

mbo

Tekeninglezen voor de werktuigbouwkunde Deel 2

TECHNIEKSTAD

Inhoudsopgave

1	Vorm- en plaatstoleranties	5
1.1	Vorm- en plaatstoleranties	6
1.2	Vormtoleranties	10
1.3	Plaatstoleranties	14
1.4	Samenvatting	24
1.5	Antwoorden	25
1.6	Vragen Vorm- en plaatstoleranties	26
1.7	Opdrachten Vorm- en plaatstoleranties	29
2	Oppervlakteruwheid	43
2.1	Wat is oppervlakteruwheid?	44
2.2	Ruwheidsaanduidingen	47
2.3	Samenvatting	53
2.4	Antwoorden	54
2.5	Vragen Oppervlakteruwheid	55
2.6	Opdrachten Oppervlakteruwheid	57
3	Lasaanduidingen	73
3.1	Kennismaking met lasaanduidingen	74
3.2	Relatie tussen referentieteken en plaats lasnaad	75
3.3	Lasnaadvorm	77
3.4	Aanvullende aanduidingen	81
3.5	Maatinschrijving lasverbindingen	82
3.6	Samenvatting	85
3.7	Antwoorden	86
3.8	Vragen Lasaanduidingen	89
3.9	Opdrachten Lasaanduidingen	93
4	Staalconstructies	105
4.1	Constructietekeningen	106
4.2	Verbindingsmethoden	111
4.3	Verankering	116
4.4	Materiaalvormen staalconstructies	118
4.5	Samenvatting	125
4.6	Antwoorden	126
4.7	Vragen Staalconstructies	127
4.8	Opdrachten Staalconstructies	129
5	Eindopdrachten Verspanen	141
5.1	Opdracht - Zijsteun	141
5.2	Opdracht - Zwenkarm	145
5.3	Opdracht - Montage opstelling	149
6	Toets Verspanen	153
7	Eindopdrachten Plaat & Constructie	159
7.1	Opdracht - Onderkast	159

7.2	Opdracht - Fundatieraam	163
7.3	Opdracht - Kleminrichting	167
8	Toets Plaat & Constructie	171

BRUNNEN

1 Vorm- en plaatstoleranties

Inleiding

Vorm- en plaatstoleranties zijn erg belangrijk in de maakindustrie. Een technisch tekenaar geeft met vorm- en plaatstoleranties aan waaraan de vorm of positie van een product moet voldoen.

Door deze toleranties vast te leggen, wordt het product niet nauwkeuriger (duurder) geproduceerd dan nodig is. Het product krijgt daardoor de juiste prijs/kwaliteitsverhouding.



Voldoet het product aan de eisen?

Leerdoelen

Je kunt:

- uitleggen wat vorm- en plaatstoleranties zijn
- de aanduidingen van veel gebruikte vorm- en plaatstoleranties verklaren
- toepassingen noemen van vorm- en plaatstoleranties.

1.1 Vorm- en plaatstoleranties

Deze as heeft overal de juiste diameter en voldoet aan de maattoleranties. Maar de as is krom, waardoor hij gaat slingeren. De vorm van de as wijkt dus af van de gewenste vorm.

Een *vormtolerantie* geeft aan hoeveel de vorm van een werkstuk mag afwijken. Er zijn ook *plaatstoleranties*. Deze geven aan hoeveel *de positie of de richting* van een werkstuk mag afwijken.












Kromme as met de juiste diameter

Indeling

Vorm- en plaatstoleranties zijn op de volgende manier ingedeeld:

- **Vormtoleranties:**
geven een toegestane afwijking aan in de vorm van een element.
- **Profieltoleranties:**
geven een toegestane afwijking aan in het profiel van een element
- **Richtingtoleranties:**
geven een toegestane afwijking aan van de richting van een element *ten opzichte van* de richting van een ander element.
- **Positietoleranties:**
geven een toegestane afwijking aan van de positie van een element *ten opzichte van* de positie van een ander element.
- **Slagtoleranties:**
geven een toegestane afwijking in de slag van een element aan.

Indeling

tolerantie-soorten	symbolen	getolereerde eigenschap	mogelijk als	
			getolereerde elementen	referentie
vorm-tolerantie	—	rechtheid	lijn, hartlijn	n.v.t.
		vlakheid	vlak	n.v.t.
		rondheid	omtreklijn	n.v.t.
		cilindriciteit	cilindermantel	n.v.t.
profiel-toleranties		profielzuiverheid van lijnelementen	profiellijnen	rechte, vlak, hartlijn, hartvlak
		profielzuiverheid van het vlak	profielvlak	rechte, vlak, hartlijn, hartvlak
richtings-toleranties	//	evenwijdigheid	lijn, hartlijn, vlak	rechte, vlak, hartlijn, hartvlak
		haaksheid	lijn, hartlijn, vlak	rechte, vlak, hartlijn, hartvlak
		hoekzuiverheid	lijn, hartlijn, vlak	rechte, vlak, hartlijn, hartvlak
positie-toleranties		plaats	lijn, hartlijn, vlak, punt	rechte, vlak, hartlijn, hartvlak, punt
		concentriciteit of coaxialiteit	hartlijn, punt	hartlijn, punt
		symmetrie	lijn, hartlijn, vlak, hartvlak	rechte, vlak, hartlijn, hartvlak
slag-toleranties		slag van lijnelementen	omtreklijn, cirkellijn van het kopvlak	hartlijn
		slag van het vlak	manteloppervlak, kopvlak	hartlijn

Getolereerde eigenschappen, getolereerde elementen en referenties respectievelijk referentie-elementen

Aanduiding

De tolerantie-eisen worden aangegeven in een rechthoekig kader, bestaande uit twee of meer vakken.

