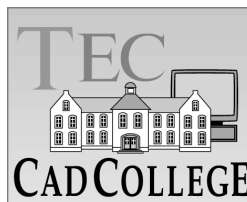


Fusion 360

Basisboek 2021



CAD College BV is een CAD centrum dat zich bezig houdt met kennisoverdracht op het gebied van CAD. Hiervoor zijn de volgende uitgaven en diensten ontwikkeld:

Boeken:

AutoCAD 2022 Computer Ondersteund Ontwerpen	ISBN 978-94-92250-46-9
AutoCAD 2021	ISBN 978-94-92250-39-1
AutoCAD 2020	ISBN 978-94-92250-32-2
AutoCAD & VB.NET	Onderdeel van cursus

AutoCAD LT 2022 Computer Ondersteund Ontwerpen	ISBN 978-94-92250-45-2
AutoCAD LT 2021	ISBN 978-94-92250-38-4
AutoCAD LT 2020	ISBN 978-94-92250-31-5

Inventor 2022 Computer Ondersteund Ontwerpen	ISBN 978-94-92250-48-3
Inventor 2021	ISBN 978-94-92250-41-4
Inventor 2020	ISBN 978-94-92250-34-6

Fusion 360 Basisboek 2021	ISBN 978-94-92250-20-9
---------------------------	------------------------

Revit 2022 Bouw Informatie Modelleren	ISBN 978-94-92250-50-6
Revit 2021	ISBN 978-94-92250-43-8
Revit 2020	ISBN 978-94-92250-36-0
Revit & VB.NET	Onderdeel van cursus

Voor het gebruik op school zijn er verkorte schooledities verkrijgbaar.

Cursussen:

AutoCAD 2D	2D-Basis 2D Gevorderd Update
AutoCAD 3D	3D-Ontwerpen
AutoCAD VB.NET	Basis Gevorderd
Autodesk Revit	Basis Gevorderd Expert Installatietechniek program.
Autodesk Inventor	Basis Gevorderd Expert Update iLogic
Fusion 360	Basis Gevorderd
Autodesk 3ds Max	Basis Gevorderd Expert Renderen voor Revit

HBO trajecten:

Verkorte HBO opleiding puur en alleen over CAD

ACE Systeem Manager	(AutoCAD),
ACE Mechanical Designer	(Inventor / Fusion),
ACE 3D Designer	(3ds Max / AutoCAD),
ACE Architectural Designer	(Revit / 3ds Max)

Software:

9000 Nederlandse symbolen voor AutoCAD, online download
 Trainer CAD / BCAD online les inclusief Nederlandstalig CAD programma,
 Online cursussen voor de regels van de technische tekening en over ruimtelijk inzicht.

Internet: www.cadcollege.com en www.cadcollege.nl

Tekeningen en Instructiefilmpjes uit de boeken over AutoCAD, Inventor, Revit, Fusion
 Symbolen voor AutoCAD, Families voor Revit

Fusion 360

Basisboek 2021

ir. Ronald Boeklagen



ISBN: ISBN 978-94-92250-20-9
1^e druk, 1e oplage

Copyright © 2021: TEC / CADCollege BV
Kerkenbos 1018 B
6546 BA Nijmegen

Uitgever: TEC / CADCollege BV
Kerkenbos 1018 B
6546 BA Nijmegen
Tel. (024) 356 56 77
Email: info@cadcollege.nl
<http://www.cadcollege.nl>

Auteur: ir. R.Boeklagen

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens bestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enige andere manier, zonder schriftelijke toestemming van de uitgever TEC / CADCollege bv Kerkenbos 1018 b, 6546 BA Nijmegen.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912, het Besluit van 20 juni 1974, Stb 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, Stb 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het overnemen van gedeelte(n) van deze uitgave in bloemlezingen, readers en ander compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

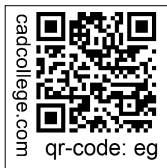
Voorwoord

Dit boek is bedoeld voor iedereen die start met Fusion 360. Het is gemaakt met de versie die is uitgegeven in het voorjaar 2021. Het boek leert u niet alleen hoe u moet omgaan met Fusion 360, maar ook hoe u ontwerpt en hoe u tekeningen maakt volgens de juiste afspraken voor Nederland en België.

