schroefmaat?

De precisie schroefdraad van de spindel vormt de basis voor de hoge nauwkeurigheid en resolutie van een schroefmaat. De spindel van een schroefmaat heeft een spoed van 0.5mm per omwenteling. Eén omwenteling van de spindel laat het meetvlak 0.5mm opschuiven. De huls met vaste schaalverdeling kan daarnaast voorzien zijn van een noniusschaal waarmee de gebruiker waarden tot 0,001mm kan aflezen.



► De meetvlakken zijn ook belangrijk

De meetvlakken van een schroefmaat moeten zowel vlak als evenwijdig zijn om nauwkeurige metingen te kunnen verrichten. Meetvlakken van een schroefmaat (aambeeld en spindel) zijn veelal van hardmetaal om slijtage bij veelvuldig gebruik te verminderen. Soms wordt gehard staal gebruikt als meetvlak om de fabricagekosten omlaag te brengen.



Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

» Schroefmaat-trommels

Voor schroefmaten zijn verschillende soorten trommels beschikbaar. Schroefmaten zijn verkrijgbaar met een simpele trommel (geen constante meetkracht-inrichting) of met constante meetkracht-inrichting. Een constante meetkracht-inrichting zorgt ervoor dat de gebruiker bij elke meting dezelfde hoeveelheid kracht uitoefent op de trommel. Een constante meetkracht-inrichting minimaliseert ook afwijkingen in metingen die optreden tussen verschillende gebruikers. Verder is er een 'snelknop' beschikbaar voor schroefmaten met simpele trommel en voor schroefmaten met ratel en trommel met schaalverdeling. Een snelknop vermindert de tijd die nodig is om de spindel te openen of te sluiten.

» Simpele trommel



Een simpele trommel heeft als voordeel dat deze minder kost. Het nadeel is dat nauwkeurige metingen afhankelijk zijn van het 'gevoel' dat de gebruiker voor dit gereedschap heeft.

» Fricfietrommel



Het grootste voordeel van een frictietrommel is dat deze dichter bij de hand van de

gebruiker ligt, waardoor de gebruiker het gereedschap met één hand kan bedienen en toch de frictietrommel kan gebruiken. Fricfietrommels worden gewoonlijk niet gebruikt voor schroefmaten met een bereik groter dan 50 mm. Nadelen zijn dat het gereedschap niet erg goed aanvoelt en het gebrek aan hoorbare feedback.

» Ratel



Het voordeel van een ratel is de hoorbare en voelbare feedback. In de ratel is een snelknop opgenomen om de schroefmaat sneller te kunnen openen en te sluiten. Het nadeel is dat er meestal twee handen nodig zijn om een meting te kunnen uitvoeren. Bij grotere schroefmaten (groter dan 50 mm) valt dit nadeel weg.

» Rateltrommel



Een rateltrommel combineert het beste van een frictietrommel en een ratelstop. Net als een frictietrommel is de rateltrommel makkelijk te bereiken terwijl het ook de hoorbare en voelbare feedback van een ratelstop biedt. In de rateltrommel kan ook een snelknop opgenomen zijn.



Overzicht van speciale schroefmaten

Er is een groot aantal verschillende soorten speciale schroefmaten verkrijgbaar voor het uitvoeren van metingen op moeilijk bereikbare plaatsen. Hoewel er vele soorten losse aambeeladapters verkrijgbaar zijn, blijft een speciaal daarvoor ontworpen schroefmaat toch het beste gereedschap voor een bepaalde klus.

» Schroefmaat met scherpe meetpunten



Spindel en aabeeld zijn puntvormig uitgevoerd voor het meten van de lijfdikte van boren, smalle groeven en andere moeilijk bereikbare dimensies. Verkrijgbaar in staal of hardmetaal met punten van 15° of 30°.

» Schroefmaat met meskantmeetvlakken



Een schroefmaat met meskantmeetvlakken is vooral bedoeld voor het meten van groefdiameters op assen of in andere nauwe holtes. Verkrijgbaar

met stalen of hardmetalen messtift in verschillende diktes.

» Schroefmaat met verjongde meetvlakken



Van deze schroefmaat hebben spindel en aabeeld een kleinere diameter voor metingen in gleuven, spiebanen en holtes met kleine diameter.

» Schroefmaat voor het meten van wanddikte



Bolvormig aabeeld



Cilindrisch aabeeld

Wordt gebruikt voor het meten van de wanddikte van buizen, leidingen en andere moeilijk bereikbare plaatsen. Er zijn bolvormige en cilindrische aabeelden verkrijgbaar.

Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

» Schroefmaat met klok



Deze schroefmaat wordt gebruikt om GO/NoGo beoordelingen uit te voeren. Na instelling wordt de spindel vergrendeld en met een knop wordt het aambeeld ingetrokken om het gereedschap makkelijk te kunnen plaatsen. Aanwijzers op de schaal maken het voor de gebruiker gemakkelijk om snelle, efficiënte GO/NoGo metingen te doen.

» Snel verplaatsbare schroefmaat



Van een snel verplaatsbare schroefmaat kan de spindel 10 keer sneller verplaatst worden dan bij een standaard schroefmaat. Daardoor kan de schroefmaat gebruikt worden voor toepassingen waarbij de spindel teruggetrokken moet worden om ergens voorbij te komen, voordat deze weer vooruitgestoken wordt om de meting uit te voeren.

» Schotelschroefmaat



Een schotelschroefmaat wordt gebruikt om metingen uit te voeren waarbij enige afstand van beugel en trommel van belang is, bijvoorbeeld over de lengte van een as of bij vertandingen. Verkrijgbaar met roterende en niet-roterende schotels.

» Schroefmaat met bolvormig meetvlak



Schroefmaten met bolvormig aambeeld of bolvormig aambeeld/spindel worden gebruikt om de dikte van gebogen delen te meten, zoals krukpenen en de dikte van buiswanden.

» Schroefdraadschroefmaat



Een schroefdraadschroefmaat heeft een verwisselbaar aambeeld voor het meten van de flankendiameter van een draad met behulp van kimmten en kegels.

» Schroefmaat voor het meten van krimphoogten



Een krimphoogteschroefmaat is ontworpen om de krimphoogte van elektrische contacten te meten nadat ze op een draad zijn aangebracht.

» Universele schroefmaat



Meet buisdikte, afstand van gleuf tot rand, nagelkophoogte, e.d. met verwisselbare aambeelden (vlak aambeeld, staafaambeeld, V-aambeeld). Wordt geleverd met vlak aambeeld en staafaambeeld.

» Schroefmaat met analoge teller



Deze schroefmaat heeft zowel een teller in de stijl van een "odometer" als standaard schaalverdeling op de trommel.

» Schroefmaat met groot bereik



Een schroefmaat met groot bereik heeft een extra grote beugel en meerdere aambeelden, zodat één schroefmaat gebruikt kan worden voor een bereik van meer dan 150 mm. Voor niet vaak gemeten bereiken vormt dit gereedschap een voordelige oplossing.

Overzicht van kleine schuifmaten

Een schuifmaat is een uiterst veelzijdig meetgereedschap. De meeste schuifmaten voor 300 mm en minder kunnen metingen uitvoeren van in- en uitwendige maten, getrapte metingen, en hebben meestal ook een voorziening voor dieptemetingen. Schuifmaten zijn verkrijgbaar

met een bek van plastic, roestvrij staal en hardmetaal; een passende oplossing voor al uw meetwensen. Schuifmaten zijn verkrijgbaar met noniusaflezing, klok of digitaal display. Schuifmaten met metrische schaalverdeling zijn meestal onderverdeeld in 0,01 mm of 0,02 mm.

Mitutoyo

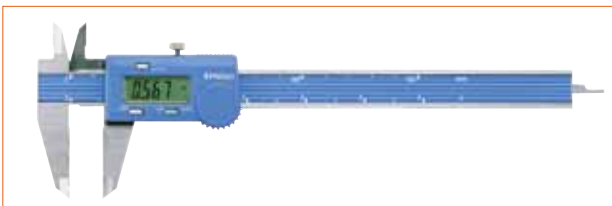
Basisbegrippen meettechniek

» Schuifmaat met noniusaflezing



Schuifmaten met noniusaflezing zijn verkrijgbaar met verschillende schaalverdelingen: inch, metrisch en inch/metrisch. Kleinere schuifmaten met noniusaflezing zijn grotendeels vervangen door digitale of klokschuifmaten.

» Laageprijsde digitale schuifmaat



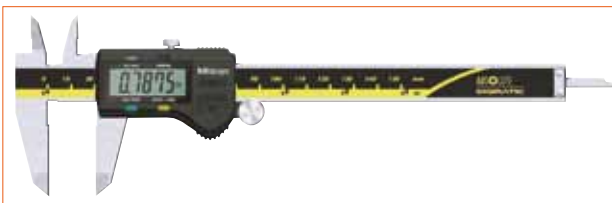
Laageprijsde digitale schuifmaten zijn een gemakkelijk af te lezen gereedschap wanneer geen hoge nauwkeurigheid of een digitale data-uitgang vereist is.

» Waterdichte digitale schuifmaat



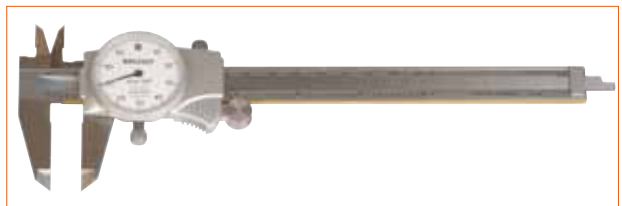
Waterdichte digitale schuifmaten zijn ontworpen voor gebruik in een vochtige omgeving of een omgeving met veel stof. Ze zijn verkrijgbaar met of zonder data-uitgang. Ze zijn momenteel verkrijgbaar met beschermingsgraad IP65 t/m IP67. IP67 is de hoogste graad van waterdichtheid en is bestand tegen een spray van koelmiddel.

» Standaard digitale schuifmaat



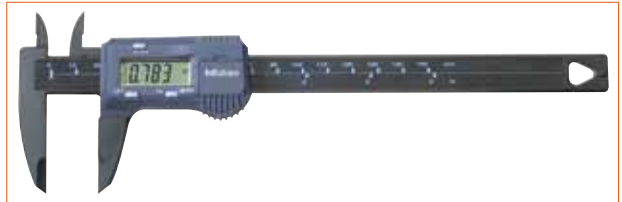
Standaard digitale schuifmaten zijn verkrijgbaar met of zonder data-uitgang. Ze worden overal in de industrie gebruikt vanwege hun robuuste uitvoering en gemakkelijk af te lezen display.