Tweedelig tolerantiekader:

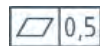


Driedelig tolerantiekader:



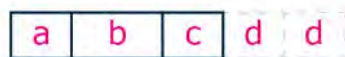
Tolerantiekader

Voorbeeld



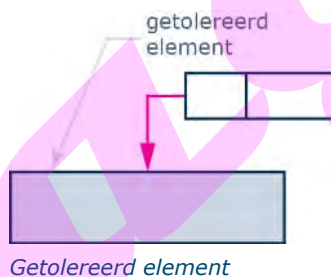
Er is een vaste volgorde waarin de gegevens in het tolerantiekader staan.

- Symbol voor getolereerde eigenschap.
- Tolerantiewaarde in mm.
- Referentie-letter als verwijzing naar de referentie.
- Ruimte voor extra referenties.



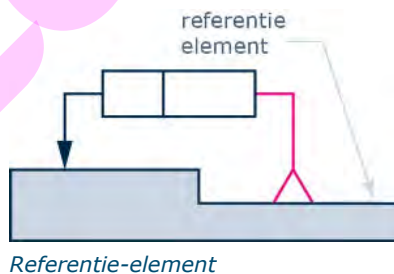
Kader referentie-element

Het tolerantiekader wordt door een aanhaallijn met pijlpunt met het getolereerde element verbonden. Het getolereerde element kan een onderdeel van het product zijn; bijvoorbeeld een uitwendig of inwendig vlak of een hartlijn.



Getolereerd element

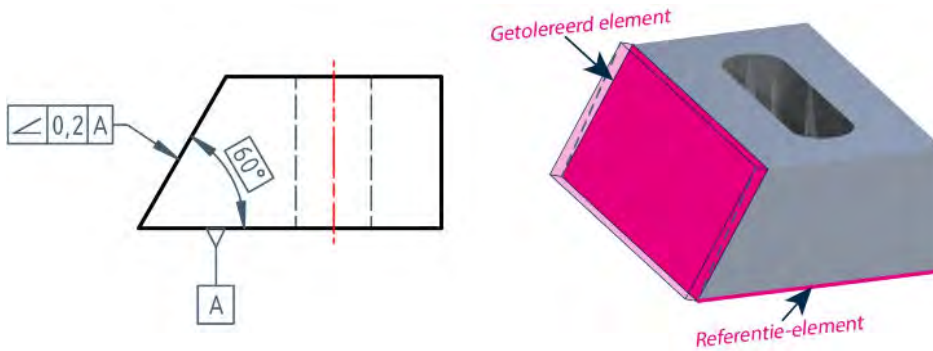
Een plaatstolerantie wordt door een aanhaallijn en de referentiedriehoek met het tolerantiekader met het referentie-element verbonden. Het referentie-element kan een onderdeel van het product zijn. Bijvoorbeeld een uitwendig of inwendig vlak, of een hartlijn.



Referentie-element

Referentie-element

In het derde vak van het tolerantiekader zie je de kenletter "A". Deze letter geeft aan wat het referentie-element is voor de richtingstolerantie van het getolereerd element. De hoekzuiverheid van het getolereerd element wordt gemeten ten opzichte van het referentie-element.



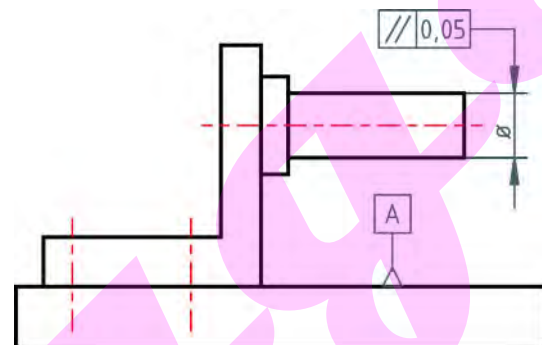
Richtingstolerantie met referentie-element

Voorbeeld

In de tekening geldt een richtingstolerantie voor de as. De hartlijn van de as is het getolereerde element. Het ondervlak is het referentie-element.

Het symbool geeft aan:

- a. evenwijdigheid
- b. 0,05 mm
- c. ten opzichte van referentie-element A.



Voorbeeld evenwijdigheidstolerantie

Dit betekent dat de hartlijn van de as een evenwijdigheidstolerantie heeft van 0,05 mm ten opzichte van het ondervlak.



1. In welke eenheid worden vorm- en plaatstoleranties meestal opgegeven?



2. Wat is een referentie-element?

1.2 Vormtoleranties

Treinwielen moeten zo rond mogelijk zijn om trillingen in het treinstel te voorkomen. Een treinwiel *precies* rond draaien kan niet, de vorm wijkt altijd iets af van de gewenste vorm.

Toch moet het treinwiel nauwkeurig bewerkt worden, zodat de trillingen beperkt blijven. Maar hoe rond moet het wiel dan zijn? Dat wordt met een vormtolerantie aangegeven.