Software Voor het boek is Fusion 360 (versie 2.0.10148) gebruikt onder Windows 10. Omdat Fusion maandelijks verandert kan het zijn dat de afbeeldingen in dit boek afwijken van uw scherm. Meestal zijn de verschillen minimaal.

Studieaanwijzing Probeer de hoofdstukken in de volgorde van het boekje te doorlopen. De hoofdstukken bouwen namelijk op elkaar voort. Als u hoofdstukken overslaat wordt het erg lastig. U kunt van een paragraaf de theorie overslaan, maar sla nooit een deel van de praktijk over. Anders werken de lessen niet goed. In het begin van de praktijk worden namelijk instellingen gemaakt die later van belang kunnen zijn.

Internet



Omdat Fusion continu wijzigt zou u eerst op internet moeten kijken of er gewijzigde instructies bestaan. Gebruik daarvoor de qr-code die hiernaast staat.
<http://www.cadcollege.com> > Instructiefilm > QR-codes.

De uitwerking van de meeste oefeningen staan op het internet. Als u niet uit een bepaalde opgave kunt komen, dan bekijkt u de film. U kunt de filmpjes starten via:
<http://www.cadcollege.com> > Instructiefilm > QR-codes.
 Let op de code onder de afbeelding. Deze kunt u intypen op de internetpagina.

Ik wens u veel plezier toe met dit boek.
 mei, 2021 Nijmegen
 Ronald Boeklagen

Inhoud

	1 Fusion 360 in vogelvlucht	13
	1.1 Ontwerpen	15
	1.2 Bediening Fusion	16
	1.3 Teams	22
	1.4 Projecten	24
	1.5 Onderdelen	31
	1.6 Samenstellingen	41
	1.7 Animaties	44
	1.8 Tekeningen	48
	1.9 Wijzigingen	54
	1.10 Oefeningen	60
<i>Schets</i>	2 Vorm- en maatvoorwaarden	67
	2.1 Inleiding	69
	2.2 Vrijheidsgraden	71
	2.3 Maatvoorwaarden	79
	2.4 Vormvoorwaarden	86
	2.5 Oefeningen	94
	3 Aanmaken schets	97
	3.1 Inleiding	99
	3.2 Lijn	103
	3.3 Cirkel en ellips	113
	3.4 Boog	117
	3.5 Afronding	122
	3.6 Punt	128
	3.7 Tekst	134
	3.8 Oefeningen	139
<i>3D Vorm</i>	4 Inleiding vormen	145
	4.1 Inleiding	147
	4.2 Tijdlijn	151
	4.3 Onderdrukken	158
	4.4 Oefeningen	160
	5 Contourvormen	161
	5.1 Inleiding	163
	5.2 Extrusie	167
	5.3 Draaien	178
	5.4 Sweep langs 2D-schets	183

5.5 Sweep, 3D-schets, skeletmodelleren	188
5.6 Rib	195
5.7 Oefeningen	196
6 Bewerkingsvormen 1	199
6.1 Inleiding.	201
6.2 Afronding	202
6.3 Afschuining	206
6.4 Gaten	208
6.5 Getapte gaten	211
6.6 Tap-einden	212
6.7 Oefeningen	219
7 Werkvlakken	221
7.1 Inleiding.	223
7.2 Projectie	224
7.3 Eigenschappen.	226
7.4 Plaatsing werkgeometrie	227
7.5 Oefeningen	235
8 Complexe contourvormen	237
8.1 Inleiding.	239
8.2 Sweep	240
8.3 Loft	246
9 Vrijvorm modeleren	259
9.1 Inleiding.	261
9.2 Primitieven	264
9.3 Rekken vorm	268
9.4 Verfijnen vorm	272
9.5 Brug.	275
9.6 Vloeiende overgangen	279
9.7 Opdrachten	283
10 Realistische weergave	285
10.1 Inleiding.	287
10.2 Beeldinstelling	288
10.3 Kleur en uiterlijk	295
10.4 Raytracen	302
10.5 Omgeving en Camera	308
10.6 Uitvoer	312
10.7 Opdrachten	314

