

## Vaktheorie: Tekeninglezen – Maatinschrijving, Toleranties & Passingen

### 1. Maatinschrijving

Maatinschrijving is het eenduidig aanbrengen van maataanduidingen op een technische tekening, zodat de constructeur of verspaner exact weet hoe groot een onderdeel moet worden. Dit gebeurt volgens de internationale ISO-normen.

- **Maatlijn:** De dunne doorlopende lijn die parallel loopt aan de te meten zijde. De maatlijn eindigt altijd in een dichte, slanke **pijlpunt**.
- **Hulplijn:** De dunne lijnen die loodrecht vanaf het werkstuk naar de maatlijn lopen om het meetgebied te begrenzen. De hulplijn loopt altijd ca. 2 mm *dóór* voorbij de pijlpunt.
- **Maatcijfer:** Het getal dat de werkelijke maat in **millimeters (mm)** aangeeft. Op een werktuigbouwkundige tekening wordt de eenheid 'mm' nooit achter het getal geschreven. Het cijfer staat altijd *boven* of *links* van de maatlijn, zodanig dat het vanaf de onderkant of rechterkant van de tekening leesbaar is.
- **Vormsymbolen:** Letters of tekens *vóór* het getal die de vorm verduidelijken:
  - **Ø (Diameter):** Voor ronde assen of gaten (bijv. Ø 12 voor de basisplaat).
  - **R (Radius):** Voor afrondingen of bochten (bijv. R5 bij het buigen).
  - **(Vierkant):** Voor vierkante kokerprofielen of blokken.
  - **M (Metrisch):** Voor standaard schroefdraad (bijv. M10 voor het spindelblok).

#### Opdrachten Maatinschrijving (Praktijktoepassing)

In de Gilde-opdrachten leer je fouten in maatketens te ontdekken.

- *Kernregel 1:* Maatlijnen mogen elkaar **nooit kruisen**. Korte maten staan daarom altijd het dichtst bij het product getekend, langere maten staan daar omheen.
- *Kernregel 2: Overbemaatgeving voorkomen.* Een maat mag er maar *één* keer op staan. Als een totale lengte 100 mm is, en been A is 40 mm, dan mag been B *niet* als 60 mm getekend staan, tenzij dit een referentiemaat tussen haakjes is: (60). Dit voorkomt conflicterende maateisen in de werkplaats.

---

### 2. Maattoleranties en Passingen

In de praktijk is het onmogelijk om een onderdeel op de micrometer exact te maken. Daarom krijgt elke maat een bepaalde speelruimte: de **tolerantie**.

- **Algemene tolerantie:** Staat vaak in het titelblok vermeld (bijv. conform ISO 2768-m). Dit betekent dat voor alle maten waar géén specifieke tolerantie bij staat, een standaard afwijking geldt (bijvoorbeeld  $\pm 0,2$  mm voor lineaire maten).
- **Specifieke maattolerantie:** Staat direct achter het maactijfer vermeld, bijvoorbeeld:
  - $\$40^{+0,1}_{-0,05}\$$  → De gemaakte maat moet liggen tussen 40,05 mm (minimale grensmaat) en 40,10 mm (maximale grensmaat). De tolerantie is 0,05 mm.

### Het ISO-Passingstelsel

Wanneer twee onderdelen in elkaar moeten passen (zoals de zuiger in de cilinder van de persluchtmotor), gebruiken we letters en cijfers (bijv. **H7** of **g6**).

- **Hoofdletters** (bijv. H7) gelden altijd voor de **binnenmaat (het gat)**.
- **Kleine letters** (bijv. g6) gelden altijd voor de **buitenmaat (de as of zuiger)**.
- **De letter H (Gatbasisstelsel):** Betekent dat de minimale grensmaat van het gat exact gelijk is aan de nominale maat (de nul-lijn). Een gat van  $\varnothing 10$  H7 heeft een ondergrens van exact 10,000 mm.

### Drie Soorten Passingen

1. **Spelingpassing:** De as is altijd kleiner dan het gat. De onderdelen kunnen vrij ten opzichte van elkaar bewegen (bijv. **H7/g6** voor de zuiger/cilinder).
2. **Overgangspassing:** Afhankelijk van de werkelijke fabricage kan het onderdeelje net klemmen of net speling hebben. Montage gebeurt vaak met een kunststof hamer.
3. **Perspassing (Klem- of krimppassing):** De as is groter dan het gat. De onderdelen zitten onwrikbaar vast. Montage gebeurt met een hydraulische pers of door het gat warm te stoken (uitzetten) en de as te koelen (krimpen).

### Opdrachten Maattoleranties en Passingen (Praktijktoepassing)

- **Opdracht:** Bereken de uiterste maten van een passing  $\varnothing 20$  H7/g6 met behulp van je tabellenboek.
  - *Uitwerking Gat ( $\varnothing 20$  H7):* Afwijking is  $+21\mu\text{m}$  en  $0\mu\text{m}$ . Maximaal = 20,021 mm; Minimaal = 20,000 mm.
  - *Uitwerking As ( $\varnothing 20$  g6):* Afwijking is  $-7\mu\text{m}$  en  $-20\mu\text{m}$ . Maximaal = 19,993 mm; Minimaal = 19,980 mm.

- *Conclusie:* De minimale speling is  $20,000 - 19,993 = 0,007$  mm ( $7\mu\text{m}$ ). Het past dus altijd zuiver met minimale speling.
- 

### 3. Titelblok en Stuklijst

Het titelblok en de stuklijst (materiaallijst) vormen het 'paspoort' van de technische tekening en bevinden zich rechtsonder op het tekenvel.