Treinwiel

Er zijn verschillende soorten vormtoleranties:

- rechtheid
- vlakheid
- rondheid
- cilindriciteit.

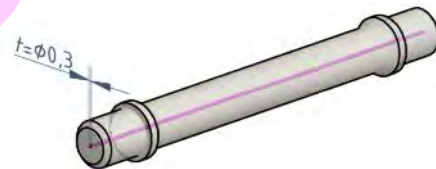
Rechtheid

Een as van een trein bestaat uit één stuk metaal met dezelfde hartlijn. Er mag natuurlijk geen slag in de as zitten. Daarom mag de hartlijn van de gedraaide as niet te veel afwijken van de hartlijn op de tekening. Er kan dan een rechtheidstolerantie opgegeven worden voor de hartlijn van de as.

De hartlijn moet liggen in een cilindrische zone met een middellijn van 0,3 mm. De rechtheidstolerantie $t = 0,3$ mm. In de afbeelding zie je hoe deze rechtheidstolerantie is aangegeven op de werktekening.



Rechtheid hartlijn as



Rechtheidstolerantie $t = 0,3$ mm

rechtheid —	betekenis:	voorbeeld: stempel kantpers

Rechtheidstolerantie



3. Wat betekent deze aanduiding?



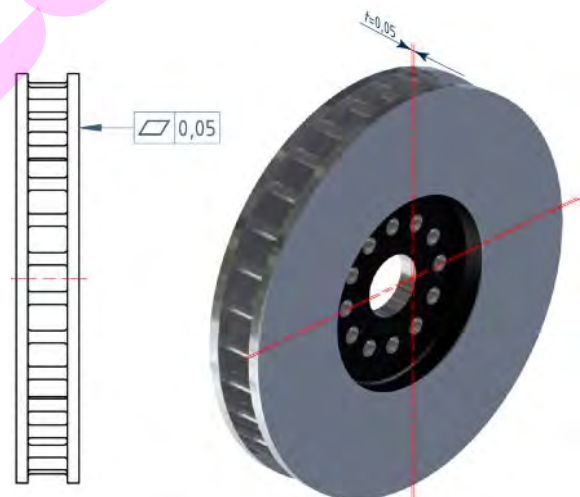
Vlakheid

Je ziet remschijven op een as van een trein. Voor een goed contact met de remblokken is het belangrijk dat de remschijven vlak zijn. Na verloop van tijd kunnen er, door roestvorming, groeven en oneffenheden ontstaan. De remschijven worden meestal afgedraaid en opnieuw gemonteerd.


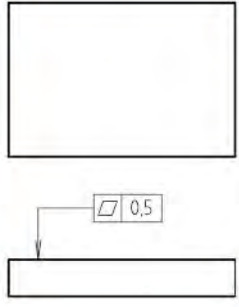
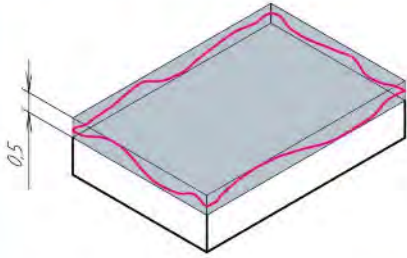
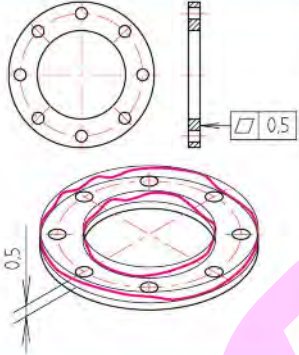


Remschijven trein

Er kan een vlakheidstolerantie gelden voor het oppervlak van de remschijf. In dit voorbeeld is de vlakheidstolerantie $t = 0,05$ mm. Het oppervlak van de remschijf moet dan liggen tussen twee evenwijdige vlakken met een maximale onderlinge afwijking van 0,05 mm.



Vlakheidstolerantie $t = 0,05$ mm

vlakheid 	betekenis:	voorbeeld: pijpflens
		

Vlakheidstolerantie



4. Wat betekent deze aanduiding?

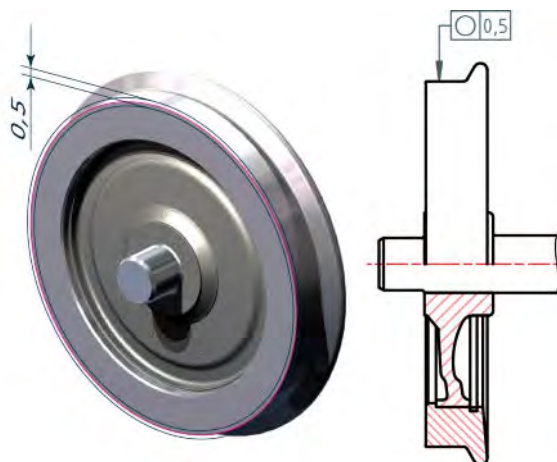


Rondheid


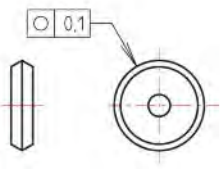
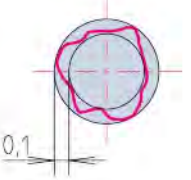
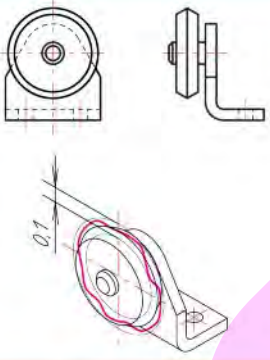
Op een treinwiel zit een wielband die om een binnenwiel wordt gekrompen. Na veelvuldig gebruik slijt het loopvlak en ontstaan er oneffenheden op de wielband. Het loopvlak kan bijvoorbeeld niet meer mooi rond zijn, waardoor er trillingen ontstaan bij het rijden.