» Klokschuifmaat



De Klokschuifmaat een uiterst veelzijdig meetgereedschap. Ze kunnen metingen uitvoeren van in- en uitwendige maten, getrapte metingen en hebben meestal ook een voorziening voor dieptemetingen. Ze zijn makkelijker af te lezen dan een noniusschaal en zijn verkrijgbaar met inch- of metrische schaal.

» Plastic schuifmaat



Plastic schuifmaten zijn verkrijgbaar in digitale configuraties, met klok of met noniusaflezing. Ze zijn bestemd voor gebruik waarbij geen beschadigingen gewenst zijn of geleidende materialen, zoals bij het meten van röntgenstraling, planten, dieren en andere fragiele voorwerpen waarbij geen hoge nauwkeurigheid nodig is.

» Digitale solar schuifmaat



Met een digitale solar schuifmaat hoeven geen batterijen meer vervangen te worden en bespaart u de bijbehorende kosten. Ze zijn verkrijgbaar met of zonder digitale uitlezing. Er zijn ook waterbestendige uitvoeringen met beschermingsgraad IP67 verkrijgbaar.

Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

Overzicht van speciale schuifmaten

» Schuifmaat van koolstofvezel



Uit koolstofvezel gemaakte schuifmaten zijn ontworpen om het gewicht te verminderen, waardoor ze gemakkelijker hanteerbaar zijn.



Schuifmaten van koolstofvezel zijn verkrijgbaar met extra lange bekken en opzetstukken.

» Schuifmaat met constante lage meetkracht



De schuifmaat met constante lage meetkracht is ontworpen voor het meten van zachte of buigzame werkstukken. De meetkracht bedraagt 50 tot 100 gram kracht.

» Schuifmaat met verstelbare meetbek



Deze schuifmaat is ontworpen met verstelbare meetbekken voor het meten van getrapte delen.

» Schuifmaat voor hartafstandmetingen (verstelbaar)



Deze schuifmaat is ontworpen voor het meten van hartafstanden van gat naar gat of van rand naar middelpunt. De metingen kunnen worden uitgevoerd in hetzelfde vlak of in versprongen vlak.

» Schuifmaat met verjongde meetbek



niet past.

De schuifmaat met verjongde meetbek is voorzien van een terug geslepen hardmetalen buitenmeetbek. Ze zijn ontworpen voor gebruik op plaatsen waar een standaardbek

» Schuifmaat voor seriemetingen



Deze schuifmaat is voorzien van een verstelbaar veermechanisme voor snelle efficiënte GO/NoGo beoordelingen bij serieproductie.

» Schuifmaat met hardmetalen meetbek



Deze schuifmaten zijn verkrijgbaar met hardmetalen binnen- en buitenmeetbek. Ze zijn bedoeld voor gebruik in situaties waar normale bekken te snel slijten.

» Extra lange schuifmaat



Extra lange schuifmaten zijn verkrijgbaar met standaard binnenmeetbek en met puntvormige binnenmeetbek in lengtes tot maximaal 2000 mm (nonius).



» Schuifmaat voor buisdikte



Schuifmaten voor buisdikte worden gebruikt voor het meten van de wanddikte van buizen of leidingen met een binnendiameter van niet meer dan 3,175 mm.

» Schuifmaat met puntbekken



De smal toelopende meetbekken van deze schuifmaat kan metingen verrichten waar een standaard schuifmaat niet bij komt.



» Schuifmaat met naar binnengerichte meetbekken



De speciale schuifmaat met naar binnengerichte meetbekken is ontworpen voor moeilijk bereikbare plaatsen, zoals groeven en holtes.



Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

» Schuifmaat met naar buitengerichte meetbekken



De speciale schuifmaat met naar buitengerichte meetbekken is ontworpen voor moeilijk bereikbare plaatsen, zoals groeven en holtes.



Overzicht van meetklokken

Meetklokken, met wijzerplaat of digitale uitvoering, worden overal in de industrie gebruikt op meetinstrumenten, meetklokstandaarden en magnetische statieven voor het verrichten van zowel statische als dynamische metingen. Meetklokken zijn verkrijgbaar in verschillende uitvoeringen, met wijzerplaten in diverse afmetingen en een verscheidenheid aan schaalverdelingen en spindelverplaatsingen. Digitale meetklokken bieden een verscheidenheid aan functies, bijvoorbeeld datauitvoer, maximum-, minimum- en verschilmeting (TIR) en ook kunnen sommige op afstand bediend worden.

Meetklokken met wijzerplaat



» Soorten wijzerplaat

Meetklokken zijn verkrijgbaar met vier algemene soorten wijzerplaten met schaalverdelingen in: tweerichtingen, doorlopend, omgekeerd (doorlopend) en 1-omwenteling. De wijzerplaat kan ook voorzien zijn van een omwentelingenteller. De meetklok met schaalverdeling in tweerichtingen en de meetklok met 1-omwenteling worden meestal gebruikt op meetinstrumenten voor seriemetingen van onderdelen of voor het controleren van verschilmeting (TIR). De meetklok met doorlopende schaalverdeling wordt gewoonlijk gebruikt voor het meten van afmetingen.

» Schaalverdeling en bereik

De schaalverdelingen van meetklokken lopen van 0,0005 mm tot 0,02 mm en de spindelverplaatsing van 0,02 mm tot 300 mm). Bij meetklokken met groot bereik (meer dan 25 mm) treden nauwkeurigheidfouten op vanwege de cosinusfout (een bevestigingsprobleem) en fouten in het

verdeelmechanisme (over de grote afstand).

» Lagers en edelsteenlagers

Meetklokken maken gebruik van een eenvoudig lager, naafbus of edelsteenlager. Edelsteenlagers worden aanbevolen voor meetklokken die veel gebruikt worden en voor meetklokken met een schaalverdeling in 0,002 mm.

» Afmeting wijzerplaat

Wijzerplaten zijn verkrijgbaar in een groot aantal afmetingen, van serie 0 tot serie 4, waarvan serie 2 wijzerplaat met een diameter 57 mm de meest gebruikte is.

» Bevestiging



Er is een verscheidenheid aan formaten, functies en resoluties verkrijgbaar.

Meetklokken kunnen bevestigd worden door te klemmen op de schacht van de spindel of door gebruik te maken van een speciale bevestiging (opspanoor) aan de achterzijde. De opname schacht is \varnothing 8mm voor volledig metrische meetklokken.

Ook is een hybride metrische meetklok met 9,52 mm steel verkrijgbaar die past op Amerikaanse meetinstrumenten. Bevestigingen aan de achterzijde van de meetklok zijn verkrijgbaar in een groot aantal verschillende configuraties, waarvan een opspanoor de meest gangbare is.

» Nauwkeurigheid van meetklokken met wijzerplaat

Normeringen vereisen dat een meetklok nauwkeurig is tot binnen \pm één graad in de eerste 2-1/3 omwentelingen van de wijzerplaat.

Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

» Meetkloktaster

De standaarddraad bij metrische meetklokken is M2,5 x 0,45. Tasterpunten zijn gewoonlijk uitwisselbaar tussen de verschillende merken meetklokken.

Digitale meetklokken

» Een digitale meetklok kiezen

Digitale meetklokken zijn verkrijgbaar in een groot aantal verschillende formaten, resoluties, spindelverplaatsingen en functies. Sommige digitale meetklokken kunnen op afstand bediend worden via een afstandsbediening of interface met kabel. Wanneer u een digitale meetklok kiest, dient u eerst te bepalen wat uw vereisten zijn. Begin met de resolutie en slag. Wilt u een meetklok met één of meerdere resoluties? Welke functies hebt u nodig, bijvoorbeeld maximum-, minimum- en verschilmeting (TIR), Preset, Go/NoGo, analoge/digitale display, voeding via batterij of wisselstroom? Is er datauitvoer nodig of moet de meetklok een proces besturen via een PLC? Moet de meetklok interne berekeningen uitvoeren of moet de meetklok de

klok op een binnenmeter vervangen?

» Formaat

Als bij het kiezen van een digitale meetklok het formaat of de aanwezigheid van een display op afstand de belangrijkste overwegingen zijn, kunt u ervan uitgaan dat de meeste digitale meetklokken met data-uitgang aangesloten kunnen worden op een display op afstand. Aparte meetinstrumenten type 'LVDT' of met klein profiel zijn verkrijgbaar met display op afstand. Aan de bovenzijde af te lezen digitale meetklokken (zoals een meetklok met haakse spindel) zijn een andere optie wanneer de ruimte beperkt is.

Voorzichtigheid is geboden bij het gebruik van digitale meetklokken. Een omgeving met hoge statische elektriciteit kan instabiele waarden geven. Indien een digitale meetklok gebruikt dient te worden in een omgeving met hoge statische elektriciteit, wordt aangeraden de steel en taster van de meetklok te isoleren en het meetinstrument te aarden.

Overzicht van zwenktasters



Horizontaal



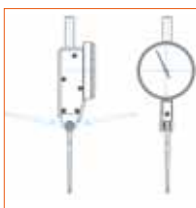
Onder een hoek



Verticaal



Slankmodel taster



Lange taster



Roteerbare taster

in een freesmachine voor het uitlijnen of centreren van werkstukken. Zwenktaster zijn ook verkrijgbaar in een uitvoering waarmee een gebruiker in uithollingen kan komen, bijvoorbeeld het slankemodel of lange taster. De zwenktaster met roteerbare tasterpunt beweegt zich op twee vlakken en maakt het de gebruiker mogelijk het contactpunt 360° te draaien.

Gebruik: zwenktasters worden gebruikt om metingen over te dragen naar een hoogteschroefmaat, om te controleren op vlakheid of TIR, als ellips passer voor gaten in machinegereedschap, om een werkstuk in een draaibank centreren en om kleine stappen te meten.

