

Inleiding Techniek

Een eerste kennismaking met het technisch domein
door middel van reverse engineering

Dirk Sijbesma, Matthijs de Jong, Menja Mollema-Reitsema

Eerste druk



Noordhoff Uitgevers

Inleiding Techniek

Een eerste kennismaking met het
technisch domein door middel van
reverse engineering

Dirk Sijbesma
Matthijs de Jong
Menja Mollema-Reitsema

Eerste druk

Noordhoff Uitgevers Groningen/Houten

Ontwerp omslag: Rocket Industries, Groningen

Omslagillustratie: Getty Images

Eventuele op- en aanmerkingen over deze of andere uitgaven kunt u richten aan:
Noordhoff Uitgevers bv, Afdeling Hoger Onderwijs, Antwoordnummer 13, 9700 VB
Groningen, e-mail: info@noordhoff.nl

Aan de totstandkoming van deze uitgave is de uiterste zorg besteed. Voor informatie die desondanks onvolledig of onjuist is opgenomen, aanvaarden auteur(s), redactie en uitgever geen aansprakelijkheid. Voor eventuele verbeteringen van de opgenomen gegevens houden zij zich aanbevolen.



0 / 14

© 2014 Noordhoff Uitgevers bv Groningen/Houten, The Netherlands.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Reprorecht (postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.stichting-pro.nl).

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

ISBN (ebook) 978-90-01-85554-3

ISBN 978-90-01-81861-6

NUR 173 en 950

Woord vooraf

In ons dagelijks leven spelen technische apparaten en producten een belangrijke rol. Je gebruikt deze apparaten en producten, maar je vraagt je zelden af wat er nodig is geweest voor de realisatie hiervan. Een scheerapparaat scheert, een broodrooster roostert en een kitspuit zorgt voor een gelijkmatige en vooral waterdichte voeg langs de rand van de douchebak. Populaire televisieprogramma's als 'How it's made', 'How do they do it', 'Extreme engineering' en 'Megafactories' geven een kijkje in de fabricage- en productieprocessen. Het proces van het genereren van een idee, het ontwikkelen, het ontwerpen en het construeren, dat voorafgaat aan het realiseren van deze producten, is minder makkelijk inzichtelijk te krijgen.

Inleiding Techniek is een eerste kennismaking met het domein engineering. Het is bedoeld voor studenten van technische studies, leerlingen van het VO en iedereen die nieuwsgierig is naar de vakkennis van ontwerpers en technische specialisten binnen dit domein. Engineering is een breed vakgebied met complexe specialismen, die in onderlinge samenhang goed werkende producten kunnen opleveren. Dit boek laat deze samenhang zien op basisniveau. Daarmee wordt affiniteit met de professionals uit dit domein ontwikkeld en een basis gelegd voor eventuele verdere verdieping.

Het is een praktisch boek met een centrale casus waarin een bestaand technisch product door middel van reverse engineering wordt onderzocht. Je analyseert de werking van het product, je beoordeelt de kwaliteit en je doet mogelijke verbetervoorstellen. Door de casus leer je de samenhang tussen verschillende specialismen ontdekken. De casus wordt ondersteund door drie delen waarin de benodigde kennis wordt behandeld: Technisch tekenen, Materiaalkunde en bewerkingsmethoden, en Toegepaste mechanica.

Dit boek is samengesteld door ir. M.A. de Jong (Hogeschool van Amsterdam), ing. M. Mollema (Hanzehogeschool Groningen) en ing. D. Sijbesma MeD (Hanzehogeschool Groningen), alle drie docent Technische Bedrijfskunde. Bij het samenstellen van dit boek hebben de volgende overwegingen een belangrijke rol gespeeld:

- De aangeboden kennis moet een niveau hebben dat geschikt is voor studenten die geen voorkennis van het vakgebied hebben.
- Een beroepsgerelateerde casus wordt aangeboden die de samenhang en de toepassing van de aangeboden kennis duidelijk maakt.
- Affiniteit met techniek en motivatie voor verdere verdieping moeten worden ontwikkeld.

De auteurs stellen het zeer op prijs om opbouwende kritiek en suggesties te ontvangen die kunnen leiden tot verbetering.

Groningen, juni 2013

Dirk Sijbesma
Matthijs de Jong
Menja Mollema-Reitsema

Inhoud

Inleiding 7

De casus *Reverse engineering* 9

Dirk Sijbesma (op basis van *Grondslagen tekeninglezen* van G.K. Wormgoor)

DEEL 1

Technisch tekenen 23

- 1 Projectiemethoden 25
- 2 Lijnsoorten 37
- 3 Maataanduidingen 47
- 4 Doorsneden 63
- 5 Bijzondere doorsneden 75
- 6 Schroefdraadaanduidingen 83
- 7 Aanduiding staalprofielen, gaten, klinknagels en bouten 93
- 8 Maattoleranties 101
- 9 Ruwheidsaanduidingen 107
- 10 Vorm- en plaatstoleranties 115
- 11 Lasaanduidingen 125
- 12 Veren 137
- 13 Tandwielen 143
- 14 Stuklijst 149

Matthijs de Jong

DEEL 2

Materiaalkunde en bewerkingsmethoden 155

- 15 Materialen: opbouw en eigenschappen 157
- 16 Bepaling van materiaaleigenschappen 179
- 17 Metalen 203
- 18 Niet-metalen 239

Menja Mollema-Reitsema

DEEL 3

Toegepaste mechanica 265

- 19 Statica 267
 - 20 De wetten van Newton toegepast 289
 - 21 Sterkteleer 297
 - 22 Het stramien van aanpak toegepast 337
- Bijlage 1 Overzicht van gebruikte grootheden, eenheden en symbolen 356
- Bijlage 2 Tabellen 358
- Literatuurlijst 361
- Illustratieverantwoording 362
- Register 363
- Over de auteurs 367

Inleiding

Ontwerpers en technische specialisten binnen het domein *engineering* ontwikkelen producten vanaf het eerste idee tot de realisatie van het werkelijke product. Daarbij gaan ze uit van: een voor de markt innovatief *product-idee* (een nieuwe functie), via *ontwikkeling* (kan het wel?), naar het *ontwerp* (zo zou het moeten werken en er ongeveer uit gaan zien) en de *constructie* (dit onderdeel met deze functie moet volgens tekening precies zo gemaakt worden van dit materiaal), naar de uiteindelijke *realisatie* (fabricage en productie). Dit is een moeilijke weg, waar regelmatig stappen terug worden gezet als blijkt dat er bijvoorbeeld beperkingen zijn aan het gebruikte materiaal of dat de fabricage niet mogelijk is. Tenslotte zal het gedrag van de consument (de markt) het uiteindelijke succes van het idee bepalen. Hij is immers in de winkel niet tevreden over het uiterlijk of de prijs. Of hij vindt in het dagelijks gebruik de werking tegenvallen.

Om de samenhang tussen de verschillende specialismen waarmee een product tot stand komt te ontdekken, ga je uit van een bestaand product. Aan de hand van een gegeven plan van aanpak wordt deze samenhang stap voor stap onderzocht. Dit onderzoek wordt *reverse engineering* genoemd en heeft als doel de precieze werking te achterhalen en de eisen waaraan het product probeert te voldoen af te leiden. Je stapt daarmee de denkwereld van de ontwerpers en technische specialisten binnen. De kennis en vaardigheden uit de delen *Technisch tekenen*, *Materiaalkunde en bewerkingsmethoden* en *Toegepaste mechanica* pas je toe bij de uitvoering van het plan van aanpak.