<i>Tekening</i>	11 2D tekeningen	317
	11.1 Tekeningssoorten	319
	11.2 Normen, stijlen en instellingen	322
	11.3 Voorbedrukt papier	325
	11.4 Aanzichten	334
	11.5 Technische projectie	348
	11.6 Bemating.	355
	11.7 2D tekenen.	362
	11.8 Oefeningen.	364
	12 Notaties	367
	12.1 Speciale bemating	369
	12.2 Maattolerantie	386
	12.3 Passing.	389
	12.4 Ruwheid	394
	12.5 Vorm- en plaatstolerantie	400
	12.6 Oefeningen.	403
<i>Samenstelling</i>	13 Samenstelling	407
	13.1 Inleiding	409
	13.2 Onderdelen.	411
	13.3 Projecteren	416
	13.4 Verbindingen	419
	13.5 Ondoordringbaar.	424
	13.6 Bewegingssimulatie.	426
	13.7 Bewerkingen	427
	13.8 Koopdelen	429
	13.9 Controleer of alles past	433
	13.10 Samenstellingstekening	436
	13.11 Exploded view	443
	13.12 Oefeningen	448
	14 Skeletmodel	451
	14.1 Concept	453
	14.2 Verbindingen.	457
	14.3 Ruimtelijk concept	462
	14.4 Oefeningen.	468

<i>Plaatwerk</i>	15 Plaatwerk in vogelvlucht	473
	15.1 Inleiding	475
	15.2 Modelleren met flenzen	484
	15.3 Oefeningen.	487
	16 Basiskennis plaatwerk	489
	16.1 Vrijbuigen	491
	16.2 Stijlen	496
	17 Bewerkingen plaatwerk	505
	17.1 Basisvorm	507
	17.2 Flens	509
	17.3 Openvouwen	515
	17.4 Uitslag	518
	17.5 Oefeningen.	524

CAD koppelingen

18 Vogelvlucht Sterkteberekeningen CAE	527
18.1 Inleiding	529
18.2 Mechanische eigenschappen.	532
18.3 Eindige Elementen Methode	538
18.4 Werkvolgorde	542
18.5 Nauwkeurigheid	555
18.6 Vergeetmenietjes	565
18.7 Kracht	566
18.8 Moment	571
18.9 Druk.	573
18.10 Vergeetmenietjes versus EEM	575
18.11 Gat-as belasting	576
18.12 Oefeningen	579
19 Prototype 3D printen	581
19.1 3D printen of cnc frezen	583
19.2 3D printen	586
20 Vogelvlucht CAM.....	593
20.1 Inleiding CAM	595
20.2 Ontwerpen voor CAM	597
20.3 Gereedschap	603
20.4 Nulpunt en Uitgangsmateriaal	608
20.5 Bewerkingen	611
21 Vogelvlucht ECAD	621
21.1 Inleiding	623
21.2 Ontwerpbestand	629
21.3 Componenten	631
21.4 Schema.	634
21.5 Printplaat.	639
21.6 3D printplaat.	649
21.7 Samenhang tussen bestanden	652
21.8 Tekening van het schema	654
21.9 Bill of Materials.	659
21.10 Printplaat voorbereiden	662
21.11 Printplaat produceren	665
21.12 Opdrachten	667
Index met de Engelse commandonamen	669

Inleiding

Delen

Het boek bestaat uit een aantal delen.

- | | |
|------------------------|---|
| <i>Vogelvlucht</i> | Het eerste hoofdstuk hoort bij het deel vogelvlucht. Deze geeft een overzicht van Fusion. |
| <i>Schets</i> | Het tweede deel is geheel gewijd aan het maken van een dergelijke schets. De schets is de fundering van iedere vorm. |
| <i>3D Vorm</i> | Het derde deel behandelt de 3D vormen. Deze zijn vaak opgebouwd uit een schets en soms uit een bewerking. |
| <i>Tekening</i> | In dit deel leert u hoe u een tekening aanmaakt die voldoet aan de werktuigbouwkundige tekenregels. |
| <i>Samenstelling</i> | Het deel over samenstellingen behandelt de plaatsing van onderdelen en hun verbindingen. |
| <i>Plaatwerk</i> | Dit deel behandelt het buigen (zetten) van platen. |
| <i>CAD Koppelingen</i> | Behandelt andere computer ondersteunde technieken zoals: CAE (Computer Aided Engineering), CAM (Computer Aided Manufacturing) en ECAD (Electrical Computer Aided Design). |
| <i>Index</i> | Achterin het boek staat de index. Deze gebruikt u om een commando terug te zoeken. |