Wijzerplaat

» Verkrijgbaar als

Inch
Metrisch
Combinatie inch/metrisch



» Beschikbare resoluties

Inch 0,001", 0,0005", 0,0001", 0,00005"
Metrisch 0,01 mm, 0,002 mm, 0,001 mm

Zwenktasters zijn in verschillende uitvoeringen verkrijgbaar om de gebruiker in staat te stellen de wijzerplaat te zien bij metingen aan het werkstuk. De meest gebruikelijke zwenktaster is horizontaal. Deze wordt gewoonlijk bevestigd aan een hoogtemeter of transferstatief om metingen te verrichten aan een vlakplaat; ook wordt deze gebruikt

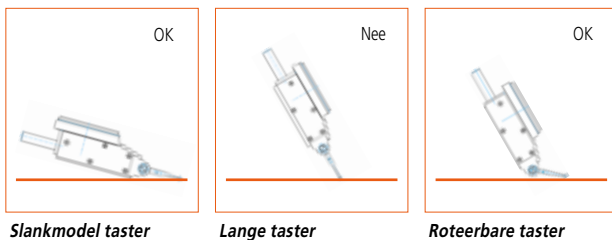
Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

De meeste zwenktasters hebben een schaalverdeling in twee richtingen, dat wil zeggen dat de 0 op de 12-uurspositie staat en de cijfers aan de rechterkant herhaald worden aan de linkerkant van de wijzerplaat. De meeste zwenktasters zijn uitgevoerd voor 1-omwenteling, maar de meetklokken met een langere verplaatsing hebben omwentelingtellers en de wijzer doet meer dan één omwenteling.

Hoek contactpunt

Zorg ervoor dat de hoek van het contactpunt met het werkstuk minder dan 15° is. Indien nodig kunt u het contactpunt draaien om de hoek te verminderen. Zwenktasters zijn verkrijgbaar met verschillende contactpunten.



» Diameter kogel

1 mm wordt gebruikt wanneer het te meten oppervlak erg klein is. 2 mm is een goede gemiddelde maat, geschikt voor de meeste toepassingen. 3 mm wordt gebruikt wanneer het oppervlak ruw is, om de aflezing te dempen.

» Lengte

Er zijn standaard en lange contactpunten verkrijgbaar. Gebruik lange contactpunten alleen wanneer dit voor de meting nodig is. Een lang contactpunt stoot gemakkelijk ergens tegenaan en kan de zwenktasters beschadigen. NB: Contactpunten van verschillende lengtes zijn niet onderling uitwisselbaar vanwege de cosinusfout.

» Materiaal van de kogel

Staal: algemene toepassing

Hardmetaal: is extra bestand tegen slijtage.

Robijn: is lichter in gewicht en beter bestand tegen slijtage.



» Bevestiging

Zwenktasters worden over het algemeen bevestigd door middel van een steel die met een zwaluwstaartverbinding op de zwenktaster wordt vastgemaakt of op een zwenkarm met zwaluwstaart die ook voorzien kan zijn van bevestigingspunten voor de steel. Er zijn vele verschillende bevestigingen beschikbaar zodat de zwenktaster op een groot aantal manieren gebruikt kan worden. Hoe de zwenktaster ook bevestigd is, de opstelling moet stabiel zijn om te verzekeren dat de metingen nauwkeurig en herhaalbaar zijn.

Overzicht van binnenmeters

Meetgereedschappen voor inwendige metingen zijn verkrijgbaar in verschillende configuraties: mechanisch, elektronisch en pneumatisch. Mechanisch en elektronisch meetgereedschap valt in twee groepen uiteen: tweepuntscontact of driepuntscontact. Mechanisch meetgereedschap kan daarnaast nog worden onderverdeeld in twee subcategorieën: met of zonder directe afleesschaal. Pneumatische metingen vallen in een aparte categorie en worden beschouwd als multipuntscontact.

Twee- of driepuntscontact meetgereedschap

Een van de eerste dingen die aan de orde komen bij het meten van een gatdiameter is de keuze tussen tweepunts- of driepuntscontactgereedschap. Er zijn duidelijke voordelen en nadelen aan beide meetmethoden. Tweepuntsgereedschap kan

vormen waarnemen, zoals ovaliteit, spits toelopend, tonvorm en niet evenwijdig uitlopend. Driepuntscontactgereedschap geeft een gemiddelde aan. Tweepuntsgereedschap is over het algemeen langzamer in gebruik dan driepuntsgereedschap, maar er is ook digitaal tweepuntsgereedschap met een MIN hold-functie waarmee de meettijd korter wordt. Sommige voordelen kunnen ook nadelig zijn, zoals ovaliteitscontrole bij tweepuntsgereedschap of de neiging naar het gemiddelde van driepuntsgereedschap, afhankelijk van de uiteindelijke toepassing van het gat.



Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

» Binnenmeters, overdrachtmethode

Binnenmeters zonder ingebouwde schaal zijn de laagst geprijsde meetinstrumenten. Van de gebruiker wordt wel de nodige expertise gevraagd en ze worden over het algemeen ook niet gebruikt wanneer een hoge mate van nauwkeurigheid nodig is. Nadat het gereedschap door het gat gehaald is om de minimumwaarde te vinden, is het nodig om de geconstateerde minimum waarde van het gereedschap op te meten met een ander meetgereedschap om de geconstateerde diameter, van het gat te bepalen.



» Binnenmeters met haaks geplaatste schaal

Met dit type gereedschap kan men dieper in een boorgat meten dan met een binnenmeter met geïntegreerde meetkop.

3-punts binnenmeters zijn verkrijgbaar met mechanische meetkoppen, digitale displays en met snelle handgreepbediening. Ze zijn gewoonlijk sneller in gebruik en vragen minder ervaring van de gebruiker dan 2-punts gereedschap.

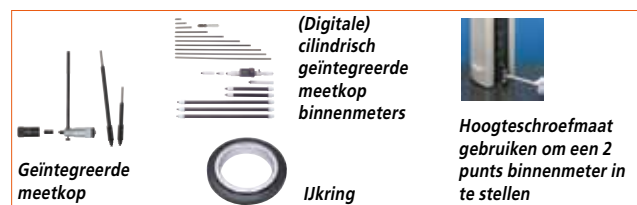


2-punts binnenmeters zijn verkrijgbaar met wijzerplaat of digitale display en kunnen zelfs gebruikt worden met uiterst nauwkeurige LVDT's en display op afstand.

» 2 punts binnenschroefmaat

Binnenmeters met geïntegreerde meetkop hebben het grootste bereik van handbediend meetgereedschap. Verlengingen worden aan de meetkoppen toegevoegd voor het meten van diameters tot 80" (2032 mm).

De 2 punts binnenschroefmaat wordt door het gat gehaald terwijl de meetkopspindel rondgedraaid wordt, om zo de minimale afmeting van het gat te vinden. De uiteindelijke meting wordt beïnvloed door het geduld van de gebruiker en hoe goed hij het gereedschap aanvoelt. De binnenmeting is een combinatie van de oorspronkelijke instelling van de binnenmeter (in een instelling) en \pm de meetkopwaarde.



» 2 punts binnenmeters kalibreren

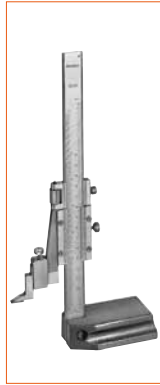
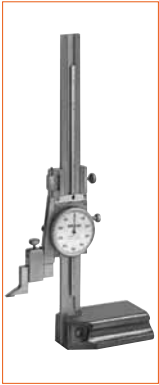
Voor de meeste 2 punts binnenmeters geldt dat ze naar een bepaalde afmeting gekalibreerd moeten zijn voordat ze voor metingen gebruikt kunnen worden. Een gemakkelijke en nauwkeurige manier om een 2 punts binnenmeter af te stellen, is met behulp van een ijkring. Ijkringen zijn standaard leverbaar tot maximaal 300 mm; grotere formaten dienen apart besteld te worden.

Gereedschap voor het instellen van binnenmeters of hulpstukken voor een hoogteschroefmaat of eindmaat kunnen ook gebruikt worden voor het kalibreren van 2 punts binnenmeters. Voor langere lengtemeters zoals 2 punts binnenmeters is het soms nodig om speciale voorzieningen te construeren voor het kalibreren van de binnenmeter.

Overzicht van hoogtemeters

Hoogtemeters worden meestal gebruikt op een granieten vlakplaat om karakteristieken van een gegeven vlak te meten en/of af te tekenen. Over het algemeen wordt gebruik gemaakt van een

afschrijfnaald, meetklok en schakelende taster of CMM-taster om het te meten voorwerp te lokaliseren. Hoogtemeters vormen een onmisbaar onderdeel om metingen uit te voeren in 1 vlak.



» Mechanische hoogtemeters

Mechanische hoogtemeters zijn al vele jaren in gebruik. Mechanische hoogtemeters zijn te onderscheiden in drie basistypes.

De hoogtemeter met klok is over het algemeen slechts verkrijgbaar in afmetingen kleiner dan 300 mm. Ze zijn makkelijker af te lezen dan een hoogtemeter met noniusaflezing en het kleine formaat maakt ze tot het ideale persoonlijke gereedschap omdat ze gemakkelijk in een gereedschapskist passen.

De hoogtemeter met noniusaflezing is verkrijgbaar in hoogtes van 150mm tot 1800mm; dat is ook het grote voordeel. De schaal kan voorzien zijn van één of twee (zowel inch als metrisch) schaalverdelingen.

Bij de hoogtemeter met digitale teller, heeft men minder tijd nodig bij het aftekenen. Niet alleen is de klok makkelijker te lezen dan een noniusschaal maar met de dubbele tellers is het mogelijk om één teller in te stellen op het absolute nulpunt (bv op vlakplaat) en de andere in te stellen op het incrementele nulpunt. (nulpunt in het product).



» Digitale hoogtemeters

Digitale hoogtemeters kunnen in drie verschillende groepen onderverdeeld worden.

De eerste groep komt wat nauwkeurigheid betreft overeen met mechanische hoogtemeters. Gangbare functies zijn omrekenen inch/metrisch, absolute nulwaarde en incrementele nulwaarde, en datauitvoer.

De tweede groep heeft dezelfde functies als de eerste groep maar de nauwkeurigheid is aanzienlijk groter; ook heeft deze groep vaak extra functies zoals tolerantie instellen (met rode/groene schermindicator), binnen-/buitenmetingen, max./min.-, en verschilmeting (TIR) en tastercompensatie.