Bij *engineering* is de technische tekening een essentieel communicatiemiddel. Met een technische tekening definieer je exact de vorm van ieder onderdeel. Materialenkennis gebruik je om een materiaal te identificeren en daarmee de chemische, fysische, mechanische en fabricage eigenschappen te bepalen. Toegepaste mechanica gebruik je om controleberekeningen te maken over de sterkte en stijfheid van een onderdeel. Daarmee kun je uitspraken doen over het *kwalitatief* functioneren van het onderdeel.

Op de website www.inleidingtechniek.noordhoff.nl is allerlei extra materiaal te vinden en zijn de oefenopgaven uit deel 1 te downloaden op A4-formaat.





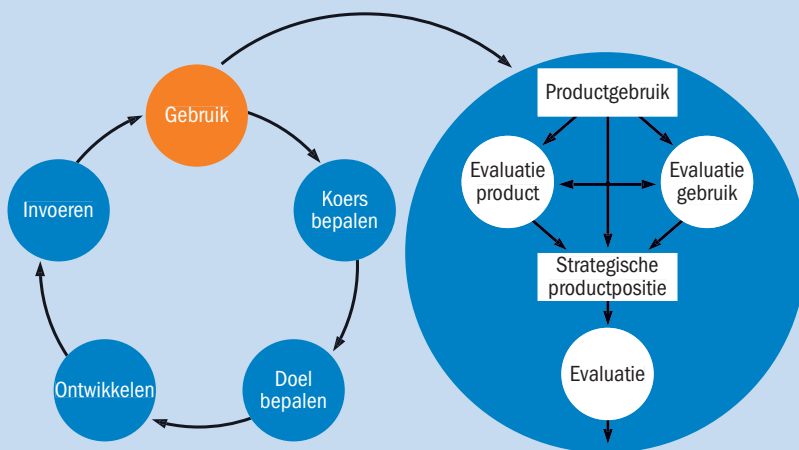
Vertel het me en ik zal het vergeten,
laat het me zien en ik zal het onthouden,
laat het me ervaren en ik zal het me eigen maken.

— Confucius

De casus *Reverse engineering*

In de casus staat het gebruik van reverse engineering centraal. Bij reverse engineering begin je met het kant-en-klare product en probeer je door onderzoek de overwegingen en keuzes van de ontwerpers van het product te achterhalen. Daarbij volg je in de omgekeerde richting de fasen van productontwikkeling waarmee het product tot stand is gekomen. Figuur 1 laat deze fasen zien: een bedrijf begint met het bepalen van de strategische koers en de doelen voor de toekomst, waarna innovatieve productideeën worden gegenereerd, ontwikkeld en via de distributiekanaalen de markt ingevoerd en uiteindelijk, na aanschaf door de klant, gebruikt. Deze cyclus wordt de productinnovatiecyclus (Buys & Valkenburg, 2005) genoemd.

FIGUUR 1 Productinnovatiecyclus (Buys & Valkenburg, 2005)



Reverse engineering begint met de fase 'Gebruik'. Wanneer je deze fase nader bekijkt, zie je in figuur 1 dat 'Evaluatie product' en 'Evaluatie gebruik' centraal staan. Door deze evaluaties keer je via 'Invoeren' terug naar de fase 'Ontwikkelen' en krijg je inzicht in de overwegingen en keuzes van de ontwerpers en technisch specialisten.

Het bedrijfsleven gebruikt reverse engineering om eigen producten met behulp van gebruikersfeedback te verbeteren. Ook een nieuw product van de concurrent wordt met reverse engineering onderzocht om bijvoorbeeld de precieze interne werking te achterhalen of inzicht te krijgen in de toegepaste materialen en fabricagetechnieken. Altijd met als achterliggende gedachte: van de concurrent kan je leren. Octrooien en eigendomsrechten spelen in dit proces natuurlijk een belangrijke rol.

VOORBEELD

Het handvat van een zaklamp (prijs €1,10) is gemaakt van de kunststof PVC, zie figuur 2. Het heeft, volgens een tekening, bepaalde afmetingen. Het is door spuitgieten gefabriceerd en moet in een worstcase-gebruikssituatie een handkracht van maximaal 100 N over kunnen brengen naar de lamp- en batterijhouder. Uit berekeningen van sterkte blijkt dat dit onderdeel niet sterk genoeg is. Reverse engineering is hiermee een feitelijke vaststelling van de producteigenschappen. De conclusie is dat het onderdeel kwalitatief onvoldoende is om tijdens gebruik goed te functioneren (vanwege de kans op buiging en breuk).

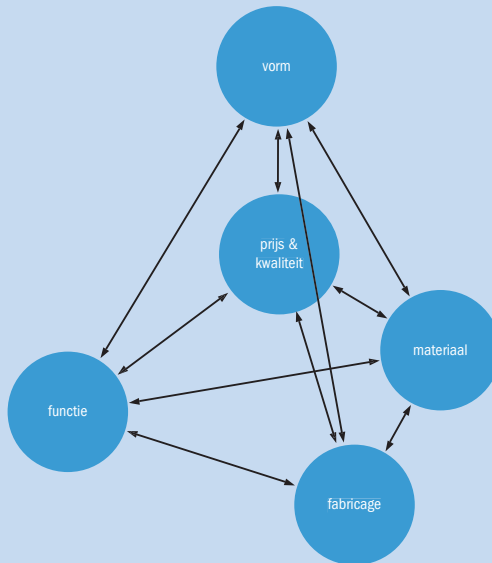
FIGUUR 2 Zaklamp met handvat van PVC



Reverse engineering kan eindigen met een verbeteradvies aan de ontwerpers. Voor het handvat kan een grotere wanddikte of een sterker materiaal worden geadviseerd.

Met dit verbeteradvies wordt de onderlinge samenhang tussen de verschillende producteigenschappen duidelijk. Deze samenhang is in figuur 3 weer gegeven: de prijs-kwaliteitverhouding van het handvat (functie) wordt bepaald door lengte, breedte en dikte (vorm), de eigenschappen van PVC (materiaal) en de toegepaste spuitgietbewerkingen (fabricage).

FIGUUR 3 Samenhang tussen de producteigenschappen



Wanneer wordt besloten het advies over te nemen en bijvoorbeeld aluminium als materiaal voor een sterker handvat toe te passen, heeft dat consequenties voor de fabricagemethode, de vormgeving en uiteindelijk de prijs-kwaliteitverhouding.

Plan van aanpak

Een plan van aanpak helpt je stap voor stap reverse engineering toe te passen. Door de analyse van een product wordt de interne werking duidelijk, kun je verklaren welke materialen zijn toegepast en waarom, kun je beschrijven hoe de onderdelen zijn gefabriceerd en kun je door berekening de kwaliteit van het product vaststellen. De stappen worden aan de hand van het voorbeeld van een kitspuit steeds toegelicht.

Deelopdracht 1 Bepaal de producteigenschappen

1.1 Beschrijf de algemene toepassing van het product

VOORBEELD

Een kitspuit is een stuk gereedschap dat wordt gebruikt voor het kitten van naden en het aanbrengen van lijm, zie figuur 4. In de kitspuit wordt een patroon geplaatst dat door knijpende bewegingen op de handvatten wordt leeggedrukt. Het kitpatroon heeft een tuit, waarmee de kit gecontroleerd uitgespoten wordt.