Er wordt een dunne laag van het loopvlak van de wielband gedraaid, zodat de vorm weer rond wordt. Dit heet *reprofilen*. Op de tekening staat een rondheidstolerantie die aangeeft hoeveel de rondheid van de wielband mag afwijken.

De cilinder van het loopvlak moet liggen tussen twee concentrische cirkels. De stralen van deze cirkels mogen maximaal 0,5 mm van elkaar afwijken.



Rondheid wielband

rondheid 	betekenis:	voorbeeld: geleidingswiel
		

Rondheidstolerantie



5. Wat geef je aan met een vormtolerantie?

Cilindriciteit

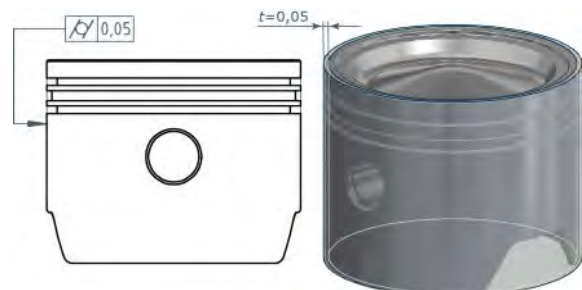
Een zuiger in een cilinder moet over de gehele slag perfect afdichten. Daarvoor is het belangrijk dat de diameter van de cilinderwand en van de zuiger over de gehele lengte slechts een kleine afwijking hebben.



Cilindriciteit cilinder

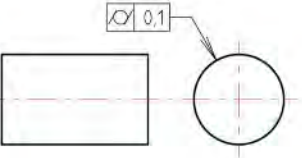
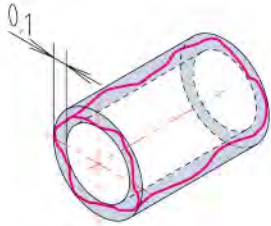
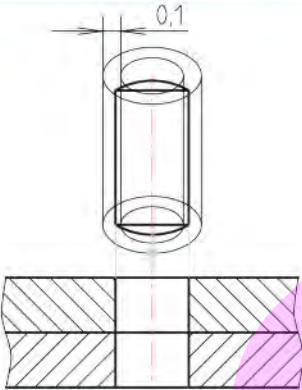
Je kunt hiervoor een cilindriciteitstolerantie opgeven. Het oppervlak van de zuigerwand moet dan liggen in de ruimte tussen twee coaxiale mantellijnen.

De cilindriciteitstolerantie $t = 0,05$ mm geeft aan dat het verschil in straal van de beide cilinders 0,05 mm mag zijn.



Cilindriciteit zuiger

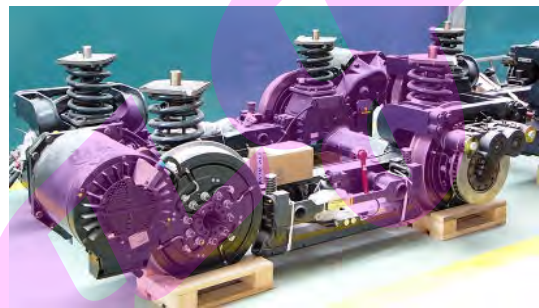
De cilindervormtolerantie is een "samengestelde tolerantie" waarin de afwijkingen van rondheid, van de rechtheid van de mantellijnen en van de evenwijdigheid van tegenover elkaar liggende mantellijnen zijn opgenomen.

cilindriciteit \varnothing	betekenis:	voorbeeld: paspen
		

Cilindriciteitstolerantie

1.3 Plaatstoleranties

Je ziet hier een nieuw onderstel van een elektrische locomotief. De tractiemotoren drijven de wielen aan via een tandwieloverbrenging. De tandwielen moeten precies de juiste afstand ten opzichte van elkaar hebben. Deze afstand wordt met een plaatstolerantie aangegeven.



Onderstel elektrische locomotief

Plaatstoleranties geven aan hoeveel *de positie* of *de richting* van een onderdeel of product mag afwijken.

Er zijn verschillende soorten plaatstoleranties:

- profieltoleranties (worden niet behandeld)
- richtingstoleranties
- positietoleranties
- slagtoleranties.

Richtingstoleranties

Als spoorrails niet evenwijdig aan elkaar liggen, ontsporen de treinen. Daarbij kan enorm veel leed en schade ontstaan. Daarom worden er eisen gesteld aan de richting die de spoorrails ten opzichte van elkaar hebben.

Richtingstoleranties zeggen iets over de toegestane afwijking van de richting van een element *ten opzichte van* de richting van een ander element. Je vergelijkt dus de richting van twee elementen met elkaar.



