

# 1

## Oriëntatie op het werktuigbouwkundig tekenen

- 1.1 De tekening als communicatiemiddel
- 1.2 Tekenmethoden
- 1.3 Normalisatie
- 1.4 Papierformaten
- 1.5 Tekenschalen
- 1.6 Normschrift en teksten
- 1.7 Rechteronderhoek
- 1.8 Lijnsoorten en hun functie
- 1.9 Inleiding tekenen met computerprogramma's

In dit hoofdstuk zie je hoe technische tekeningen worden ingezet als nuttig communicatiemiddel.

Je neemt kennis van normalisatie als middel tot standaardisatie en het voorkomen van misverstanden. Je leert de verschillende soorten tekeningen kennen. Je neemt kennis van diverse papierformaten, lijnsoorten en tekenschalen. We geven tot slot een korte inleiding over het tekenen met computerprogramma's.

# Van idee naar ontwerp, tekening en fabricage

1

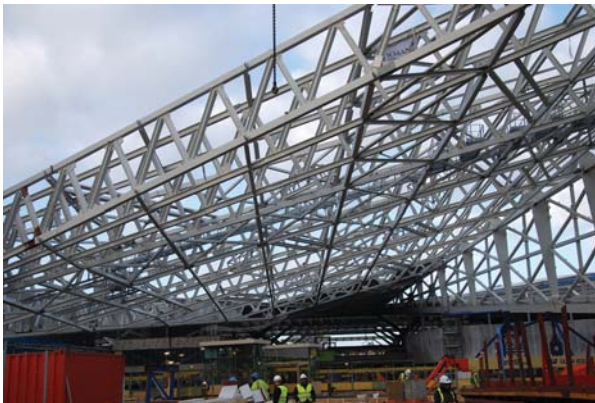
Binnen een bedrijf besluit men om tot een nieuw product te komen, om een verbetering of wijziging aan te brengen aan een bestaand product. Een ontwerper maakt schetsen voor het ontwerp die na een bespreking worden goedgekeurd. Daarna moeten er uitgebreide tekeningen worden gemaakt. Vervolgens wordt er gecontroleerd of de uitgewerkte tekeningen voldoen aan het ontwerp. De werktekeningen worden daarna gebruikt door de calculatieafdeling voor het bepalen van de prijs en in de werkplaats om

het product te produceren. De steun voor een haakse slijper die hier is afgebeeld, is ook op die manier tot stand gekomen. Van een ontwerp is uiteindelijk het product geproduceerd. Van alle onderdelen zijn tekeningen gemaakt die aan het eind worden samengevoegd tot een tekening van de samenstelling. De tekeningen worden in het bedrijf bewaard als documenten. Ze dienen als naslagwerk en worden weer gebruikt als men wijzigingen in het ontwerp wil aanbrengen.

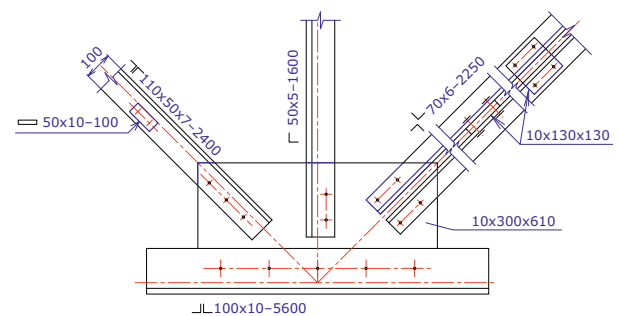


## 1.1 De tekening als communicatiemiddel

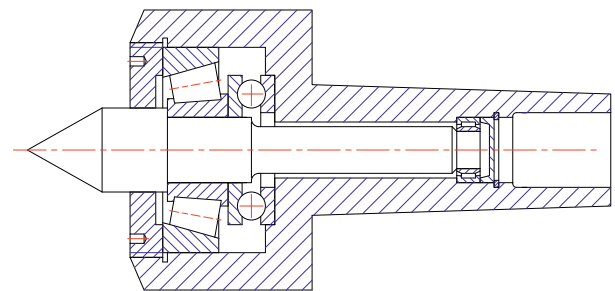
In het verleden werd vaak vanaf een eenvoudige schets een product gemaakt. De smid maakte bijvoorbeeld een eenvoudige tekening en gebruikte deze om het product te maken. Met die tekening kon hij overleggen met de opdrachtgever. De tekening was toen al een communicatiemiddel. Tegenwoordig worden tekeningen gemaakt op een tekenkamer of ontwerp bureau. Het verschil met het verleden is nu dan ook dat degene die het product moet maken, de tekening niet zelf heeft gemaakt. Dit houdt in dat er duidelijke afspraken moeten zijn hoe de tekeningen moeten worden gemaakt. Omdat de werktuigbouwkunde een groot terrein bestrijkt, heeft elk deelgebied zijn eigen ‘vastgelegde’ regels en methoden voor het vervaardigen van technische tekeningen (zie figuur 1.1 tot en met figuur 1.4).