FIGUUR 4 Kitspuit

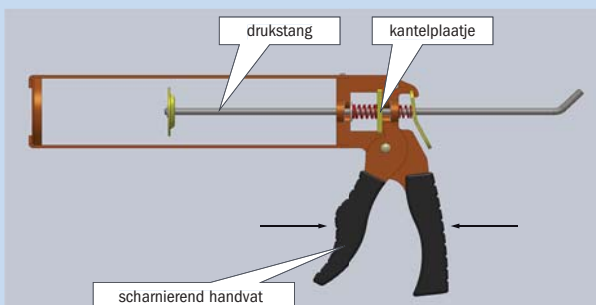


1.2 Beschrijf de algemene werking

VOORBEELD

Door met de hand in beide handvatten te knijpen zal het scharnierende handvat door de knijpkracht naar het vaste handvat bewegen, zie figuur 5. Door de hefboomwerking van het scharnierende handvat wordt de handkracht versterkt en via het kantelplaatje op de drukstang doorgegeven aan de zuiger in het kitpatroon. Door deze kracht ontstaat in de kit een overdruk, waardoor deze door de tuit naar buiten stroomt.

FIGUUR 5 Gevolg van knijpen in beide handvatten



1.3 Beschrijf een realistische worstcase-gebruikssituatie

Een realistische worstcase-gebruikssituatie beschrijft wat de gebruiker bij normaal gebruik met het product als slechtst denkbare situatie kan overkomen. Een kwalitatief goed product moet ook dan blijven functioneren.

VOORBEELD

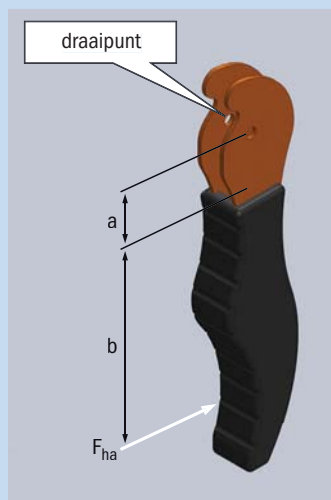
Door uitdroging van de kit in de spuitmond raakt deze verstopt. Wanneer dan door de gebruiker hard wordt geknepen in de handvatten ontstaat een realistische worstcase-gebruikssituatie. De maximale knijpkracht van een volwassen man bedraagt 450 N (bron: Webb, Londen, 1989).

1.4 Test en meet de werking

VOORBEELD

Het scharnierende handvat draait om de klinknagel die verbonden is met het vaste handvat, zie figuur 6. Uit de verhouding tussen de afstanden a en b van het handvat kan worden afgeleid dat de versterking van de handkracht door de hefboomwerking ongeveer een factor 4 bedraagt. Dit betekent dat met een knijpkracht van 450 N een kracht van $4 \times 450 = 1800$ N wordt uitgeoefend op het kantelplaatje en via de drukstang wordt doorgegeven op de zuiger in het kitpatroon. Uit proefneming blijkt dat door stevig knijpen bij een door een krachtopnemer geblokkeerde drukstang, de krachtopnemer een kracht van plusminus 1600 N registreert.

FIGUUR 6 Draaipunt



De realistische worstcase-gebruikssituatie wordt vastgesteld op 450 N knijpkracht.

Deelopdracht 2 Demonteer het product

2.1 Demonteer het product tot enkelvoudige onderdelen

De sterkte van een ketting wordt bepaald door de zwakste schakel. Dit geldt ook voor andere producten: het product faalt wanneer een onderdeel bezwijkt als gevolg van de worstcase-gebruikssituatie. Daarom is het noodzakelijk alle enkelvoudige onderdelen te analyseren.

VOORBEELD

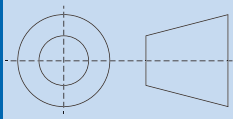
Om de kitspuit te demonteren is het nodig een uiteinde van de klinknagel waarmee het scharnierende handvat is gemonteerd te verwijderen. Dat kan door te boren of te vijlen. Vervolgens kan de klinknagel worden uitgenomen. Ook het frame van de kitspuit bestaat uit een aantal geklonken en gelaste verbindingen die moeten worden losgemaakt. Zo wordt de kitspuit uit elkaar gehaald totdat de enkelvoudige onderdelen overblijven.

2.2 Stel de stuklijst samen met naam en stuknummer

VOORBEELD

Hoewel veel bedrijven een eigen standaard voor de stuklijst van een technische tekening hanteren, bestaan er ook NEN-ISO normen voor. In figuur 7 zie je een voorbeeld van een stuklijst voor de kitspuit.

FIGUUR 7 Voorbeeld van een stuklijst voor de kitspuit

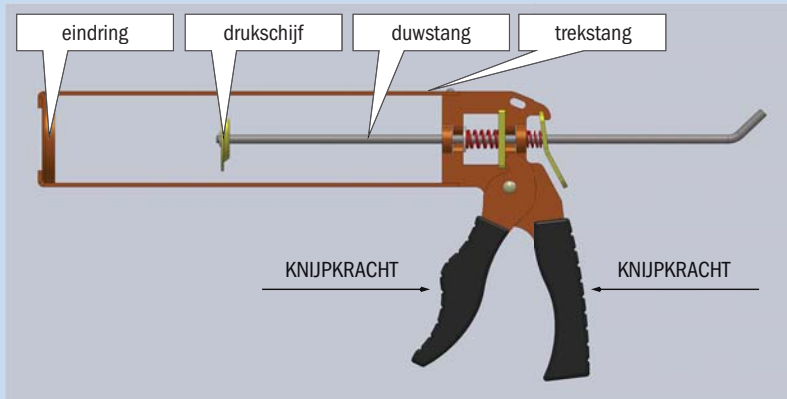
STUK-NR	AANTAL	BENAMING	MATERIAAL EN/ OF HALFFABRIKAAT	NORMAANDUIDING OF AFMETING	OPMERKING	
03	1	SCHARN. HANDVAT	S185	DIKTE 1,2 mm		
02	1	DRUKSTANG	S185	ROND 8 mm		
01	1	TREKSTANG	S185	DIKTE 2 mm		
RUWHEID VOLGENS NEN 630		MAATTOLERANTIES VOLGENS NEN 2365			VORM- EN PLAATSTOLERANTIE VOLGENS NEN 3311	
		SCHAAL 1:2	GETEKEND:		OPMERKINGEN	
		MAATEENHEID: MM	AFDELING:			
		DATUM:	GEZIEN:			
		BENAMING: KITSPUIT			NUMMER 001	FORMAAT A4

Opmerking: bij een voorwerp dat uit een groot aantal onderdelen bestaat, kan vanaf deelopdracht 3 een verdeling worden gemaakt tussen verschillende groepsleden van het projectteam.