Spoorrails



6. Wat geef je aan met een richtingstolerantie?

Evenwijdigheid

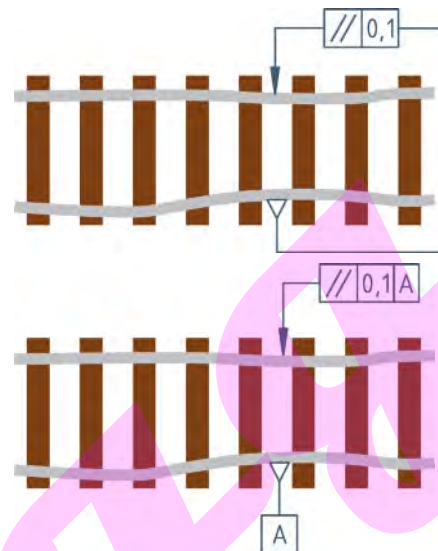
Spoorrails moeten evenwijdig aan elkaar liggen. In de afbeeldingen is een evenwijdigheidstolerantie voor de richting van de spoorrails aangegeven.

De richting van de bovenste spoorrail mag maximaal 0,1 mm afwijken ten opzichte van de richting van de onderste spoorrail.

De onderste spoorrail is het referentie-element. Daarmee moet je de richting van de bovenste spoorrail vergelijken.

Het referentie-element is op twee manieren aangegeven:

- met een lijn vanuit het symbool
- en met een letter in het symbool.



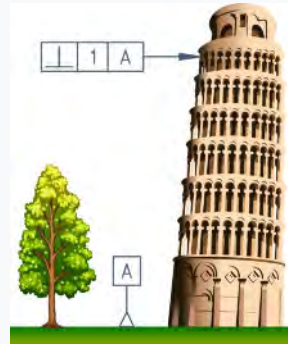
Evenwijdigheidstolerantie spoorrails

evenwijdigheid //	betekenis:	voorbeeld: spoorrails

Evenwijdigheidstolerantie

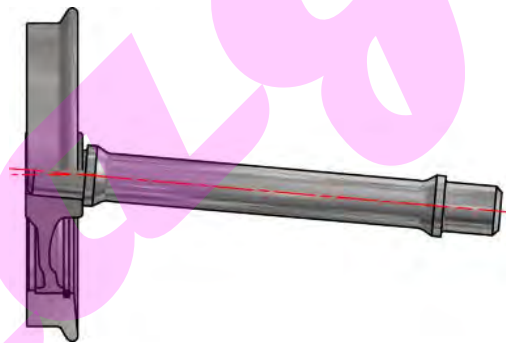


7. Leg uit wat deze aanduiding betekent:



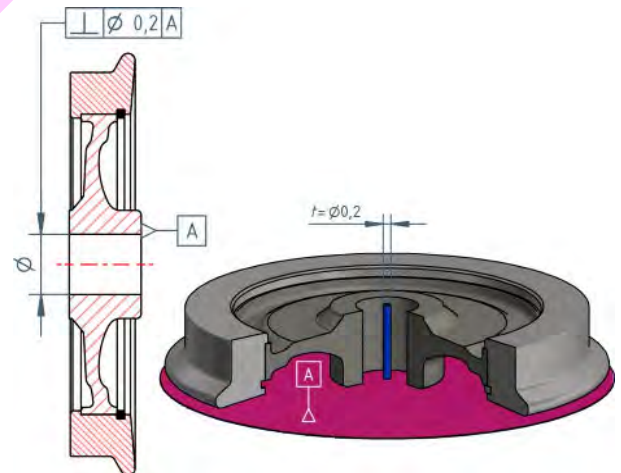
Haaksheid

Als het gat in het treinwiel haaks is, kun je de as haaks in het wiel monteren. Het treinwiel moet haaks op de as worden gemonteerd om een axiale slag te voorkomen. Hiervoor kan een haaksheidstolerantie worden gegeven.



As scheef in treinwiel


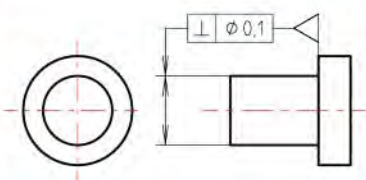
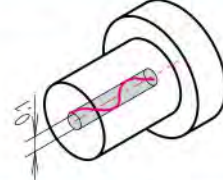

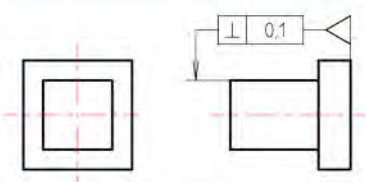
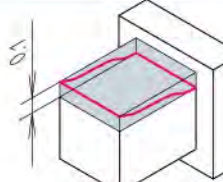
De hartlijn van de as ligt binnen een cilinder die precies haaks staat op het referentievlak A. De tolerantie van de diameter van de hartlijn $t = 0,2$ mm.



Haaksheidstolerantie

Een haaksheidstolerantie zegt iets over de haaksheid van:

- vlakken onderling
- lijnen onderling
- een vlak ten opzichte van een lijn
- een lijn ten opzichte van een vlak.