FIGUUR 1.1 Werkgebieden van de werktuigbouwkunde: Staalconstructies

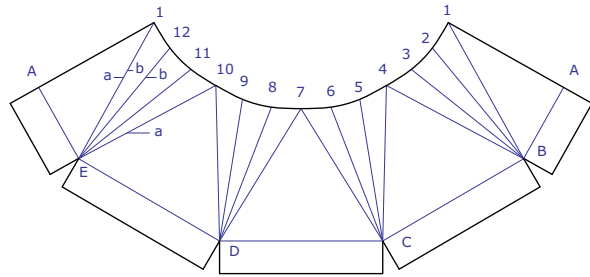


FIGUUR 1.2 Werkgebieden van de werktuigbouwkunde: Machinebouw

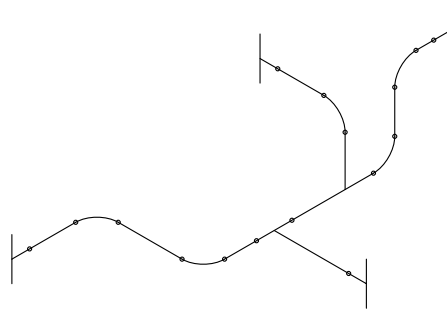




**FIGUUR 1.3** Werkgebieden van de werktuigbouwkunde: Plaatconstructies

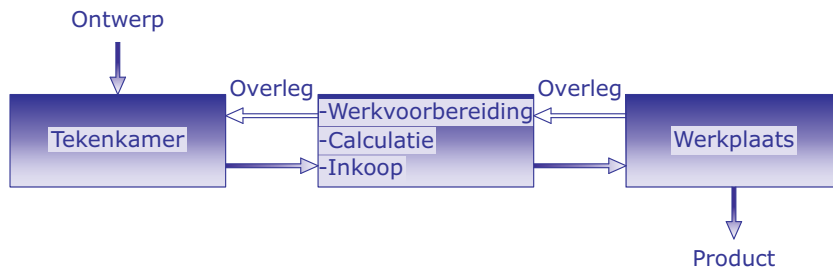


**FIGUUR 1.4** Werkgebieden van de werktuigbouwkunde: Pijpleidingen



Om van een opdracht tot een product te komen, doorloopt een plan veel fasen. Omdat er in de techniek veel specialisaties zijn die alle een bijdrage in de fasen leveren, is een goede communicatie noodzakelijk. Schetsen en technische tekeningen zijn belangrijke communicatiemiddelen (zie figuur 1.5).

**FIGUUR 1.5** Technische tekening als communicatiemiddel tussen ontwerp- en productiefase



Technische tekeningen moeten voldoen aan de volgende voorwaarden:

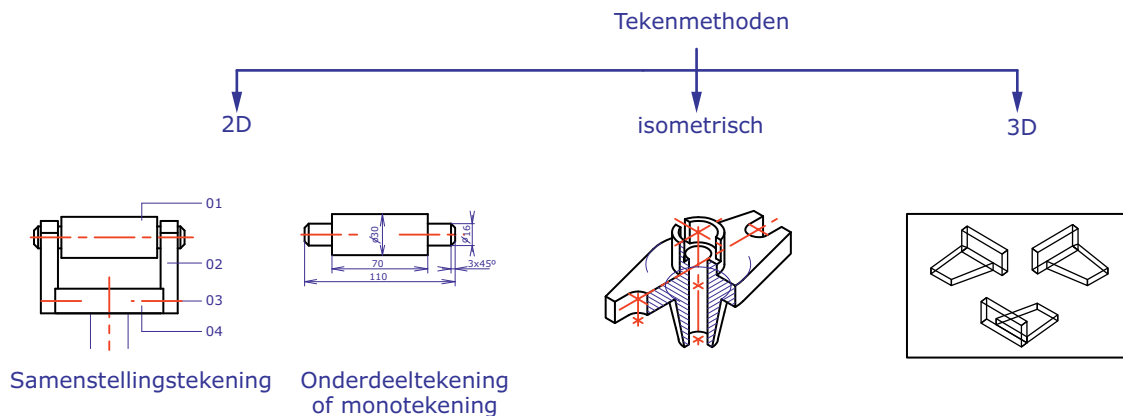
- De tekening moet gemaakt worden volgens afspraken die in het betreffende vakgebied gelden. Daardoor kan de tekening ook buiten het bedrijf gelezen worden.
- De tekening moet alle gegevens bevatten die noodzakelijk zijn voor het vervaardigen van het product, zoals de vorm, de afmetingen, de materiaalsoort en de normen die zijn toegepast.

Er zijn verschillende tekenmethoden om de tekeningen te maken. Die bespreken we in de volgende paragraaf.

## 1.2 Tekenmethoden

In figuur 1.6 zijn de verschillende tekenmethoden afgebeeld. De meeste technische tekeningen worden tweedimensionaal (2D) uitgevoerd. Isometrische tekeningen en schetsen worden in de ontwerpfase gebruikt of voor presentaties. Ontwerpers gebruiken veel 3D-tekeningen.

FIGUUR 1.6 Tekenmethoden



Alle tekeningen moeten voldoen aan de geldende normen. De volgende paragraaf geeft een overzicht van de instituten die zich daarmee bezighouden.