De derde groep heeft meestal alle functies van de tweede groep maar een hogere nauwkeurigheid. De meeste hoogtemeters in deze klasse zijn voorzien van lagers, een gemotoriseerde schakelende taster, de mogelijkheid om deelprogramma's te genereren en op te slaan en een computerinterface. Ze kunnen een deeleigenschap ook in twee dimensies meten door het werkstuk te draaien. Gebruik deze hoogtemeters wanneer een hogere nauwkeurigheid vereist is of om het beroep op uw CMM te verminderen.

» Hoogtemeter: begrip van toleranties

De toleranties waar een hoogtemeter mee te maken krijgt, kunnen verwarrend werken vanwege de verschillende specificaties die gebruikt worden. Een hoogtemeter kan toleranties specificeren voor Nauwkeurigheid, Kwantificeringsfout, Herhaalbaarheid, Haaksheid en Rechtheid.

In deze context wordt nauwkeurigheid gedefinieerd (door kalibratie) als het vermogen van een hoogtemeter om een bekende afstand (zoals een eindmaat) te meten en op de hoogtemeter hetzelfde getal af te lezen als op de eindmaat. Een nauwkeurigheidsspecificatie zou 0.005mm of $\pm 0,005$ mm kunnen zijn. Dat betekent dat bij het meten van een eindmaat het getal op de hoogtemeter binnen 0.005mm van de werkelijke afmeting ligt. Voorbeeld: meten van een eindmaat van 25 mm: 24.995 mm-25.005 mm; meten van een eindmaat van 200mm: 199.995 mm-200.005 mm. De tolerantie is op elke plek op de hoogtemeter van toepassing, niet over de gehele lengte.

Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

Nauwkeurigheid kan ook gedefinieerd worden over een gegeven lengte.
Bijvoorbeeld :

$1,1\mu\text{m} + 0,6L/600$; daarbij is L in mm. Voor een 600mm-meting is dat $1,1\mu\text{m} + (0,6 \times (600/600)) = 1,1\mu\text{m} + (0,6 \times 1) = 1,7\mu\text{m}$ nauwkeurigheid over 600mm.

Overzicht van gereedschapmakersmicroscopen, meet- en stereomicroscopen

Gereedschapmakersmicroscopen en meetmicroscopen verschillen van standaardmicroscopen op één unieke manier: het vermogen metingen te verrichten via een beweegbare X-Y tafel. Deze microscopen zijn uitgerust met een beweegbare X-Y tafel waarop een werkstuk geplaatst kan worden dat dan onder het optische systeem gebracht kan worden. Een meetinrichting (schroefmaten of lengtemeetsysteem) meet de verplaatsing van de X-Y tafel wanneer de gebruiker het werkstuk onder een dradenkruis van het optische systeem verplaatst van de ene meting naar de andere.

De gereedschapmakersmicroscop heeft ook een ingebouwde gradenboog voor het meten van hoeken. De meetmicroscop is de grote broer van de gereedschapmakersmicroscop. Deze microscopen zijn meestal uitgerust met een grotere X-Y tafel en voorzieningen voor videosystemen.

» Verlichting



**Gereedschapmakers
microscop X-Y**
Verplaatsing: 100x50mm



Meetmicroscop
X-Y Verplaatsing:
400mm x 200mm"

Stereo- en gereedschapmakersmicroscopen zijn optische instrumenten. Verlichting is essentieel om de microscopen correct te laten functioneren. Er wordt gebruikgemaakt van contouren (achtergrondverlichting), oppervlakverlichting met ringlichten en vezeloptische belichting om een helder verlicht, schaduwvrij werkstuk te verkrijgen.

» Ingebouwde gradenboog

Met de gradenboog kan de gebruiker gemakkelijk hoekdimensies van een werkstuk meten.

» Dradenkruis

Een dradenkruis in het oculair wordt gebruikt bij het verrichten van metingen zoals radius, een korte afstand of draadvormen. Door middel van het standaard dradenkruis kan de gebruiker een te meten onderdeel uitlijnen en dan de X-Y tafel verplaatsen naar de volgende meetpunt voor het meten van een lineaire dimensie binnen het bereik van het X-Y tafel.

De **verplaatsing** van X-Y tafel kan gemeten worden met behulp van digitale schroefmaten of lengtemeetsystemen. Een lengtemeetsysteem met display op afstand dat door de gebruiker goed af te lezen is, is het gemakkelijkst in gebruik.



**Stereomicroscop met
zoomlens**



**Stereomicroscop met vaste
vergrotingsstappen**

Stereomicroscopen worden over het algemeen gebruikt voor het visueel inspecteren van kleine onderdelen en niet zozeer voor dimensie-inspectie. Wanneer dimensie-inspectie nodig is, kan een dradenkruis gebruikt worden. Naast vaste lenzen en zoomlenzen kunnen stereomicroscopen ook uitgerust worden met een camera of videosysteem.

» Videosystemen en camera's

Videosystemen verminderen vermoeidheid en maken het ook mogelijk dat het werkstuk in de microscoop door meerdere mensen tegelijk bekeken wordt. Camerasystemen zijn een goede manier om controle-informatie te bewaren.

» Vergroting

Stereomicroscopen kunnen gebruikt worden met vaste vergrotingslenzen, getrapte vergrotingslenzen of zoomlenzen. Vaste

Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

vergrotingslenzen moeten verwijderd en vervangen worden om de mate van vergroting te wijzigen. Getrapte vergrotingsmicroscopen kunnen de vergroting van de lens wijzigen zonder deze fysiek uit de microscoop te hoeven verwijderen (bijvoorbeeld een lensrevolver). Met een zoomlens kan de gebruiker binnen het vergrotingsbereik van de

lens de vergroting continu variëren. Het vergrotingsbereik ligt tussen 1X tot 120X, afhankelijk van de lenzen. De totale vergroting is het product van oculair x objectief. Bijvoorbeeld een oculair van 10X en een objectief van 4X levert een totale vergroting van 40X op.

Overzicht van hardheidstesters Rockwell, Rockwell Superficial en Micro Vickers

De hardheidstesters Rockwell en Rockwell Superficial zijn de meest gangbare hardheidstesters. Bij hardheidstesten met de Rockwell en de Rockwell Superficial wordt een conisch gevormd diamanten indringlichaam met een hoek van 120° en een radius van 0,2 mm of een indringlichaam met hardmetalen kogel met een diameter vanaf $1/6''$ in het te controleren product gedrukt. Eerst wordt een voorbelasting uitgeoefend, gevolgd door de hoofdbelasting, gedurende de voorgeschreven tijdsduur. De hardheidswaarde wordt bepaald door het verschil in indentatiediepte van het indringlichaam tussen de eerste en de tweede testbelasting.

De Rockwell hardheidstest maakt gebruik van een voorbelasting van 10 kgf en een hoofdbelasting van 60 kgf, 100 kgf en 150 kgf. De Rockwell Superficial hardheidstest gebruikt een voorbelasting van 3 kgf en een hoofdbelasting van 15 kgf, 30 kgf en 45 kgf. De 30 afleeschalen van Rockwell en Rockwell Superficial, verkregen met behulp van deze 6 hoofdbelastingen en 5 soorten indringlichaam, beslaan een grote verscheidenheid aan zowel hardheid als materiaaldikte. Enkele voorbeelden hiervan zijn de HRC-, HRBW- en HR15-schaal.

Een indringlichaam kan uit diamant zijn of een hardmetalen kogel, afhankelijk van de gebruikte Rockwell-schaal.

De belasting kan gewijzigd worden, afhankelijk van het type tester, door de gewichten op de tester fysiek te wijzigen of door het correcte gewicht voor de gebruikte schaal aan te geven.

De stationaire -Rockwell / Rockwell Superficial hardheidstesters (zie hiernaast) zijn in analoge en digitale versie verkrijgbaar. De digitale versie heeft meestal een data-uitgang voor archivering of SPC-gebruik. Units zijn verkrijgbaar in zowel handmatige als geautomatiseerde configuraties. Volledig geautomatiseerde testers voeren voorbelasting en hoofdbelasting uit, berekenen de hardheidswaarde en halen het indringlichaam weer uit het werkstuk.

In de Vickers hardheidstest wordt een diamanten piramidevormig indringlichaam met een hoek van 136° tussen tegenover elkaar liggende vlakken in het specimen gedrukt met een testbelasting F (kgf). De hardheidswaarde (HV) wordt verkregen door F te delen door het contactgebied A (mm²) tussen het indringlichaam en het specimen. Deze berekeningen worden meestal uitgevoerd door een ingebouwde calculator of u kunt gebruikmaken van een opzoektabel. Het enige wat de gebruiker hoeft te doen is de diagonale lengte van indentatie te meten wanneer het indringlichaam verwijderd is. De Vickers hardheidstest is een zeer veelzijdige hardheidstestmethode bij gebruik van meerdere belastingbereiken en verschillende omstandigheden.



Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

De Micro-Vickers hardheidstest, die meestal een belasting van 1 kgf (9.807N) of minder gebruikt, is uitermate geschikt voor dunne of kleine onderdelen of wanneer hardheid over een gradiënt op een specifieke locatie vereist is.

Vickers hardheidstest met een belasting van 1 kilogram of meer staat ook bekend als macro-Vickers of zware-last-Vickers. De testparameters zijn overeenkomstig de Vickerstest met lichtere belasting. Dit type test kan gebruikt worden om aan de vereisten van internationale

specificaties te voldoen of om Rockwelltests te vervangen.

Draagbare hardheidstesters volgens het terugstuiteprincipe zijn verkrijgbaar in analoge (pentype) en digitale modellen. De draagbare modellen kunnen gebruikt worden voor grote werkstukken (bijvoorbeeld de bedding van een draaibank). De draagbare modellen zijn weliswaar niet zo nauwkeurig als een stationaire-hardheidstester, maar worden gebruikt wanneer het onhandig of onmogelijk is een benchtopstester te gebruiken.

Overzicht van Laser Scan Micrometers

» Wat is een Laser Scan Micrometer

Een LSM is een contactloos meetstelsel. Het is ontworpen voor gebruik op de werkvloer als meetinstrument dat een onderdeel vormt van het proces.