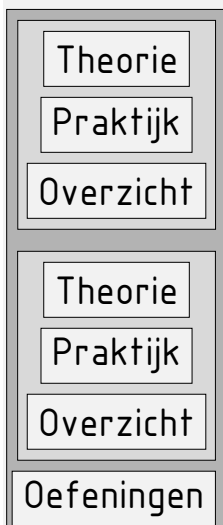
Hardware

- | | |
|------------------|---|
| <i>Computer</i> | U heeft voor het doorlopen van de les een computer nodig met daarop Fusion 360 en Windows 10 64-bits of Apple MacOS Big Sur. |
| <i>Snellheid</i> | Hoe sneller de computer, hoe makkelijker u werkt. Er wordt een processor met een snelheid van meer dan 3 GHz aangeraden maar 2 Ghz kan ook heel goed. |

Studie aanwijzingen

Lees deze gebruiksaanwijzing voor het boek door.

Opbouw van de lessen

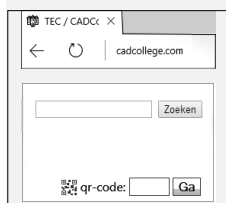


Een hoofdstuk is opgebouwd uit een aantal paragrafen.

Iedere paragraaf begint met theorie. Deze slaat u over als u dit boek gebruikt in een cursus. De docent vertelt dan de theorie. Sla deze ook over als u “een man van de praktijk” bent. Na de theorie volgt de praktijk. Deze doorloopt u stap voor stap. Sla niets over van de praktijk, anders raakt u vast. Het voorbeeld dat uitgewerkt wordt in de praktijk overlapt meerdere paragrafen. Sluit na de praktijk niet direct het Fusion 360 bestand dat u heeft gemaakt. Vaak heeft u deze in de volgende paragraaf weer nodig. Sla dit bestand wel op, maar laat het op het scherm staan, terwijl u de volgende theorie doorneemt of terwijl uw docent de uitleg geeft. Dit voorkomt overbodig tekenwerk.

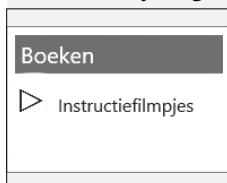
Aan het eind van een hoofdstuk staan oefeningen waarmee u kunt controleren of u het geleerde heeft begrepen.

Praktijk



Als u het practicum doorloopt moet u het boek als volgt gebruiken: U doet alleen iets als dat expliciet in de linker kolom staat! U leest de uitleg die daar rechts naast staat. Het opschrift van de knoppen is in het Engels, zodat u deze kunt herkennen. De uitleg is in het Nederlands, omdat u hier iets van moet leren. Tussen de tekst staan afbeeldingen van het beeldscherm. De informatie op uw eigen beeldscherm moet hiermee overeenkomen.

Oefeningen



Zoals in ieder leerboek eindigen de hoofdstukken met oefeningen. Met de oefeningen leert u daadwerkelijk het CAD systeem gebruiken. Als u de lessen door zou nemen zonder oefeningen, dan zou u de lessen snel vergeten. Wanneer u een bepaalde oefening niet kunt maken, dan kijkt u op de Internetsite www.cadcollege.com of er een instructiefilm over bestaat. Deze site kunt u bijvoorbeeld activeren met de qr-code. Op deze site staan ook voorbeelden en hulpbestanden. Sommige van deze bestanden worden in het boek gebruikt.

Index

A

A4-A0, papierformaat 325
 Aanzichten, Views 334
 Adaptief meshen EEM 556
 Afronding schets, Fillet 122
 Afronding vorm, Fillet 202
 Afschuining vorm, Chamfer 206
 Amerikaanse projectie, 3th Proj. 334
 Annotation, notaties tekening 355
 Arc, Boog in schets 119, 120
 Arceerafstand, Hatch 352
 Auxiliary View, Hulpaanzicht 344

B

Base view, Vooraanzicht 340
 Basisgrensmaat, Tolerantie 390
 Bearing Load EEM 576, 577
 Bemating, Dimension 355
 Bemating, speciaal op tekening 369
 Bend radius, Zetradius 497
 Bend relief, Inkeping zetting plaatw 497
 Bewegingsmechaniek Constraints 419
 Bewerkingen Onderdeel 201
 Bewerkingen Samenstelling 427
 Boog schets, Arc 117
 Browser Bar, Modelverkenner 16
 Buigradius, Zetradius, Bendradius 492
 voorkeursreeks 492
 Buigvolgorde plaatwerk 518