## 1.3 Normalisatie

Normalisatie in de techniek is noodzakelijk om afspraken te kunnen maken en orde te scheppen, zodat te grote diversiteit van producten kan worden voorkomen. Afspraken die zoal voor het technisch tekenen worden gemaakt, zijn:

- de manier waarop de tekeningen gemaakt moeten worden
- de nauwkeurigheidseisen die aan het te vervaardigen product worden gesteld
- de aanduiding van materiaalsoorten
- de aanduiding van lasnaden

Om te grote diversiteit te voorkomen, zijn er normen voor:

- schroefdraadafmetingen
- het uitwisselbaar maken van onderdelen
- keuringseisen

In ons land is de normalisatie in handen van het Nederlands Normalisatie Instituut (NNI) te Delft. Binnen dit instituut zijn voor verschillende vakgebieden commissies met deskundigen samengesteld. Zij onderzoeken de mogelijkheden van normalisatie. Als besloten wordt tot normalisatie over te gaan, stelt de commissie een ontwerpnorm op waarop door belanghebbenden kritiek kan worden geleverd. Na

verwerking van deze kritiek wordt de definitieve norm vastgesteld, die het NNI vervolgens in de vorm van een normblad (NEN-blad) uitbrengt.

Andere landen hebben ook hun nationale normalisatie-instituut, zie tabel 1.7.

**TABEL 1.7** Normalisatie-instituten

| Land                | Normalisatie-instituut                         | Afkorting | Normblad |
|---------------------|--|-----------|----------|
| Nederland           | Nederlands Normalisatie Instituut              | NNI       | NEN-norm |
| Duitsland           | Deutsches Institut für Normung                 | DIN       | DIN-norm |
| Verenigde Staten    | American Standards Association                 | ASA       | ASA-norm |
| Verenigd Koninkrijk | British Standards                              | BS        | BS-norm  |
| Wereld              | International Organization for Standardization | ISO       | ISO-norm |

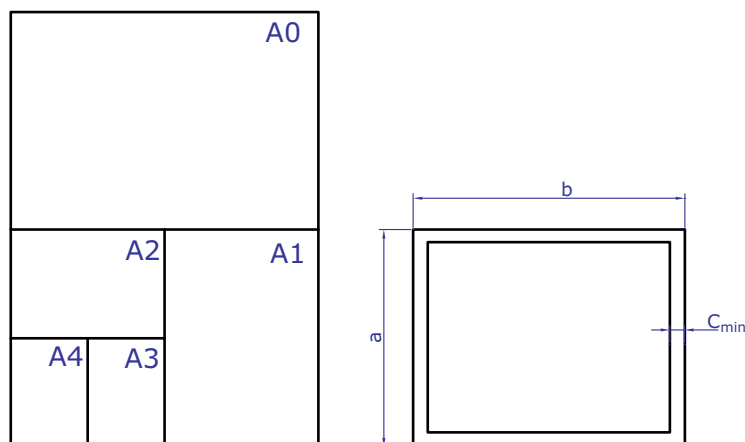
Internationaal hebben de afzonderlijke organisaties zich verenigd in de zogenoemde ISO (International Organization for Standardization). Bij de volgende paragrafen worden steeds de normen toegepast.

## 1.4 Papierformaten

Tekenpapierformaten zijn genormaliseerd in het normblad NEN 379 (zie figuur 1.8). Dit is noodzakelijk in verband met reproductie, plotten, het opbergen in archiefkasten en het verzenden van tekeningen.

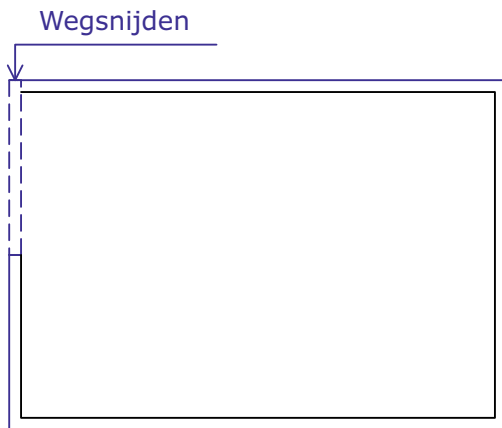
| Aanduiding | Nominale afmeting $a \times b$ | Randbreedte $C_{\min}$ |
|------------|--------------------------------|------------------------|
|            | mm                             | mm                     |
| A0         | $841 \times 1189$              | 20                     |
| A1         | $594 \times 841$               | 20                     |
| A2         | $420 \times 594$               | 10                     |
| A3         | $297 \times 420$               | 10                     |
| A4         | $210 \times 297$               | 10                     |

**FIGUUR 1.8** Papierafmetingen



Als we tekeningen moeten inbinden in een verslag, moeten we voor de linkerrandbreedte 20 mm nemen. Dit geldt ook voor kleinere papierformaten. Een deel van de rand kan dan worden weggesneden (zie figuur 1.9).

**FIGUUR 1.9** Wegsnijden van de rand voor inbinden



Bij grote projecten worden de tekeningen ingebonden om als naslagwerk te dienen. Grote of kleine voorwerpen worden op schaal getekend, zoals in de volgende paragraaf wordt uitgelegd.

## 1.5 Tekenscalen

Grote producten moeten op een verkleinde schaal worden getekend, zodat deze op genormaliseerd papier passen. Kleinere producten worden voor de duidelijkheid op vergrote schaal getekend. De algemene schaal van de tekening wordt in de rechteronderhoek aangegeven. In tabel 1.10 zijn aanbevolen tekenscalen aangegeven. Een afwijkende schaal voor één onderdeel wordt bij de tekening van het onderdeel aangegeven.