Deelopdracht 3 Analyseer de onderdelen

3.1 Beschrijf de functie van elk onderdeel (figuur 8)

FIGUUR 8 Kitspuit met toelichting



VOORBEELD: DE TREKSTANG (STUK NR. 01)

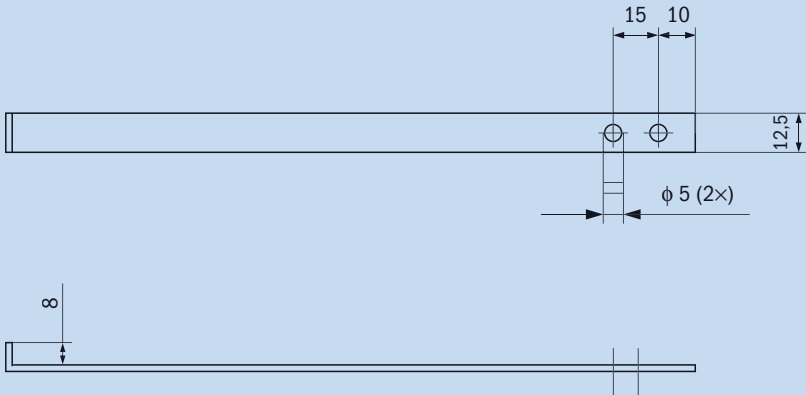
Wanneer de drukschijf aan het uiteinde van de drukstang het kitpatroon naar voren duwt, wordt het kitpatroon tegengehouden door de eindring. De twee trekstangen verbinden de eindring met het hoofdframe. De functie van deze twee trekstangen is de eindring positioneren en de kracht op de eindring verbinden met het hoofdframe. Deze kracht werkt als een trekkraft op elke trekstang.

3.2 Maak van elk onderdeel een technische tekening in Amerikaanse projectie

VOORBEELD

In figuur 9 is de trekstang in een technische tekening vastgelegd.

FIGUUR 9 Technische tekening trekstang



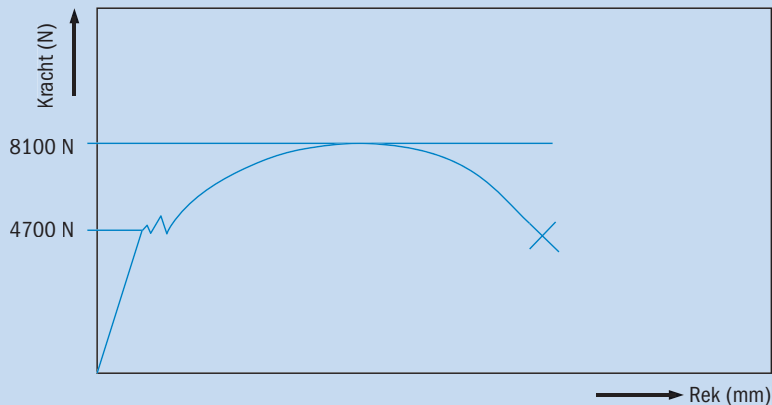
01	1	TREKSTANG	S185	DIKTE 2 mm	UITGESLAGEN LENGTE 220 mm	
STUK-NR	AAN-TAL	BENAMING	MATERIAAL EN/OF HALF- FABRIKAAT	NORMAAN- DUIDING OF AFMETING	OPMERKING	
RUWHEID VOLGENS NEN 630	MAATTOLERAN- TIES VOLGENS NEN 2365				VORM- EN PLAATS- TOLERANTIE VOLGENS NEN 3311	
	SCHAAL 1:2		GETEKEND:		OPMERKINGEN	
	MAATEENHEID: MM		AFDELING:			
	DATUM:		GEZIEN:			
		BENAMING: TREKSTANG			NUMMER 001	FORMAAT A4

3.3 Identificeer de materiaalsoort van elk onderdeel en de ingekochte leveringsvorm

VOORBEELD

In het materialenlaboratorium is de trekstang met een trekbank beproefd. De resultaten zie je in figuur 10. De trekstang begint plastisch te vervormen bij een trekkracht van 4700 N en breekt na het bereiken van de maximale kracht van 8100 N.

FIGUUR 10 Resultaten trekbank



Uit de tekening in figuur 9 blijkt dat de afmetingen van de trekstang $12,5 \times 2$ mm (volle strip) bedragen. Daarmee bedraagt het totale oppervlak van doorsnede van de trekstang $2 \times 12,5 = 25$ mm². De trekspanning (σ_t) als gevolg van de trekkracht van 4700 N in de trekstang wordt berekend met de formule

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \text{ De elasticiteitsgrens van het materiaal bedraagt dan } \frac{4700}{25} =$$

188 N/mm². De maximale treksterkte bedraagt $\frac{8100}{25} = 324$ N/mm².

De trekstang heeft magnetische eigenschappen en voldoet daarmee aan de criteria van staal S185 (Fe310-0).

3.4 Bepaal de relevante mechanische eigenschappen en bewerkings-eigenschappen

VOORBEELD

Staal S185 is voor algemene toepassingen en heeft de volgende specificaties:

Maximale treksterkte $R_m \geq 290$ N/mm², elasticiteitsgrens

$R_e \geq 185$ N/mm², rek bij breuk $\geq 10\%$, goed verspanend bewerkbaar, buigbaar en lasbaar.

3.5 Stel de worstcase-situatie voor elk onderdeel vast vanuit de realistische worstcase-gebruikssituatie uit opdracht 1.4

VOORBEELD

De functie van de twee trekstangen is de kracht van 1800 N op de eindring verbinden met het hoofdframe. De trekstangen worden dan elk door een

trekkracht belast van $\frac{1800}{2} = 900$ N.

3.6 Controleer de sterkte van elk onderdeel

VOORBEELD

Wanneer de trekstang nader wordt bekeken, blijkt de kritische doorsnede zich bij het eerste gat te bevinden waar een nagel de trekstang aan het hoofdframe verbindt (eventuele breuk van de trekstang zal hier plaatsvinden). In de trekstang bevindt zich in deze kritische doorsnede A–A een gat van 5 mm, zoals in figuur 11 te zien is.

FIGUUR 11 Kritische doorsnede A-A



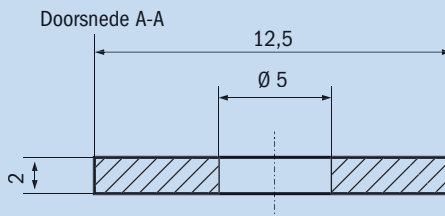
De kritische doorsnede A–A is getekend in figuur 12. Het oppervlak van het materiaal (gearceerd) dat de kracht overdraagt bedraagt $12,5 \times 2$ (volle strip) minus 5×2 (het gat). In totaal bedraagt dit oppervlak $A = 15$ mm². Conclusie: dit onderdeel is voldoende sterk.

De trekspanning (σ_t) als gevolg van de trekkracht van 900 N op het oppervlak A van de doorsnede is berekend met de formule

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)}. \text{ Ingevuld blijkt dat } \sigma_t = \frac{900}{15} = 60 \text{ (N/mm}^2\text{)}.$$

Deze optredende trekspanning van 60 N/mm² blijkt veel lager te zijn dan de elasticiteitsgrens van 185 N/mm² (zie opdracht 3.4).

FIGUUR 12 Doorsnede A-A



3.7 Evalueer de kwaliteit per onderdeel (conclusies en aanbevelingen per onderdeel)

VOORBEELD

Uit de berekening van opdracht 3.6 blijkt dat het onderdeel ongeveer drie maal sterker is dan noodzakelijk. Om redenen van stijfheid en robuustheid wordt aanbevolen het onderdeel niet te wijzigen.

Opmerking: deelopdracht 3 wordt voor alle onderdelen uit de stuklijst herhaald.