C

Centerlines, hartlijnen tekening 347
 Chamfer feature, Afschuinen vorm 207
 Circle, Cirkel schets 114, 115
 Clash control 433
 Clearance hole, Vijloopgat 209
 Closed Loop, Sluiten contour 101
 Combinatiesysteem tekening 320
 Concept, Top-Down Design 453
 Coniciteit symbool in tekening 373
 Constraints schets 71
 Contact Solver, Ondoordringbaar 425
 Contactset, Ondoordringbaarheid 424
 Contour Flange plaatwerk 507, 508
 Coördinatenlijst boorgaten tekening 370
 Create Flat Pattern plaatwerk 486
 Csg-tree 151
 Cut Sheet Metal plaatwerk 515

D

Decal, Plakplaatje, tekst 135
 Degree of Freedom bij verbindingen 419
 Detail View 346
 Details in tekening 370
 Dimension, Maat in tekening 358
 Dimension, Maatvoorwaarden 84
 Doorsnede, Section 336
 Draad, schroefdraad 209
 Draaien vorm, Revolve 178
 Drive Constraint 426
 Druk EEM 573

E

- Elektronisch schema 634
- ECAD 623
- Eagle 623
- Eem model 545
- Eenheidsastelsel, Gaten toleranties 392
- Eenheidsgatstelsel, Gaten toleranties 391
- Eindige Elementen Methode EEM 530
 - Nauwkeurigheid 555
 - Elasticiteitsmodulus 532, 534
- Elementen EEM 538
 - Indeling 556
 - Vorm 540
- Ellips schets, Ellipse 114
- Emboss, Verdikking 138
- Europese projectiemethode, 1th projection 335
- Exploded view 52, 443
- Extrude, Extrusie vorm 167, 171
 - pad, geleidingsrail, Sweep 240

F

- FDM Fused Deposition Modeling 587
- Face plaatwerk 507
- Feature control frame, Vormtoleran. 402
- Feature, Vorm 31, 149
 - Onderdrukken 158
- Fillet feature, Afronden vorm 202-205
- Fillet, Afronden schets 126
- Fix, vormvoorwaarde 76
- Flens minimale grootte 495
- Flens plaatwerk 509
- Footprint ecad 632
- Force EEM 568

G

- G2 continuïteit 282
- Gat-as belasting EEM 576
- Gaten 208
- Gedeeltelijk aanzicht 336
- Geleide rail, vlak 240
- General dimension, maat in tekening 358
- General dimension, maatvoorwaarde 77
- Gerberbestand 665
- Groep van het lint 19
- Gronden, Vastpinnen onderdeel 419

H

- Heads Up Display, HUD 79
- Helling in tekening 373
- Hoektolerantie in tekening 387
- Hole, Gat 210
- <https://www.shapeways.com> 591
- <https://eagle.autodesk.com> 632
- <https://www.Library.io> 632
- <https://www.snapeda.com> 632
- Hulpaanzicht 336
- Hulpvlak, werkvlak 227

I

- Instelling Fusion 28
- Interferentiecheck 433

J

- Joint, Verbinding Samenstelling 422

K

- Kantbank plaatwerk 491
- Kerf, Spanningsconcentratie EEM 561
- K-factor zetten 494
- Knooppunten EEM 539
- Koopdelen, Normdelen 429
- Kracht EEM 566
 - Punt 569
 - Vlak 568

L

LOD 429
 Lengtematen, Dimension 355
 Level of Detail 429
 Lijn, Line 103, 107
 Lineaire berekening EEM 557
 Lint, Tabbladen menu, Ribbon 18, 19
 Loft, Vloeiende vorm doorsnedes 246

M

Maattolerantie, Tolerance 386
 Maatvoorwaarden, Constraints 79
 Make Uniform 282
 Materiaaleigenschappen EEM 532, 543
 Mechatronica 623
 Model browser, Modelverkenner 153
 Modelverkenner 151, 153
 Volgorde 154
 Moment EEM 571
 Monosysteem tekeningen 320