**TABEL 1.10** tekenscalen

|                            |      |      |      |      |      |       |
|----------------------------|------|------|------|------|------|-------|
| Schalen voor vergrotingen  | 50:1 | 20:1 | 10:1 | 5:1  | 2:1  |       |
| Ware grootte               | 1:1  |      |      |      |      |       |
| Schalen voor verkleiningen | 1:2  | 1:5  | 1:10 | 1:20 | 1:50 | 1:100 |

Bij het vergroten en verkleinen van tekeningen met computertekenprogramma's moeten we erop letten dat de werkelijke maat van het voorwerp op de tekening komt. Ook teksten moeten aan de schaal worden aangepast (zie de volgende paragraaf).

## 1.6 Normschrift en teksten

Officieel moet op tekeningen het normschrift worden toegepast (zie figuur 1.11). Bij het verkleinen en vergroten van de tekening blijven de letters goed leesbaar. Tegenwoordig kunnen in tekencomputerprogramma's eenvoudig veel lettertypen worden gekozen.

FIGUUR 1.11 Normschrift

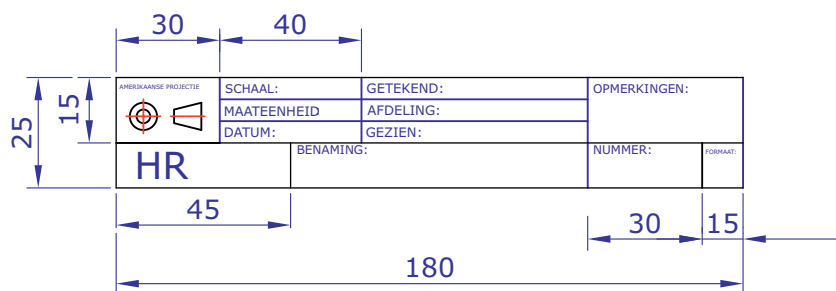
ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ  
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz  
 Ø123456789IVX

Bedrijven geven hun eigen standaardtekststijl op, die vastgelegd is in de standaardinstellingen voor de tekeningen. Ook bij de rechteronderhoek worden teksten toegepast. In de volgende paragraaf gaan we nader in op de rechteronderhoek van de tekening.

## 1.7 Rechteronderhoek

De rechteronderhoek van de tekening is bestemd voor de vermelding van de voor de registratie van de tekening noodzakelijke gegevens. Voor alle tekenformaten is de breedte 180 mm en de hoogte ten minste 25 mm (zie figuur 1.12). Bedrijven hebben vaak een eigen rechteronderhoek voor tekeningen voorgedrukt of geplaatst in de standaardtekening voor de computer.

FIGUUR 1.12 De rechteronderhoek




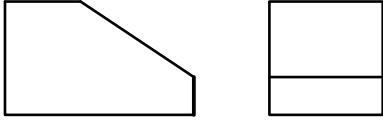

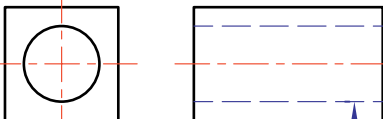

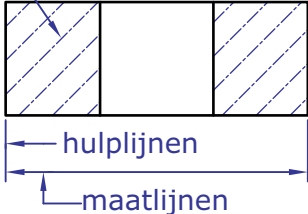

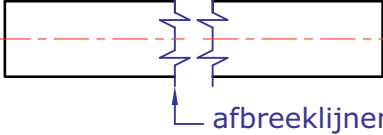

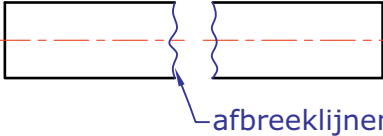

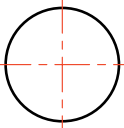
We kunnen ook zelf een standaardtekening van de rechteronderhoek maken met het programma AutoCAD (zie paragraaf 1.9) en deze steeds laden als een nieuwe tekening wordt gemaakt. In de volgende paragraaf gaan we nader in op de lijnsoorten en hun functie.



## 1.8 Lijnsoorten en hun functie

Lijnsoorten hebben alle een betekenis. In figuur 1.13 zijn de lijnsoorten aangegeven die in de werktuigbouwkunde worden toegepast. Ook is aangegeven welke lijndikte wordt gebruikt. De verschillende lijndiktes zorgen ervoor dat de tekening overzichtelijk blijft.

FIGUUR 1.13 Lijnsoorten

| lijnsoorten  | aanbevolen dikte | toepassingen   |
|--|------------------|--|
| <br>dikke lijn                  | 0,5 mm           | <br>zichtbare begrenzingslijnen                |
| <br>streeplijn                  | 0,35 mm          | <br>niet zichtbare begrenzingslijn            |
| <br>dunne lijn                | 0,25 mm          | <br>arceerlijnen<br>hulplijnen<br>maatlijnen |
| <br>dunne lijn met zigzags    | 0,25 mm          | <br>afbreeklijnen                            |
| <br>dunne gegolfde lijn       | 0,25 mm          | <br>afbreeklijnen                            |
| <br>dunne gemengde streeplijn | 0,25 mm          | <br>hartlijnen                                |

In de volgende paragraaf (1.9.1) wordt uitgelegd hoe de verschillende lijnsoorten in te stellen zijn met het programma AutoCAD.