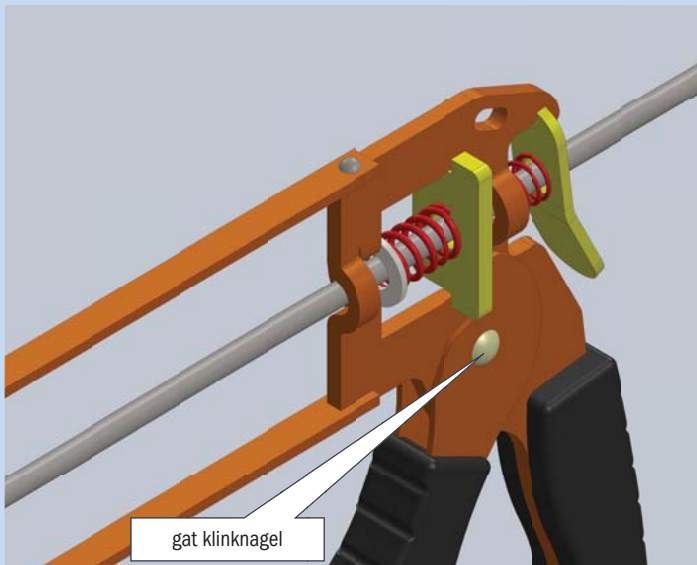
Deelopdracht 4 Evaluatie van het product

Evalueer het gehele product aan de hand van een samenstellingstekening door kwalitatieve conclusies te trekken en eventuele aanbevelingen te doen.

VOORBEELD

Alle onderdelen zijn in staat de worstcase-gebruikssituatie aan te kunnen. Wel is geconstateerd dat het beweegbare handvat met veel speling scharniert in het hoofdframe. Als enig verbeterpunt wordt dan ook geadviseerd het gat in het hoofdframe en het gat in het beweegbare handvat een kleinere tolerantie te geven ten opzichte van de verbindende aluminium klinknagel; zie figuur 13.

FIGUUR 13 Gat in hoofdframe en beweegbaar handvat



Deelopdracht 5 Eindrapportage

Stel de eindrapportage samen.

VOORBEELD

Hieronder zie je het voorbeeld van een inhoudsopgave.

Voorwoord

Samenvatting

Inhoud

Hoofdstuk 1 Inleiding

Hoofdstuk 2 Producteigenschappen van de kitspuit

Inleiding

- 2.1 Toepassing
- 2.2 Algemene werking
- 2.3 Realistische worstcase-gebruikssituatie
- 2.4 Krachtenwerking in de worstcase-gebruikssituatie
- 2.5 De stuklijst

Hoofdstuk 3 Analyse per onderdeel

Inleiding en opzet onderstaande hoofdstukken

- 3.1 Trekstang. Stuknummer 01
 - 3.1.1 Functie van de trekstang
 - 3.1.2 Werktekening van de trekstang
 - 3.1.3 Materiaalsoort en relevante mechanische eigenschappen
 - 3.1.4 Worstcase-gebruikssituatie voor de trekstang
 - 3.1.5 Sterkte-analyse van de trekstang
 - 3.1.6 Conclusies en aanbevelingen van de trekstang
 - 3.2 Drukstang. Stuknummer 02
 - 3.3 Scharnierend handvat. Stuknummer 03
- Enzovoort

Hoofdstuk 4 Evaluatie kitspuit

- 4.1 Inleiding
 - 4.2 Samenstellingstekening
 - 4.3 Conclusies en aanbevelingen
-

Een technische tekening zegt meer dan duizend ingenieurs kunnen vertellen

– Dirks

Leerdoelen

Na bestudering van deel 1 kun je:

- aan de hand van een technische tekening volgens Amerikaanse projectie je een duidelijk beeld vormen van het getekende onderdeel;
- aanduidingen van schroefdraad, gaten, nagels, bouten, lassen, veren en tandwielen herkennen;
- de maten, toleranties, materiaalaanduidingen en eventuele bijschriften interpreteren;
- een technische tekening van een eenvoudig onderdeel opzetten.

DEEL 1

Technisch tekenen

1	Projectiemethoden	25	8	Maattoleranties	101
2	Lijnsoorten	37	9	Ruwheidsaanduidingen	107
3	Maataanduidingen	47	10	Vorm- en plaats- toleranties	115
4	Doorsneden	63	11	Lasaanduidingen	125
5	Bijzondere doorsneden	75	12	Veren	137
6	Schroefdraadaanduidingen	83	13	Tandwielen	143
7	Aanduidingsten, klink- nagels en bouten	93	14	Stuklijst	149

Het deel *Technisch tekenen* is bedoeld om je de normalisatie van de technische tekening eigen te maken.

In het dagelijks leven maak je regelmatig gebruik van voorwerpen die in of om een ander voorwerp moeten passen. Denk bijvoorbeeld aan de schroefdraad van spaar- of ledlampen of een fietsband die precies om de velg van het wiel moet passen. Om dit mogelijk te maken is de normalisatie ingevoerd, waardoor fabrikanten de precieze vorm en afmetingen kennen van de te produceren artikelen. In vrijwel alle apparaten zijn genormaliseerde onderdelen verwerkt. Deze onderdelen kunnen dus altijd worden vervangen, ook door onderdelen die door een andere fabrikant zijn gemaakt.

Bij reverse engineering wordt een onderdeel van een bestaand product opgemeten, het materiaal bepaald en onderzocht hoe het is gefabriceerd. Met deze gegevens kan het onderdeel in een werktekening worden vastgelegd en een kopie ervan in de werkplaats vervaardigd.



1

Projectiemethoden

Nederlands Normalisatie-Instituut 26
Vooraanzicht 26
Bovenaanzicht 26
Amerikaanse projectie 27

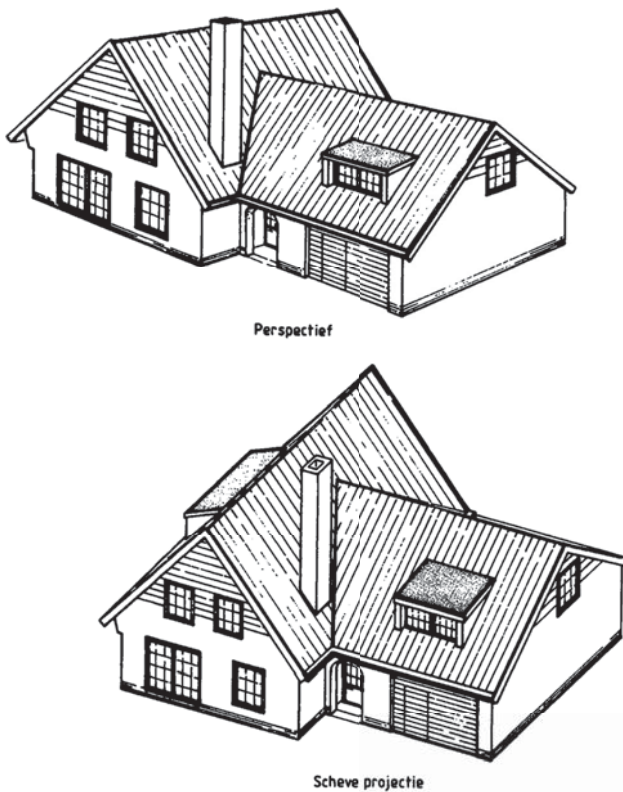
Linkerzijaanzicht 27
Onderaanzicht 29
Rechterzijaanzicht 29
Achteraanzicht 29

In dit hoofdstuk maak je kennis met de Amerikaanse projectiemethode. Deze methode wordt veel gebruikt in de industrie. Ook wordt ze aanbevolen door het Nederlands Normalisatie-instituut.

Er zijn verschillende manieren waarop een voorwerp op papier kan worden afgebeeld. In figuur 1.1 is een huisje in perspectief en in scheve projectie getekend. Een voordeel van deze manieren van tekenen is dat in één tekening verschillende kanten van het voorwerp te zien zijn. De nadelen van deze tekenwijze zijn:

- 1 De verhoudingen worden niet goed weergegeven.
- 2 In veel gevallen is het niet mogelijk met één tekening een volledig beeld van het voorwerp te krijgen.