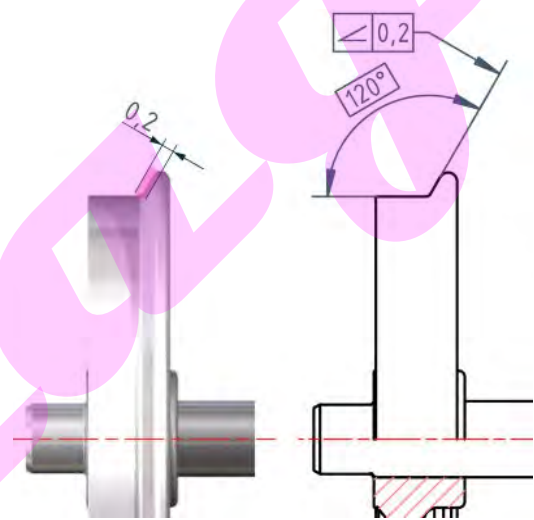
haaksheid 	betekenis:	voorbeeld: inspectiegat
		
		

Haaksheidtolerantie


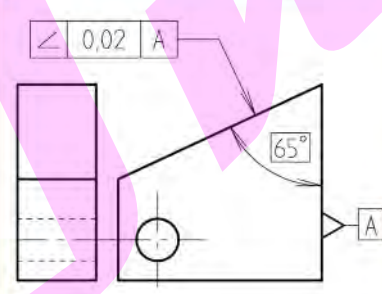
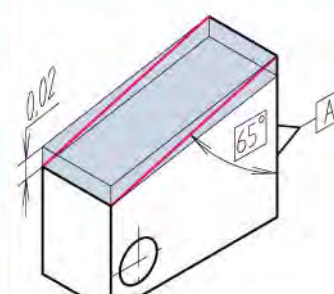
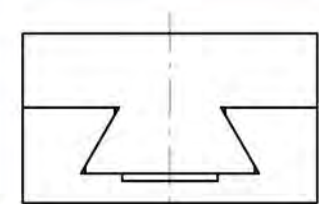
Hoekzuiverheid

De wielband van een treinwiel heeft een flens, zodat het wiel niet uit de rails kan lopen. De hoek die deze flens maakt met het loopvlak mag (vanwege de veiligheid) niet te veel afwijken.

Met een hoekzuiverheidstolerantie geef je aan hoeveel een hoek mag afwijken ten opzichte van een referentievlak. De hoekmaat krijgt dan geen tolerantie. De hoekmaat is een absolute maat.



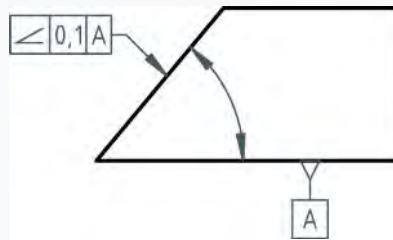
Hoekzuiverheid flens

hoekzuiverheid 	betekenis:	voorbeeld: zwaluwstaart
		

Hoekzuiverheidstolerantie



8. Leg uit wat deze aanduiding betekent:

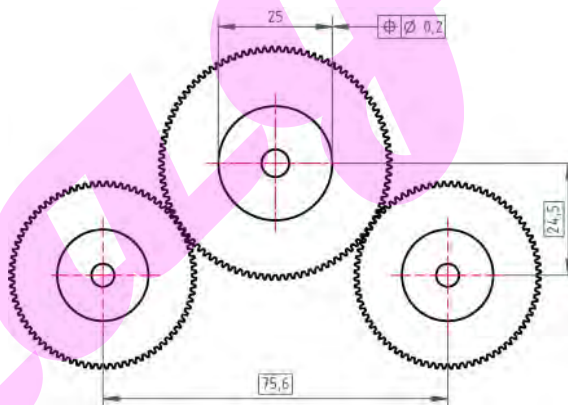


Positietoleranties

Plaatszuiverheid

De hartlijnen van deze tandwielen moeten liggen binnen een cilinder van 0,2 mm. Er is opgegeven hoeveel de plaats van de tandwielen ten opzichte van elkaar mag afwijken. Dit noem je een plaatszuiverheidstolerantie.

De onderlinge afstand tussen twee tandwielen is aangegeven met een omkaderde maat. De omkadering betekent dat deze maten voorzien zijn van een plaatszuiverheidstolerantie ($t = \varnothing 0,2$ mm).



Plaatszuiverheid tandwielen

plaatszuiverheid \oplus	betekenis:	voorbeeld: passtuk

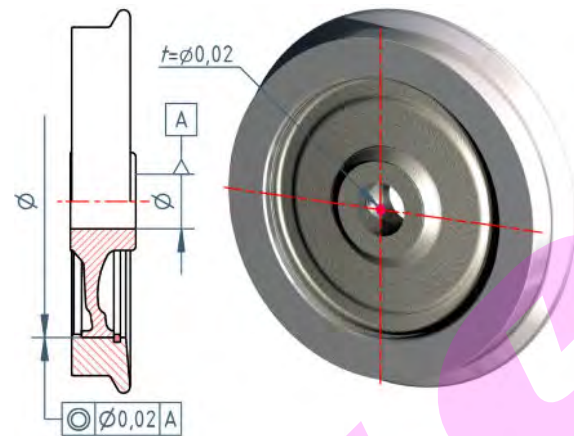
Plaatszuiverheidstolerantie

Concentriciteit en coaxialiteit


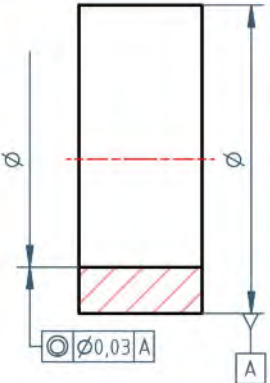
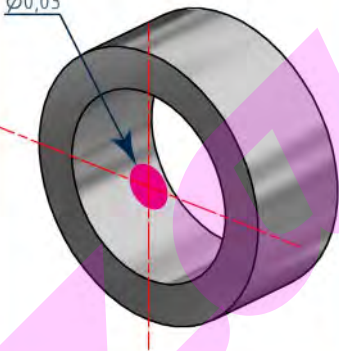