Een LSM meet wanneer iets beweegt, zoals een draad, glazen buis of bewegende strook. Een ander gebied waar dit instrument goed bruikbaar is, betreft onderdelen met een spiegelende afwerking die niet aangeraakt mogen worden, bijvoorbeeld de drum van een kopieermachine.



LSM met afzonderlijke processor en display



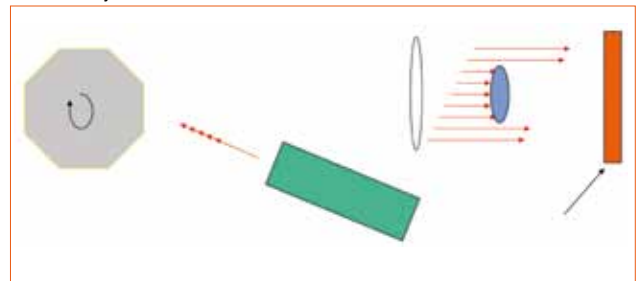
LSM met ingebouwde processor en display

Een LSM kan als zelfstandig gereedschap gebruikt worden of geïntegreerd worden in een complex meetstelsel. Een LSM kan ook gebruikt worden voor het bewaken/aansturen van een fabricageproces zoals bij het vervaardigen van draad. De LSM-processor/display vergroot de mogelijkheden van een LSM aanzienlijk. Er zijn ingebouwde functies waarmee de LSM metingen zoals TIR, rekenkundig gemiddelde/voortschrijdend gemiddelde kan verrichten, metingen van 3/5-snijdende tappen e.d., gecombineerd met eliminatie van abnormale data en statistische berekening.

Via I/O-databorden in de processor kan de LSM communiceren met de buitenwereld deze kan door de LSM extern bestuurd worden.

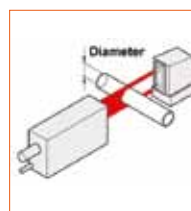
» Vergeet kwaliteitscontrole niet

De LSM wordt gebruikt bij kwaliteitscontrole omdat deze contactloos kan meten en ook vanwege de herhaalbaarheid / reproduceerbaarheid, het gebruiksgemak, de nauwkeurigheid en hoge resolutie. Denk bijvoorbeeld aan meet- en ijkpennen bij brandstofinjectie.

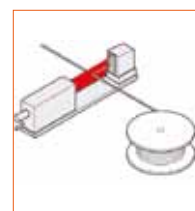


» Hoe werkt een Laser Scan Micrometer

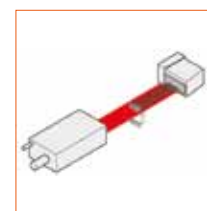
Een Laser Scan Micrometer (LSM) leidt een lineaire dimensie af van tijd. Afhankelijk van het soort meting dat nodig is, gebruikt de LSM de tijd gedurende welke het apparaat wel/geen licht ziet om een lineaire dimensie af te leiden. Wanneer sprake is van een ronde staaf wordt de LSM ingesteld om een dimensie af te leiden op basis van de tijd dat geen licht wordt waargenomen. Gaat het om de breedte van een gleuf, dan leidt de LSM de dimensie af van de tijd dat wel licht wordt waargenomen.



Diameter



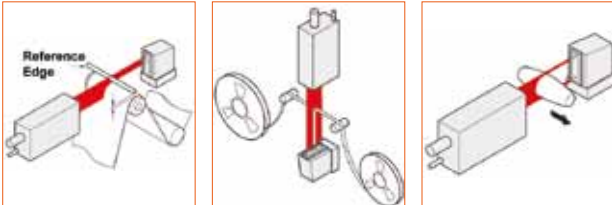
Glasvezel of draad



Steekafstand van IC chip

Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek



Dikte folievellen

Meting tapebreedte

Vormmetingen

» Waarom een LSM gebruiken

Door gebruik te maken van een scannende laserstraal met hoge snelheid kan de Laser Scan Micrometer nauwkeurige metingen verrichten aan werkstukken die moeilijk door conventionele

instrumenten te meten zijn, bijvoorbeeld breekbare of elastische onderdelen, hete delen en kwetsbare delen die gemakkelijk beschadigen of vervormen bij contactmetingen. Ook het meten van transparante delen is mogelijk.

» Producten waarbij de LSM gebruikt wordt

Draad	Brandstofstaven voor kerncentrales
Glazen staven	Drums van kopieermachines
Micro-as	Dikte folievellen
Printerrollen	Drum van gevoelig materiaal
Glasvezel	Vloeistofdynamische lageras
Snijgereedschap	

Overzicht van profielprojectoren

Profielprojectoren, ook wel optische comparators genoemd, zijn er in twee soorten met veel variaties per soort. De eerste groep, het horizontale model, is het meest wijd verbreid in de industrie.

De tweede groep is het verticale model. Elke groep heeft voordelen en nadelen. Profielprojectors zijn verkrijgbaar van kleine tafelm modellen tot supergrote kamervullende units.

» X – Y tafel

De X – Y tafel (die zich vertaalt naar meetafmeting) wordt gemeten door schroefmaten of een digitaal afleessysteem. Bij een digitaal afleessysteem kan de display een eenvoudige punt-naar-punt teller zijn of een microprocessor die in staat is geometrische berekeningen af te beelden, bijvoorbeeld hoeken, afmetingen van gaten of radius en afstanden van het te meten voorwerp.

» Projectorscherm

Projectorschermen zijn verkrijgbaar met of zonder schermgradenboog. Projectorschermen zijn voorzien van ofwel een mechanische gradenboog met noniusaflezing of een digitaal afleessysteem om haakse verplaatsing aan te geven. Op de schermen staat meestal een recht of verspringend dradenkruis om een onderdeel makkelijker te kunnen uitlijnen en meten.

» Lenzen

Profielprojectoren gebruiken lenssystemen die de afbeelding van 5X tot 100X vergroten.



» Overlaygrafieken scherm

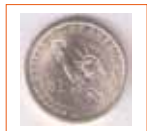
Overlaysjablonen zijn verkrijgbaar voor het vergelijken van kenmerken zoals draadvorm of radius. Het is ook mogelijk zelf een overlay te tekenen voor het vergelijken van complexe eigenschappen van onderdelen.

» Horizontale profielprojectors

Het grootste voordeel van een horizontale projector is dat daarmee grotere / zwaardere delen gemeten kunnen worden dan met een verticale projector.

Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek



Oppervlak weergave



Profiel weergave

» Wat 'ziet' de projector?

Profielprojectoren kunnen het profiel van een voorwerp weergeven of met behulp van een half reflecterende spiegel (intern of extern bevestigd aan de lens) het oppervlak van het werkstuk weergeven.

» Verticale profielprojectoren

De optiek in een verticale profielprojector heeft een verticale as. Verticale profielprojectoren worden over het algemeen gebruikt voor kleine voorwerpen; de X-Y tafel heeft een oppervlak van glas en is gewoonlijk klein van afmeting in vergelijking met een horizontale profielprojector.

Het grote voordeel van een verticale profielprojector is dat flexibele voorwerpen, bijvoorbeeld een pakking, direct op het glas van de X-Y tafel gelegd kunnen worden, zodat de zwaartekracht het voorwerp op zijn plaats houdt. Een ander groot voordeel van de verticale profielprojector is dat deze het gehele profiel/oppervlak van een klein voorwerp kan bekijken, omdat er geen hulpstukken nodig zijn om het voorwerp op zijn plaats te houden; bij de horizontale projector zou dat wel nodig zijn.

Overzicht van oppervlakteruheidsmeters

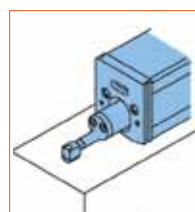
In oppervlakteruheidsmetingen is behoorlijke vooruitgang geboekt sinds de dagen van analoge display-apparaten voor het meten van RMS (tegenwoordig R_q genaamd) en visuele vergelijking van delen. De hedendaagse oppervlakteruheidsmeters digitaliseren het signaal van de stylus en manipuleren de oppervlakteinformatie digitaal, wat een gemakkelijk te begrijpen resultaat oplevert op de display. Omdat oppervlakteinformatie in digitaal formaat wordt gegeven, is deze gemakkelijk te analyseren door een microprocessor of computer; dat levert een grote hoeveelheid informatie op over oppervlak, golving of zelfs deelcontouren (afhankelijk van het soort machine).

Gegevens over onderdelen bevatten tegenwoordig een specificatie over oppervlakteruheid. Dit is een goed punt om te beginnen wanneer u een beslissing wilt maken over de aanschaf van een oppervlakteruheidstester. Als op de tekening een specificatie voor R_a -waarde staat, moet de oppervlakteruheidstester in staat zijn te testen op R_a -waarden.

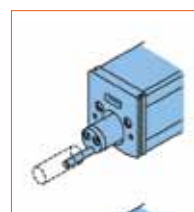
De volgende vraag om te beantwoorden is of u een draagbare unit nodig hebt (of kunt gebruiken) of dat u een stationaire unit nodig hebt vanwege de oppervlakteruheidspaarparameter, normen, plaatsingsvereisten of meetbeperkingen. De derde vraag is of u de gegevens op papier wilt vastleggen en of de oppervlakteruheidspaarparameter slechts een numeriek cijfer

nodig heeft of dat grafische uitvoer (computer / beeldscherm) vereist is.

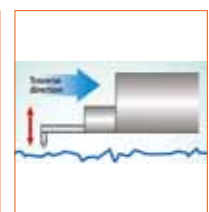
Draagbare ruheidsmeters kunnen het merendeel van de benodigde oppervlakteruheidstests uitvoeren. Vanwege de complexiteit van de diverse oppervlakken, zullen we alleen de draagbare oppervlakteruheidstesters en enkele bijbehorende componenten behandelen.



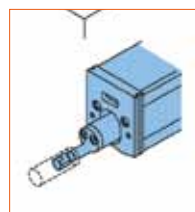
Standaard



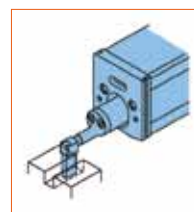
Extra klein gat



Zonder glijschoen



Klein gat



Diepe groef



Met glijschoen

Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

» Stylus Types

Styli kunnen ruwweg onderverdeeld worden in styli met of zonder glij schoen. De meeste draagbare testers gebruiken een stylus met glij schoen. De diamant styluspunt heeft gewoonlijk een radius van $2\mu\text{m}$ of $5\mu\text{m}$ en de hoek van de punt is 60° of 90° .