FIGUUR 1.1 Huisje in twee perspectieven



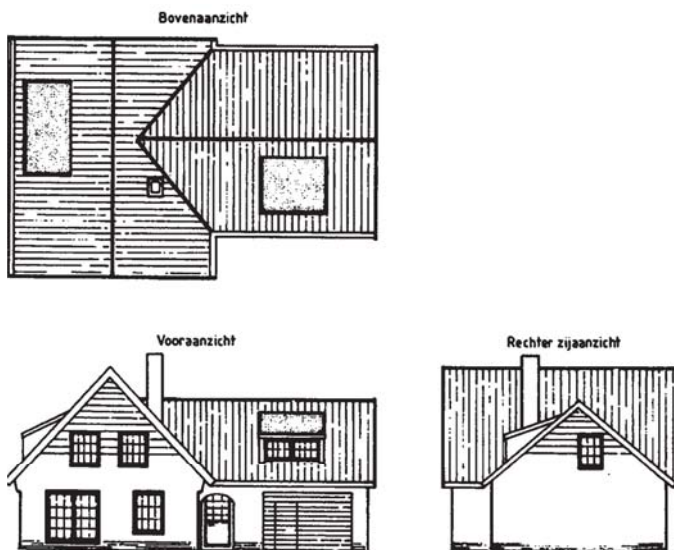
Bij het technisch tekenen worden bij een rechthoekige projectie meestal drie aanzichten getekend. Het vooraanzicht, zijaanzicht en bovenaanzicht. De positionering van deze aanzichten op het tekenvel is met de 'Europese' en 'Amerikaanse' projectiemethode vastgelegd.

Bij de Europese projectie moet je het voorwerp vóór het vlak van tekening denken. Om de linkerzijkant te zien, kantel je het voorwerp naar rechts; het linkerzijaanzicht komt dus rechts van het vooraanzicht te liggen. Evenzo komt het bovenaanzicht onder het vooraanzicht te liggen.

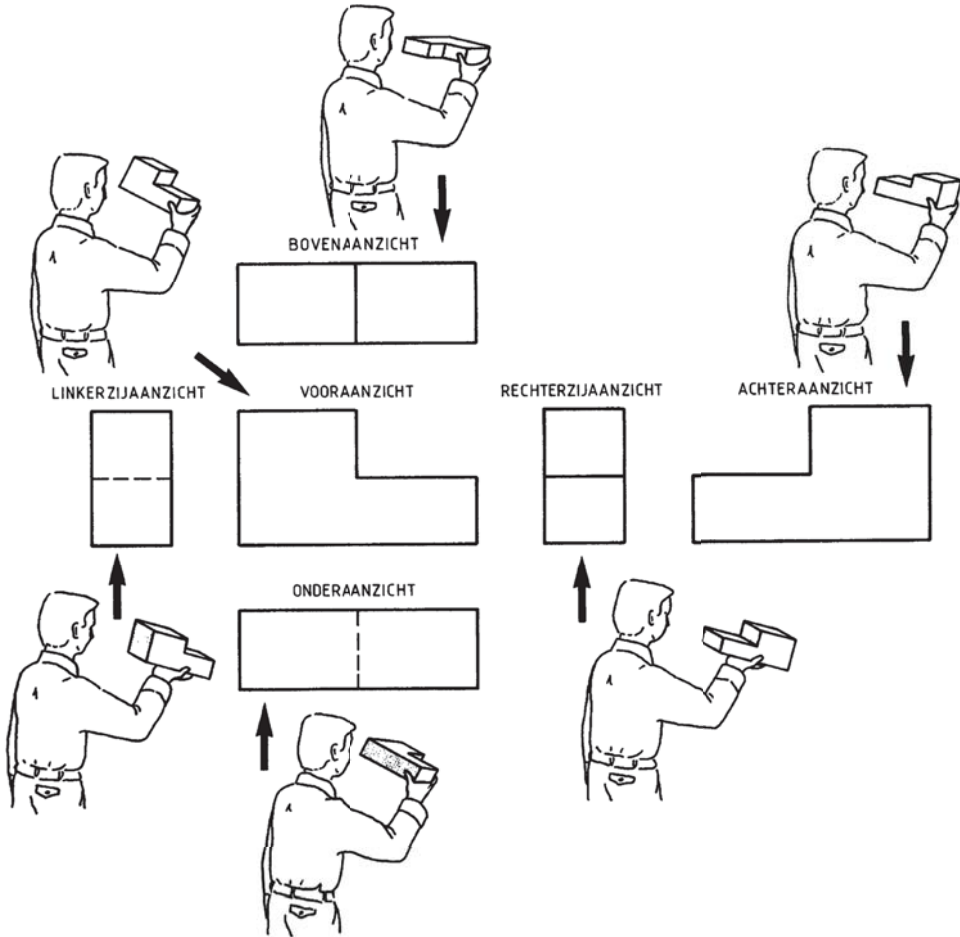
Bij de Amerikaanse projectie moet je het voorwerp achter het vlak van tekening denken. Om de linkerzijkant te zien, kantel je het voorwerp naar links; het linkerzijaanzicht komt dus links van het vooraanzicht te liggen. Het bovenaanzicht komt zo boven het vooraanzicht te liggen. Deze methode is intuïtiever dan de Europese en wordt daarom in de industrie veel gebruikt. Omdat door het Normalisatie-instituut de Amerikaanse projectiemethode wordt aanbevolen, zullen we in dit hoofdstuk ook uitsluitend volgens dit systeem werken. Het huisje heeft zes kanten: een voor- en achterkant, een onder- en bovenkant en een linker- en rechterzijkant. In figuur 1.2 zijn de voorkant, de rechterzijkant en de bovenkant getekend volgens Amerikaanse projectie. In de projectie noemen we dit achtereenvolgens het vooraanzicht, het rechterzijaanzicht en het bovenaanzicht.

In figuur 1.3 zien we zes keer dezelfde persoon afgebeeld. Hij heeft hetzelfde blokje steeds in een andere stand in zijn hand. Op die manier bekijkt hij het blokje van zes kanten. In het midden van de figuur zijn deze zes verschillende aanzichten van het blokje afgebeeld en op de juiste wijze gegroepeerd. Een duidelijk voorbeeld geeft ook figuur 1.4, waar zes verschillende kanten van een auto op de juiste plaats zijn getekend. Op de werktekeningen worden voorwerpen dus afgebeeld zoals je ze ziet, als je ze op een bepaalde manier van verschillende kanten bekijkt. Dan pas ben je er zeker van dat alle bijzonderheden van het voorwerp ook inderdaad op de tekening zijn te vinden.