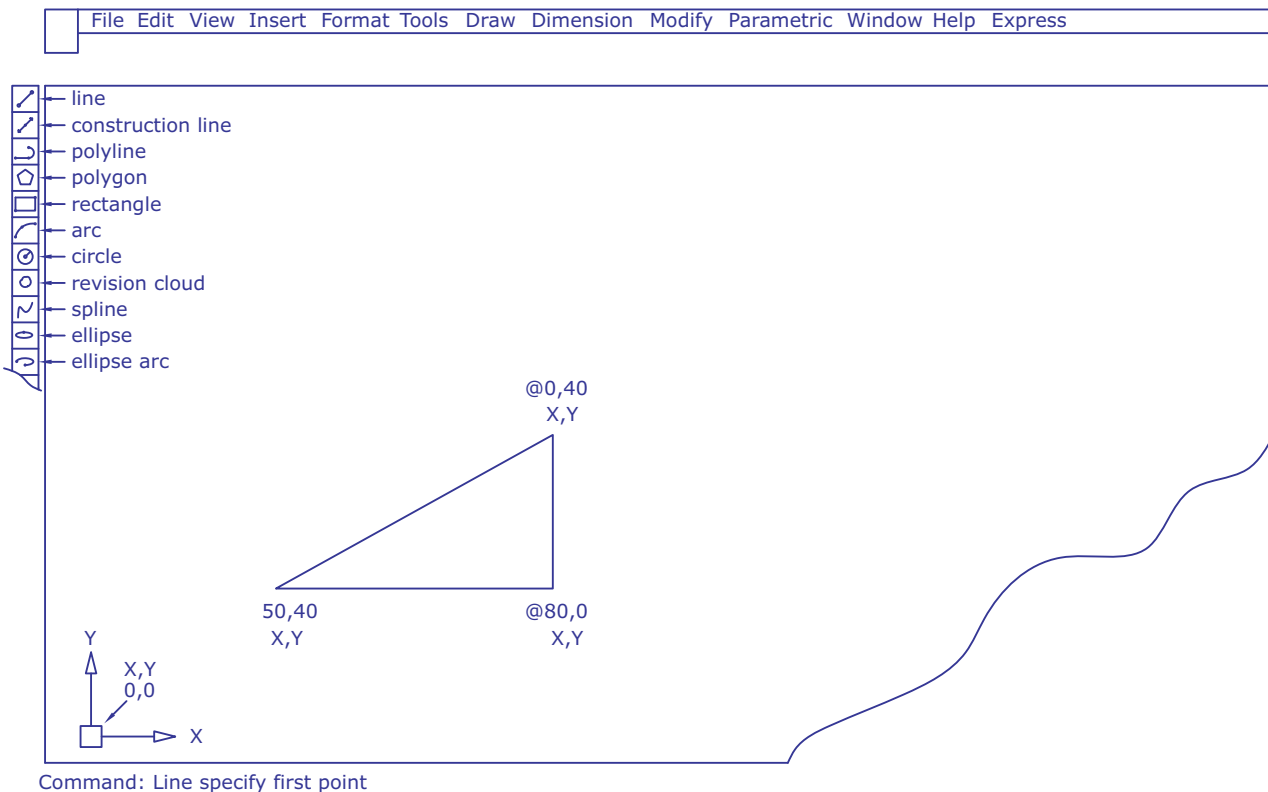
## 1.9 Inleiding tekenen met computerprogramma's

Voor het maken van tekeningen worden computerprogramma's gebruikt. In dit boek behandelen we een aantal commando's van het programma AutoCAD.

Als AutoCAD wordt opgestart, verschijnt het scherm dat is afgebeeld in figuur 1.14. Aan de linkerkzijde van het scherm bevindt zich een aantal iconen. Als we met de muis op het bovenste icoon klikken, hebben we het commando *Line* geactiveerd. Onderaan het scherm zien we de command-regel. Als het commando *Line* is geactiveerd, staat er bij *Command: line specify first point*. Als we nu met de muis een punt op het tekengedeelte van het scherm aanklikken, is het beginpunt van de lijn gemaakt. Door de muis te verschuiven, is het tweede punt van de lijn te maken. Na de muisklik van het tweede punt staat de lijn op het scherm.

Een nauwkeurige methode om lijnen te tekenen, is door het opgeven van coördinaten. Het eerste punt van de lijn voor de driehoek in figuur 1.14 wordt met x- en y-coördinaten 50,40 geplaatst. Voor het tekenen van de lijn met een lengte van 80 mm kunnen we de x- en y-coördinaten vooraf laten gaan door @. Door gebruik te maken van @ wordt het vorige punt gezien als de coördinaten 0,0. We kunnen dit tweede punt ook opgeven met de coördinaten 130,40 zonder gebruik te maken van @. Het derde punt gaat op dezelfde manier. Daarna kan de driehoek gesloten worden door op de command line C (*close*) in te tikken.

FIGUUR 1.14 Startscherm van AutoCad



Op het startscherm vinden we veel iconen en pulldown-menu's die we gebruiken om te tekenen en standaardinstellingen te maken. In de volgende subparagrafen bespreken we het instellen van lijnsoorten, het bewerken van een tekening en het tekenen in aparte lagen (lagenstructuur).