Concentriciteit

Bij de concentriciteit gaat het om de plaats van het middelpunt van een cirkel. Het middelpunt van een andere cirkel wordt als referentiepunt gebruikt. De tolerantie geeft de toegestane afwijking aan waarbinnen de middelpunten moeten vallen.

Dus: hoe ver mag het middelpunt van de ene cirkel af staan van het middelpunt van de andere cirkel?



Concentriciteit treinwiel

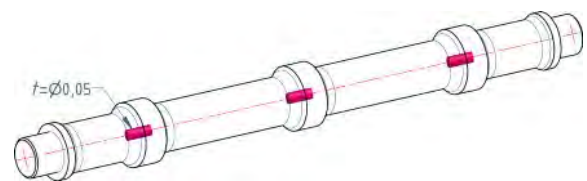
concentriciteit 	betekenis:	voorbeeld: treinwiel
		

Concentriciteitstolerantie

Coaxialiteit

Coaxiaal betekent dat de hartlijn en de cilindervorm om dezelfde middellijn draaien.

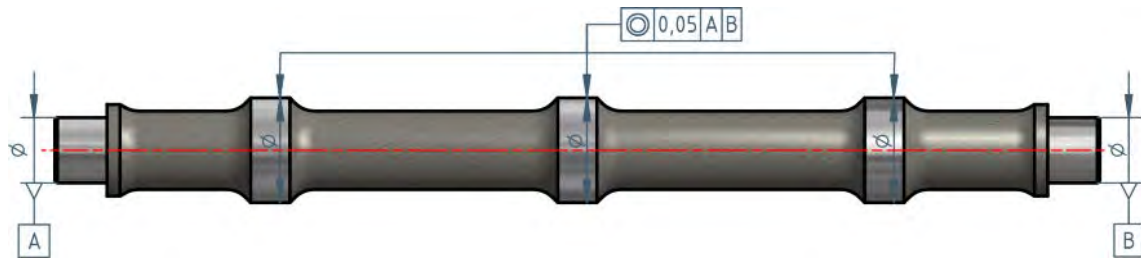
De hartlijn van de cilindervorm van de verdikkingen, moet binnen een zone met cilindrische vorm, waarvan de middellijn 0,05 mm bedraagt en die coaxiaal is met de referentiehartlijn A-B, te blijven.




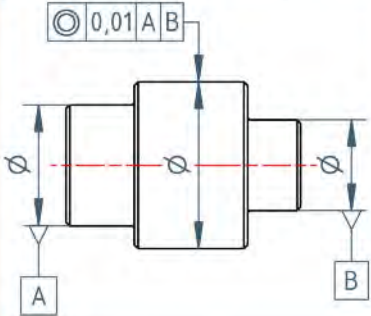
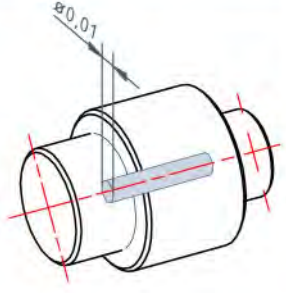
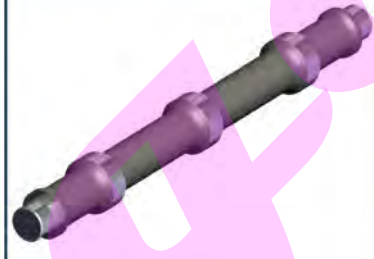
Coaxialiteit

Voorbeeld

Dit betekent dat de hartlijn van de verdikkingen coaxiaal aan de hartlijn A-B ligt. De hartlijn van de verdikkingen mag in diameter maximaal 0,05 mm afwijken van de referentiehartlijn A-B.



Coaxialiteitstolerantie

coaxialiteit 	betekenis:	voorbeeld: as treinstel
		

Coaxialiteitstolerantie



9. Wat geeft een positietolerantie aan?

Symmetrie

Je spreekt van 'symmetrie' bij een object als twee helften van het object elkaars spiegelbeeld zijn. Bij het vliegtuig zijn beide helften elkaars spiegelbeeld ten opzichte van de as van symmetrie.