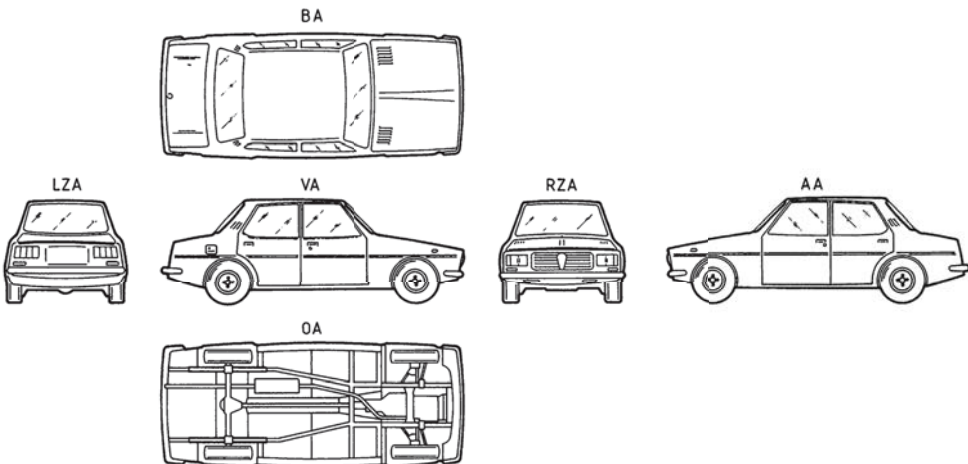
FIGUUR 1.2 Amerikaanse projectie



FIGUUR 1.3 Zes verschillende aanzichten



FIGUUR 1.4 Zes kanten van een auto



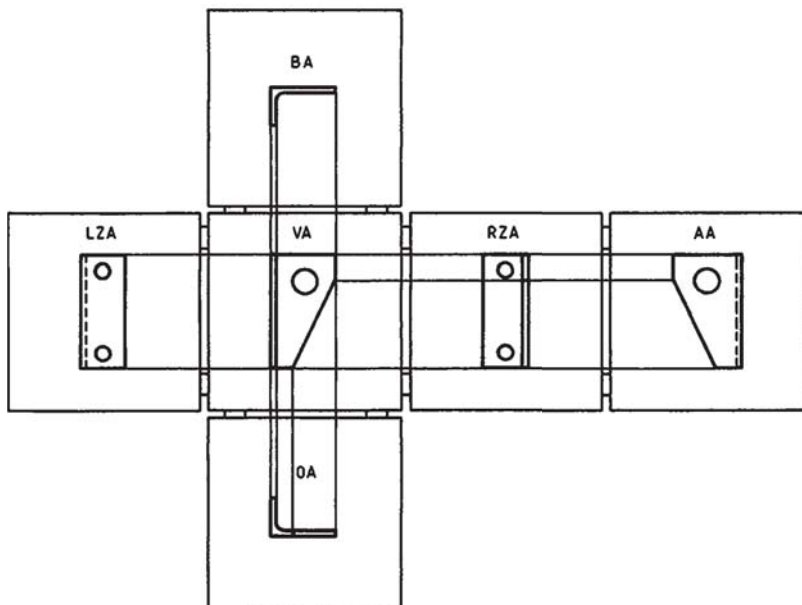
Het is nodig dat je weet wat op een tekening het vooraanzicht, het linkerzij-aanzicht en het bovenaanzicht zijn. Dat staat op de werktekening meestal niet aangegeven. Gebruikelijk is om de Amerikaanse projectiemethode te hanteren.

Aannames volgens de Amerikaanse projectie

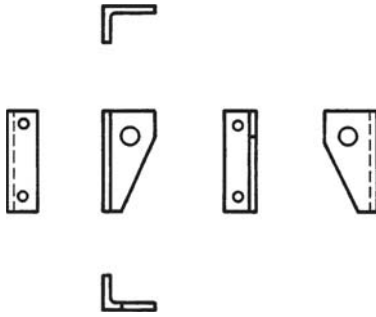
- Het aanzicht dat het best de algemene vorm van het voorwerp aangeeft, wordt beschouwd als het vooraanzicht (VA).
- Het bovenaanzicht (BA) staat boven het vooraanzicht (VA).
- Het onderaanzicht (OA) staat onder het vooraanzicht (VA).
- Het rechterzij-aanzicht (RZA) staat rechts van het vooraanzicht (VA).
- Het linkerzij-aanzicht (LZA) staat links van het vooraanzicht (VA).
- Het achteraanzicht (AA) staat rechts van het rechterzij-aanzicht (RZA).

In figuur 1.5 zie je ook dat de verschillende aanzichten door dunne aanhaallijntjes met elkaar zijn verbonden. In een werktekening worden deze lijntjes niet getekend. Ze worden hier alleen maar ter verduidelijking gegeven. In figuur 1.6 zie je ten slotte het stukje hoekstaal zoals dit op een blad papier is getekend. Je zou dit dus de werktekening kunnen noemen, alleen nog zonder de benodigde maten en de aanduiding voor de toegepaste projectiemethode. Figuur 1.7 geeft het symbool voor de Amerikaanse projectiemethode weer.

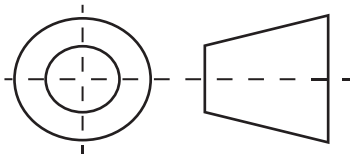
FIGUUR 1.5 Verschillende aanzichten



FIGUUR 1.6 Definitieve tekening




FIGUUR 1.7 Symbool voor de Amerikaanse projectiemethode




Oefenopgaven

1.1

A




B



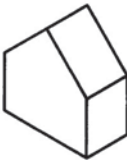
Teken in het BA de ontbrekende lijn.

Teken in het RZA de ontbrekende lijn.

C



D

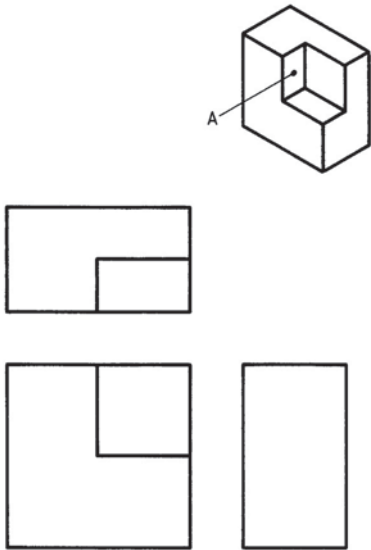


Teken in het RZA en het BA de ontbrekende lijnen.

Teken in het RZA en het BA de ontbrekende lijnen.

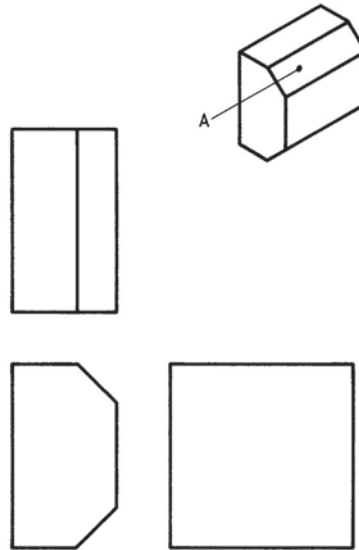
1.2

A



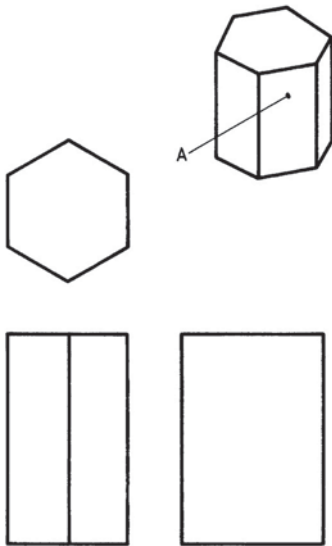
Teken in het RZA de ontbrekende lijnen.
Kleur in het RZA vlak A.