Styli zijn verkrijgbaar in verschillende configuraties die geschikt zijn voor de toepassing, zoals voor kleine gaten of diepe groeven. Er zijn ook haakse styli beschikbaar om metingen van het draagoppervlak van een krukas mogelijk te maken.



Ingebouwde printer



Optionele printer



Display / Stylus / Besturingseenheid

» Accessoires

Voor veel draagbare testers zijn accessoires verkrijgbaar waarmee de stylus zorgvuldig en nauwkeurig op het werkstuk geplaatst kan worden. Daaronder vallen accessoires waarmee de aandrijffunit opgenomen kan worden in een hoogtemeter of magnetische statief of neusstukken waarmee de ruwheidsmeter de meting kan verrichten langs de as van een diameter. De beschikbaarheid van accessoires voor

het positioneren van het voorwerp of de tester kan een bepalende factor zijn bij het kiezen van een draagbare tester.

» Onderdelen van een draagbare oppervlakteruwheidstester

Printers leveren de resultaten op papier, die dan gearchiveerd kunnen worden en gebruikt kunnen worden om de specificaties te verifiëren. Printers kunnen ingebouwd zijn of als zelfstandig apparaat functioneren. Een belangrijk onderscheid tussen verschillende printers is of ze grafische afbeeldingen kunnen afdrucken, zoals voor sommige oppervlakteruwheidsparameters nodig is. Sommige printers zijn ontworpen om SPC-informatie te geven.

» Oppervlakteruwheidsparameters

Het lijkt wel of oppervlakteruwheidsparameters een meetkundige groei hebben doorgemaakt sinds de introductie van digitale apparatuur. Door de juiste keuze van een parameter zal de fabrikant inzicht verkrijgen over hoe een bepaald onderdeel zich in de praktijk mogelijk zal gedragen.

Sommige parameters zijn makkelijk te begrijpen, zoals de piektelling die aangeeft hoe goed verf aan een bepaald oppervlak zal hechten.

Voor het kiezen van een draagbare oppervlakteruwheidstester dient u er zeker van te zijn dat de keuze die u maakt, de resultaten zal opleveren die de specificaties vereisen.

Gangbare oppervlakteruwheidsparameters zijn: Ra, Rz, Rt.

Overzicht van SPC

Statistische Proces Control (SPC) is een kwaliteitscontrolesysteem bedoeld om tijdens het productieproces de kwaliteit te bewaken aan de hand van product- en procesinformatie. Ook na het productieproces wordt SPC gebruikt om een diepteanalyse te maken van de kwaliteit van het product/proces. Over het algemeen wordt de term 'SPC' gebruikt als een soort overkoepelend concept voor alle kwaliteitssystemen die de kwaliteit van producten/processen voorspellen aan de hand van statistische analyse en diagrammen waarbij slechts een deel van de beschikbare data gebruikt wordt (bijvoorbeeld deelmetingen aan een voorwerp). Dit staat in contrast met de oude methode waarbij producten naar de

afdeling Kwaliteitscontrole gestuurd werden voor inspectie waarna de afgekeurde producten gerepareerd of weggeworpen werden.. In de begindagen van SPC werden statistische berekeningen en diagrammen met de hand gemaakt met behulp van pen en papier. Tegenwoordig is een groot assortiment digitale hulpmiddelen beschikbaar om de kosten van dataverzameling te verminderen.

» Soorten Data

Data die in SPC gebruikt worden, kunnen in twee algemene categorieën ingedeeld worden: variabelen of attributen. Variabelen zijn meestal een meting van dimensie of kwantiteit, bijvoorbeeld

Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

de dikte van een onderdeel of de diameter van een gat. Variabelen kunnen gemakkelijk verzameld worden met standaard meetinstrumenten zoals schroefmaten, schuifmaten, binnenmeters en CMM's. Attributen zijn data in de vorm van Ja/Nee of Go/NoGo. Een voorbeeld van een Ja/Nee-attribuut is de inspectie van een koelkast waarbij gezocht wordt naar deuken of krassen (of hoeveel deuken of krassen). De koelkast heeft een deuk of kras of heeft dat niet, dus Ja/Nee. Een voorbeeld van een Go/NoGo-kaliber is het gebruik van een Go/NoGo-meter om de diameter van een gat te controleren. Het gat is wel of niet binnen de tolerantie. Variabelen geven meer informatie over het product/proces dan attributen en daarom werkt men liever met variabelen. In het geval van de diameter van een gat is het goed om te weten wat de afmeting van een gat is dat de machine / het proces genereert, omdat de gebruiker dan een idee krijgt van de mate van slijtage. De operator kan zonodig het gereedschap vervangen of aanpassen voordat de diameter van het gat buiten de specificaties komt te liggen.



SPC software



USB dataoverdracht



Draadloze gegevensoverdracht



Interface box



Draagbare SPC



Interface



Dataverwerking

» SPC-data elektronisch verzamelen en gebruiken

Meetinstrumenten met uitvoer gebruiken, is de makkelijkste en meest nauwkeurige manier om variabelen te verzamelen. Handgereedschap

zoals schroef- en schuifmaten of grotere apparaten zoals CMM's en vision-systemen zijn verkrijgbaar met elektronische datauitvoer en SPC-mogelijkheden. Draadloze dataverzameling levert een prima oplossing wanneer metingen verricht dienen te worden waarbij de verbindingkabels verward kunnen raken in de machine of het werkstuk, of waarbij ze over een gangpad gespannen moeten worden.

» Multiplexer

Een multiplexer kan invoer van meerdere meetinstrumenten doorgeleiden. Door een multiplexer worden de gegevens van verschillende meetinstrumenten tegelijk gelezen (en doorgegeven), zoals een opstelling met verschillende meetklokken. Met een multiplexer kan ook een meetstation met verschillende instrumenten opgezet worden, bijvoorbeeld met schuifmaten, schroefmaten of binnenmeters, om verschillende delen van een bepaald onderdeel te meten.

» SPC-software

SPC-software is beschikbaar voor het verzamelen en analyseren van uw gegevens. Deze programma's zijn verkrijgbaar als afzonderlijke SPC-programma's of als geïntegreerde oplossing voor databeheer ten behoeve van kwaliteitscontrole. Geïntegreerde SPC-software omvat bijvoorbeeld de volgende modules: real-time data-verzamelen (real-time plus) door gebruikers, statistische analyse (process analyser) voor kwaliteitscontrole/engineeringteams, reproduceerbaarheidsanalyse (gage R&R) van metingen en gereedschapsbeheer van meetinstrumenten. Met geïntegreerde software kan ook gebruik gemaakt worden van een computernetwerk om de manager kwaliteitscontrole of productiemanager te voorzien van een systeembreed overzicht (processmanager).

» Draagbare SPC-processors / dataverzamelaars / dataprinters

Er zijn draagbare SPC-processors / dataverzamelaars / dataprinters die een laaggeprijsde oplossing vormen voor adequate dataverzameling.

Met draagbare datacollectors (loggers) is het mogelijk data te verzamelen van een locatie op afstand en deze data op te slaan zodat ze later geüpload kunnen worden naar een systeem voor langdurige opslag en/of data-analyse. Sommige draagbare systemen kunnen data analyseren en de grafische gegevens en tekst uitvoeren naar een klein scherm of printen op papier.

Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

» Laptop / PC

Een laptop / Pc maakt gebruik van standaard hardware en software en gebruikt een interface om de uitvoer van het meetinstrument te

converteren naar bruikbare informatie voor de laptop. Voor een laptop wordt gewoonlijk USB- of RS-232C-invoer gebruikt. De software kan een SPC-programma zijn of een gangbaar spreadsheetprogramma.

Overzicht van digitale uitleessystemen

» **Systeemcomponenten**

Digitale uitleessystemen (Digital ReadOut - DRO) voor machinegereedschap bestaan uit drie basiscomponenten.

1. De linear scale voor het meten van de lineaire verplaatsing van een machine-element (bijvoorbeeld de tafel van een freesmachine).
2. Een tellerdisplay die de informatie uit de linearscale voor de gebruiker interpreteert en visueel afbeeldt en waarop aanvullende informatie over specifieke functies wordt afgebeeld om het werk van de gebruiker te vergemakkelijken. Een tellerdisplay kan een eenvoudige punt-naar-puntteller zijn of een teller met meervoudige functies voor het berekenen van de locaties van gaten in een cirkel en het vastleggen van offset-data van een draaibank. Tellerdisplays zijn verkrijgbaar als een configuratie met één of met meerdere assen.
3. Bevestigingsapparatuur om de linearscale en de display aan het gereedschap te bevestigen.



LSM met afzonderlijke processor en display



LSM met ingebouwde processor en display

» **DRO-linearscales**

DRO-linearscales maken gebruik van verschillende methoden om de verplaatsing van machinegereedschap te bepalen: glaslinialen, elektromagnetische inductie, reflectie, magnetische tape, draaipulsgever en lasersystemen. Zonder te letten op de soort die gebruikt wordt, kunnen DRO-scales onderverdeeld worden in twee algemene categorieën, nl. incrementele en absolute systemen. De absolute linearscale is zodanig gecodeerd dat de display de absolute positie van de afleeseenheid op de liniaal begrijpt, zelfs nadat het systeem uitgezet en weer ingeschakeld is. Een ander belangrijk onderscheid tussen linearscales is of deze bestand zijn tegen water/koelmiddel. DRO-

linearscales zijn gewoonlijk verkrijgbaar tot 305 cm, maar er worden ook langere meetschalen (19,5 meter) vervaardigd.

» **DRO-tellerdisplays**

DRO-tellerdisplays interpreteren de informatie van de linearscales en verschaffen de gebruiker een visuele weergave van de mate van verplaatsing. Bovendien kan de informatie over verplaatsing worden doorgeleid naar een externe rekenunit (PLC) of PC. De meest eenvoudige display is een punt-naar-puntteller. Dit type teller wordt ingesteld op een bepaalde nulwaarde of een bekende waarde. De tellerdisplay berekent de verplaatsing van het machineonderdeel vanuit die ingestelde waarde en geeft de waarden weer in plus of minus. Multifunctiedisplays tonen niet alleen de verplaatsing maar kunnen de gebruiker ook naar de volgende machinepositie leiden.