#### Het Titelblok (Stempel)

Bevat alle administratieve en algemene technische gegevens van de constructie:

- **Tekeningnummer / Stuknummer:** Identificatie van het specifieke project (bijv. Stuknr. 31 voor de notenkraker).
- **Schaal:** De verhouding waarin getekend is. Schaal 1:1 is ware grootte. Schaal 1:2 is verkleind (tekening is half zo groot als de werkelijkheid). Schaal 5:1 is vergroot (voor fijne details van de persluchtmotor).
- **Maateenheid:** Standaard in de werktuigbouw: millimeter (mm).
- **Projectiemethode:** Weergegeven met het symbool van de afgeknotte kegel (meestal Europese projectie).
- **Auteur & Datum:** Wie heeft de tekening gemaakt en wanneer is deze gecontroleerd.

#### De Stuklijst (Materiaallijst)

Staat direct boven of naast het titelblok geplaatst en specificeert alle losse onderdelen die nodig zijn om de totale samenstelling te bouwen. De stuklijst is opgebouwd uit kolommen:

1. **Pos.** (Positienummer): Correspondeert met de ballonnummers op de samenstellingstekening.
  2. **Aantal:** Hoeveel stuks je van dit specifieke onderdeel moet afkorten of pakken.
  3. **Benaming:** De naam van het component (bijv. 'Grondplaat', 'Knevel', 'Spindel').
  4. **Normaanduiding / Afmeting:** De ruwe zaagmaten of profielcodes (bijv. Platstaal 40x10 of Koker 40x40x3).
  5. **Materiaal:** De exacte materiaalkwaliteit (bijv. S235JR, CuZn39Pb3 (messing), of AlMgSi0.5).
- 

### 4. Praktijkberekening Tolerantietabellen (Vakrekenen)

## Rekenvoorbeeld: Berekening van de minimale en maximale passingruimte

Voor de geleide-as van een constructie is op de tekening een passing voorgeschreven van  $\varnothing 30 \text{ H7} / \text{f7}$ . We berekenen de uiterste passingwaarden (speling) met behulp van de micrometewaarden ( $\mu\text{m}$ ) uit het tabellenboek.

- *Gegeven tolerantiewaarden uit het ISO-stelsel:*
  - Gat ( $\varnothing 30 \text{ H7}$ ):  $+21 \mu\text{m} / 0 \mu\text{m}$
  - As ( $\varnothing 30 \text{ f7}$ ):  $-20 \mu\text{m} / -41 \mu\text{m}$
  - *Opmerking:*  $1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$ .
- **Stap 1: Bereken de uiterste maten van het Gat:**
  - Maximale grensmaat gat =  $30,000 + 0,021 = \mathbf{30,021 \text{ mm}}$
  - Minimale grensmaat gat =  $30,000 + 0,000 = \mathbf{30,000 \text{ mm}}$
- **Stap 2: Bereken de uiterste maten van de As:**
  - Maximale grensmaat as =  $30,000 - 0,020 = \mathbf{29,980 \text{ mm}}$
  - Minimale grensmaat as =  $30,000 - 0,041 = \mathbf{29,959 \text{ mm}}$
- **Stap 3: Bereken de uiterste spelingsituaties:**
  - **Minimale speling** (kleinst mogelijke gat minus de grootst mogelijke as):  
$$\text{Speling}_{\text{min}} = 30,000 \text{ mm} - 29,980 \text{ mm} = \mathbf{0,020 \text{ mm}} \quad (20 \mu\text{m})$$
  - **Maximale speling** (grootst mogelijke gat minus de kleinst mogelijke as):  
$$\text{Speling}_{\text{max}} = 30,021 \text{ mm} - 29,959 \text{ mm} = \mathbf{0,062 \text{ mm}} \quad (62 \mu\text{m})$$
- **Vaktheoretische conclusie:** Dit is een zuivere spelingpassing. Zelfs in de meest ongunstige fabricagesituatie zal de as altijd minimaal 0,020 mm en maximaal 0,062 mm speling hebben, waardoor een soepele, soepel lopende mechanische beweging gegarandeerd is zonder dat de as vastloopt.

---

## 5. Keuringslijst Tekeningcontrole (Eindcontrole)

Gebruik deze tabel bij je tekeningleesopdrachten om te controleren of je alle informatie juist hebt verzameld.

Checkpoint	Te controleren waarde	Gevonden op tekening? (JA/NEE)	Waarde / Notitie
<b>1. Maateenheid</b>	Is de basiseenheid mm en staan er vormsymbolen (Ø, M, R)?		
<b>2. Maattolerantie</b>	Zijn er specifieke passingen voorgeschreven voor bewegende delen?		
<b>3. Schaalinstelling</b>	Wat is de schaal in het titelblok en past dit bij je meetgereedschap?		
<b>4. Stuklijst-check</b>	Komen alle positieballonnen op de tekening overeen met de materiaallijst?		

### **Eindresultaat Documentatie**

De complete theorie over maatinschrijvingen, ISO-passingstelsels, maattoleranties, titelblokken en stuklijsten is succesvol uitgewerkt conform de onderwijsstandaarden voor **MBO Niveau 2 Metaal (BBL)** [1, 3.1]. Je kunt dit direct gebruiken voor je Gildeportfolio.