B



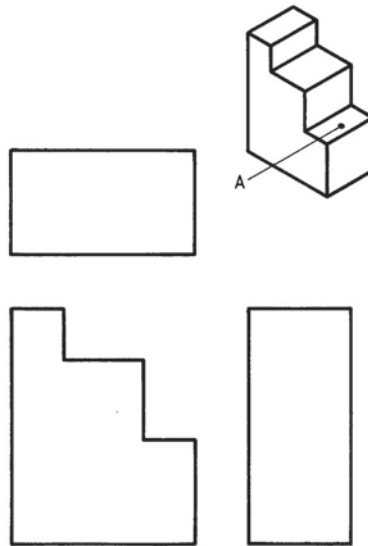
Teken in het RZA de ontbrekende lijnen.
Kleur in het BA vlak A.

C



Teken in het RZA de ontbrekende lijnen.
Kleur in het VA vlak A.

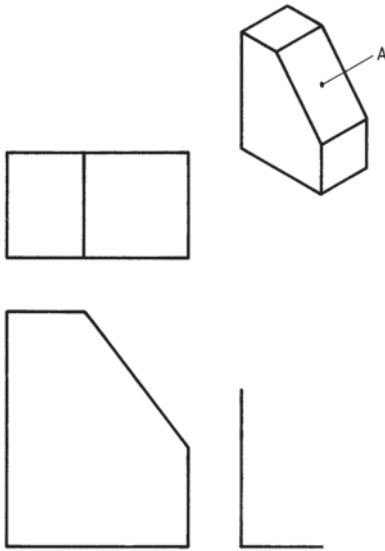
D



Teken in het BA en het RZA de ontbrekende lijnen.
Kleur in het BA vlak A.

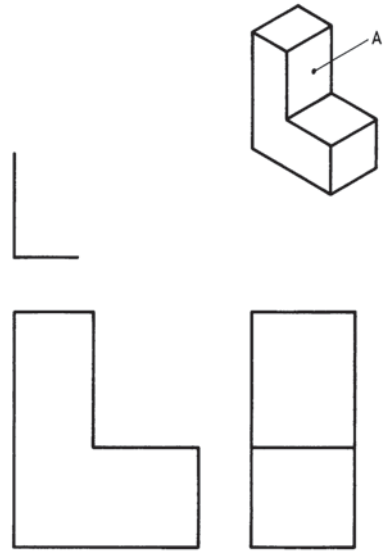
1.3

A



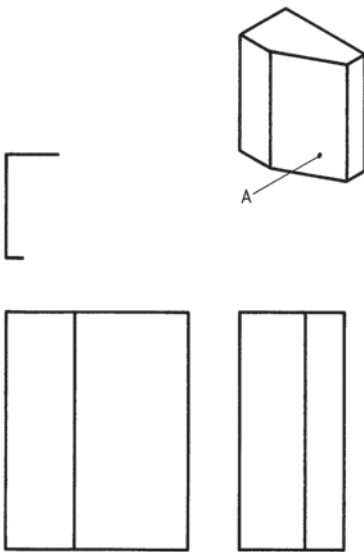
Teken het RZA.
Kleur in het BA vlak A.

B



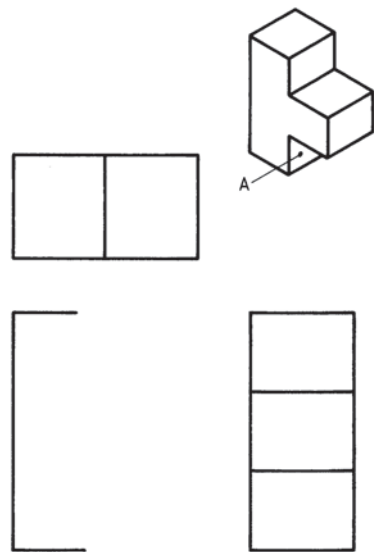
Teken het BA.
Kleur in het RZA vlak A.

C



Teken het BA.
Kleur in het RZA vlak A.

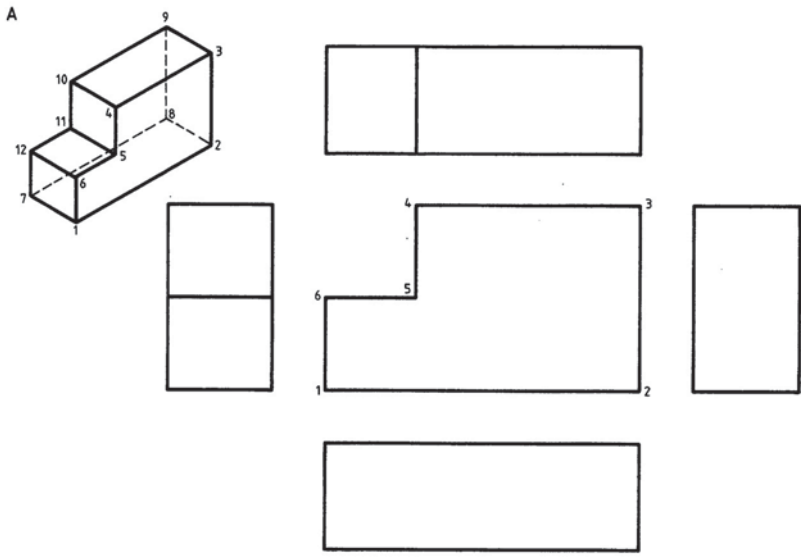
D



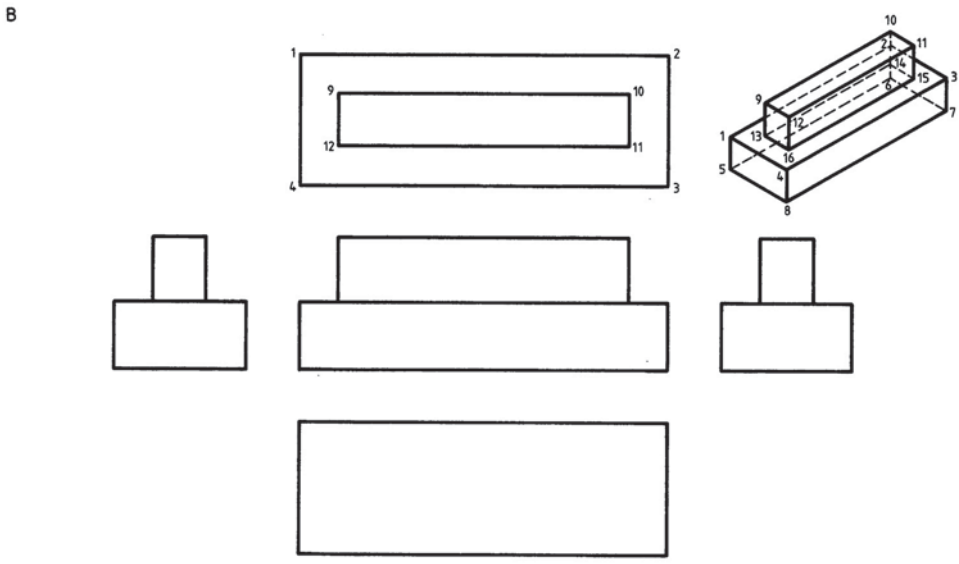
Teken het VA.
Kleur in het RZA vlak A.



1.4



In de isometrische projectie zijn alle hoekpunten van cijfers voorzien. In het VA zijn de cijfers al bij de betreffende hoekpunten geplaatst.
 Plaats in het BA, OA, RZA en LZA de cijfers die bij de hoekpunten horen.



In de isometrische projectie zijn alle hoekpunten van een cijfer voorzien. In het BA zijn de cijfers al bij de betreffende hoekpunten geplaatst.
 Plaats in het VA, OA, RZA en LZA de cijfers die bij de hoekpunten horen.