» **Bevestigingsapparatuur**

Bevestigingsapparatuur wordt gebruikt om de linearscales te bevestigen aan de machine. Gangbare machines zijn gewoonlijk uitgerust met speciale bevestigingssets. Bij andere machines is meestal rekening gehouden met een algemene vorm van bevestiging, d.w.z. dat de bevestiging op maat gemaakt moet worden bij de installatie.

DRO-tellerdisplay: gangbare termen

Zero set (Nulinstelling): de display kan op nul ingesteld worden.

Preset (voorkeuze-instelling): de operator kan een numerieke voorinstel waarde invoeren.

Inch/mm: daarmee kan de display omschakelen tussen het Engelse en het metrische systeem.

Counting direction (telrichting): daarmee kan de operator de machineverplaatsing (omhoog/omlaag, in/uit, links/rechts) kiezen.

ABS/INC: aanduiding voor absolute en incrementele meetmethode. Dat geeft de gebruiker twee referentieposities. ABS wordt meestal één keer ingesteld als gegeven voor een onderdeel. INC kan meerdere keren ingesteld worden.

Diameter Display: wanneer deze optie op een draaibank gebruikt wordt, wordt de gedraaide diameter van een werkstuk weergegeven en niet de verplaatsing van het snijgereedschap.

1/2 Calculation (1/2-berekening): deelt het getal in de display door twee.

Bolt Hole Circle (boorgatencirkel): geeft de verplaatsing die nodig is om de machine meerdere gaten in een cirkel te laten maken na het invoeren van startpositie, cirkeldiameter en aantal door de machine te maken gaten.

Linear Error Compensation (compensatie lineaire fouten): geeft de gebruiker de mogelijkheid machinefouten als gevolg van een versleten of slecht afgestelde machinegeleidingen te verminderen.

Zero Approach Machining (nulbenadering gebruiken): hiermee kan de gebruiker de tafelbeweging instellen op een nulpunt in plaats van verplaatsingen vanaf een vast punt, om fouten te verminderen.

Bescherming tegen vocht/koelmiddel

Linearscales met een IP67-beschermingsgraad tegen vocht bevorderen de levensduur van de machine omdat de linearscales vocht en stofbestendig zijn. Ook kan de gebruiker koelvloeistof gebruiken zonder zich zorgen te hoeven maken over beschadiging van de linearscale. IP-standaarden zijn een goede manier om de

beschermingsgraad tegen stof en vocht van verschillende producten te vergelijken. 'IP' is een afkorting van International Protection Rating en geeft specificaties voor behuizingen. IP-codes bestaan gewoonlijk uit twee cijfers, bijvoorbeeld IP67 of IP43. Het eerste cijfer in de code staat voor de beschermingsgraad en indringen van voorwerpen (b.v. stof), het tweede cijfer in de code staat voor de beschermingsgraad tegen vocht. Het cijfer voor bescherming tegen vocht geeft een goede indicatie in hoeverre de linearscale bestand is tegen het koelmiddel van de bewerkingsmachine.

Beschermingsgraad	Bescherming tegen aanraking en binnendringende voorwerpen	Bescherming tegen vocht
IP67	Aanrakingsveilig doordat de behuizing geheel dicht is. Volledige bescherming tegen stof	Geen water indringing indien ondergedompeld (onder bepaalde omstandigheden)*

Testmethode

* Onderdompeling gedurende 30 minuten waarbij de onderkant 1 m onder het wateroppervlak geplaatst is.

Overzicht van kalibratie

» Wat is kalibratie?

Precisiemeetinstrumenten moeten gekalibreerd worden voordat ze in gebruik genomen worden en periodiek daarna. 'Kalibratie' is een proces waarmee zeker gesteld wordt dat de meetwaarden die met het meetinstrument verkregen worden, binnen de toegestane specificaties/toleranties liggen.

Precisiehandmeetgereedschap (schroef- en schuifmaten, meetklokken, e.d.) worden gekalibreerd met behulp van een referentiestandaard (bijvoorbeeld een eindmaat). De meetwaarde die met de referentiestandaard verkregen is, wordt vastgelegd en vergeleken met de daadwerkelijke afmeting van de referentiestandaard. Over het gehele bereik van het instrument worden meerdere punten gecontroleerd. Als de vastgelegde meetwaarden binnen de toegestane afwijking van de daadwerkelijke referentiestandaard afmeting liggen, voldoet het gereedschap aan zijn specificaties. Idealiter is de afmeting van de referentiestandaard bekend tot een precisie van minstens tien keer de kleinste schaal die gecontroleerd wordt. Wanneer bijvoorbeeld een klokschuifmaat met een schaalverdeling van 0.02mm gekalibreerd wordt, moet als referentiestandaard een bekende afmeting met een precisie van ten minste 0.002mm gebruikt worden. Het is bekend dat afmetingen van

eindmaten zo nauwkeurig zijn dat ze ideale referentiestandaarden vormen voor kleine handbediende meetinstrumenten.

Een precisiereferentiestandaard is essentieel voor kalibratie maar ook temperatuur is een belangrijke factor bij het kalibreren van precisiemeetinstrumenten. Naarmate de temperatuur stijgt, wordt de referentiestandaard groter. Eindmaten worden langer, ijkringen worden groter in diameter.

» Herleidbaarheid

Een belangrijk punt in het kalibratieproces is de herleidbaarheid. Herleidbaarheid betekent dat de referentiestandaard die gebruikt wordt om een precisiemeetinstrument te kalibreren, rechtstreeks te herleiden is naar de internationale definitie van lengte. Nationale meetinstituten, zoals het VSL in Nederland, zorgen ervoor dat referentiestandaarden op het hoogste niveau gehandhaafd blijven. Herleidbaarheid verzekert dat alle metingen dezelfde internationale standaard gebruiken.

» Accreditatie

De accreditatie van een laboratorium door een onafhankelijke, externe instantie geeft de verzekering dat de door het laboratorium gebruikte

Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

methoden in overeenstemming zijn met erkende standaardmethoden. Niet alleen de werkelijke meetmethoden die door het laboratorium gebruikt worden maar ook alle belangrijke documenten dienen in overeenstemming te zijn met de internationale vereisten voor kalibratielaboratoria. Geaccrediteerde laboratoria moeten ook aantonen dat hun kalibraties herleidbaar zijn. In Nederland is dit de RVA (Raad Van Accreditatie) die hierop toezicht houdt.

» Kalibratiecertificaat

Een kalibratiecertificaat toont aan dat een instrument gekalibreerd is en wel of niet binnen de toegestane afwijkingen valt.

Een kalibratiecertificaat moet de volgende onderdelen bevatten:

1. Van het meetgereedschap: fabrikant/naam/modelnummer, meetbereik, schaalverdeling/resolutie en serienummer.
2. Gebruikte standaarden en temperatuur.
3. Informatie over herleidbaarheid en gebruikte specificaties.
4. Het kalibratie-instituut en de persoon die voor de kalibratie verantwoordelijk is.

5. De werkelijke meetwaarden/afwijkingen, toegestane fout en onzekerheid van meetwaarden.

6. Of het gereedschap wel of niet heeft voldaan aan de kalibratie.

» Referentiestandaarden

Een referentiestandaard kan een fysiek object zijn zoals een eindmaat, ijkring of stappeneindmaat voor schuifmaatcontrole.

Een referentiestandaard kan ook een meetinstrument zijn dat ontworpen is voor kalibratiedoeleinden, zoals een meetkloktester. Alle referentiestandaarden moeten te herleiden zijn naar de internationale definitie van lengte.. Het gebruik van geaccrediteerde laboratoria voor kalibratiedoeleinden zorgt voor herleidbaarheid.



Meetkloktester



Stappeneindmaat voor schuifmaatcontrole



Eindmaten

Overzicht van keramische eindmaten

» Slijtvast

Keramische eindmaten zijn tien keer zo slijtvast als stalen eindmaten.

» Corrosiebestendig

Keramische eindmaten worden niet aangetast, tenzij ze worden blootgesteld aan de extreme chemische stoffen. Anti-corrosiebehandeling is niet nodig wanneer de eindmaten op normale wijze gehanteerd worden (d.w.z. met de hand), wat betekent dat onderhoud en opslag een eenvoudige zaak is.

» Stabiliteit van afmetingen

Keramische eindmaten ondergaan vrijwel geen wijziging in afmetingen in de loop der tijd.

» Uitzettingscoëfficiënt

De uitzettingscoëfficiënt is voor keramische eindmaten heel dicht in de buurt van staal.

» Markering

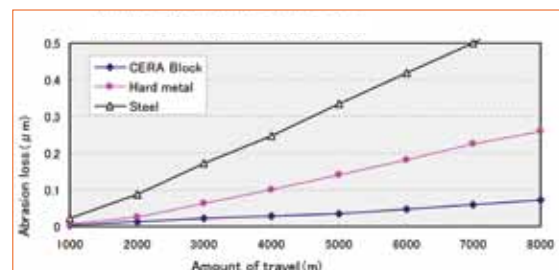
De zwarte tekens waarmee de nominale afmeting en het serienummer worden aangegeven, zijn met een laser aangebracht en duidelijk zichtbaar tegen de witte achtergrond van de eindmaat.

» Hechting

Keramische eindmaten kunnen probleemloos worden gecombineerd met stalen eindmaten en geven een optimale aanhechting.

» Beschadigingen

Keramische eindmaten beschadigen niet zoals stalen eindmaten wanneer men deze laat vallen.



Vergelijking tussen keramische, stalen en hardmetalen eindmaten



Mitutoyo

Basisbegrippen meettechniek

Overzicht van IP-standaarden

» International Protection (internationale bescherming)

IP-standaarden zijn een goede manier op de beschermingsgraad tegen stof en vocht van verschillende instrumenten te vergelijken. 'IP' is een afkorting van International Protection (of Ingress Protection - bescherming tegen indringing) en geeft specificaties voor behuizingen. IP-codes bestaan gewoonlijk uit twee cijfers, bijvoorbeeld IP65 of IP43. Het eerste cijfer in de code heeft betrekking op de beschermingsgraad tegen aanraken en indringen van voorwerpen (of stof). Het tweede cijfer in de code heeft betrekking op de beschermingsgraad tegen vocht. Zoals u kunt opmaken uit de onderstaande testmethode, is de beschermingscode tegen vocht een goede manier om te bepalen in hoeverre gereedschap bestand is tegen koelmiddel dat op een machine wordt gebruikt.