N

Naad plaatwerk 509
 Neutrale lijn plaatwerk 493

O

Onderbroken aanzicht, Break 336
 Ondoordringbaarheid, Contact Set 424
 Overgangsvorm, Loft 246

P

PCB 639, PCB 3D 649
 Panels, groepen in menu's, Ribbon 19
 Parallelmaten, Dimension 369
 Parameters 81
 Passing in tekening 389
 Passingstelsel 390
 Pin Constraint EEM 576
 Pipe 184
 Plaatszuiverheid symbool tekening 400
 Plaatwerk
 Stijlen 496
 Transition, schuin vlak 498
 Vouwen en ontvouwen 515

Placed features, Bewerkingsvormen 201
 Point in schets 132
 Poisson-constante EEM 532
 Polygon, Polygoon in schets 104, 110
 Presentatiebestand, ipn 443
 Presentaties, Exploded Views 444
 Pressure, Druk EEM 574
 Primitieven, Eenvoudige vorm 150, 163
 Printplaat 2D 639, Printplaat 3D 649
 Profielen 349
 Project 22
 Project Geometry in samenstelling 417
 Projected View 341
 Projecten, Projects 24
 Punt, Point in schets 128
 Puntbelasting EEM 569

Q

Quadball vrijvorm modeleren 264

R

RAL 295
 Randvoorwaarden EEM 540
 Reactiekrachten EEM 543
 Rechthoek in schets, Rectangle 104
 Rectangle, Rechthoek in schets 106
 Rek EEM 533
 Renderen 287
 Result Convergence EEM 556
 Revolve, Draaien vorm 182
 Ribbon, Lint van menu 18
 Roosterverdeling tekening 326
 Round, Afronden vorm 202
 Ruwheid, Symbool in tekening 394

S

- SLA Stereolithography 587
- Samenstelling 42, 409
 - Aanmaken 409
 - Bewerken 427
 - Tekening 439
- Samenwerken 30
- Schema Ecad 654
- Schroefdraad
 - Gatdiepte en draadlengte 209
 - Weergave 211
- Section view, Doorsnede 217, 342, 440
- Sheet metal plaatwerk 477
- Skeletmodelleren 453
 - Buizenframes 188
- Soft springs EEM 578
- Spanning EEM 533
- Spannings-rek kromme EEM 533
- Standaard schalen tekening 327
- Standaarddelen, Normdelen 429
- Standards, normen 329
- Stuklijst 53, 437
- Stuklijst Ecad 659
- Stuknummer, Posnummer 436
 - Plaatsen 441
- Suppress, Onderdrukken vorm 159
- Surface texture, Ruwheid tekening 398
- Sweep 183-188, 244
 - Pipe 3D pad 191

T

- Tabs, Tabbladen menu, Ribbon 19
- Tapeind, Schroefdraad op as 212
- Tapsheid symbool in tekening 373
- Tekening
 - Formaten 325
 - Soorten 319
 - Systemen 320
- Tekst in schets 134
- Template 328, 330
- Text, Tekst in schets 136
- Thread, (Schroef)draad as 215
- Titelblok tekening 327
- Titelregel menu 18

- Top down design 453
- Trekbank, Trekstaaf EEM 532

U

- Uitslag plaatwerk, Flat Pattern 518
 - Exporteren 518
- Uitsnede plaatwerk 515
- Unfold, Ontvouwen plaatwerk 516

V

- Veiligheidsfactor EEM 536
- Verchromen, ruwheidssymbool 395
- Verkenner, Browser 16
- Vlakheidstolerantie in tekening 402
- Volledig bepaald schets 72
- Von Mises spanning EEM 535
- Voorbedrukt papier, Template dwg 325
- Voorwaarden in schets 71
- Vorm, Feature 149
- Vorm- en plaatstolerantie in tekening 400
- Vormzuiverheid in tekening 400
- Vrijbuigen, Zetten plaatwerk 491
- Vrije plaatsing aanzicht tekening 335
- Vrijheidsgraden EEM 539
- Vrijheidsgraden in samenstelling 419
- Vrijheidsgraden in schets 71

W

- Werkvolgorde EEM 542
- Work axis, Werk-as 229
- Work plane, Werkvlak 229
- Work point, Werkpunt 229

Z

- Zeefdruk Ecad 639
- Zetten plaatwerk 491