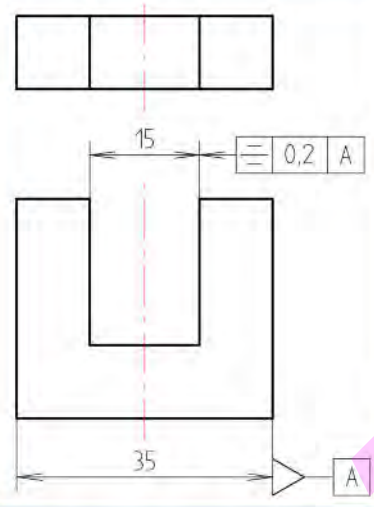
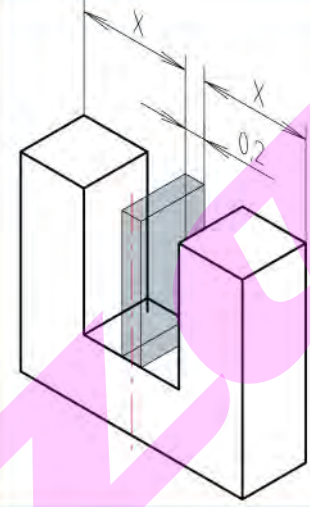
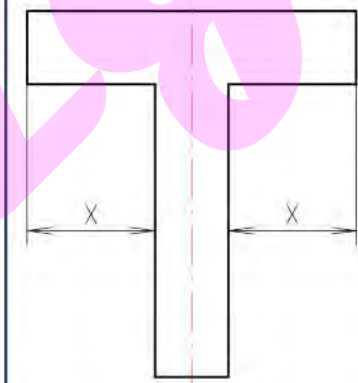
Symmetrisch vliegtuig

Symmetrietolerantie

Je kunt met een symmetrietolerantie aangeven hoeveel een element van één helft van een product mag afwijken van de andere helft. De hartlijn van het product is het referentie-element. De hartlijnpositie van de motoren is verschoven ten opzichte van de hartlijn van het vliegtuig. Dit is de symmetrietolerantie-afwijking.



Positie motoren a-symmetrisch

symmetrie 	betekenis:	voorbeeld: T-stuk
		

Symmetrietolerantie



10. Bedenk zelf een product waarvoor een symmetrietolerantie kan gelden.

Slagtolerantie

Je hebt hiervoor gelezen dat er hoge eisen worden gesteld aan de rondheid van een treinwiel. De rondheid moet binnen een bepaalde tolerantie liggen.

Ook al is het wiel nagenoeg perfect rond, er zal toch een slag optreden als het draait. Bij een slag verandert de positie van het loopvlak van het wiel. Daardoor kunnen ongewenste trillingen ontstaan.

Om dit te voorkomen kan er een slagtolerantie worden opgegeven op de werktekening. Er zijn verschillende soorten slagtoleranties:

- radiale slagtolerantie

- axiale slagtolerantie

Radiale slag

Bij een radiale slag verandert de plaats van het loopvlak van het wiel. Radiaal betekent: loodrecht op de hartlijn van de as.

Voorbeeld: Bij het veelvuldig op en afrijden van de stoepband met je fiets kan er een radiale slag ontstaan in je fietswiel.



Radiale slag in fietswiel

radiale slag ↗	betekenis:	voorbeeld: wiel

Radiale slagtolerantie

Axiale slag


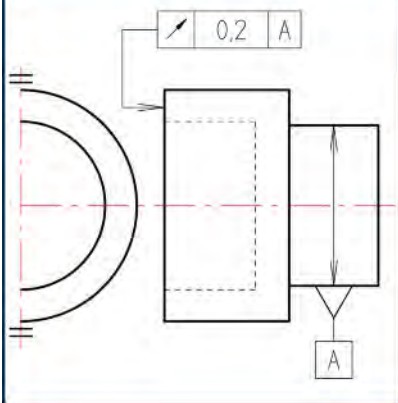
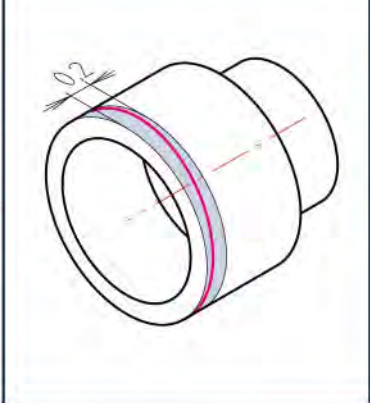
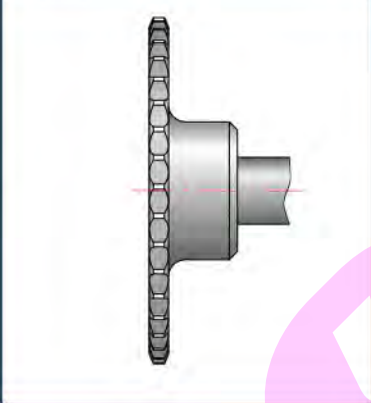
Bij een axiale slag verandert de plaats van het zijvlak van het wiel. Axiaal betekent: evenwijdig aan de hartlijn van de as.

Een axiale slagtolerantie geeft aan hoeveel de maximale plaatsafwijking mag zijn ten opzichte van een referentie-element.

Voorbeeld: bij een zijdelingse aanrijding van de fiets kan er een axiale slag in het wiel ontstaan.



Axiale slag in fietswiel

axiale slag 	betekenis:	voorbeeld: tandwiel
		

Axiale slagtolerantie

?

11. Wat geef je aan met een slagtolerantie?

?

12. Slagtoleranties gelden meestal voor cilindrische producten. Bedenk een voorbeeld van een niet-cilindrisch product waarvoor een slagtolerantie kan gelden.