Beschermingsgraad	Beschermingsgraad tegen aanraking en binnendringende voorwerpen		Beschermingsgraad tegen vocht	
	Type	Beschrijving	Type	Beschrijving
0	-	Geen speciale bescherming	-	Geen bescherming
1	Grote voorwerpen	Beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 50 mm	Drupdicht Type I	Geen schade indien onderhevig aan verticale druppels (*1)
2	Middelgrote voorwerpen	Beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 12 mm	Drupdicht Type II	Geen schade indien druppels vallend onder een hoek van 15° (*1)
3	Kleine voorwerpen	Beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 2,5 mm	Spatdicht	Geen schade indien besproeid onder een hoek van -60° tot 60° (*2)
4	Spitse voorwerpen	Beschermd tegen indringen van vaste voorwerpen groter dan 1 mm	Plensdicht	Geen schade indien besproeid onder eender welke hoek
5	Stofbescherming	Geen volledige bescherming tegen stof, maar wel voldoende om goede werking niet te hinderen	Sproeidicht	Geen schade indien besproeid onder eender welke hoek (*3)
6	Stofvrij	Volledige bescherming tegen stof	Waterbestendig	Geen waterindringing indien bespoten onder eender welke hoek (*4)
7	-	-	Dompeldicht	Geen waterindringing indien ondergedompeld (*5)
8	-	-	Waterdicht	Blijft bruikbaar onder water onder opgegeven omstandigheden
-	-	-	Vochtigdicht	Blijft bruikbaar bij een vochtigheidsgraad van meer dan 90%

Samenvatting van de beschermingsgraad (IEC 60529) In overeenstemming met de betreffende IEC-standaard (IEC 60529); dit betreft de standaard voor de beschermingsgraad tegen indringing van vaste stoffen en water. [IEC: Internationale Elektrotechnische Commissie]

» Testmethode

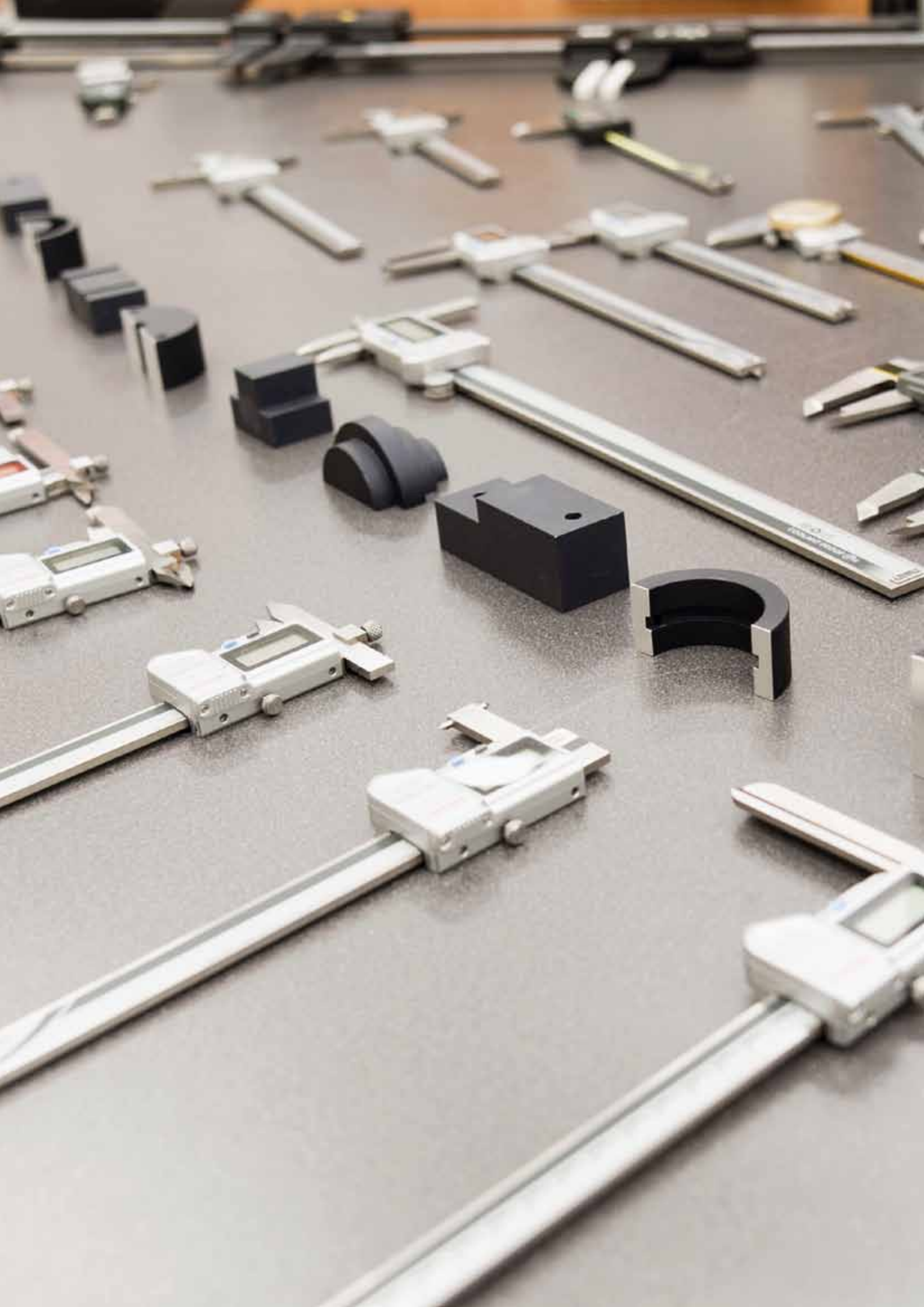
*1. Met behulp van een speciaal apparaat worden druppels neergelaten met een snelheid van 3 tot 5 mm/min vanaf een hoogte van 200 mm gedurende 10 minuten .

*2. Uit de schenktuit van een gieter worden druppels neergelaten met een snelheid van ongeveer 10 L/min vanaf een hoogte van 300 mm tot 500 mm gedurende een periode van vijf minuten of meer (gedurende 1 minuut voor elk naar buiten gekeerd oppervlak van 1 m²).

*3. Met een spuitmond (binnendiameter 6,3 mm) water gieten bij een druk van 0,3 kgf/cm² {30kPa} vanaf een afstand van ongeveer 3 m met een snelheid van ongeveer 12,5 L/min gedurende drie minuten of meer (gedurende 1 minuut voor elk naar buiten gekeerd oppervlak van 1 m²).

*4. Met een spuitmond (binnendiameter 12,5 mm) water gieten bij een druk van 1 kgf/cm² {100kPa} vanaf een afstand van ongeveer 3 m met een snelheid van ongeveer 100 L/min gedurende drie minuten of meer (gedurende 1 minuut voor elk naar buiten gekeerd oppervlak van 1 m²).

*5. Houd het testvoorwerp ondergedompeld gedurende 30 minuten waarbij de onderkant 1 m onder het wateroppervlak geplaatst is.





Kalibratieservice

Mitutoyo Nederland maakt in zijn kalibratielaboratorium gebruik van de meest geavanceerde technologie om vrijwel elk vervaardigd meetinstrument te kalibreren. Dit laboratorium is RVA-geaccrediteerd naar ISO 17025 voor test- en kalibratielaboratoria. De professionele kalibratietechnici die hier werkzaam zijn, verzorgen RVA-herleidbare nauwkeurigheidscertificering alsmede kalibratieservice voor de meetinstrumenten en eindmaten van Mitutoyo en andere fabrikanten.



Service op locatie

Mitutoyo Nederland biedt RVA-geaccrediteerde, ISO 17025 service op locatie. De geaccrediteerde servicetechnici van Mitutoyo kunnen bij elk bezoek aan een locatie certificerende kalibraties uitvoeren zodat apparatuur weer snel in gebruik genomen kan worden. Serviceovereenkomsten zijn beschikbaar op het moment van aankoop van de apparatuur.



Reparatieservice

De reparatiefaciliteiten die aanwezig zijn bij Mitutoyo Nederland kunnen reparaties verzorgen van het volledige assortiment precisiegereedschap van Mitutoyo. Vakkundige technici verzorgen reparaties van hoge kwaliteit, ondersteund door een volledige garantie op onderdelen en arbeid van 90 dagen. Een snelle service is verzekerd met een 5-7 dagen doorlooptijd op alle reparaties.



Mitutoyo Institute of Metrology (instituut voor metrologie)

Het Mitutoyo Institute of Metrology geeft trainingen en verzorgt metrologieseminars over onderwerpen uiteenlopend van de basisprincipes van metrologie tot geavanceerde onderzoeken naar kwaliteitscontrole. Seminars worden geleid door ervaren professionals die een leidende rol spelen in de industrie en vinden plaats op diverse locaties in Nederland of op locatie bij de klant.

Coördinatenmeetmachines

Beeldverwerkingssystemen

Oppervlakte-, vorm
en contourmeting

Optisch meten

Laser Scan Micrometer

Test Instrumenten
en Seismometer

Digitale lengtemeetsystemen

Handmeetgereedschappen
en gegevensverwerking

Voor meer informatie bezoek onze website:
www.mitutoyo.nl

NB Alle productgegevens, met name de afbeeldingen, tekeningen, gegevens over afmetingen en prestatie en andere technische specificaties die in deze uitgave voorkomen, moeten gezien worden als waarden die bij benadering een gemiddelde aangeven. We behouden ons ook het recht voor om veranderingen aan te brengen in ontwerp, technische gegevens, afmetingen en gewicht. De gespecificeerde standaarden, technische regels en specificaties, beschrijving en afbeelding van onze producten waren correct op het moment van verschijnen. De huidige versie van onze algemene voorwaarden is eveneens van toepassing. Alleen door ons ingediende offertes mogen als definitief beschouwd worden.

Mitutoyo Nederland B.V.
Storkstraat 40
3905 KX Veenendaal
T 0031 318 534911
F 0031 318 534811
sales@mitutoyo.nl
www.mitutoyo.nl

Mitutoyo