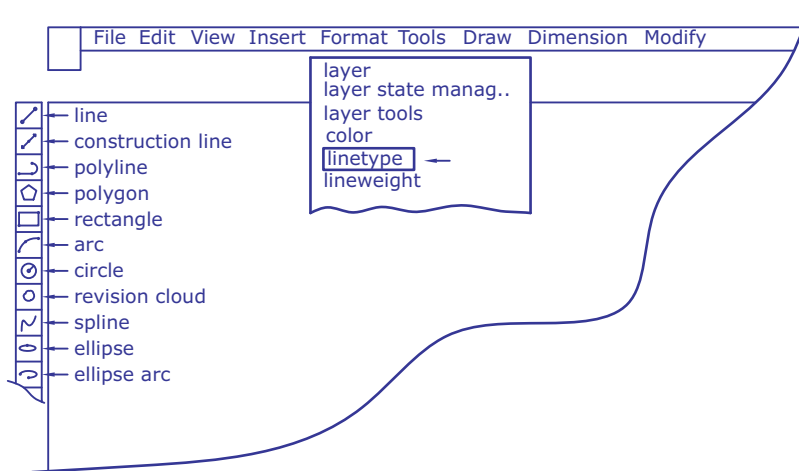
### 1.9.1 Lijnsoorten in AutoCAD

De lijnsoorten zoals besproken in paragraaf 1.8 kunnen via het pulldown-menu *Format* geladen worden in de dialogbox *linetype*. Door *load* te activeren, komen er veel lijntypen op het scherm.

Zo kunnen we *centerline* kiezen voor hartlijn of *hidden line* voor streeplijn enzovoort (zie figuur 1.15).

Boven het tekenscherm vinden we het pulldown-menu voor *linetype control*. Hierin staan de geladen lijntypen en deze zijn daar ook te activeren.

FIGUUR 1.15 Linetype control

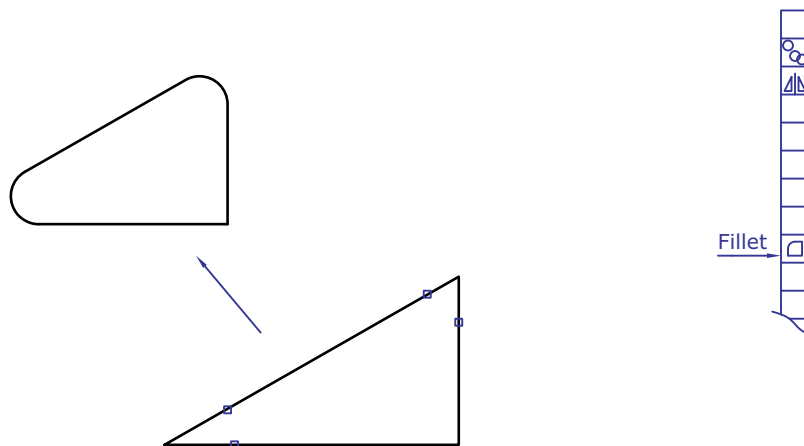


Aan de lijnsoort kan ook een kleur of lijndikte worden gekoppeld. In de lagenstructuur die in subparagraaf 1.9.3 wordt besproken, kan de lijnsoort aan een laag worden gekoppeld.

### 1.9.2 Bewerken van een tekening

Een andere rij met iconen geeft de mogelijkheid om tekeningen te bewerken, zoals het spiegelen, afronden en afsnijden van lijnen. Zo kunnen we bijvoorbeeld de driehoek van figuur 1.14 afronden met het commando *Fillet*. Na het activeren van het commando *Fillet* wordt de straal van de afronding ingesteld. Daarna kunnen twee lijnen aangeklikt worden met de muis en wordt de afronding gemaakt (zie figuur 1.16).

FIGUUR 1.16 Bewerken met het commando Fillet



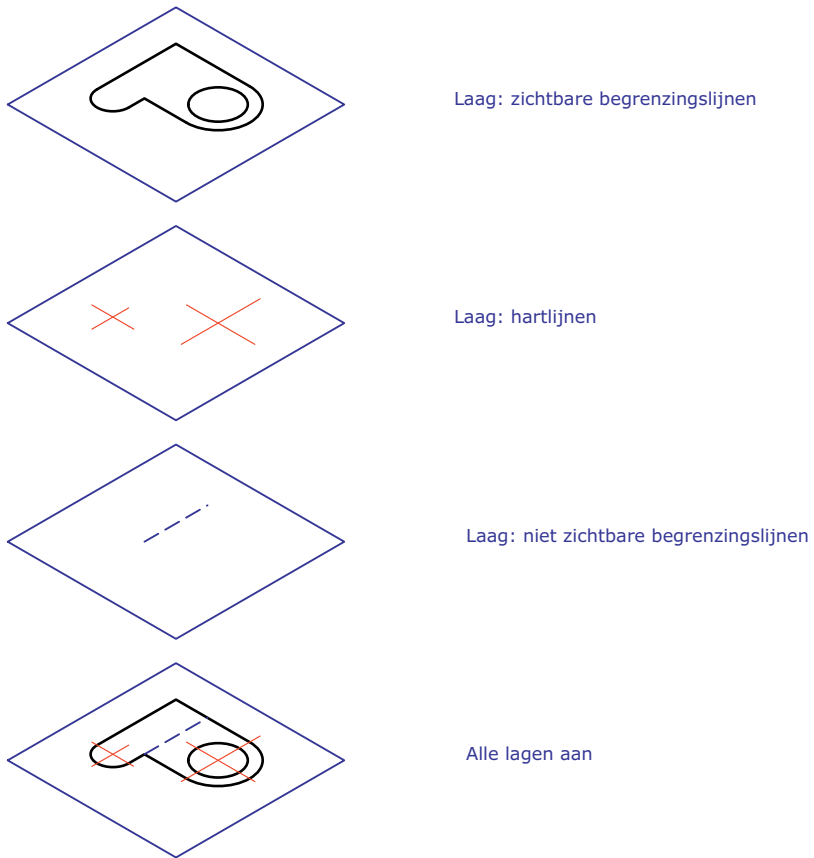
Current setting: Mode = Trim, Radius = 5.000  
 Select first object or [Undo/Polyline/Radius/Trim/Multiple]:

Als we met de pijl van de muis op het icoon gaan staan, wordt een korte toelichting van het commando gegeven. Na het activeren van het commando moeten we de instructies die op de command-regel komen te staan, opvolgen.

### 1.9.3 Lagenstructuur

In AutoCAD is het mogelijk lagen aan te maken. Hierdoor kunnen we figuren tekenen met bijvoorbeeld *continuous line* in een aparte laag. Zo kunnen er ook lagen voor hartlijnen, streeplijnen enzovoort worden gemaakt (zie figuur 1.17). De lagen kunnen aan- en uitgezet worden. Dat maakt het mogelijk om in een laag veranderingen aan te brengen. Lagen kunnen ook 'op slot' gezet worden, waardoor veranderingen aanbrengen niet mogelijk is.

FIGUUR 1.17 Lagenstructuur



Meerdere zaken betreffende het werken met lagen, zijn terug te vinden in boeken voor het leren werken met AutoCAD.

# Samenvatting

- ▶ Tekenmethoden
  - tweedimensionaal (2D)
  - isometrisch
  - driedimensionaal (3D)
  
- ▶ Lijnsoorten
  - dikke lijn (0,5 mm)
  - streeplijn (0,35 mm)
  - dunne lijn (0,25 mm)
  - zigzaglijn/gegolfde lijn (0,25 mm)
  - gemengde streeplijn (0,25 mm)
  
- ▶ Tekenpapierformaten (NEN 379)
  - A4 – A3 – A2 – A1 – A0
  
- ▶ Tekenschalen (NEN-ISO 5455)
  - vergroot voor kleine voorwerpen
  - ware grootte
  - verkleind voor grote voorwerpen
  
- ▶ Normschrift (NEN 3094)
  - staand of schuin
  
- ▶ Rechteronderhoek
  - voor het vermelden van algemene gegevens (NEN 2036) over de tekening
  
- ▶ Tekenen met AutoCAD
  - startscherm
  - tekenen van lijnen
  - instellen van lijnsoorten
  - bewerken van tekeningen
  - lagenstructuur

# Oefeningen

---

## Tekenoefeningen

### 1.1 Pakkingen

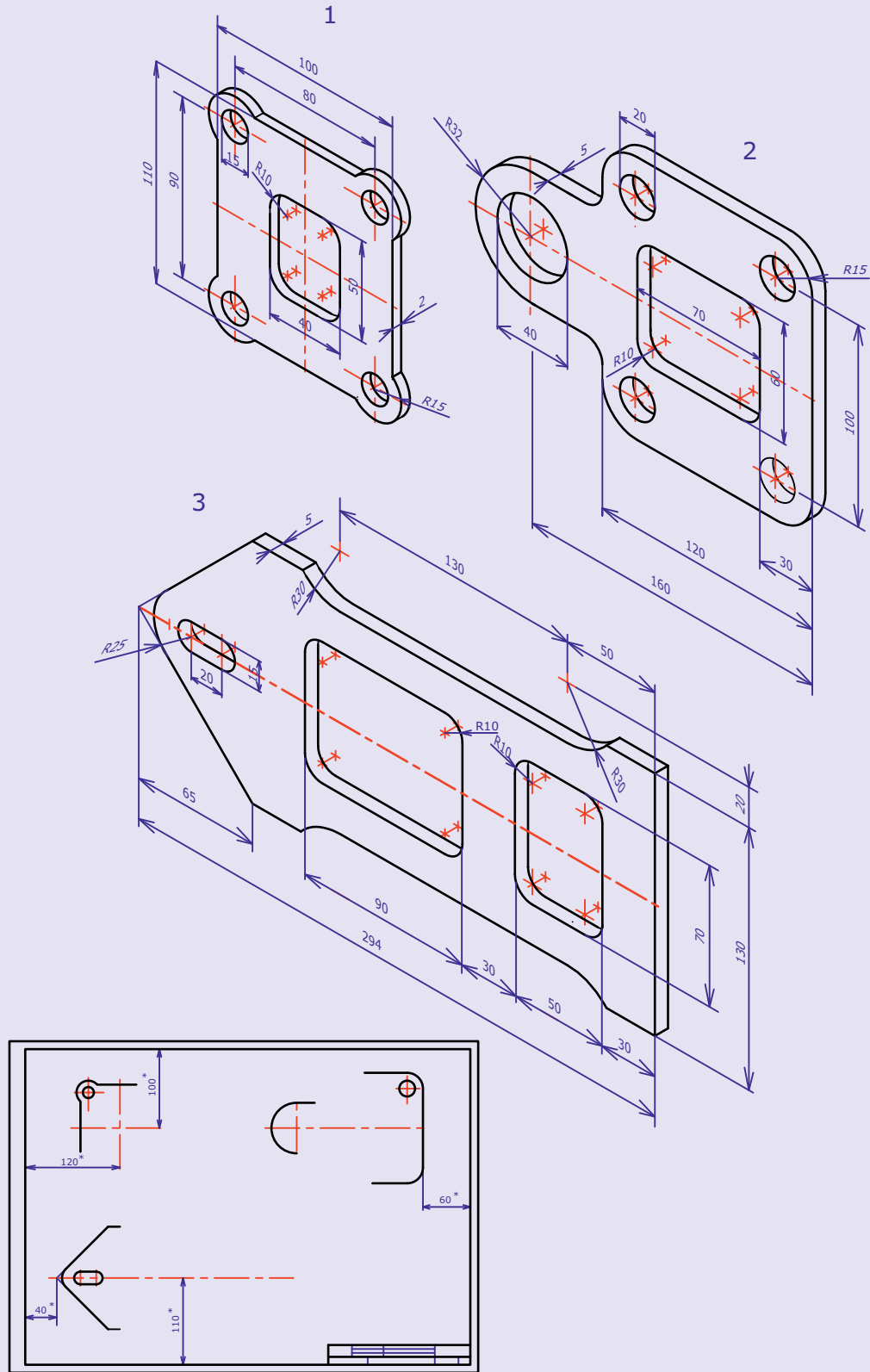
Maak tekeningen van de pakkingen volgens de papierindeling.

Plaats de rechteronderhoek op de tekening.

Papierformaat A2.

Schaal 1:1.

Geen maten inschrijven.





## 1.2 Plaatvoorwerpen

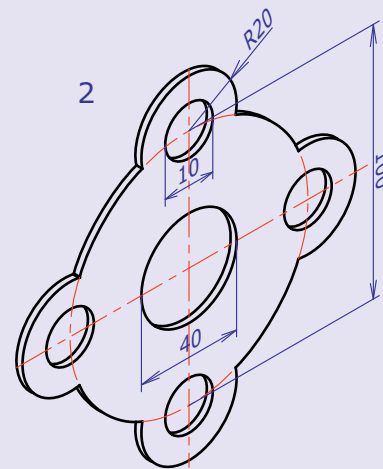
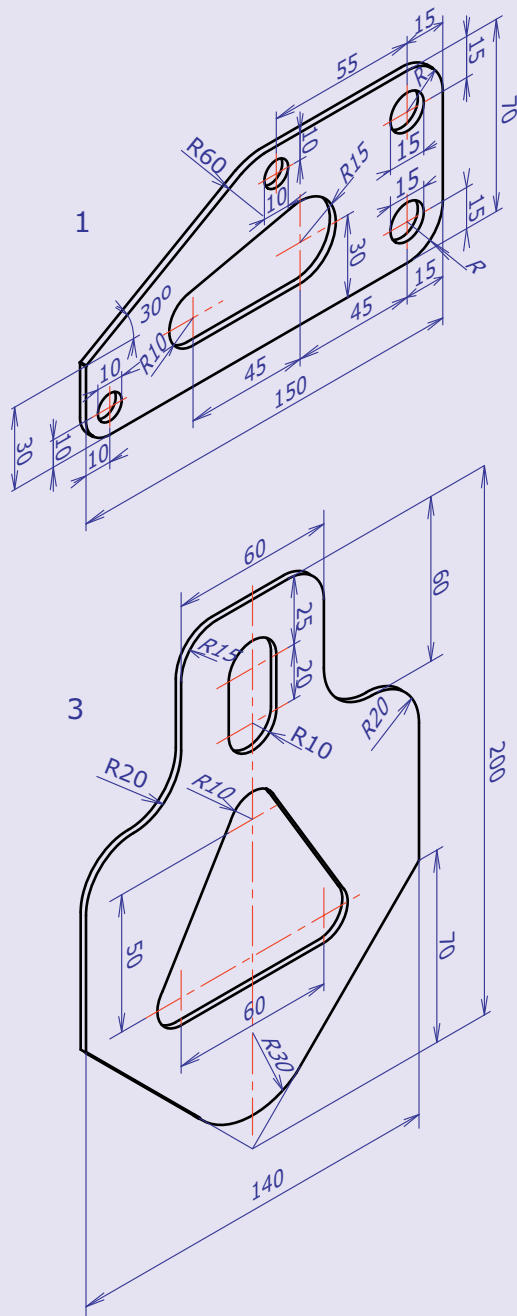
Maak tekeningen van de plaatvoorwerpen volgens de papierindeling.

Plaats de rechteronderhoek op de tekening.

Papierformaat A3.

Schaal 1:1

Geen maten inschrijven.



Dikte plaatmateriaal 2 mm

